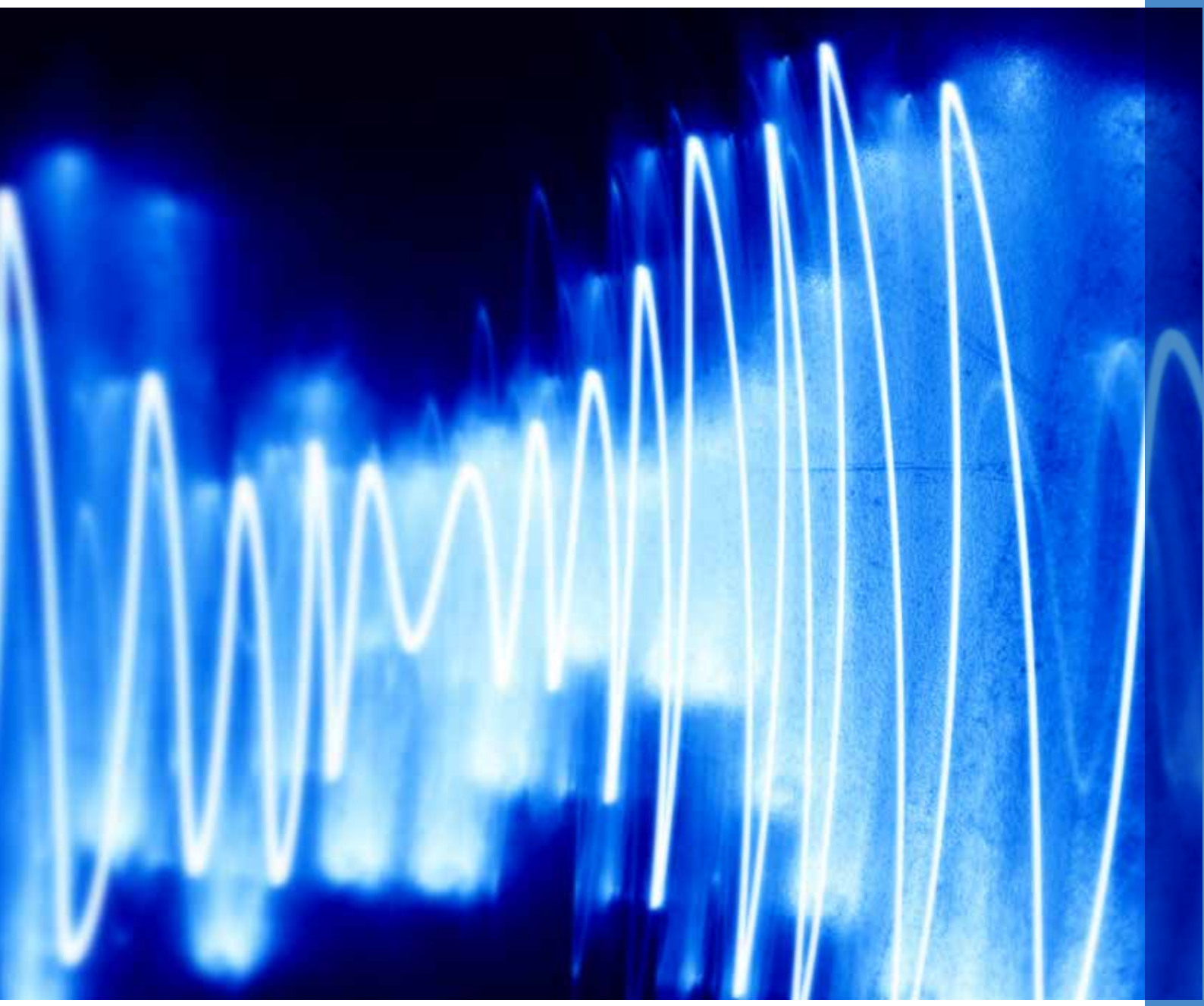
ITU -R



كتيّب عن
الإدارة الوطنية للطيف

طبعة 2015

كتيّب عن
الإدارة الوطنية للطيف

طبعة 2015

قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R)

تصدير

تطلبت هذه المراجعة الجديدة لدليل الإدارة الوطنية للطيف إدخال تحديثات وتوسعات كبيرة على طبعة عام 2005. وقام بوضع هذه المراجعة فريق المراسلة الذي أنشأته فرقة العمل 1B في عام 2011 ومن ثم فريق المقرر الذي أنشأته فرقة العمل 1B في عام 2012 وأيدته لجنة الدراسات 1 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية. وقام السيد حسن شريف، الإمارات العربية المتحدة، بمهمة المقرر للفريق، وساعده في مهمته المستشار السيد فيليب أوبينو، والسيد رووتنغ تشانغ، نائب رئيس فرقة العمل 1B من جمهورية الصين الشعبية، والسيد إيلكيو لي من جمهورية كوريا، والسيد روي وولسي من الولايات المتحدة الأمريكية، فضلاً عن العديد من المشاركين الآخرين في اجتماعات فرقة العمل 1B الذين شاركوا بنشاط في هذه المراجعة للدليل.

فرانسوا رانسي
مدير مكتب الاتصالات الراديوية

جدول المحتويات

الصفحة

تصدير iii
الفصل 1 – أساسيات إدارة الطيف 1
الفصل 2 – تخطيط الطيف 47
الفصل 3 – تخصيصات الترددات والترخيص 75
الفصل 4 – مراقبة الطيف والتفتيش والتحقيق في استعمال الطيف 109
الفصل 5 – ممارسات هندسة الطيف 119
الفصل 6 – اقتصاديات الطيف 177
الفصل 7 – أتمتة أنشطة إدارة الطيف 207
الفصل 8 – تدابير استعمال الطيف وكفاءة استعمال الطيف 289
الملحق 1 – التدريب على إدارة الطيف 317
الملحق 2 – النهج التنظيمي للأجهزة القصيرة المدى في بلدان المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) 337
الملحق 3 – أفضل الممارسات في الإدارة الوطنية للطيف 345

الفصل 1

أساسيات إدارة الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.1 مقدمة 4
2.1 الغايات والأهداف 4
3.1 النواحي الدولية المتعلقة بإدارة الطيف 5
4.1 التوجيهات والقوانين الوطنية الرئيسية المتعلقة بإدارة الطيف 6
1.4.1 قانون الاتصالات الراديوية 6
2.4.1 الجدول الوطني لتوزيع الترددات 6
3.4.1 اللوائح والإجراءات 7
5.1 الهيكل التنظيمي والعمليات التنظيمية 7
1.5.1 الهيكل والتنسيق 7
2.5.1 عملية اتخاذ القرارات 8
6.1 المسؤوليات والمتطلبات الوظيفية لإدارة الطيف 8
1.6.1 تخطيط إدارة الطيف والتنظيم ووضع السياسات 10
2.6.1 وضع جدول وطني لتوزيع الترددات 11
3.6.1 تخصيص الترددات وترخيصها 11
4.6.1 العلاقة بين رسوم الطيف وعملية إدارة الطيف 12
5.6.1 وضع المعايير الراديوية والترخيص باستخدام المعدات 13
6.6.1 مراقبة الطيف وإنفاذه 14
7.6.1 التعاون الدولي 16
8.6.1 التعاون الوطني (الاتصال والتشاور) 19
9.6.1 الدعم الهندسي للطيف 20
7.1 وضع هيكل تنظيمي لإدارة الطيف 20
1.7.1 نبذة عامة 20
2.7.1 الإدارة اللامركزية مقابل الإدارة المركزية 21
3.7.1 هيكل الإدارة في شكل صفيفة 21
4.7.1 ملخص المبادئ 21
5.7.1 أنظمة إدارة الطيف 21

الصفحة

8.1 استخدام الحكومة الإلكترونية وأنظمة إدارة الجودة ونماذج التميز في إدارة الطيف 24
1.8.1 نبذة عامة..... 24
2.8.1 استخدام نظام إدارة الجودة (المعيار ISO 9001:2008)..... 25
الملحق 1 للفصل 1 27
1 نبذة تاريخية 27
2 الهيكل التنظيمي 27
الملحق 2 للفصل 1 32
1 نبذة عامة..... 32
2 المناقشة 32
الملحق 3 للفصل 1 34
1 النطاق والغرض 34
1.1 نبذة عامة..... 34
2.1 الغرض..... 34
2 مقدمة عن إدارة الطيف والشؤون الدولية 34
3 وصف العمليات 35
4 نظام إدارة الجودة..... 38
1.4 المتطلبات العامة..... 38
2.4 متطلبات التوثيق..... 38
5 مسؤولية هيئة الإدارة 39
1.5 التزام هيئة الإدارة 39
2.5 التركيز على العملاء 39
3.5 سياسة الجودة..... 40
4.5 التخطيط 40
5.5 المسؤولية والسلطة والتواصل 40
6.5 استعراض الإدارة..... 41
6 إدارة الموارد..... 41
1.6 توفير الموارد..... 41
2.6 الموارد البشرية..... 42
3.6 البنية التحتية..... 42
4.6 بيئة العمل..... 42
7 تحقيق المنتج..... 42
1.7 التخطيط لتحقيق المنتج..... 42
2.7 العمليات المتعلقة بالعملاء..... 43

الصفحة

3.7 التصميم والتطوير 44
4.7 المشتريات 44
5.7 الإنتاج وتقديم الخدمات 44
6.7 التحكم في قياس الأجهزة ومراقبتها 45
8 القياس والتحليل والتحسين 45
1.8 نبذة عامة 45
2.8 القياس والمراقبة 45
3.8 مراقبة المنتج غير المطابق 46
4.8 تحليل البيانات 46
5.8 التحسين 46

1.1 مقدمة

تبرز أهمية طيف الترددات الراديوية وعمليات الإدارة الوطنية للطيف من الزيادة الكبيرة في استعمال المجتمع للتكنولوجيات القائمة على أساس الترددات الراديوية، والفرص الهائلة التي تتيحها هذه التكنولوجيات من أجل التنمية الاجتماعية. وقد أدى استمرار التقدم التكنولوجي إلى فتح أبواب جديدة أمام طائفة كبيرة من تطبيقات الطيف الجديدة مما دفع إلى زيادة الاهتمام بموارد الطيف المحدودة وزيادة الطلب عليها. وتقتضي زيادة الطلب تحسين كفاءة استعمال الطيف وتنفيذ عمليات فعالة لإدارة للطيف، وفي هذا الإطار تبرز أهمية القدرات الحديثة في مجال معالجة البيانات والتحليل الهندسي في تلبية حاجات مختلف المستعملين الذين يرغبون في النفاذ إلى الطيف.

وتُستخدم الاتصالات الراديوية استخداماً كثيفاً في عدد متزايد من الخدمات[1]، ومنها الدفاع الوطني والسلامة العامة والإذاعة والأعمال والاتصالات الصناعية والتجارية والاتصالات الراديوية في الملاحة الجوية والبحرية وتوجيه مسار السفن والطائرات والاتصالات الشخصية. وتختلف وصلات الاتصالات الراديوية عن الاتصالات اللاسلكية، وهي ضرورية في بيئة متحركة أو متنقلة قد لا تتوفر فيها الاتصالات السلكية أو حيث يحدث انقطاع في الاتصالات كما هو الحال في حالات الطوارئ أو الكوارث الطبيعية. ويمكن لأنظمة الاتصالات الراديوية أن تعمل من السواتل أو من منصات أرضية.

ومن أجل كفاءة استخدام الطيف لا بد من تنسيق استعماله وتنظيمه من خلال اللوائح التنظيمية الوطنية ولوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات. وتتوقف قدرة كل بلد على الاستفادة بشكل كامل من موارد الطيف، إلى حدٍ كبير، على أنشطة إدارة الطيف التي تيسِّر تشغيل أنظمة الراديو وتضمن أن يكون التداخل في أضيق الحدود. لذلك ينبغي للإدارات أن تعمل قدر الإمكان على استخدام أنظمة إدارة الطيف المحوسبة.

ومع أنه من الصعب تعريف الكفاءة في أنظمة إدارة الطيف، فإنها تتصل بوجه عام بمدى تلبية النظام للحاجات الوطنية ومدى ضمانه لمصالح الجمهور في تلبية حاجات المستعملين للخدمات الراديوية. وتتكون إدارة الطيف الوطنية من الهياكل والإجراءات والقواعد التي تدير بها هيئة الإدارة استخدام الطيف الراديوي داخل الحدود الجغرافية. ولكل حكومة، بموجب اتفاق دولي، المرونة والاستقلالية في تنظيم استعمال الطيف الراديوي. ويجب أن تقوم كل إدارة بوضع القوانين والتنظيمات اللازمة للقيام بمهام إدارة الطيف. وتشتمل الإدارة الفعالة لموارد الطيف على التوجيهات الرئيسية التي تحدد مسؤولية السلطة الوطنية. وهذه السلطة هي التي تنظم استعمال الطيف وكذلك جميع العمليات المتصلة بذلك. ومن البديهي أن كل الإدارات لا تقوم بإدارة الطيف بنفس الطريقة تماماً، ومع ذلك فإن العمليات الأساسية لا غنى عنها في جميع النهج الوطنية.

2.1 الغايات والأهداف

من أجل نجاح أي نظام لإدارة الطيف يجب تحديد الغايات الأهداف. والغايات التي تتضمنها عادة تشريعات الطيف الوطنية هي:

- إتاحة الطيف الراديوي للاستعمالات الحكومية وغير الحكومية من أجل حفز التقدم الاقتصادي والاجتماعي؛
- استخدام الطيف على نحو يتسم بالكفاءة والفاعلية.

وتتصل إدارة الطيف الوطنية اتصالاً وثيقاً بالقانون الوطني والسياسة العامة واللوائح الراديوية وخطط الطيف الطويلة الأجل[2]. ويجب أن تضمن الإدارة الوطنية إتاحة الطيف بشكل مناسب على المديين القصير والطويل لمنظمات الخدمات العامة من أجل القيام بمهامها، وللمراسلات العمومية، وللاتصالات الخاصة بالأعمال، ولأغراض الإذاعة. ويولي الكثير من الإدارات أيضاً اهتماماً كبيراً باستخدام الطيف في الأنشطة البحثية والاستعمالات العلمية وأنشطة الراديو للهواة.

---

[1] تشمل كلمة "الخدمة" في هذا الدليل الخدمات الراديوية الموصوفة في لوائح الراديو وأي تطبيقات راديوية أخرى.

[2] انظر التقرير ITU-R SM.2015 – طرائق لتحديد الاستراتيجيات الوطنية طويلة الأجل لاستعمال الطيف.

ويمكن أن تتضمن الأهداف الوطنية المتعلقة بالطيف ما يلي:

- إتاحة خدمات الاتصالات الوطنية والعالمية بشكل فعال في جميع أنحاء البلد للاستعمالات الشخصية واستعمال دوائر الأعمال؛
- التشجيع على الابتكار في تنمية البنية التحتية وتقديم خدمات الاتصالات الراديوية؛
- خدمة المصالح الوطنية بما في ذلك الأمن والدفاع؛
- الحفاظ على الحياة والممتلكات؛
- دعم جهود مكافحة الجريمة وإنفاذ القانون؛
- دعم أنظمة النقل الوطنية والدولية؛
- دعم الحفاظ على الموارد الطبيعية؛
- إتاحة انتشار الخدمات التعليمية والخدمات العامة والمعلومات التي تهم الجمهور والترفيه؛
- مساندة أنشطة البحث العلمي وتنمية الموارد والاستكشاف؛
- الترويج لنشر التراث الحضاري وحماية الفنون الشعبية على المستويين الوطني والإقليمي؛
- العمل على الحد من الفجوة الرقمية.

ولتلبية هذه الأهداف يجب أن يوفر نظام إدارة الطيف وسيلة منظمة لتخصيص نطاقات التردد وتوزيعها وللسماح بتخصيصات التردد وتسجيلها ووضع القواعد والمعايير. ويمكن أن يتضمن النظام بياناً بالسياسة العامة أو قواعد تحدد العوامل التقنية وقواعد الترخيص والأولويات التي تُستخدم في تحديد مَنْ يتلقى الترخيص بالنفاذ إلى نطاق التردد والأغراض التي يُمنح الترخيص من أجلها. ويمكن أن يكون بيان السياسة العامة عبارة عن صلة وصل بين جدول الأعمال الحكومي ومديري الطيف، ولكن الثبات في سياسة الاتصالات الراديوية مهم جداً من أجل الاستثمار. وقد تلجأ الحكومة إلى تفويض هيئة إدارة الطيف بسلطة وضع السياسة والقواعد المتعلقة بالطيف. وقد تختار الحكومة أيضاً هيئة للإشراف على الطيف يرأسها مسؤولون سياسيون، وأن تقتصر مهمة مدير الطيف على وضع وسائل التنفيذ وتنفيذ القرارات.

وعلاوةً على ذلك ينبغي أن تحتوي الخطة الوطنية للطيف على المدى الطويل على إسقاطات بشأن استعمال الطيف في المستقبل على أساس تحليل المتطلبات الوطنية على المدى الطويل، وعلى أساس احتمالات تطور التكنولوجيا وقدرات إدارة الطيف. ومن العناصر الأساسية في هذه الخطة وجود جدول وطني لتوزيعات الطيف، يوفّر إطاراً للمستعملين يقومون في ضوئه بتحديد أهدافهم[3]. وينبغي أن تحدد الخطة الخطوات التي ينبغي لمنظمة إدارة الطيف اتخاذها من أجل تلبية الاحتياجات في المستقبل. ويمكن أن تشتمل الخطة أيضاً على توصيات بشأن التغييرات الممكنة في سياسة الطيف لتلبية احتياجات المصلحة العامة[4].

3.1 النواحي الدولية المتعلقة بإدارة الطيف

الغرض من التنسيق الدولي وإبلاغ الاتحاد الدولي للاتصالات بالمحطات الراديوية هو تطوير لوائح الراديو وما يتصل بها من إجراءات وتشجيع التنسيق المتعدد الأطراف عملاً على ضمان كفاءة استعمال موارد الطيف وتقليل التداخل إلى أقصى درجة ممكنة. وتُعتبر كل إدارة حلقة تأسيسية في هذه المنظمة الحكومية الدولية وتقوم بدور مهم في هذه العمليات (انظر أيضاً التقرير ITU-R SM.2093). ويورد الملحق 1 بهذا الفصل وصفاً لهيكل الاتحاد الدولي للاتصالات وأنشطته.

[3] انظر التوصية ITU-R SM.1265 – طرائق بديلة لتوزيع الطيف الوطني.

[4] انظر التوصية ITU-R SM.1047 – الإدارة الوطنية للطيف.

4.1 التوجيهات والقوانين الوطنية الرئيسية المتعلقة بإدارة الطيف

يقتضي تنفيذ أنشطة إدارة الطيف بشكل يشجع على كفاءة استعمال موارد الطيف وجود توجيهات وقوانين أساسية في هذا المجال وإطلاع الجمهور عليها. والغرض من هذه التوجيهات والقوانين هو وضع الأساس القانوني لإدارة استعمال الطيف ووضع سياسة وطنية في هذا المجال مع ما يتصل بها من قواعد محددة.

1.4.1 قانون الاتصالات الراديوية

نظراً للتقدم السريع في التكنولوجيا الراديوية والدور المحوري الذي تقوم به الاتصالات في التنمية الاقتصادية للبلد فإن القوانين المتصلة بموارد الطيف لا تقل أهمية عن القوانين المتصلة بإدارة الأراضي والمياه في البلد، وإن اختلفت البيئة التشغيلية ومتطلبات الإدارة. وينبغي أن تكون الأحكام المتصلة بالراديو في القانون الأساسي محددة بوضوح. وإذا لم تكن الاتصالات الراديوية مستعملة على نطاق واسع بعدُ في البلد، يجب على الحكومات أن تتوقع زيادة في استعمال الراديو وأن تضمن وجود هيكل قانوني مناسب يغطي هذا المورد الهام.

ويوصى بأن يكون القانون الأساسي للاتصالات الراديوية وثيقة أساسية تعترف بالطيف الراديوي باعتباره من الموارد الوطنية التي ينبغي تنظيمها لمصلحة جميع المواطنين، ومن ثم ينبغي أن تنص الوثيقة على حق الحكومة في تنظيم استعمال الطيف، بما في ذلك تنفيذ القواعد المتعلقة بإدارة الطيف. ويجب أن تنص أيضاً على حق المواطنين والهيئات الحكومية في تشغيل أجهزة الاتصالات الراديوية. ويمكن أن تكون نوعية خدمات الاتصالات الراديوية وتيسرها وثيقة الصلة بنوع النشاط ومستوى المرونة لدى مشغلي الاتصالات. ويمكن أن تساعد المنافسة في تشغيل خدمات الاتصالات الراديوية على تيسر تلك الخدمات للمستعملين بأسعار مخفضة.

ومن العناصر الأخرى التي يمكن أن يتضمنها القانون الوطني للاتصالات الراديوية الشروط الواجب توفرها من أجل النفاذ العمومي إلى عملية اتخاذ القرارات الخاصة بإدارة الطيف واستجابة الحكومة لطلبات الجمهور. ويجب أن يحدد القانون حق النفاذ وأي قيود على هذا الحق. لذلك ينبغي أن ينص قانون الاتصالات الراديوية على أن تُطلِع السلطة المعنية بإدارة الطيف جمهور المستعملين على ما تتخذه من قرارات. ويمكن أن ينص القانون أيضاً على عملية لإعادة النظر في القرارات وفقاً لمعايير وإجراءات محددة. ويجب أن تكون هذه العملية بسيطة قدر الإمكان.

2.4.1 الجدول الوطني لتوزيع الترددات

يعتبر الأساس في عملية الإدارة الوطنية للطيف وضع جدول وطني لتوزيع الترددات.

وعلى المستوى الدولي يتم الاتفاق على الجدول الدولي لتوزيع الترددات (المادة **5** من لوائح الراديو) في المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية لجميع الأقاليم الثلاثة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وينبغي وضع الجدول الوطني على أساس هذا الجدول. على أن جدول الاتحاد (الذي يشمل الأقاليم الثلاثة جميعاً) ينص على عدد من الخدمات في نطاق التردد، ولذلك فقد ترغب كل إدارة في وضع جدولها الوطني من أجل تسهيل استخدام الطيف داخل حدود البلد. فعلي سبيل المثال تقوم بعض البلدان بتقسيم جدولها الوطني إلى توزيعات للخدمات الحكومية وأخرى للمستعملين من الجمهور. وفي كثير من الأحيان تعمد البلدان إلى تضمين المعلومات عن الاستخدام الحالي والاستراتيجي للتطبيقات الراديوية في نطاقات التردد الموزعة وشروط استخدامها في الجدول الوطني للترددات، بينما تعمد بلدان أخرى إلى تضمين هذه المعلومات في لوائح منفصلة.

وأياً كان النهج الوطني فالمطلوب من الإدارات هو أن تأخذ في الاعتبار كيفية استخدام نطاقات الطيف في البلدان الأخرى، ليس لمجرد التوافق مع البلدان المجاورة ولكن أيضاً لضمان إتاحة المعدات اللازمة لخدمات معيّنة بطريقة اقتصادية.

3.4.1 اللوائح والإجراءات

ينبغي أن تتضمن اللوائح والإجراءات التي تعتمدها السلطة المسؤولة عن إدارة الطيف الوطني إجراءات قانونية لاستئناف بعض القرارات (الخاصة باعتماد أو تعديل اللوائح والإجراءات) وأن تشمل مجالات من قبيل شروط استخدام التطبيقات الراديوية والإجراءات المطلوبة للحصول على ترخيص أو تجديده والإجراءات الخاصة بالمعايير التقنية وإجراءات الترخيص للمعدات وخطط تخصيص القنوات والاحتياجات التشغيلية. ورغم أنه من الممكن كتابة هذه اللوائح والإجراءات لكل خدمة من خدمات الاتصالات الراديوية على حدة، فمن الأنسب أن تكون جميع القواعد السارية متاحة في منشور واحد. ويرد في الملحق 2 لهذا الفصل وصف لإطار دليل وطني مقترح للوائح والإجراءات الخاصة بإدارة الطيف.

وينبغي لكل إدارة أن تقوم بتقييم مستوى التنظيم الذي تراه ضرورياً من أجل تحقيق الأهداف الوطنية مع توفير الحماية وفقاً للاتفاقات الدولية. ويجب أن تسترشد سلطة إدارة الطيف الوطنية بالسياسات الوطنية وأن تتأكد من مطابقة لوائحها للأهداف الوطنية التي يحددها القانون الوطني وعدم تعارضها مع اللوائح الدولية.

5.1 الهيكل التنظيمي والعمليات التنظيمية

1.5.1 الهيكل والتنسيق

ينبغي أن يفوِّض القانون الوطني للاتصالات الراديوية سلطة إدارة استعمال الطيف والمسؤولية عنها إلى هيئة حكومية أو أكثر. والأفضل هو وجود سلطة واحدة، وإن كان يمكن أن يفرض الواقع والموارد المتاحة مناهج أخرى.

وفي معظم الحالات تفضل الإدارات تعيين إدارة واحدة أو وكالة واحدة لإدارة جميع نواحي استعمال الاتصالات الراديوية. ومن شأن هذا النهج أن يبسّط عملية اتخاذ القرارات ووضع السياسات التي تؤثر على جميع المستعملين. ومما ييسر دور سلطة اتخاذ القرارات أن تراعي أكبر قدر من احتياجات المستعملين. ويمكن للسلطة الوحيدة أن تقلل من عبء العمل الواقع عليها وأن تزيد من كفاءة أعمالها عن طريق تفويض الاختصاصات إلى مجموعات أخرى إذا اقتضى الأمر.

وقد تفضّل بعض الإدارات أن تفوض سلطة الإدارة إلى منظمتين أو أكثر. ولكن زيادة عدد المنظمات ذات الاستقلال في اتخاذ القرارات والمسؤوليات يزيد من صعوبة التنسيق وكذلك من إمكانية تجزؤ توزيع الترددات. وفي بعض الحالات يصعب الوصول إلى اتفاق بين مختلف الهيئات (مثل الوزارات والإدارات) بشأن استخدام الطيف، وقد يتطلب الأمر اللجوء إلى سلطة أعلى لاتخاذ القرار مثل رئيس الوزراء أو رئيس الدولة.

وعند إنشاء أكثر من سلطة فلا بد من تحديد العلاقة بينها تحديداً دقيقاً في اللوائح الوطنية. ويمكن أن تكون إحدى الوسائل المستخدمة في هذا الفصل بين السلطات هي تقسيم نطاقات التردد بين سلطات الإدارة المختلفة. ويمكن، في إطار الحكومة أو القطاع الخاص، إنشاء لجان للتنسيق ذات مسؤولية محدودة لمساعدة الوكالات المعنية. ويمكن استخدام هذه اللجان لحل بعض مشاكل الطيف ولإعداد توزيعات الترددات. ويمكن تعيين ممثل عن هيكل إدارة الطيف في القطاع الخاص ليكون ضابط اتصال باللجان لاطلاعها على ما يستجد في هذا الشأن. إلا أنه لا يجوز أن تتولى لجان التنسيق مسؤولية سلطة الإدارة العامة للطيف.

وينبغي نشر المعلومات عن الهيئة المسؤولة وصلاحياتها ومسؤولياتها وإتاحة هذه المعلومات للمستعملين الحاليين والمحتملين لأنظمة الاتصالات الراديوية، أياً كان موقع هذه الهيئة ومسؤولياتها.

ويمكن أن ينص قانون الاتصالات الوطني على الجهة التي تمثل المصالح الوطنية في إطار الأنشطة الدولية (يمكن أن تقوم بهذا الدور مثلاً الهيئة الوطنية لإدارة الطيف). وإذا كان استعمال الطيف في البلد خاضعاً لأكثر من هيئة فإن هذا يزيد من صعوبة التمثيل في المفاوضات الدولية، ولذلك يوصى بوجود وكالة وحيدة أو إدارة وحيدة مسؤولة عن التنسيق العام لاستعمال الطيف وعن إدارة الطيف على الصعيد الدولي.

2.5.1 عملية اتخاذ القرارات

من الأدوات الضرورية لتحقيق الغايات والأهداف الوطنية تطوير عمليات توزيع الطيف وتخصيص الترددات لأصحاب التراخيص على المستوى الوطني، ورصد مدى الالتزام بشروط الترخيص.

وعلى الأجهزة الإدارية المسؤولة عن وضع القواعد واللوائح أن تتبع عملية واضحة مقررة سلفاً لاتخاذ القرارات من أجل تأمين إدارة منتظمة وموقوتة للطيف.

وإذا كانت الأهداف الوطنية تتوخى مشاركة القطاع الخاص والأطراف غير الحكومية في تقديم خدمات الاتصالات، فإن المطلوب في هذه الحالة هو أن توفر عمليات اتخاذ القرارات درجة معقولة من الانفتاح التنظيمي. وهذا ضروري بصفة خاصة حين تقوم كيانات القطاع الخاص بالاستثمار في هذه الخدمات وتقديمها.

واستقلال السلطة المسؤولة عن إدارة الطيف ضروري من أجل اتخاذ قرارات لصالح البلد. وحين تضع سلطة إدارة الطيف حدوداً لدور مستخدمي الطيف تقتصر على الدور الاستشاري، فإن هذا مدعاة لتضاؤل فرص اتخاذ قرارات منحازة. وفي نفس الوقت فإن مشاركة المستعملين في عملية اتخاذ القرارات يمكن أن تساعد في بناء الثقة، وهي عملية مهمة جداً في التنفيذ الفعال للأهداف الوطنية.

6.1 المسؤوليات والمتطلبات الوظيفية لإدارة الطيف

المسؤوليات والمتطلبات (الوظائف) الأساسية للإدارة الوطنية للطيف هي:

أ) تخطيط وتنظيم إدارة الطيف؛

ب) تمويل إدارة الطيف بما في ذلك الرسوم؛

ج) تخصيص وتوزيع نطاقات التردد؛

د) تخصيص الترددات والتراخيص (بما في ذلك التوزيعات غير الخاضعة للترخيص)؛

ه) الاتصال والتشاور على المستوى الوطني؛

و) التعاون الدولي والإقليمي بما في ذلك تنسيق الترددات والإبلاغ عنها؛

ز) المعايير[5]، والمواصفات وتراخيص المعدات؛

ح) رصد الطيف؛

ط) إنفاذ الطيف؛

ي) وظائف دعم إدارة الطيف، بما في ذلك:

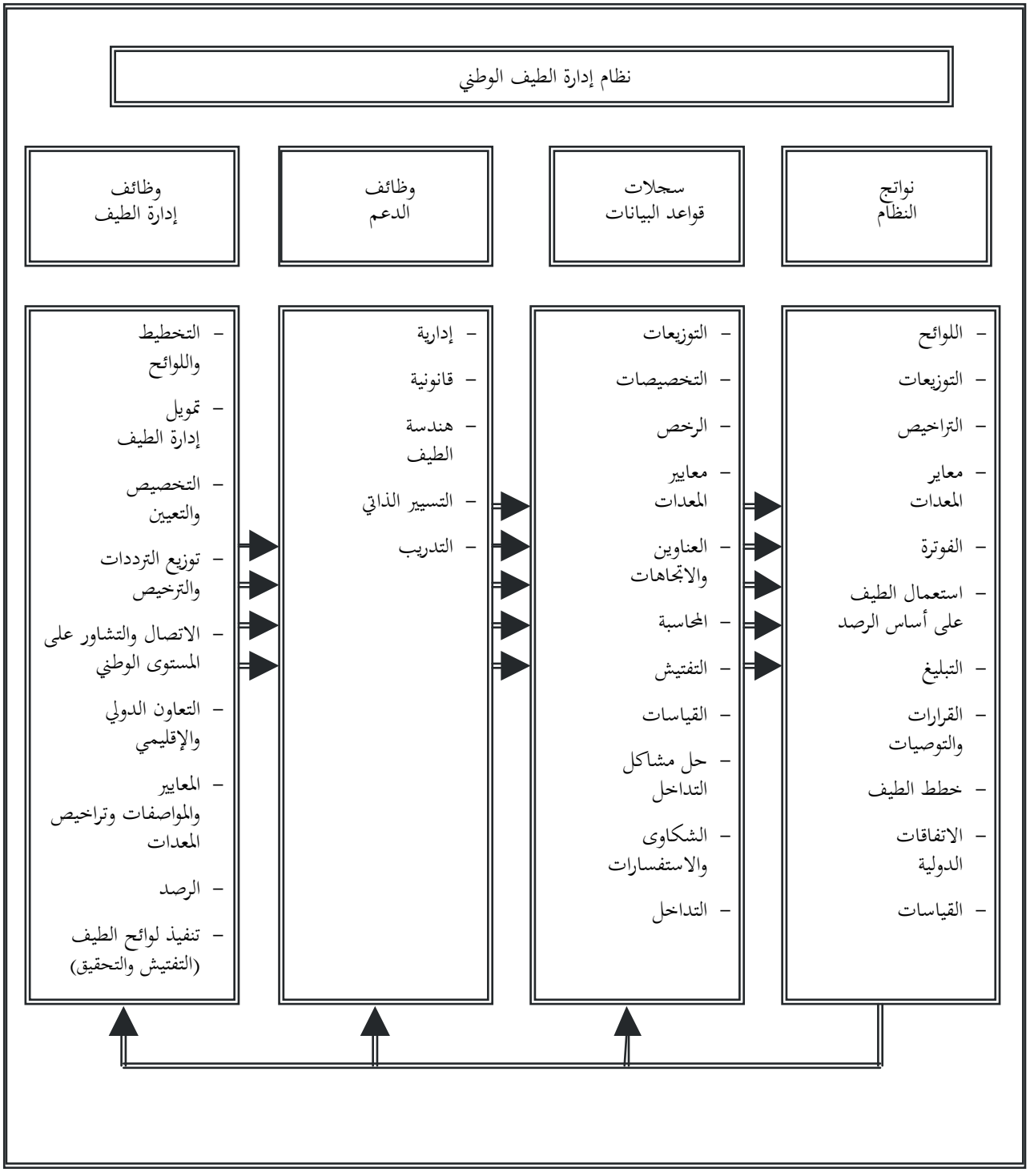
- الوظائف الإدارية والقانونية؛
- الأتمتة الحاسوبية؛
- هندسة الطيف؛
- التدريب.

ويمكن أن تأخذ الوكالة الوطنية لإدارة الطيف (إما وكالة مستقلة أو جزء من وكالة وطنية) أشكالاً مختلفة حسب القانون والخلفية والعادات وموارد الاتصالات الخاصة بالبلد المعني. ويجب أن تكون لها جميع الوظائف المذكورة أعلاه، ويمكن الجمع بين بعض هذه الوظائف أو تقسيمها إلى وحدات أصغر، وفقاً لحجم المنظمة. ويجب أن تقوم إدارة الطيف بنشر معلومات تفصيلية عن تنظيمها وإجراءاتها التنفيذية لكي تكون مفهومة بشكل واضح من قبل مستعملي الطيف. ويقد الشكل 1.1 إطاراً عاماً لنظام إدارة الطيف على الصعيد الوطني.

[5] يشير استخدام "المعايير" إلى توصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد أو أي معايير أخرى معترف بها.

الشكل 1.1

نظام إدارة الطيف الوطني على أساس المسؤوليات الوظيفية



Nat.Spec.Man-1.01

1.6.1 تخطيط إدارة الطيف والتنظيم ووضع السياسات

ينبغي أن يستند تنظيم إدارة الطيف إلى وضع وتنفيذ خطط وقواعد وسياسات تأخذ في الاعتبار تطور التكنولوجيا وكذلك الواقع الاجتماعي والاقتصادي والسياسي.

وناتج عملية التخطيط ووضع السياسات هو توزيع نطاقات الترددات على مختلف خدمات الراديو حسب الأغراض. وحين يحدث تعارض في المصالح في استخدام الطيف تقوم المنظمة المسؤولة عن إدارة الطيف بتحديد الاستخدام أو الاستخدامات التي تخدم مصالح الجمهور ومصالح الحكومة بشكل أفضل، بما في ذلك كيفية تقاسم الطيف. وينبغي أخذ العوامل التالية في الاعتبار في عملية توزيع الطيف:

الاحتياجات العامة والحكومية واعتبارات المنفعة

- احتياجات الخدمة من الترددات الراديوية؛
- عدد الناس المحتمل انتفاعهم من الخدمة؛
- الأهمية النسبية الاجتماعية والاقتصادية للخدمة، بما في ذلك سلامة الأرواح وحماية الممتلكات والإغاثة في حالات الكوارث؛
- احتمالات إقامة الخدمة ودرجة الدعم الشعبي المتوقع لها؛
- أثر التطبيقات الجديدة على الاستثمارات الحالية في نطاق التردد المقترح؛
- الاحتياجات الحكومية من نواحي الأمن والملاحة الجوية والبحرية والخدمات العلمية.

إعادة توزيع الطيف كأداة من أدوات إدارة الطيف

الاعتبارات التقنية

- مدى حاجة الخدمة لاستخدام أجزاء معينة من الطيف ذات خصائص انتشار معينة، والتوافق مع الخدمات الأخرى في داخل نطاق التردد المختار وفي خارجه؛
- كمية الطيف المطلوبة؛
- قوة الإشارة المطلوبة لتأمين خدمة يُعتمد عليها؛
- مقدار التداخل الراديوي والتداخل من المصادر الكهربائية الأخرى المحتمل مصادفته؛
- مدى ملاءمة التكنولوجيا (ما إذا كانت التكنولوجيا مجرَّبة ومتاحة وتواكب التطورات الحديثة أم أنها ليست مطوَّرة بشكل كامل بعد).

الحدود المتعلقة بالأجهزة

- الحد الأقصى الذي يمكن الاستفادة منه من طيف الترددات الراديوية، وبصفة عامة الحد الأقصى المتوقع في المستقبل؛
- خصائص تشغيل أجهزة الإرسال، بما في ذلك القيود العملية على قدرة الخرج، والقدرة على البقاء في التردد، والقدرة على كبت الارسالات الهامشية والخارجة عن النطاق؛
- أنواع الهوائيات المتاحة للخدمة والقيود العملية من ناحية تشغيلها (مثل الحجم والتكلفة والخصائص التقنية) بما في ذلك أفضل طرائق الحصول على أفضل استعمال للترددات؛
- أجهزة الاستقبال المتاحة والتي في طور التطوير، بما في ذلك بيانات تشير إلى الانتقائية والقابلية العملية للخدمة المقصودة.

وقد ينتج عن توزيع الطيف بين منظمات وطنية مختلفة مسؤولة عن خدمات مختلفة زيادة ضرورة التنسيق، مما يقتضي وضع شروط ومعايير تفصيلية للتقاسم. وإذا كانت تخصيصات الترددات الوطنية تتكون من عدد صغير نسبياً، عشرات الآلاف مثلاً، فقد يكون من المفيد في هذه الحالة إجراء تقسيمات فرعية لتخصيصات الطيف بين المنظمات الوطنية (المنظمات المدنية والحكومية مثلاً) بدلاً من تقاسُم نفس النطاق.

2.6.1 وضع جدول وطني لتوزيع الترددات

إن نقطة البداية في وضع جدول وطني للتخصيصات هي معرفة التخصيصات الوطنية الحالية للترددات ووضع خطة وطنية للاستعمالات في المستقبل. وينبغي الاسترشاد في وضع هذا الجدول بجدول التخصيصات الذي وضعه الاتحاد الدولي للاتصالات للإقليم الذي ينتمي إليه البلد المعني. ولا يوجد التزام على أي بلد باتباع جدول الاتحاد الدولي للاتصالات على وجه الدقة، ولكن من المهم اتباع هذا النموذج للأسباب التالية:

- المعدّات المتاحة في الإقليم متاحة لنطاقات التردد التي تتفق مع جدول التوزيعات؛
- تخفيض مشاكل التداخل مع البلدان المجاورة؛
- تخطيط نطاقات الترددات ينطوي على اعتبارات تقنية للتجهيزات التي تتفق مع الجدول الإقليمي؛
- تقتضي الخدمات، مثل خدمات الملاحة الجوية والبحرية وبعض الخدمات الساتلية، استخدام نطاق تردد معيَّن من قبل جميع البلدان من أجل تقديم خدمات الاتصالات على المستوى العالمي.

ومن الممكن لأي بلد أن ينحرف عن التوزيعات الدولية إلى درجة معينة من أجل الوفاء بالاحتياجات الوطنية، ويُعتبر هذا الاستعمال متفقاً مع الرقم **4.0** من لوائح الراديو[6]، ما لم يتسبب في تداخل ضار وما لم يكن مطلوباً حماية النطاق المعني.

وكما ذكر سابقاً فإن جدول التوزيعات الوطني هو عبارة عن سجل تفصيلي لكيفية استخدام الطيف في المرحلة الراهنة، بما في ذلك جميع البيانات الخاصة بالخدمات الأرضية والفضائية وتطبيقاتها. وعموماً يعارض مستخدمو أي نطاق تردد بعينه أي تغييرات في توزيعات الطيف لأنها تؤثر على عملياتهم الراهنة وبسبب احتمال خسارة عملاء الخدمة، حسب نوع الخدمة. وأي تغيير في استخدام النطاقات هو أمر مكلِّف بسبب تكلفة المعدات الجديدة وتلبية طلبات العملاء الذين يستخدمون المعدات الجديدة ووضع إجراءات جديدة لصيانة المعدات وتدريب الموظفين على صيانتها في حالة جيدة. وقد يوافق مستعمِل الطيف على تغيير استعمال نطاق معين إذا كان هذا التغيير شفافاً وإذا كانت نفقات المعدات الجديدة (الحديثة) يتحملها غيره. وبعد إعداد سجل الاستعمالات الراهنة توضع خطة عن كيفية استعمال جميع الخدمات في المستقبل. فقد تتطلب خدمات الأمن الوطني قدراً كبيراً من الطيف قد لا يتفق مع جدول توزيعات الاتحاد الدولي للاتصالات. وينبغي بذل كل جهد ممكن لضمان تقديم تبريرات قوية لاستعمال الطيف، وأنه يُستعمل فعلاً وليس محتفظاً به للاستعمال في المستقبل.

ومن المبادئ الأخرى التي ينبغي اتباعها في وضع الجدول الوطني للترددات ما يلي:

- اتباع نهج جدول الاتحاد الدولي للاتصالات الخاص بتوزيعات الترددات، حسب المقتضى وإلى أقصى حد ممكن؛
- وضع خطة تقوم على أساس الاستعمالات الراهنة للطيف وإلى النقطة التي تسبب عندها هذه الخطة عوائق أمام تنمية الطيف في المستقبل؛
- توفير توزيعات للحكومة ولدواعي الأمن تتسم بالكفاءة والتوافق مع توزيعات البلدان الأخرى.

3.6.1 تخصيص الترددات وترخيصها

تخصيص الترددات هو جزء أساسي من العمليات اليومية للهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف. وتقوم وحدة تخصيص الترددات بالتحليلات اللازمة لاختيار أنسب الترددات لأنظمة الاتصالات وتنسيق التخصيصات المقترحة مع التخصيصات القائمة.

ومن الطبيعي أن تطبق مهمة تخصيص الترددات ومهمة إصدار التراخيص المتصلة بها القانون الوطني والقواعد والإجراءات الوطنية. وهي تشرف على تشغيل المحطات عن طريق:

---

[6] "**4.0** يجب أن تُنشأ وتشغَّل جميع المحطات، أياً كان الغرض منها، على نحو لا يسبب تداخلات ضارة للاتصالات أو للخدمات الراديوية الخاصة بالدول الأعضاء الأخرى، وبوكالات التشغيل المعترف بها، وبوكالات التشغيل الأخرى المرخَّص لها أصولاً بتأمين خدمة اتصالات راديوية، والتي تعمل طبقاً لأحكام لوائح الراديو (الرقم 197 من دستور الاتحاد)."

- فحص طلبات الترخيص والوثائق المتصلة بها لتحديد أهلية مقدم الطلب من الناحية القانونية والتنظيمية ومدى مقبولية أجهزة الراديو المقترحة؛
- تخصيص إشارات نداءات الراديو لكل محطة؛
- إصدار التراخيص وتحصيل الرسوم، حسب الاقتضاء؛
- وضع طرائق نظام الإدارة أو تراخيص الشبكات، حسب الاقتضاء؛
- تجديد الرخص ووقفها وإلغاؤها، حسب الاقتضاء؛
- فحص أهلية مشغلي الخدمات وإصدار شهادات التشغيل، حسب الاقتضاء.

ويجب أن تحدد الإجراءات المعلومات الواجب تقديمها مع طلبات تخصيص الترددات. وتتصل هذه المعلومات، حسب الأهداف الوطنية، بالقصد من استعمال الطيف، أو قد تقتصر على الخصائص التقنية التي تمكّن مدير الطيف من تنسيق أنشطة مكونات الإدارة على نحو أفضل. ويلاحظ أن وجود إجراءات غير ضرورية أو مرهقة يمكن أن يثبط من تنمية الاتصالات. وقد لجأت بعض الإدارات إلى تنفيذ تنسيق الترددات عن طريق مجموعات استشارية وحققت نتائج ناجحة.

والتنسيق الدولي ضروري إذا وُجدت إمكانية حدوث تداخل ضار خارج الحدود الوطنية، وقد يكون من المطلوب إشراك قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد كجزء من إجراء تخصيصات الترددات.

ويجب الاحتفاظ بطلبات استعمال الطيف والموافقات للرجوع إليها في المستقبل. وقد اختارت بعض الإدارات استخدام أسلوب المراقبة كوسيلة للتعرف على الترددات غير المستعمَلة، ومع أن هذه الطريقة يمكن أن تحدد أن أحد الترددات غير مستعمَل لمجرد أنه لم يكن عليه نشاط أثناء فترة الرصد، فقد تكون الطريقة الوحيدة لاختيار الترددات في حالة عدم وجود سجلات.

4.6.1 العلاقة بين رسوم الطيف وعملية إدارة الطيف

الطيف الراديوي هو أحد المصادر الطبيعية المتاحة لاستخدام الناس، وهو محدود ومن السهل التداخل فيه. وهو أحد الأصول الوطنية القيّمة التي تديرها الحكومة عادة. والتحدي الذي تواجهه الحكومة هو تحقيق التوازن بين مختلف الطلبات على الطيف، ووضع سياسات تكفل الوفاء بأغراض هذه الطلبات. ويمكن أن تكون رسوم الطيف التي تتقاضاها الحكومة عن مختلف الخدمات الراديوية جزءاً مهماً من عملية إدارة الطيف.

والهدف الرئيسي من سياسة الرسوم في عملية إدارة الطيف هو:

- تحسين البنية التحتية للاتصالات في البلد عن طريق الاستعمال الكفء والفعال للطيف الراديوي؛
- رسوم إدارية تساند البنية التحتية لإدارة الطيف؛
- العدالة في فرض الرسوم الإدارية لجميع مستخدمي الطيف الراديوي بطريقة تشجع كفاءة استعمال الطيف عن طريق تقديم حوافز مناسبة؛
- تقدير الرسوم وفقاً لمساحة الطيف المستعمَل لمعظم الخدمات، على أن يؤخذ في الاعتبار عدد أجهزة الإرسال في الشبكة؛
- المبادئ الاقتصادية بناء على توصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد وتقاريره؛
- وضع معايير للراديو تتفق مع المعايير المطلوبة في لوائح الراديو وتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية، أو تكون أفضل منها؛
- إلغاء الطيف الذي لا يُستخدم بكفاءة أو بفعالية، مع استخدام معايير مقبولة لاتخاذ هذا الإجراء.

ويمكن فرض أنواع مختلفة من رسوم الترخيص:

- رسوم تقديم الطلب – تُدفع عند تقديم طلب ترخيص الترددات.
- رسوم تراخيص الإنشاءات – تُدفع مقابل الإذن ببناء أو تنفيذ بنية تحتية جديدة أو شبكة جديدة.

- رسوم استعمال الطيف أو الرسوم التنظيمية – تُدفع على أساس سنوي أو على أساس منتظم مقابل استعمال حيز محسوب من الطيف ولتغطية نفقات إدارة الطيف الوطنية.
- رسوم رخص التشغيل – تتصل بفحص مدى أهلية مقدم الطلب، وعند تحديد الرخص.
- رسوم إدارية – لتغطية النفقات الإدارية لتجهيز الرخص إذا لم تغطّها رسوم الطلبات.

وتسدَّد بعض الرسوم نظير إدارة الطيف. ولا تُعتبر هذه الرسوم ضريبة عن قيمة الطيف. فهنالك طائفة شتى من الأولويات وأغراض رسوم التراخيص تختلف اختلافاً كبيراً بين البلدان (انظر الفصل 6).

5.6.1 وضع المعايير الراديوية والترخيص باستخدام المعدات

1.5.6.1 نبذة عامة

تتناول المادة **3** من لوائح الراديو الاحتياجات المتعلقة بالمواصفات التقنية للمحطات من أجل تفادي التداخل. وترد في التذييلين **2** و**3** من لوائح الراديو أقصى قيم التداخل المسموح به في الترددات ومعايير البث الهامشي والمعايير التقنية الأخرى. ومن مسؤولية الإدارات أن تتأكد من أن المعدّات المرخص باستعمالها في أراضيها تتفق مع تلك اللوائح. ويتم هذا التحقق من خلال استعمال "خصائص المعدات" (أي الوثائق التي تبين معايير الأداء الدنيا المطلوبة للمرسِلات والمستقبِلات وسائر المعدات) و الإجراءات المتصلة بها التي تضمن التطابق مع المواصفات.

ويمكن أن تضع معايير المعدات منظمات وطنية أو إقليمية أو دولية (وبصفة أساسية قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد). ومن أهم أعمال مدير الطيف وضع مجموعة فرعية من المعايير التقنية المتصلة بأداء الأنظمة والملاءمة الكهرمغنطيسية. ويساعد تطبيق هذه المعايير على ضمان الملاءمة الكهرمغنطيسية للنظام مع البيئة التي يعمل فيها. وينطوي هذا عادة على تحديد الإشارات المرسَلة في حدود عرض نطاق معين أو الحفاظ على مستوى معين من ثبات الأداء عملاً على منع التداخلات الضارة. وقد تختار الإدارات في بعض الحالات وضع معايير للمستقبِلات تقتضي وجود مستوى معين من الحصانة من الإشارات غير المطلوبة.

وهنالك طائفة كبيرة من المعايير التشغيلية ومعايير الملاءمة حالياً في الاتحاد الدولي للاتصالات واللجنة الخاصة الدولية المعنية بالترددات الراديوية (CISPR). ويمكن اتخاذ هذه المعايير بمثابة معايير وطنية، وإن كانت بعض البلدان تلجأ إلى وضع معاييرها الخاصة. ويمكن أن تشمل هذه المعايير، على سبيل المثال، المعايير التي وضعها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) أو لجنة الاتصالات الاتحادية في الولايات المتحدة. ومما يسهّل عملية التقييس الوطنية استخدام المعايير التي ثبتت كفاءتها وفاعليتها، ذلك أن وضع مجموعة من المعايير الوطنية يمثل جهداً طويل الأجل لأن مجرد استعراض المعايير الدولية القائمة وغيرها من المعايير هي مهمة جسيمة.

ومن العمليات الأساسية في وضع المعايير تحديد احتياجات اختبارات الملاءمة وغيرها من الإجراءات الإدارية المتصلة بالملاءمة. وينبغي ألا تكون متطلبات الاختبار والإجراءات الإدارية المتعلقة بالملاءمة مرهقة أكثر مما ينبغي. فهناك إجراءات، مثل قبول شهادة المصنع بشأن ملاءمة المعدات، تقلل كثيراً من الأعمال الإدارية والتكاليف.

ويمكن أن تعتمد الإدارة الوطنية كجزء من عملياتها قبول نتائج اختبار المعدات الصادرة عن إدارات أخرى. وتجد بعض الإدارات أن شهادة الملاءمة الصادرة من المصنّع واختبارات الملاءمة في معامل الاختبار الخاصة تكفي لضمان مطابقة المعدات للمواصفات. وينطوي القبول بشهادة المصنع على قدرة الإدارة على إجراء اختبارات انتقائية للمعدات والتأكد من المطابقة. وإذا اختارت الإدارة أن تتبع هذا النهج فقد ترى ضرورة إجراء الاختبارات العشوائية في مختبراتها. وبشكل عادي تقوم مجموعات الاختبار والقياس بتقديم الخدمات الآتية إلى هيئة إدارة الطيف:

- الاختبار المعملي لمعدات الإرسال والاستقبال وفقاً لإجراءات محددة للموافقة على النوع؛
- صيانة ومعايرة أجهزة الاختبار المعملية وسائر الأجهزة المستخدمة في إجراءات التفتيش والمراقبة في المنظمة؛
- تقييم قبول المعدات التي يتم شراؤها لأغراض التفتيش والمراقبة؛
- تجهيز مركبات مراقبة لأغراض خاصة ومعايرة المعدات التي تركَّب في هذه المركبات.

مثال لإجراء استصدار شهادة ذاتية وتقييم المطابقة

ترى بعض الإدارات أن الموافقة الوطنية على النوع هي عملية غير ضرورية (لبعض أنواع المعدات) وقد تكون حاجزاً أمام التجارة، خاصة مع زيادة أنواع المعدات التي تُصنع للتسويق أو التعميم أو التشغيل في منطقة معينة دون قيود تنظيمية (مثل أجهزة الهاتف المتنقلة العمومية). وثمة اتجاه لدى هذه الإدارات بنقل المسؤولية عن ضمان مطابقة المعدات للمواصفات التقنية الأساسية (تقييم المطابقة) من الهيئة التنظيمية إلى المصنع أو المورّد. وتقوم هذه الإدارات بمراقبة السوق للتعرف على الأجهزة غير المطابقة للمواصفات وفرض عقوبات على المصنعين أو الموردين غير الملتزمين. ويضع الترخيص التزاماً قانونياً على المستعمِل بضمان مطابقة معداته التي يستخدمها في الخدمة للمواصفات.

وفي هذه الحالات تصبح المسؤولية عن مطابقة المنتَج للمواصفات مسؤولية المصنع. ويُصدر المصنع إعلاناً بالمطابقة، وليس بحاجة إلى الحصول على موافقة من أي جهة رسمية بعد أن يُجري الاختبارات في مختبر معترف به. وحين لا توجد معايير مقررة (بالنسبة للمنتجات الجديدة والمبتكرة مثلاً) أو حين لا تكون المعايير القائمة مناسبة (لإنتاج محدد الغرض مثلاً) فإن أمام المصنع سبيلاً للدخول إلى السوق بأن يبين بشكل تفصيلي أن المنتج مطابق للمواصفات. ويجب أن تظل هذه المعلومات متاحة لفترة من الزمن (عدة سنوات عادة). وتلتزم الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي بنشر قواعدها الوطنية الخاصة بالنفاذ إلى طيف الترددات الراديوية (لوائح السطح البيني) حتى يكون المصنعون على بينة من الاختلافات الوطنية فيما يتعلق بتخصيص الطيف واستعمالاته وليتمكنوا من إنتاج منتجات تعمل في أسواق واسعة. وتلتزم المصانع بإبلا غ المستهلكين بالاستعمال المقصود للجهاز والحدود التي يُستعمل فيها وتقديم تلك المعلومات على الغلاف وفي دليل التشغيل. ويجب على المصنع أيضاً أن يبلغ الدولة العضو في الاتحاد الأوروبي بعزمه على طرح الجهاز في السوق. ويكون أمام الدولة فرصة من الوقت لبيان مدى موافقتها على طرح المنتَج في السوق.

وقامت كثير من البلدان، وفقاً لمتطلبات منظمة التجارة العالمية، بوضع اتفاقات اعتراف متبادَل مع دول أخرى أعضاء في المنظمة. وتفترض هذه الاتفاقات بشكل عام وجود مستوى متقارب من التنمية التقنية ومتطلبات المطابقة. وتحدد الاتفاقات شروط القبول المتبادل للشهادات وعلامات المطابقة وتقارير الاختبار الصادرة عن جهات تقييم المطابقة في أي من طرفي الاتفاق.

2.5.6.1 ترخيص المعدات

يضع الاتحاد الدولي للاتصالات توصيات بشأن المعايير الدولية، ويتعاون في هذا الصدد مع المنظمات الأخرى المعنية بوضع المعايير.

وفي إطار السياق الدولي الذي يزداد اتساعاً يجد الاتحاد نفسه في بيئة تضم الكثير من اللاعبين الآخرين (انظر صفحة الاتحاد على شبكة الويب بشأن منظمات وضع المعايير والمنظمات الدولية: http://www.itu.int/en/ITU-T/C-I/conformity/Pages/organizations.aspx). وتساعد المعايير في تفادي تفتيت السوق، مما يعود بالنفع على المستهلكين وعلى الصناعة. ويحافظ الاتحاد، في مساعيه لوضع معايير عالمية ناجحة، على مبدأ توافق الآراء والشفافية والانفتاح والحياد والتواصل، والنفاذ العمومي للنتائج، وتناسُق القواعد والكفاءة والمساءلة والاتساق.

ويسعى الاتحاد، من خلال تعاونه على الصعيد الدولي، إلى تحقيق أهدافه في وضع نواتج قابلة للتطبيق عالمياً وتلبي احتياجات الدول الأعضاء والبشر جميعاً.

6.6.1 مراقبة الطيف وإنفاذه

يوفر هذا القسم مجرد لمحة موجزة عن مراقبة الطيف وإنفاذه ويصور أهمية مراقبة الطيف وإنفاذه في سياق إدارة الطيف العامة. وثمة معلومات مفصلة عن تنظيم خدمة مراقبة الطيف وإجراءات ومعدات القياس واردة في كتيب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف.

1.6.6.1 مراقبة الطيف

إن التخطيط النظري للطيف لم يعد كافياً. فالمعرفة بالاستعمال الفعلي للطيف ضرورية قبل اتخاذ أي قرار بشأن تخصيصات الطيف أو تعييناته.

وتدعم المراقبة عملية إدارة الطيف بشكل عام، بما في ذلك وظائف تخصيص الترددات وتخطيط الطيف، من خلال القياسات العملية لاستعمال القنوات والنطاقات حتى يمكن إعداد إحصاءات عن تيسر القنوات وتقييم فعالية استخدام الطيف. وبناء على هذه البيانات، يمكن التحقق من تخطيط الطيف من خلال المقارنة بين التخطيط النظري والاستخدام الفعلي. ويمكن استخدام نتيجة هذه المقارنة لضبط التخطيط. ويحدث استخدام الطيف على مدار 24 ساعة في اليوم طوال 7 أيام في كل أسبوع من السنة، سواء محلياً أو إقليمياً أو عالمياً. ومن ثم ينبغي أيضاً أن تتوفر مراقبة الطيف على مدار 24 ساعة في اليوم.

وتشتمل مراقبة الطيف على ما يلي:

- مراقبة البث للتحقق من امتثاله لشروط تخصيص التردد (الخصائص التقنية والتشغيلية للإشارات)؛
- رصد نطاقات التردد وقياسات شغل قنوات التردد مما يوفر المعلومات عن الاستعمال الفعلي للطيف؛
- المساعدة في تقصي أحوال التداخل الراديوي على المقياس المحلي والإقليمي والعالمي؛
- تحري المرسلات غير المشروعة وتحديد موقعها وهويتها؛
- استبانة إشارات التداخل وقياسها.

ويمكن استخدام هذه المعلومات من أجل إطلاق أنشطة الإنفاذ اللاحقة، مثال ذلك التفتيش الموقعي لمحطة راديوية.

ومعلومات المراقبة ضرورية لأن الطيف لا يستخدم دوماً على النحو المقصود. وقد يكون ذلك ناتجاً عن تعقُّد المعدات، أو التفاعل بين معدات مختلفة، أو عطل في المعدات، أو سوء استعمال عن قصد. وتزداد هذه المشكلات تعقيداً بسبب انتشار الأنظمة الراديوية الساتلية والأرضية وإدخال أجهزة أخرى مشعّة عن غير قصد مثل الحواسيب التي قد تتسبب في تداخل محلي.

2.6.6.1 إنفاذ الطيف

تعتمد الإدارة الفعالة للطيف على قدرة مدير الطيف على الحصول على الأدوات الناجعة لإنفاذ اللوائح ذات الصلة. وينبغي أن يكون لمديري الطيف سلطة تنفيذ لوائح استخدام الطيف وتحديد العقوبات الملائمة في حالة المخالفة. فينبغي مثلاً أن يكون من حق موظفي الإنفاذ أو مديري الطيف، حين التعرّف على مصدر من مصادر التداخل الضار، أن يطلبوا وقف هذا المصدر أو مصادرة المعدّات وفق الآلية التشريعية المناسبة. إلا أنه يجب تحديد حدود هذه السلطة.

3.6.6.1 التعاون بين المراقبة وإنفاذ الطيف

جاء في البند 6.6.1 أن معلومات المراقبة قد تؤدي إلى إطلاق أنشطة إنفاذ. وعلى العكس من ذلك، فإن الحاجة إلى تحديد مصدر التداخل الراديوي قد تؤدي إلى طلب القيام بأنشطة المراقبة. وعلاوةً على ذلك، فإن التقنيات المستخدمة في الأنظمة الراديوية الحديثة تقلل من إمكانية التفريق بدقة بين بعض مهام مراقبة الطيف وإنفاذه وبين طرائق القياس. ومع ذلك يمكن، في إدارة ما، تنظيم إدارة الطيف، ويجب أن يكون هناك تعاون وثيق بين الكيانين. ومن ثم يمكن النظر في التكامل التنظيمي الكامل لكيانات مراقبة الطيف إنفاذه بتوفير محطات مراقبة ثابتة مأهولة ومحطات ومركبات مراقبة يمكن التحكم فيها عن بعد.

وهذا يصل بنا إلى المزيد من مهام القياس التي يمكن تسهيلها من خلال القياسات:

- المساعدة في مناسبات خاصة مثل الأحداث الرياضية الكبرى وزيارات رجالات الدولة
- قياسات التغطية الراديوية
- قياسات جودة الخدمة
- المساعدة في دراسات التوافق الراديوي
- إجراء دراسات تقنية وعلمية، من قبيل قياسات الانتشار
- قياسات المجال الكهرمغنطيسي (EMF) لدرء المخاطر التي تتهدد الصحة بسبب الإشعاع الكهرمغنطيسي.

4.6.6.1 تكامل نظام مراقبة الطيف ونظام إدارة الطيف

توصي التوصية ITU-R SM.1537 بأن تنظر الإدارات التي تقوم بإدارة الطيف ومراقبة الطيف معاً في استخدام نظام مؤتمت متكامل مع قاعدة بيانات ترابطية مشتركة توفر الخواص الوظيفية التالية:

- النفاذ عن بُعد إلى موارد النظام
- الكشف التلقائي عن المخالفات
- تخصيص الترددات والترخيص
- أدوات لدعم هندسة الطيف
- القياس المؤتمت لمعلمات الإشارة
- قياسات الإشغال المؤتمتة مقرونة على نحو اختياري بقياسات تحديد الموقع
- جدولة القياسات زمنياً من أجل التنفيذ الفوري أو المستقبلي.

عند النظر في شراء نظام متكامل، يتعين إجراء تقييم لمعرفة ماهي الوظائف الضرورية ومدى التكامل المناسب للإدارة. ولا شك في أن خدمة المراقبة والإنفاذ يجب أن تتمكن من النفاذ إلى قاعدة بيانات الترخيص، وأن يتمكن مديرو الطيف من استخدام بعض المعلومات التي توفرها خدمة المراقبة.

مثال ذلك، ينبغي أن يتمكن مديرو الترددات من النفاذ إلى نتائج قياسات الإشغال المؤتمتة المفيدة لأغراض تخطيط الطيف.

وعملية الكشف الأوتوماتي عن المخالفات، وهي عملية المقارنة الأوتوماتية بين الترخيص ومعلومات للكشف عن أجهزة الإرسال التي يبدو أنها غير مرخصة أو تعمل خارج المعلمات المرخص بها، مفيدة في مجال ترشيح جميع الترددات وتحديد تلك التي قد تنطوي على مخالفة والتي تتطلب المزيد من التحقيق من جانب المشغل. وينبغي القيام بهذه التحقيقات الإضافية لتأكيد حدوث مخالفة قبل تخزين أي نتائج في قاعدة بيانات التراخيص.

ومن أهم مزايا النظم المؤتمتة هو أنها قادرة على القيام بقياسات مراقبة روتينية متكررة. ومن شأن هذه الأتمتة أن تحرر المشغل من القيام بهذه القياسات الروتينية المتكررة بحيث يتمكن من تحليل القياسات المؤتمتة، وبالتالي من أن يكون أكثر إنتاجية. وينبغي أن يعالج النظام المؤتمت بيانات القياس الخام ويحولها إلى تقارير سهلة الفهم، بما في ذلك التقارير في شكل رسوم بيانية، التي تساعد المشغل في تحليل البيانات واستخلاص النتائج.

وهناك عدد قليل من الموردين القادرين على توفير أنظمة متكاملة كما هو موضح في التوصية ITU-R SM.1537، بما في ذلك وظيفة الفوترة. ولا بد من التحقق بعناية مما إذا كانت الأنظمة المرشحة تستوفي المواصفات بالنسبة لجميع نطاقات التردد والخدمات والوظائف الراديوية على النحو المطلوب. وفي نهاية الأمر يرتبط عميل نظام متكامل بمورّد واحد. وينبغي له أن يدرك أن هذه الأنظمة يتعين أن تتكيف دوماً مع الخصوصيات الوطنية كما يتعين صيانتها على مدى فترة طويلة.

7.6.1 التعاون الدولي

1.7.6.1 نبذة عامة

كثيراً ما يمتد أثر أنظمة الاتصالات الراديوية إلى ما وراء الحدود الدولية. ومن الأنشطة الدولية في هذا الصدد أنشطة الاتحاد الدولي للاتصالات والأنشطة الجارية في المنظمات الدولية الأخرى والمناقشات الثنائية والمتعددة الأطراف.

ويقوم الاتحاد، علاوة على أنشطته المعتادة في قطاعاته الثلاثة (الاتصالات الراديوية وتقييس الاتصالات وتنمية الاتصالات) بعقد مؤتمرات عالمية وإقليمية للاتصالات الراديوية، وكل ذلك يتطلب قدراً كبيراً من الموارد والأعمال التحضيرية. وتشتمل هذه الجهود على إعداد المواقف الوطنية والمشاركة في الاجتماعات الدولية، كما أن المشاركة في الاجتماعات الإقليمية تساعد كثيراً الإدارات في تحضيراتها على أساس أكثر اتساعاً.

ومن الأنشطة المهمة في هذا الصدد تنسيق تراخيص التردد بين الدول الأعضاء وإبلاغها إلى مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد. وتقوم بعملية الإبلاغ هذه في أغلب الحالات الوحدات التي تمنح تراخيص الترددات. وتقوم هذه الجهات أيضاً بالتنسيق واتخاذ إجراءات أخرى بناء على الطلب لحماية أنظمة الاتصالات الراديوية للبلد من التداخل، عند نشر المعلومات المبلّغة من الإدارات الأخرى بشأن تخصيصات التردد في النشرة الدولية لمعلومات التردد التي يصدرها مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد (BR IFIC).

وهناك منظمات أخرى كثيرة تتفاوض حول اتفاقات ومعايير تؤثر على استعمال الطيف، وإن كانت تلك المنظمات غير مسؤولة مباشرة عن قواعد تنظيم استعمال الطيف، ومن هذه المنظمات منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) والمنظمة البحرية الدولية (IMO) والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) واللجنة الخاصة التابعة للهيئة الكهرتقنية الدولية للتداخل (CISPR)، ولذلك يجب أن تنظر الإدارات أيضاً في اشتراكها في تلك المنظمات.

ويمكن استقاء المعلومات عن هذه المنظمات وغيرها من في الدليل العالمي لدى الاتحاد (متاح على الانترنت في العنوان: http://www.itu.int/en/membership/Pages/global-directory.aspx) وعلى وجه التحديد في صفحة الاستقبال المخصصة للمنظمات الإقليمية والمنظمات الدولية الأخرى (الرقم 231 في الاتفاقية) والمنظمات الإقليمية للاتصالات الراديوية (الرقم 269B في الاتفاقية) والمنظمات الحكومية الدولية التي تشغّل النظم الساتلية (الرقم 269C في الاتفاقية) في العنوان التالي: http://www.itu.int/online/mm/scripts/mm.list?_search=OTHERORGS&languageid=1&_foto=y.

يحدد الجدولان التاليان[7] المنظمات الرئيسية التي تؤثر في التنظيم الراديوي الدولي، بالإضافة إلى الاتحاد الدولي للاتصالات: وهي المنظمات الحكومية الدولية المرتبطة بالحكومات ودوائر الصناعة. ويسرد الجدول 1-1 المجموعات الإقليمية الحكومية الدولية الرئيسية للهيئات التنظيمية التي تتعامل مع الاتصالات وتؤثر على إدارة طيف الترددات الراديوية الدولية.

الجدول 1-1

الهيئات التنظيمية الإقليمية الرئيسية في مجال الاتصالات

الإسم	الهيئات التنظيمية الحكومية الإقليمية في مجال الاتصالات
APT	مجموعة الاتصالات لآسيا والمحيط الهادئ، 38 بلداً
ASMG	فريق إدارة الطيف في البلدان العربية، 23 بلداً (22، باستثناء سورية المعلّقة العضوية)
ATU	الاتحاد الإفريقي للاتصالات، 44 بلداً
CEPT [8]	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات، 48 بلداً
CITEL [9]	لجنة البلدان الأمريكية للاتصالات، 36 بلداً
EACO	منظمة شرق إفريقيا للاتصالات، بوروندي وكينيا ورواندا وتنزانيا وأوغندا (مثل EAC)
FACSMAB	لجنة تخصيصات التردد، سنغافورة وماليزيا وبروني
RCC [10]	بلدان الكومنولث الإقليمي في مجال الاتصالات، 12 بلداً
REGULATEL [11]	منتدى أمريكا اللاتينية لهيئات تنظيم الاتصالات، 20 هيئة تنظيمية
SADC	الاتحاد الإنمائي لإفريقيا الجنوبية، 15 بلداً
WATRA	جمعية منظمي الاتصالات في غرب إفريقيا، 15 بلداً

[7] يستند الجدولان إلى منشور يصدر قريباً عن John Wiley & Sons، 'إدارة الطيف الراديوي: السياسات واللوائح والمعايير والتقنيات'؛ المؤلف: Haim Mazar.

[8] *Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications*

[9] *Comisión Interamericana de TELecomunicaciones*

[10] هيمنة روسية سابقاً، نفوذ روسي حالياً.

[11] *Foro Latinoamericano de Entes REGULAdores de TELecomunicaciones*.

يحدد الجدول 1-2 الجماعات الحكومية الدولية، ويتم تجميع معظم المنظمات الحكومية الدولية بحسب الجغرافيا، ويرتبط البعض بحسب اللغة: العربية لمنظمة AREGNET والبرتغالية لمنظمة ARCTEL-CPLP والفرنسية لمنظمة CAPTEF والإنكليزية لمنظمة CTO.

الجدول 1-2

المنظمات الحكومية الدولية التي تؤثر في تنظيم الاتصالات

الإسم	المنظمات الإقليمية والحكومية الدولية
AICTO	المنظمة العربية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، 22 بلداً في الجامعة العربية
ASEAN	رابطة أمم جنوب شرق آسيا
ARCTEL-CPLP [12]	رابطة منظمي وسائل التواصل والاتصالات لمجموعة البلدان الناطقة بالبرتغالية، 8 بلدان
AREGNET	شبكة الهيئات التنظيمية العربية، 20 بلداً
ARICEA	رابطة هيئات تنظيم المعلومات والاتصالات لإفريقيا الشرقية والجنوبية
AUB	الاتحاد الإفريقي للإذاعة
BEREC	هيئة المنظمين الأوروبيين للاتصالات الإلكترونية
CAATEL [13]	لجنة الأنديز لهيئات الاتصالات السلكية واللاسلكية، 4 بلدان (مجموعة أمم الأنديز)
CAN	مجموعة أمم الأنديز، 4 بلدان
CANTO	الرابطة الكاريبية لمنظمات الاتصالات الوطنية، 27 بلداً
CAPTEF [14]	مؤتمر إدارات البريد والاتصالات للبلدان الناطقة بالفرنسية، 22 بلداً
CJK	الصين واليابان وكوريا، 3 بلدان
COMTELCA [15]	اللجنة التقنية الإقليمية للاتصالات لأمريكا الوسطى، 6 بلدان في أمريكا الوسطى
CRASA	رابطة منظمي الاتصالات في إفريقيا الجنوبية، 13 بلداً (كانت تسمى TRASA)
CTO	منظمة الكومنولث للاتصالات، 54 بلداً
CTU	الاتحاد الكاريبي للاتصالات، 13 بلداً
EAC	مجموعة شرق إفريقيا، بوروندي وكينيا ورواندا وتنزانيا وأوغندا
ECTEL	هيئة تنظيم الاتصالات لشرق الكاريبي، 5 بلدان
ECO	مكتب الاتصالات الأوروبي، 48 بلداً في المؤتمر CEPT
ECOWAS* [16]	الجماعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا، 15 بلداً
EFTA	الرابطة الأوروبية للتجارة الحرة، تشمل أيسلندا وليختنشتاين والنرويج وسويسرا
EU, EC [17]	الاتحاد الأوروبي والمفوضية الأوروبية، 28 بلداً
FRATEL [18]	شبكة منظمي الاتصالات للبلدان الناطقة بالفرنسية، 47 بلداً
GCC	مجلس التعاون الخليجي، الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية وعمان وقطر والكويت

[12] Associação de Reguladores de Comunicações e TELecomunicações da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa.

[13] Comite Andino de Autoridades de TELecomunicaciones.

[14] Conférence Administrative des Postes et Télécommunications des pays d'Expression Française.

[15] COMmission technique régionale des TÉLécommuniCAtions.

[16] كذلك West Africa Telecommunications Regulators Assembly (WATRA) www.trasa.org.bw/

[17] الجماعة الأوروبية؛ فيما بعد الاتحاد الأوربي أيضاً.

[18] Réseau FRancophone de la régulation des TÉLécommunication.

الجدول 1-2 *(تتمة)*

الإسم	المنظمات الإقليمية والحكومية الدولية
ICNIRP	اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤيّن
IIRSA [19]	مبادرة تكامل البنى التحتية الإقليمية في أمريكا الجنوبية، 12 بلداً
MERCOSUR [20]	السوق المشتركة للجنوب الأمريكي: الأرجنتين والبرازيل وباراغواي وأوروغواي وفنزويلا وبوليفيا (قيد البحث)
NAFTA	اتفاق التجارة الحرة لأمريكا الشمالية، كندا والمكسيك والولايات المتحدة
PITA	رابطة الاتصالات لجزر المحيط الهادئ، هيئات الاتصالات في ميلانيزيا وميكرونيزيا وبولينيزيا وأستراليا ونيوزيلندا
PTC	مجلس الاتصالات لبلدان المحيط الهادئ، الأعضاء يمثلون أكثر من 60 بلداً
SCG	فريق تنسيق الطيف، 5 بلدان[21]
UNASUR [22]	اتحاد أمم أمريكا الجنوبية، 12 بلداً
UNESCAP	لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ، 53 بلداً
WHO	منظمة الصحة العالمية، 193 بلداً

وإلى جانب ما تقدم، تساعد الاتفاقات الثنائية مع البلدان المجاورة على حل المسائل المتعلقة بالتشغيل من أجل تنسيق إقامة أنظمة الاتصالات الراديوية وفيما يتعلق بالمسائل الأخرى ذات الاهتمام المشترك. وقد تكون الاتفاقات ضرورية من أجل حل مشاكل التداخل عبر الحدود الدولية.

2.7.6.1 المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (WTDC)

يقوم قطاعا تنمية الاتصالات والاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات بأنشطة مشتركة لمساعدة البلدان النامية في مهامها المتعلقة بالإدارة الوطنية للطيف. وقد أُنشئ هذا النشاط بموجب القرار 9 للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 1998 (WTDC-98)، المراجع في المؤتمرات العالمية لتنمية الاتصالات WTDC-02 وWTDC-06 وWTDC-10. وقد أبلغ عن نتائج هذه الأنشطة المشتركة إلى المؤتمرات العالمية آنفة الذكر وإلى المؤتمر WTDC-14 (انظر http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014). وأدخل المؤتمر WTDC-14 المزيد من التعديل على القرار 9 (انظر الجزء ذا الصلة في التقرير النهائي للمؤتمر WTDC-14 في الموقع: http://www.itu.int/pub/D-TDC-WTDC-2014). وما زال يجتمع فريق من خبراء إدارة الطيف من البلدان المتقدمة والبلدان النامية بشكل منتظم من أجل تنسيق الأعمال والعمل على تقدمها.

8.6.1 التعاون الوطني (الاتصال والتشاور)

ينبغي للهيئة المسؤولة عن الإدارة الوطنية للطيف، من أجل تعزيز فعاليتها، أن تكون على اتصال وتشاور مع المستعملين، بما في ذلك دوائر الأعمال وصناعة الاتصالات والمستعملون من الحكومة والجمهور العام. وينبغي لها أن تنشر معلومات عن سياسات وقواعد وممارسات الإدارة وأن توفر وسيلة للحصول على تعليقات لتقييم نتائج أعمالها. ووجود وحدة اتصال يساعد على إقامة علاقات مع وسائط الإعلام وإصدار بلاغات عامة وعقد اجتماعات والعمل كوسيط في حل مشاكل التداخل بين المستعملين للاستفادة من جهود وحدات التفتيش والرصد والتحقيقات.

---

19 *Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional SudAmericana.*

20 *Mercado Común del Sur.*

21 بروني وإندونيسيا وماليزيا وسنغافورة وتايلاند.

22 *Unión de Naciones Suramericanas.*

ويمكن أن يكون هذا الاتصال في شكل اتصال رسمي مباشر بين الأفراد الذين لهم مصلحة في الطيف والهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف، أو اتصال رسمي من خلال مجموعة من إجراءات الاستعراض الإدارية المخصصة، أو اتصال تمثيلي من خلال إنشاء لجان استشارية، أو أي مزيج من هذه الوسائل. ويفيد الاتصال المباشر مع سلطة إدارة الطيف في عقد حوار كفء وتحقيق نتائج سريعة، ولكنه قد يستبعد وجهات نظر كثيرة لأنه قد ينتج عنه اختلاف في المعاملة بين العملاء. ومن شأن الشفافية في الإجراءات الإدارية أن تضمن معاملة عادلة وغير منحازة ولكنها قد تكون عبئاً على الإدارة وأسلوباً ينقصه الكفاءة. أما اللجان الاستشارية العامة فيمكن أن تجمع بين وجهات النظر المختلفة وتكون أكثر فعالية في عملية اتخاذ القرارات المهمة. وحبذا لو قامت الإدارات الوطنية بوضع إجراءات تتيح للأفراد والمنظمات تقديم طلبات إلى الهيئة القائمة بإدارة الطيف بإدخال تغييرات على لوائح إدارة الطيف وعلى قرارات التخصيص أو التعيين. وهذه الحالة تشجع الذين يتضررون من اللوائح على العمل على إحداث تغيير مع التأكد من أن مديري الطيف يأخذون حاجات جميع قطاعات الجمهور في الاعتبار بشكل مناسب.

9.6.1 الدعم الهندسي للطيف

بما أن إدارة الطيف تنطوي على قرارات تتصل بأحد مجالات التكنولوجيا، فإنها تحتاج إلى دعم هندسي من أجل تقييم المعلومات والقدرات والخيارات على النحو المناسب. ومع أن الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية تدخل في معظم القرارات فإن كثيراً منها يقوم على أساس التحليل الهندسي للعوامل التقنية. لذلك يحتاج الأمر إلى وجود جزء من المنظمة يتمتع بمعرفة في مجال تقنيات تحليل التوافق الكهرمغنطيسي وعلى دراية بالتطورات التكنولوجية وقدرات الأنظمة، وذلك من أجل تقديم تقييمات غير متحيزة إلى واضعي السياسات والخطط. ويناقش الفصل 5 الأدوات الهندسية للطيف.

10.6.1 الدعم الحاسوبي

يتوقف مدى توفر تسهيلات الدعم الحاسوبي لهيئة إدارة الطيف واستعمالها له على الموارد المتاحة والأولويات والمتطلبات الخاصة لكل بلد. واستعمال الحواسيب أمر أساسي لتحقيق الفعالية لجهود إدارة الطيف أياً كان حجمها. ولا يقتصر الدعم الحاسوبي على سجلات التراخيص أو الحسابات الهندسية المعقدة ولكنه يتحمل أيضاً المسؤولية عن تطوير مرافق الدعم وصيانتها وتقديم الدعم لكل أنشطة إدارة الطيف تقريباً، بما في ذلك مسك السجلات والتنبؤات والإدارة المالية المتصلة بالترخيص. ويناقش الفصل 7 مسألة الدعم الحاسوبي لإدارة الطيف.

7.1 وضع هيكل تنظيمي لإدارة الطيف

1.7.1 نبذة عامة

تتسم الهياكل التنظيمية للتنسيق مع الاستراتيجية التجارية ببساطة أكبر مما كان عليه الحال في الماضي وبدرجة من المرونة تسمح بإدخال التغييرات وتعزيز الاتصالات بين مختلف الوحدات التشغيلية. وأهم نوعين من الهياكل المطلوبة في إدارة الطيف هما:

- منظمة صغيرة لإدارة الطيف؛
- منظمة تقليدية لإدارة الطيف.

وفي الحالة الأولى تتكون منظمة إدارة الطيف من مجموعة صغيرة من الموظفين الدائمين، من 10 إلى 15 خبيراً في مجال الطيف، مع شبكة متغيرة من مستعملي الطيف. وعلاقات العمل في هذه الحالة مؤقتة وتنصبّ على المشاريع وتتوقف على مهمة إدارة الطيف التي يجري القيام بها. وفي الحالة الثانية تسمى المنظمة "منظمة أفقية"، على غرار المثال الوارد في الشكل 3.1.

2.7.1 الإدارة اللامركزية مقابل الإدارة المركزية

توفر الإدارة المركزية للطيف (كما هو الحال في معظم البلدان) كفاءة للعمليات من خلال اقتصاد الحجم الكبير والتوحيد القياسي للعمليات والأنظمة في أنحاء المنظمة ومع صانعي القرار في قمة المنظمة. أما الإدارة اللامركزية فتتمتع بميزة القدرة على تقديم إدارة في الموقع وحوافز حقيقية يمكن أن تحسِّن نواتج المنظمة أو تزيد من كفاءتها.

وتتسم الإدارة العامة بالكفاءة حين تُتخذ قراراتها الاستراتيجية على أساس مركزي وقراراتها التشغيلية اليومية على أساس محلي. وتعمل الإدارة اللامركزية بشكل فعال إذا ما توفرت المعلومات المطلوبة (مثل تخصيصات التردد) للجميع من خلال عملية معلومات مركزية. وفي بعض البلدان ذات الإدارة المركزية للطيف يتم الاضطلاع ببعض عناصر المسؤوليات عن إدارة الطيف على نطاق لا مركزي، حيث تقوم مثلاً بإدارة جميع العناصر المتصلة بالمسائل البحرية هيئة حكومية أخرى (ويمكن أن يتم ذلك أيضاً بشأن المسائل المتصلة بالملاحة الجوية والإذاعة).

3.7.1 هيكل الإدارة في شكل صفيفة

يمكن أن يؤدي التنظيم القائم على أساس الفريق وذو التوجه نحو المشروعات إلى نهج الصفيفة في إدارة الطيف. ونهج الصفيفة هو نهج تتجمع فيه القدرات الوظيفية معاً. وعلى سبيل المثال يمكن أخذ نهج الصفيفة التالي ذي الخطوات الخمس:

- تحديد العمليات والوظائف.
- تحديد من يقوم بكل مهمة وكيف ينجز العمل.
- تحديد المسافات في التنظيم بين المكونات الوظيفية للمنظمة التي تمر من خلالها أهم العمليات في المنظمة.
- تصميم البنية التحتية للفريق.
- تحديد الفرص الممكنة لتحسين كفاءة الفريق.

4.7.1 ملخص المبادئ

فيما يلي تلخيص للمبادئ الأساسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصميم هيكل لمنظمة وطنية لإدارة الطيف:

- *مبادئ عامة* – تقليل عدد مستويات الإدارة (هيكل أفقي). وجميع مناهج إدارة الطيف تحتاج إلى تقنيات الحاسوب وإلى برمجيات متطورة. ولكي تكون الهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف فعالة يجب أن تقوم على أساس المعلومات. وتحتاج مشاكل إدارة الطيف المعقدة إلى نهج يقوم على إدارة فريق المشروع.
- *المنظمات الكبيرة* – ينبغي تحقيق اللامركزية في هيكل المنظمة إذا كانت المشاكل الرئيسية هي في نطاق محلي يختلف عن المنطقة التي يقع فيها الهيكل الإداري المركزي للمنظمة. ويمكن أن تؤدي الهياكل اللامركزية إلى حلول موقوتة وفعالة. ومنهج الصفيفة في الإدارة هو منهج فعال لحل المشاكل المعقدة في منظمة ذات حجم متوسط من الموظفين.
- *المنظمات الصغيرة* – تقليل مستويات الإدارة. والمنظمات الصغيرة تحتاج بوجه خاص إلى تقنيات الحاسوب وإلى برمجيات متطورة لأنها يجب أن تقوم على أساس المعلومات. ولا ينبغي للمنظمات الصغيرة أن تتناول المشاكل المعقدة.

5.7.1 أنظمة إدارة الطيف

يورد الشكل 1.1 رسماً بيانياً للعلاقة بين مختلف المتطلبات الوظيفية ونواتج إدارة الطيف. ويفترض هذا النموذج أن يكون للهيئة القائمة على إدارة الطيف عدد كبير من الموظفين لدعم كل الأنشطة، وأن تتأكد الحكومة من أن جميع الأنشطة الوظيفية المبينة يتم القيام بها.

والسؤال الأول هنا هو "هل يتطلب قانون الاتصالات ولوائحه كل هذه المتطلبات الوظيفية؟" والسؤال الثاني هو "هل تمتلك الهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف موارد كافية لشغل وظائف جميع هذه المهام؟". ونورد هنا ثلاثة أمثلة ينطبق اثنان منها على كثير من البلدان النامية.

يمكن تحديد حجم الموظفين المهنيين في المنظمة بالنسبة إلى الاحتياجات الوظيفية بعدة أساليب. وينبغي أن يكون حجم الموظفين قائماً على أساس المتطلبات الوظيفية، ويتوقف ذلك على القيمة الجارية لهيكل الاتصالات في البلد، وعدد التراخيص الجديدة المطلوبة، أو عدد الترددات الراهنة والمحتملة. وأبسط هذه النُهُج في الاستعمال والفهم هو عدد الترددات المطلوبة. ويصف الجدول 1.1 النطاقات التقليدية لتخصيص الترددات في كل نظام من أنظمة إدارة الطيف الثلاثة. ومع أنه ليس من الممكن تحديد مختلف الفئات على وجه الدقة، فإن هذا يمكن أن يساعد البلدان في تخطيط نظام وظيفي لإدارة الطيف.

الجدول 1-3

تخصيصات نطاقات التردد التقليدية لهياكل ذات أحجام مختلفة

نظام إدارة الطيف	النطاق التقليدي للإجراءات والتراخيص وتعيين الترددات	النطاق التقديري لحجم الموظفين المهنيين	تعليقات
منظمة صغيرة	100 إلى 10 000	5 إلى 10	
منظمة متوسطة الحجم	10 000 إلى 100 000	10 إلى 50	
منظمة كبيرة	أكثر من 100 000	أكثر من 50	توجد عادة في بلد متقدم فيه أكثر من 100 000 تخصيص من تخصيصات التردد

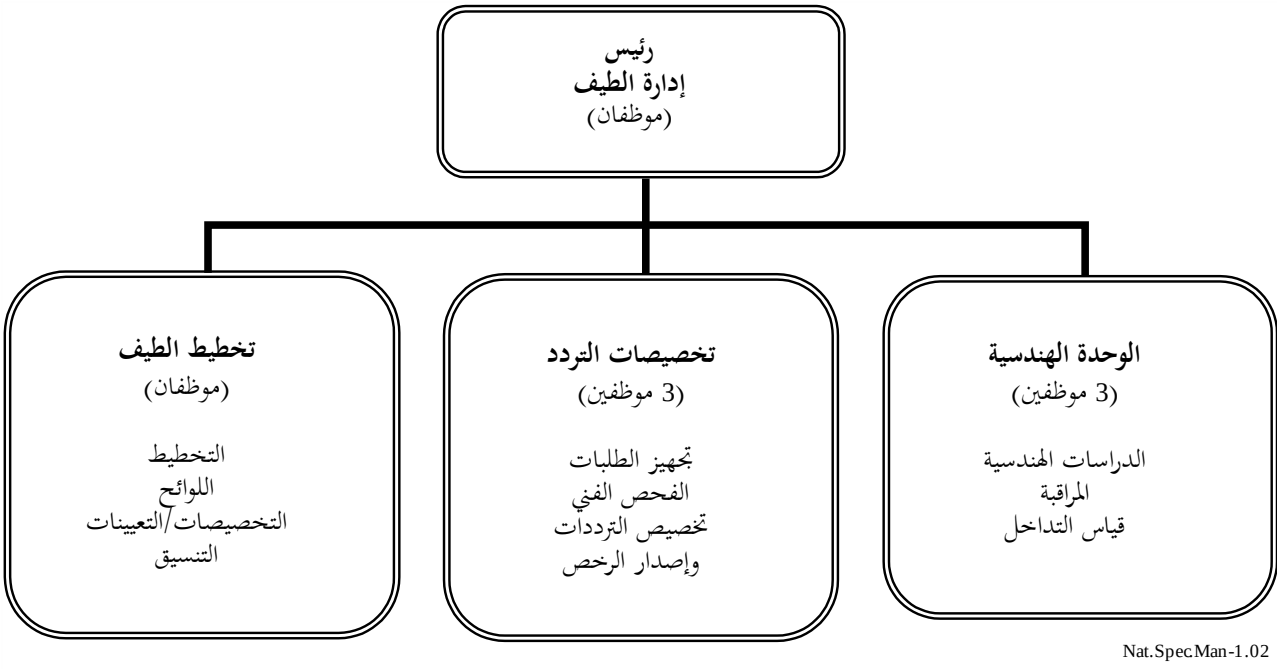
ويتوقف النطاق المعتاد للإجراءات الأساسية على عدد التراخيص/تخصيصات التردد التي يتم تجهيزها في كل أسبوع أو التغيرات التي تُدخل على معلمات التراخيص القائمة. ويتوقف عدد الموظفين أيضاً على الخبرة والتعليم والخلفية التقنية للموظف.

منظمة صغيرة لإدارة الطيف

تحتاج منظمة صغيرة لإدارة الطيف لديها عدد محدود من أنظمة الاتصالات وعدد محدود من تخصيصات التردد إلى عدد من الموظفين الأساسيين بين 5 و10 موظفين. ولما كانت الترددات التي تُستخدم بالفعل هي في العادة أكثر مما هو مسجل فيُستحسن وجود وحدة مراقبة صغيرة. وهذا العدد من الموظفين ليس مطلوباً منه عمل تخطيط واسع أو مهام هندسية. وفي هذه الحالة قد يحتاج الأمر إلى دفع رسوم معينة للرخص من أجل زيادة عدد مهام الموظفين. ورغم أن العمل لا يقتضي نظاماً محوسباً فإن وجود هذا النظام مهم للاحتفاظ بسجلات قواعد البيانات ولعمل الهندسيات الأساسية

الشكل 2.1

الهيكل الوظيفي لمنظمة صغيرة لإدارة الطيف



منظمة متوسطة الحجم لإدارة الطيف

يمكن لمنظمة متوسطة الحجم لإدارة الطيف، تضم 10 موظفين إلى 50 موظفاً مهنياً، أن تتوفر لها الموارد اللازمة للقيام بالعناصر الوظيفية التي تحدثنا عنها آنفاً. ويمكن عمل تصميم للمهام بأساليب مختلفة. والشكل 3.1 هو أحد الأمثلة الذي يفترض سجلاً لتخصيص الترددات يبلغ في مجموعه 000 75 تخصيص، مع نحو 000 1 طلب لتخصيصات جديدة كل شهر. وهذا لا يشمل جميع المهام الإدارية المطلوبة لهيئة إدارة الطيف. وباستخدام هذا الدليل يكون مطلوباً نحو 50 موظفاً (أي 000 75/500 1). ويبين الشكل 3.1 هيكلاً ممكناً لتنفيذ العناصر الوظيفية بشكل فعّال لمنظمة متوسطة الحجم لإدارة الطيف. ويتضمن هذا النموذج أربعة أقسام تكون علاقاتها على النحو التالي:

- قسم تخصيص التردد: يتناول تخصيصات التردد المطلوبة. ويقوم بهذا التحليل موظفون فنيون وهندسيون باستخدام برمجية SMS4DC. ولا تنطوي عملية تخصيص التردد في العادة على تحقيقات هندسية مفصَّلة، أما إذا تطلب أحد التخصيصات تحليلات تفصيلية فيجب أن يقوم بهذا العمل قسم هندسة الطيف.
- قسم هندسة الطيف: يتأكد من أن الأنظمة الراديوية المستخدمة ذات كفاءة وفاعلية. ويستخدم القسم عادة نظاماً محوسباً لإدارة الطيف، تسانده القياسات. ونواتج هذا القسم تُعتبر مُدخلاً هاماً لقسمي تخصيص التردد وتخطيط الطيف، كما أنها تساعد مدير الطيف في مهامه الخاصة.
- قسم تخطيط الطيف: يضع الخطة التي يتم إعدادها عن طريق التنسيق مع المنظمات الوطنية ذات الصلة. ويحتاج هذا في العادة إلى دعم من قسمي تخصيص التردد وهندسة الطيف.
- قسم الدعم الإداري والاقتصادي: يقوم بتحصيل رسوم التراخيص وبأداء مختلف المهام المتعلقة بالتخطيط الإداري والاقتصادي لمدير الطيف.

الشكل 3.1

هيكل إداري للموظفين الفنيين لمنظمة متوسطة الحجم لإدارة الطيف

منظمة كبيرة الحجم لإدارة الطيف

ينبغي لمنظمة إدارة الطيف من الحجم الكبير أن تتبع الوظائف الموصوفة أعلاه. وعدد الموظفين المهنيين في منظمات الحجم الكبير هو في العادة أكثر من 100 شخص وعدد تخصيصات الترددات الكلي أكثر من 000 100. ويحتاج هذا النظام إلى نظام حاسوبي متقدم جداً لإدارة الطيف يحتفظ بسجلات لجميع الخدمات ويقوم بتحليلات هندسية لجميع النطاقات والأنظمة. ويمكن أن يكون الهيكل الإداري على شاكلة التنظيمات الموصوفة من قبل، ويمكن تقسيمها حسب خدمات الراديو أو في شكل صفيفة تبعاً للوظيفة الرئيسية التي تنطبق على جميع الخدمات. ويمكن اتباع هياكل تنظيمية أخرى.

8.1 استخدام الحكومة الإلكترونية وأنظمة إدارة الجودة ونماذج التميز في إدارة الطيف

1.8.1 نبذة عامة

يجب أن تعمل هيئة إدارة الطيف على المستوى الأمثل على أساس الكفاءة والفعالية. وتتطلب خدمة المصلحة العامة توفير أنشطة ترخيص الطيف بكفاءة وبما يرضي مستعملي الطيف الراديوي. وفي السنوات الأخيرة، بدأت منظمات إدارة الطيف على نحو متزايد باستخدام بوابات الإنترنت حيث يمكن تلقي طلبات توزيع الطيف الراديوي وتخصيصه ومعالجتها بواسطة أنظمة قائمة على الحاسوب. وهذه الأنظمة هي عموماً جزء من الحكومة الإلكترونية وتوفر إمكانية الدفع عبر الانترنت وغيرها من الخدمات مثل الفوترة والتراخيص وما إلى ذلك. ويستخدم قياس رضا العملاء أيضاً من قبل منظمات إدارة الطيف كجزء من نماذج التميز (من قبيل المؤسسة الأوروبية لإدارة الجودة EFQM) ويتم تنفيذها من خلال أنظمة إدارة الجودة.

2.8.1 استخدام نظام إدارة الجودة (المعيار ISO 9001:2008)

للحفاظ على رضا العملاء، يتعين على المنظمة تلبية احتياجاتهم. ويوفر معيار ISO 9001:2008 إطاراً مجرباً ومختبراً لاتباع نهج منظم لإدارة عمليات المنظمة بحيث تتمكن باستمرار من تقديم منتجات تلبي توقعات العملاء.

وتمثل أسرة معايير ISO 9000 إجماعاً دولياً بشأن الممارسات الجيدة لإدارة الجودة. وهي تتألف من معايير ومبادئ توجيهية متعلقة بنظم إدارة الجودة والمعايير الداعمة ذات الصلة.

والمعيار ISO 9001: 2008 هو المعيار الذي يوفر مجموعة من المتطلبات القياسية لنظام إدارة الجودة، بغض النظر عما تقوم به المنظمة التي تستخدمه أو حجمها، أو ما إذا كانت ضمن القطاع الخاص أو العام. وهو المعيار الوحيد في أسرة المعايير الذي يمكن اعتماد المؤسسات بموجبه – على الرغم من أن الاعتماد ليس شرطاً إلزامياً من شروط المعيار.

ويصف الملحق 3 في هذا الفصل موجز مثال لدليل بشأن نظام إدارة الجودة تستخدمه منظمة لإدارة الطيف.

بيبليوغرافيا

FCC, Federal Communications Commission, Title 47 Telecommunications. U.S. Code of Federal Regulations, Part O, Organizations.

MALONE, T. W., SCOTT, M., HALPERIN, M. and RUSSMAN, R. [July/August 1996] Organizing for the 21st Century: Research on Effective Organizational Structure for the Future. Strategy & Leadership, Vol. 24, **4**, p. 6-11.

NTIA [February 1991] National Telecommunications and Information Administration. U.S. Department of Commerce, NTIA Special Publication 91-23, U.S. Spectrum Management Policy: Agenda for the Future.

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد

الاتحاد الدولي للاتصالات – لوائح الراديو (طبعة 2012)

كتيب قطاع الاتصالات الراديوية مراقبة الطيف (طبعة 2011).

كتيب قطاع الاتصالات الراديوية تقنيات إدارة الطيف بمساعدة الحاسوب (طبعة 2015)

التوصية ITU-R SM.855 أنظمة الاتصالات المتعددة الخدمات

التوصية ITU-R SM.1047 الإدارة الوطنية للطيف

التوصية ITU-R SM.1049 طريقة لإدارة الطيف تُستعمل للمساعدة في تخصيص التردد للخدمات الأرضية في المناطق الحدودية

التوصية ITU-R SM.1131 عوامل تؤخذ في الاعتبار في توزيع الطيف على أساس عالمي

التوصية ITU-R SM.1132 مبادئ وأساليب عامة للتقاسم بين خدمات الاتصالات الراديوية أو بين المحطات الراديوية

التوصية ITU-R SM.1133 استخدام الطيف في خدمات محددة تحديداً واسعاً

التوصية ITU-R SM.1138 تحديد عرض النطاقات اللازمة بما في ذلك أمثلة لحسابها وأمثلة لتحديد البث

التوصية ITU-R SM.1265 طرق التخصيص البديل الوطنية

التوصية ITU-R SM.1413 قاموس بيانات الاتصالات الراديوية لأغراض التبليغ والتنسيق

التوصية ITU-R SM.1603 إعادة توزيع الطيف كطريقة للإدارة الوطنية للطيف

الملحق 1

للفصل 1

الإدارة الدولية للطيف والاتحاد الدولي للاتصالات

1 نبذة تاريخية

كان أول ما سُجّل في مجال التعاون الدولي في مجال الاتصالات إنشاء الاتحاد الدولي للبرق في باريس، فرنسا، في عام 1865. وبدأ التعاون الدولي في مجال الاتصالات الراديوية في عام 1903 بانعقاد المؤتمر التمهيدي للبرق الراديوي، ولكن هذه المبادرة لم تكتمل إلا بانعقاد المؤتمر الدولي الأول للبرق الراديوي في برلين في عام 1906. أما جدول توزيع الترددات الذي يعدُّه الاتحاد الدولي للاتصالات فيعود تاريخه إلى المؤتمر الأول للبرق الراديوي، الذي قام بتوزيع الترددات من 500 إلى 1 000 kHz للمراسلات العمومية في الخدمة الملاحية، وتخصيص نطاق تردد (أقل من 188 kHz) للاتصالات البعيدة المدى من المحطات الساحلية، ونطاق آخر (188-500 kHz) للمحطات غير المفتوحة للمراسلات العمومية.

وتم بعد ذلك إنشاء هياكل تنظيمية وإجراءات تهدف إلى تيسير التعاون الدولي، ففي عام 1927 أنشأ مؤتمر واشنطن اللجنة الاستشارية الدولية للراديو (CCIR) لدراسة المشاكل التقنية المتعلقة بالراديو. وفي مدريد في عام 1932 قرر المندوبون المفوضون إنشاء منظمة وحيدة تُعرف باسم الاتحاد الدولي للاتصالات تحكم أعمالها اتفاقية وحيدة هي الاتفاقية الدولية للاتصالات التي تُستكمل بلوائح البرق ولوائح الهاتف ولوائح الراديو. وكان من بين نتائج مؤتمر مدريد ذات الأثر على الاتصالات الراديوية ما يلي:

- تقسيم العالم إلى منطقتين لأغراض توزيع الترددات (أوروبا والمناطق الأخرى)؛
- إنشاء جدولين تقنيين (أحدهما لمدى التسامح في الترددات والآخر لعرض النطاقات المقبولة)؛
- وضع معايير لتسجيل محطات الإرسال الجديدة.

وفي عام 1947 عقد الاتحاد الدولي للاتصالات مؤتمراً للمندوبين المفوضين في أتلانتيك سيتي بغرض تطوير وتحديث المنظمة. وأصبحت المنظمة، بموجب اتفاق مع الأمم المتحدة، وكالة متخصصة من وكالات الأمم المتحدة في 15 أكتوبر 1947، وقرر المؤتمر نقل مقر المنظمة من برن إلى جنيف. وثمة المزيد من المعلومات عن تاريخ الاتحاد في الموقع التالي: http://www.itu.int/en/history/Pages/DiscoverITUsHistory.aspx.

2 الهيكل التنظيمي

مؤتمر المندوبين المفوضين للاتحاد الدولي للاتصالات هو أعلى سلطة تشريعية في المنظمة، ويجتمع مرة كل 4 سنوات لاستعراض السياسات العامة للوفاء بأغراض الاتحاد. ويقوم المؤتمر بمراجعة الدستور والاتفاقية، حسب الاقتضاء، ووضع الخطة المالية مع تحديد الإنفاق المالي، وينتخب الأمين العام ونائب الأمين العام، والدول الأعضاء في المجلس، وأعضاء لجنة لوائح الراديو بصفتهم الشخصية، ومديري القطاعات الثلاثة. ويتكون مجلس الاتحاد من ربع عدد الدول الأعضاء في الاتحاد (48 دولة) وهو يجتمع سنوياً لاتخاذ ما يلزم من مقررات تتصل بالسياسة العامة والميزانية بين دورتي مؤتمر المندوبين المفوضين. ويشرف المجلس على النواحي الإدارية في الاتحاد ويوافق على ميزانية السنتين وكذلك على الخطط التشغيلية للقطاعات.

ويتكون الاتحاد من ثلاثة قطاعات هي: الاتصالات الراديوية وتقييس الاتصالات وتنمية الاتصالات.

ولأنشطة الاتحاد ومقرراته تأثير كبير على بيئة الإدارة الوطنية للطيف، ولذلك فمن المهم أن تكون الإدارات على فهم وعلم كامل بهذه الأنشطة لكي تستطيع المشاركة بما يضمن أخذ مصالحها الوطنية في الاعتبار.

ويتوقف مستوى المشاركة على نوع النشاط، وكذلك على الأولويات والاهتمامات والموارد الخاصة بالإدارة.

ومن المهام الأساسية للإدارات وخدماتها في مجال الاتصالات الراديوية تنسيق الترددات والتبليغ عنها وتسجيلها، وذلك لكي يتسنى لها الحصول على الحماية الدولية. ويمكن أن يتم هذا النشاط عن طريق المراسلة مع الاتحاد وسائر الإدارات، أو فيما يتعلق بالتنسيق في حالة السواتل، عن طريق مفاوضات ثنائية أو متعددة الأطراف.

قطاع الاتصالات الراديوية ومكتب الاتصالات الراديوية

يرأس مكتب الاتصالات الراديوية لقطاع الاتصالات الراديوية مدير، تساعده أمانة المكتب.

المكتب:

- يقدم الدعم الإداري والتقني إلى مؤتمرات الاتصالات الراديوية العالمية والإقليمية وإلى لجنة لوائح الراديو وإلى جمعيات الاتصالات الراديوية ولجان الدراسات، بما في ذلك أفرقة العمل وفرق المهام؛
- يطبّق أحكام لوائح الراديو ومختلف الاتفاقات الإقليمية؛
- يسجل تخصيصات الترددات وتعيينات الترددات وكذلك خصائص مدارات المحطات الفضائية ويحتفظ بالسجل الدولي الرئيسي للترددات؛
- يقدم المشورة إلى الدول الأعضاء بشأن الاستعمال المنصف والفعال لطيف الترددات الراديوية ومدارات السواتل، ويحقق في حالات التداخل الضار ويعمل على حلها؛
- ينسق الأعمال المتعلقة بإعداد النشرات والوثائق والمطبوعات التي يصدرها القطاع وتحريرها وإرسالها، وكلها وثائق ضرورية في سياق قيام الاتحاد بمسؤولياته؛
- يعدّ نشرات تقنية ويعقد ندوات بشأن الإدارة الوطنية للطيف والاتصالات الراديوية، ويعمل مع مكتب تنمية الاتصالات في تعاون وثيق من أجل مساعدة البلدان النامية.

لجنة لوائح الراديو

تتكون لجنة لوائح الراديو (RBB) من اثني عشر عضواً منتخبين يمثلون المناطق الإدارية الخمس للاتحاد، ويقومون بواجباتهم على أساس عدم التفرغ، ويجتمعون عادة نحو 4 مرات في السنة في جنيف.

اللجنة:

- توافق على القواعد الإجرائية التي يستعملها مكتب الاتصالات الراديوية في تطبيق أحكام لوائح الراديو وتسجيل تخصيصات الترددات التي تنفذها الدول الأعضاء؛
- تتناول المسائل المحالة إلى المكتب والتي لا يمكن حلها من خلال تطبيق لوائح الراديو والقواعد الإجرائية؛
- تنظر في تقارير التحقيقات التي يجريها المكتب في التداخلات الضارة التي لم يمكن حلها، بناء على طلب إدارة أو أكثر، وتضع التوصيات اللازمة؛
- تقدم المشورة إلى مؤتمرات الاتصالات الراديوية.

ومدير المكتب هو الأمين التنفيذي للجنة لوائح الراديو.

مؤتمرات الاتصالات الراديوية العالمية والإقليمية

المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية

تقوم المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية بوضع نصوص لوائح الراديو ومراجعتها وكذلك المعاهدات الدولية التي تشمل استعمال طيف الترددات الراديوية من قِبَل خدمات الاتصالات الراديوية. ويقوم المؤتمر، وفقاً لجدول أعماله، بما يلي:

- مراجعة لوائح الراديو وأي خطط لتخصيص الترددات/تعيين الترددات تتصل بها، حسب الاقتضاء؛
- تناول أي مسألة تتعلق بالاتصالات الراديوية ذات طبيعة عالمية أو تخص منطقة من مناطق الاتحاد الإقليمية؛
- يوجه أعمال لجنة لوائح الراديو ويستعرض أنشطتها؛
- يحدد مجالات الدراسة للجان دراسات الاتصالات الراديوية تحضيراً لمؤتمرات الاتصالات الراديوية المقبلة.

وتُعقد المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية عادة كل ثلاث أو أربع سنوات، ويضع المجلس جدول أعمال المؤتمر على أساس مشروع جدول الأعمال الذي يتم الاتفاق عليه في المؤتمر السابق.

ولما كانت التغيرات في توزيعات التردد الدولية يمكن أن تؤثر تأثيراً كبيراً على عمل الخدمات الوطنية القائمة، فإن لدى معظم الإدارات فرصة إعداد أنفسها للمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية من خلال الاشتراك في المجموعات التحضيرية للمنظمات الإقليمية (لجنة البلدان الأمريكية للاتصالات (CITEL) والمؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) ومجموعة اتصالات آسيا والمحيط الهادئ (APT) وفريق إدارة الطيف في البلدان العربية (ASMG) وبلدان الكومنولث الإقليمي في مجال الاتصالات (RCC) واتحاد الاتصالات الإفريقي (ATU)). وتقوم هذه المجموعات الإقليمية بإعداد مقترحات مشتركة بشأن كل بند من بنود جدول الأعمال وكذلك أوراق تقنية ومعلومات تنظيمية عن خلفية الموضوع. ومن شأن التحضيرات الإقليمية أن تخفف العبء على الإدارات ذات الموارد المحدودة عن طريق تبادل المعلومات حول نتائج أي دراسات تقنية أو تنظيمية لازمة.

وتقوم كثير من البلدان بإنشاء مجموعات تنسيق وطنية يشترك فيها ممثلون للحكومة ومستعملو الاتصالات الراديوية غير الحكوميين لتهييء عملية استشارية واسعة. والهدف من هذه المجموعات هو التوصل إلى مواقف وطنية متفق عليها ومعلومات إعلامية بشأن كل بند من بنود جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية. ويكفي البلد في كثير من الحالات تأييد الموقف الإقليمي في الشؤون المطروحة.

وبعد كل مؤتمر عالمي للاتصالات الراديوية يتطلب الأمر إجراءات متابعة على الصعيد الوطني لتنفيذ مقررات المؤتمر. وكجزء من عملية التشاور الجارية، تبدأ الخطوة الأولى عادة بنشر تقرير عن نتائج المؤتمر، مع إيضاحات مناسبة بشأن الأثر المتوقع على المستعملين الحاليين والفرص المتاحة لخدمات جديدة. والخطوة الثانية هي مراجعة جدول التخصيصات الوطني ليتفق مع التغييرات العالمية المتفق عليها، بما في ذلك الإطار الزمني لتنفيذ التغييرات.

المؤتمرات الإقليمية للاتصالات الراديوية

تتناول المؤتمرات الإقليمية للاتصالات الراديوية مسائل الاتصالات الراديوية التي تتصل بأي إقليم معين وبحاجات دولها الأعضاء.

جمعية الاتصالات الراديوية

جمعية الاتصالات الراديوية هي المسؤولة عن هيكل دراسات الاتصالات الراديوية وبرنامجها وإقرارهما. وتقوم الجمعية بما يلي:

- الموافقة على التوصيات والمسائل التي تضعها لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية؛
- تضع برنامج عمل لجان الدراسات، وتحل لجان الدراسات أو تنشئ لجان دراسات جديدة حسب الحاجة.

وتجتمع جمعيات الاتصالات الراديوية عادة مرة كل ثلاث أو أربع سنوات وترتبط من حيث المبدأ بمواعيد وأماكن المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية.

الفريق الاستشاري للاتصالات الراديوية

الفريق الاستشاري للاتصالات الراديوية هو جزء من قطاع الاتصالات الراديوية كما ينص على ذلك دستور الاتحاد (الرقم 84أ) واتفاقية الاتحاد (الرقم 160أ – 160ي)، وهو مسؤول عما يلي:

- استعراض أولويات القطاع واستراتيجياته؛
- استعراض التقدم في أعمال لجان الدراسات؛
- تقديم المشورة بشأن أعمال لجان الدراسات؛
- التوصية بالتدابير اللازمة لدعم التعاون والتنسيق مع المنظمات الأخرى ومع القطاعين الآخرين في الاتحاد.

ويقدّم الفريق الاستشاري للاتصالات الراديوية المشورة إلى مدير مكتب الاتصالات الراديوية، ويجوز أن تحيل إليه جمعية الاتصالات الراديوية مسائل معينة تدخل في اختصاصها (الرقم 137أ من الاتفاقية).

لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية

يشترك في أعمال لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية آلاف من المتخصصين من إدارات الاتصالات وسائر المنظمات والكيانات في جميع أنحاء العالم، حيث تقوم هذه اللجان بما يلي:

- وضع مشاريع توصيات قطاع الاتصالات الراديوية وتقارير عن الخصائص التقنية لخدمات وأنظمة الاتصالات الراديوية وإجراءاتها التشغيلية؛
- وضع أدلة عن إدارة الطيف والخدمات والأنظمة الجديدة في الاتصالات الراديوية.

ويمكن اعتماد توصيات قطاع الاتصالات الراديوية إما بالمراسلة أو من جانب جمعية الاتصالات الراديوية التالية.

وهناك حالياً ست لجان دراسات:

- لجنة الدراسات 1 إدارة الطيف[23]
- لجنة الدراسات 3 انتشار الموجات الراديوية[24]
- لجنة الدراسات 4 الخدمة الساتلية[25]
- لجنة الدراسات 5 خدمات الأرض[26]
- لجنة الدراسات 6 الخدمة الإذاعية[27]
- لجنة الدراسات 7 خدمات العلوم[28]

وبالإضافة إلى لجان الدراسات، تقدَّم إلى جمعية الاتصالات الراديوية تقارير الأفرقة المتخصصة التالية:

- اللجنة الخاصة (SC) المعنية بالمسائل التنظيمية والإجرائية، وهي تقوم بالدرجة الأولى بإعداد تقرير إلى اللجنة التحضيرية للمؤتمر
- لجنة تنسيق المفردات (CCV)
- الاجتماع التحضيري للمؤتمر (CPM)، وهو يقوم أساساً بإعداد تقرير يُرفع إلى المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية.

---

23 http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/Pages/default.aspx
24 http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg3/Pages/default.aspx
25 http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg4/Pages/default.aspx
26 http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/Pages/default.aspx
27 http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg6/Pages/default.aspx
28 http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg7/Pages/default.aspx

وتُعتبر التوصيات والتقارير وسائر المواد التي تنتج عن لجان الدراسات لقطاع الاتصالات الراديوية، من خلال مشاركة ومساهمة أعضاء القطاع والمنتسبين إليه، هي الأسس التقنية لإدارة الطيف. وتشتمل هذه على توصيات بشأن معايير تقاسم الطيف بين خدمات الاتصالات الراديوية كما تحددها لوائح الراديو. ويتبع كل لجنة دراسات فرقة عمل أو أكثر تتناول مجموعة فرعية من المسائل في نطاق اختصاص اللجنة، ويتبعها أحياناً فريق مهام أو أكثر يتناول إحدى المسائل المخصصة أو العاجلة.

وتعقد لجان الدراسات وفرقها العاملة اجتماعات مرة واحدة في السنة على الأقل، عادة ما تكون في مقر الاتحاد في جنيف. ونظراً لمحدودية الموارد ينبغي للإدارات أن تقوم بتحديد مجالات اهتمامها حتى تنصبّ مشاركتها بشكل مباشر على الأنشطة ذات الاهتمام الوطني.

الاجتماع التحضيري للمؤتمر

تقوم الاجتماعات التحضيرية للمؤتمر بإعداد تقرير موحد بشأن المسائل التقنية والتشغيلية والتنظيمية والقواعد الإجرائية للمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية.

وتقوم لجان الدراسات المختصة بإجراء دراسات ذات طبيعة تقنية أو تشغيلية. ويمكن أيضاً إجراء دراسات للمسائل التنظيمية/الإجرائية في إطار لجان الدراسات وفرق العمل المعنية التي يحددها الاجتماع التحضيري للمؤتمر. وتتناول اللجنة الخاصة أيضاً المسائل التنظيمية والإجرائية، إذا قررت ذلك جمعية الاتصالات الراديوية والاجتماع التحضيري للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية، وهي تعمل بنفس طريقة عمل لجان الدراسات.

ويقوم الاجتماع التحضيري للمؤتمر بتنسيق وتحديث المواد المقدَّمة من لجان الدراسات ومن اللجنة الخاصة، وكذلك أي مواد أخرى جديدة تُعرض عليه.

الملحق 2

للفصل 1

مثال لإطار عام لوثيقة وطنية عن النواحي التنظيمية والإجرائية لإدارة الطيف الراديوي

1 نبذة عامة

ينبغي إعداد وثيقة عن النواحي التنظيمية والإجرائية لإدارة الطيف وإتاحتها لجميع مستعملي الطيف. ويوفر هذا الدليل إرشادات تنظيمية لمستعملي الطيف وهو بمثابة وثيقة معلومات تجميعية عن إدارة الطيف. ويمكن إعداد هذا الدليل، من 11 فصلاً، على النحو التالي:

- الفصل 1: تنظيم إدارة الطيف
- الفصل 2: سلطة تخصيص الترددات
- الفصل 3: أهداف الإدارة الوطنية للطيف
- الفصل 4: الاتفاقات الدولية
- الفصل 5: التعاريف المستعملة في إدارة الطيف
- الفصل 6: توزيع الترددات وخطط القنوات
- الفصل 7: طلبات استعمال الطيف
- الفصل 8: إجراءات الترخيص
- الفصل 9: القواعد المتعلقة بخدمات وتطبيقات راديوية خاصة
- الفصل 10: معايير المعدات المرتبطة بالطيف
- الفصل 11: استخدامات المراقبة في إدارة الطيف.

2 المناقشة

الفصل 1 من الدليل يصف البنية التحتية لإدارة الطيف. ويقوم بإدارة الطيف عادة سلطة تنظيمية مستقلة، وتكون هذه السلطة مسؤولة أساساً عن تخصيصات التردد والترخيص. ويجب أن يتضمن هذا الفصل لوحة تنظيمية بيانية للمؤسسة ووصفاً مناسباً لمهامها.

الفصل 2 يشتمل على القوانين واللوائح التي تعطي الهيئة المستقلة مسؤولية تخصيص الترددات وإصدار التراخيص. ويشتمل هذا الفصل على قانون الاتصالات.

الفصل 3 يناقش الإدارة الوطنية للطيف من حيث الأهداف الوطنية لاستخدام أنظمة الاتصالات. ولكي تتمكن إدارة الطيف من استيعاب أنظمة الاتصالات في المستقبل يجب أن تكون أولوية هذه الأنظمة مفهومة في سياق الأهداف الوطنية.

الفصل 4 يصف الاتحاد الدولي للاتصالات ووظائفه من ناحية الإدارة الدولية للترددات بما في ذلك أنشطة مكتب الاتصالات الراديوية، ذلك أن الاتفاقات الدولية الخاصة باستعمال الطيف تشكل الأساس للتوزيعات والتعيينات الوطنية للترددات.

الفصل 5 يحتوي على التعاريف المستعملة في الإدارة الدولية للطيف. وهذه التعاريف (الخدمات الراديوية، وفئات المحطات الراديوية، والمعلمات التقنية للمحطات، وما إلى ذلك) ضرورية لتمكين مديري الطيف من شرح النواحي المختلفة لتخصيصات الترددات وللفهم المشترك للتوزيعات الواردة في قائمة الترددات الدولية لدى الاتحاد الدولي للاتصالات.

الفصل 6 هو أهم أجزاء الدليل، وهو يشتمل على التوزيعات الدولية والوطنية للترددات، والتعيينات الوطنية للترددات وخطط القنوات. ويجب أن يكون الجدول الوطني لتوزيع الترددات هو الجدول الذي تستعمله السلطة التنظيمية المستقلة في تخطيط الطيف المتاح لها. ويجري توزيع النطاقات غير الداخلة في توزيعات وطنية معينة وفقاً للتوزيعات المخصصة لكل إقليم في لوائح الراديو. ويشار إلى الأحكام الوطنية الخاصة في هذا السياق باعتبارها "ملاحظات قطرية" كما يشار إلى الحواشي الدولية التي تنطبق على الجدول الوطني. وتوضع خطط القنوات بعد جدول التوزيع لنطاقات التردد التي يوصى بخطط للقنوات في نطاقها. وتُستخدم هذه الخطط كمبادئ توجيهية لأغراض تخصيص التردد.

الفصل 7 يناقش الإجراءات التي يجب أن يتبعها مقدم الطلب للحصول على إذن باستعمال تخصيص التردد أو ترخيص باستعمال نطاقات تردد متخصصة (للاتصالات الملاحية المتنقلة مثلاً). ويشرح هذا الفصل عملية تخصيص التردد في إطار السلطة التنظيمية المستقلة ويقدم رسماً بيانياً للعملية.

الفصل 8 يناقش نظام الترخيص للمعدات الراديوية المستعملة. وعن طريق الترخيص تستطيع السلطة التنظيمية المستقلة ممارسة الرقابة على استيراد معدات الإرسال الراديوية وتصديرها وامتلاكها واستخدامها. ويحتاج مشغلو الاتصالات الراديوية أيضاً إلى تراخيص في حالات الخدمات البحرية وخدمات الهواة. ويبين ملحق الوثيقة مختلف النماذج والاستمارات المستعملة في طلبات الترخيص.

الفصل 9 يحتوي على القواعد بشأن أربع فئات خاصة من الخدمات الراديوية وهي خدمات،، الهواة، والخدمات التجريبية والخدمات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)، والأجهزة ذات القدرة المنخفضة.

والمحطات الراديوية التجريبية مطلوبة في أعمال البحث والتطوير في كثير من مجالات التكنولوجيا. وهذه المحطات لا تقوم بمهمة الاتصالات ولكنها ضرورية من أجل تطوير الأنظمة الراديوية الجديدة ولدعم الأبحاث العلمية. ولا تخضع هذه المحطات لأي قواعد في معظم البلدان فيما عدا عدم صدور تداخلات ضارة عنها.

أما أجهزة التردد الراديوي الخاصة بالمجالات الصناعية والعلمية والطبية فتشمل، على سبيل المثال، أجهزة اللحام بالقوس المثبَّتة بالتردد الراديوي، والمعدات الطبية الخاصة بالعلاج بالإنفاذ الحراري، والأدوات الجراحية التي تعمل بالتردد الراديوي، وأفران الموجات الصغرية.

ولا تميّز قوانين الراديو عادة بين معدّات الاتصالات الراديوية العادية والمرسِلات ذات القدرة المنخفضة المستعملة في تطبيقات التحكم عن بعد وفي الهواتف غير السلكية. وربثما يعاد النظر في القوانين، ينبغي أن يحدد الدليل الخصائص التي تصف الأجهزة ذات القدرة المنخفضة والسياسة العامة فيما يتعلق بإعفائها من متطلبات الترخيص.

الفصل 10 ينبغي أن يشمل المعايير التي تستخدمها السلطة التنظيمية المستقلة بشأن المعدات المعتمدة على الطيف. ويمكن أن تُستعمل هذه المعايير كمعايير لاختبار المعدات الراديوية في المختبرات وفي استعراض طلبات تراخيص الاستيراد للتأكد من مطابقتها للمواصفات.

الفصل 11 يناقش مراقبة الطيف الراديوي وسياسات السلطة التنظيمية المستقلة بشأن استعمال المراقبة في عملية إدارة الطيف.

الملحق 3

للفصل 1

دليل الجودة لمنظمة إدارة الطيف

1 النطاق والغرض

1.1 نبذة عامة

يحدد هذا الملحق نطاق نظام إدارة الجودة في 'إدارة الطيف والشؤون الدولية' في إطار هيئة تنظيم الاتصالات.

ويحكم الدليل جميع الأنشطة والعمليات في نظام إدارة الجودة لدى إدارة الطيف والشؤون الدولية. والأنشطة التي تضطلع بها هذه الإدارة هي توزيع الطيف والبث الإذاعي ومراقبة الطيف واستراتيجية الطيف والشؤون الدولية.

الاستثناءات

استبعدت إدارة الطيف والشؤون الدولية البند 3.7 (التصميم والتطوير) من نطاق نظام إدارة الجودة لديها لأنها لا تشارك في نشاط أي تصميم و/أو تطوير، وكذلك البند 2.5.7 لأنها لا تتطلب التحقق من صحة أي من عملياتها.

2.1 الغرض

الغرض من دليل الجودة هو وضع النطاق لنظام إدارة الجودة وكذلك لتوفير مرجع إلى الإجراءات الموثقة التي أنشئت لنظام إدارة الجودة. كما يصف دليل الجودة التفاعل بين مختلف عمليات نظام إدارة الجودة.

2 مقدمة عن إدارة الطيف والشؤون الدولية

أُنشئت هيئة تنظيم الاتصالات في الإمارات العربية المتحدة وفقاً للقانون الاتحادي في الإمارات بموجب المرسوم رقم 3 لعام 2003 وتعديلاته – قانون الاتصالات.

وتُستمد الأهداف التنظيمية لهيئة تنظيم الاتصالات من قانون الاتصالات ولائحته التنفيذية والسياسة الوطنية للاتصالات في الإمارات. ويمكن تلخيص هذه الأغراض من خلال ضمان كفاية خدمات الاتصالات في جميع أنحاء الإمارات، وتحسين الخدمات، سواء من حيث الجودة أو التنوع، وضمان جودة الخدمة والالتزام بشروط التراخيص من قبل المرخص لهم، وتشجيع الاتصالات وخدمات تكنولوجيا المعلومات، وتشجيع وتعزيز قطاع الاتصالات، وتعزيز وتطوير القطاع من خلال التدريب والتطوير وإنشاء مؤسسات التدريب ذات الصلة، وحل أي نزاعات بين المشغلين المرخص لهم، ووضع وتنفيذ إطار تنظيمي وسياساتي، وتشجيع التكنولوجيات الجديدة، والحرص على أن تصبح الإمارات مركزاً إقليمياً لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتنمية رأس المال البشري في البلد، وتشجيع البحث والتطوير.

وتشارك إدارة الطيف والشؤون الدولية في جميع مسائل الطيف والشؤون الدولية مثل التخطيط والتوزيع والتنسيق والمراقبة والإنفاذ. وتتضمن الإدارة الأقسام التالية:

- استراتيجية الطيف
- توزيع الطيف
- البث الإذاعي

- مراقبة الطيف
- الشؤون الدولية.

ويرأس الإدارة المدير التنفيذي لإدارة الطيف والشؤون الدولية. ويرأس كل قسم مدير أول. ولدى الإدارة مكاتب في أبو ظبي وفي دبي.

الغرض الرئيسي من كل قسم موضح أدناه:

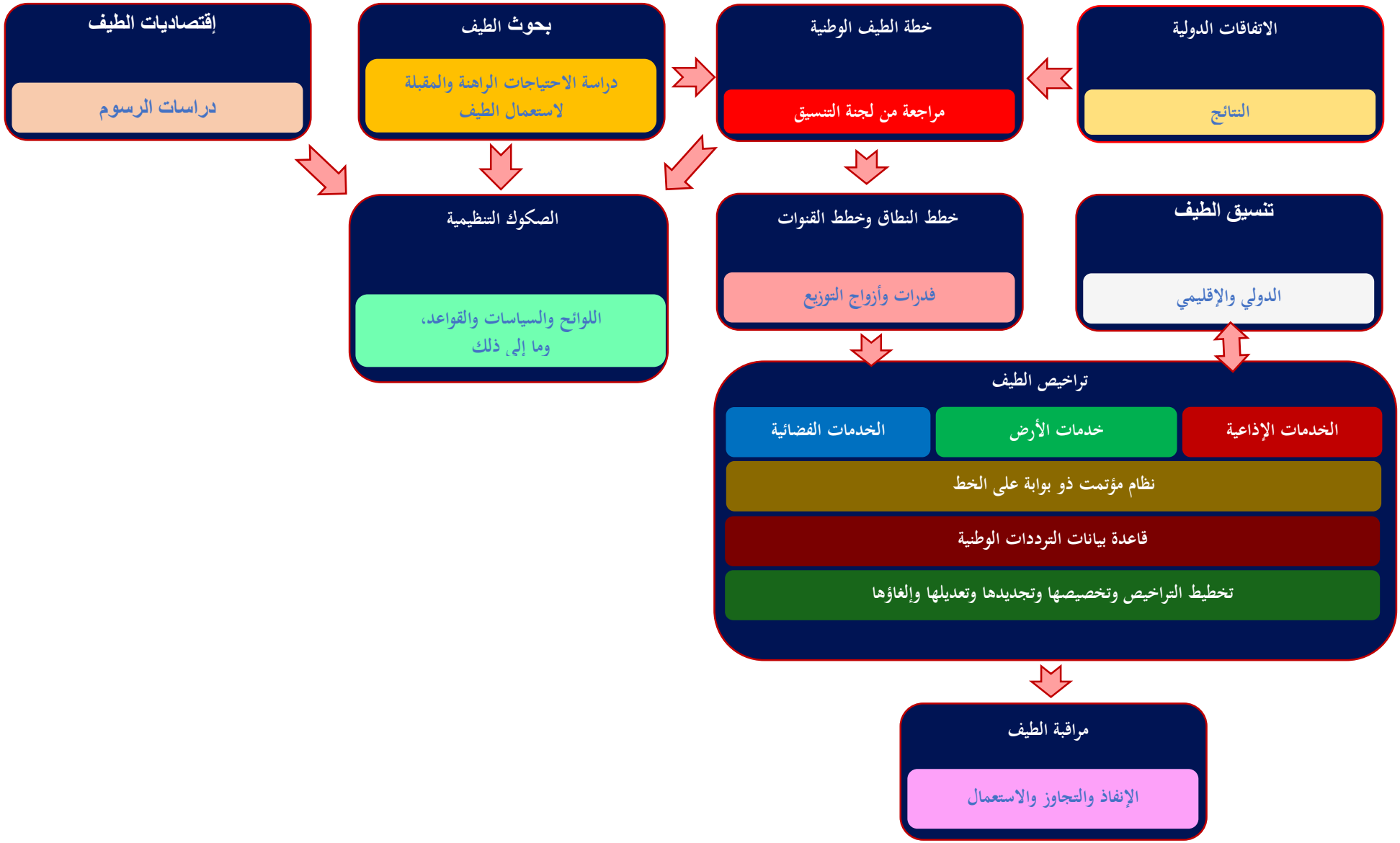
- **استراتيجية الطيف** – يحرص على كفاءة تنظيم وإدارة الطيف الراديوي بوصفه مورداً وطنياً طبيعياً نادراً، ويصوغ الصكوك التنظيمية بخصوص الطيف (السياسات والأنظمة والقواعد والإجراءات والأوامر والقرارات، وما إلى ذلك) لإصدارها، ويعمل على اجتذاب تكنولوجيا لاسلكية جديدة إلى أسواق الإمارات .
- **توزيع الطيف** – يتناول الترخيص باستعمال الطيف (التوزيع والتخصيصات) لجميع المستعملين في الإمارات بخصوص جميع الخدمات الراديوية فيما عدا موارد المدارات والبث الإذاعي.
- **الخدمات الإذاعية** – يهتم بإدارة وتنظيم جميع الخدمات الإذاعية بما في ذلك "الصوت والوسائط المتعددة والبيانات والتلفزيون المقدمة عبر شبكات الأرض أو الشبكات الساتلية أو الكبلية" ويتعامل مع المسائل والمشاريع ذات الصلة، سواء من الناحية التقنية أم التنظيمية.
- **مراقبة الطيف** – يقوم بعملية المراقبة لإنفاذ الطيف الراديوي وتفحص التقارير عن التداخل الضار والبت فيها وإجراء عمليات لمسح التداخل ودراسات استقصائية أخرى.
- **الشؤون الدولية** – القيام بعملية تنسيق الطيف الراديوي مع البلدان الأخرى وتمثيل الإمارات العربية المتحدة في كل المحافل الدولية بوصفه إدارة الإمارات للاتصالات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى جانب إدارة وتنظيم الخدمات الفضائية في الإمارات.

3 وصف العمليات

تقوم إدارة الطيف والشؤون الدولية بمختلف العمليات الرامية إلى تنفيذ جميع المهام الموكلة إليها في إطار هيئة تنظيم الاتصالات. وهي تتفاعل مع الإدارات الأخرى ضمن الهيئة وعلى مستوى الإمارات وكذلك مع الهيئات الدولية الأخرى. ويبرز الشكل التالي بعض الكيانات التي تتفاعل معها إدارة الطيف والشؤون الدولية.

كما تحتفظ إدارة الطيف والشؤون الدولية بقاعدة بيانات لجميع تراخيص الطيف. وتعاقدت الإدارة مع أحد الموردين لتزويدها بأحدث الأدوات لإدارة قواعد بيانات الطيف. وتعاقدت أيضاً مع ثلاثة موردين لتوفير أدوات ومعدات مراقبة الطيف.

ويصور الشكل التالي التفاعلات بين مختلف أقسام إدارة الطيف والشؤون الدولية:


الاتفاقات الدولية
النتائج
خطة الطيف الوطنية
مراجعة من لجنة التنسيق
بحوث الطيف
دراسة الاحتياجات الراهنة والمقبلة لاستعمال الطيف
إقتصاديات الطيف
دراسات الرسوم
تنسيق الطيف
الدولي والإقليمي
خطط النطاق وخطط القنوات
فدرات وأزواج التوزيع
الصكوك التنظيمية
اللوائح والسياسات والقواعد، وما إلى ذلك
تراخيص الطيف
الخدمات الإذاعية
خدمات الأرض
الخدمات الفضائية
نظام مؤتمت ذو بوابة على الخط
قاعدة بيانات الترددات الوطنية
تخطيط التراخيص وتخصيصها وتجديدها وتعديلها وإلغاؤها
مراقبة الطيف
الإنفاذ والتجاوز والاستعمال

4 نظام إدارة الجودة

1.4 المتطلبات العامة

أنشأت إدارة الطيف والشؤون الدولية نظاماً لإدارة الجودة يشمل متطلبات المعيار ISO 9001:2008، وهي تعمل على توثيقه وتنفيذه وتعهده وتحسينه باستمرار. وقد اضطلعت الإدارة بما يلي:

أ) تحديد مختلف العمليات اللازمة لنظام إدارة الجودة؛

ب) تحديد تسلسل هذه العمليات والتفاعل فيما بينها؛

ج) تحديد المعايير والأساليب المطلوبة لضمان فعالية تشغيل هذه العمليات والتحكم فيها؛

د) ضمان توفر المعلومات اللازمة لدعم تشغيل هذه العمليات ورصدها؛

هـ) وضع تدابير لرصد هذه العمليات وتحليلها؛

و) تنفيذ الإجراءات اللازمة لتحقيق النتائج المتوخاة والاستمرار في تحسينها.

وتقوم إدارة الطيف والشؤون الدولية بإدارة هذه العمليات وفقاً لمتطلبات معيار ISO9001:2008.

2.4 متطلبات التوثيق

1.2.4 نبذة عامة

أعدت الهيئة وثائق نظام إدارة الجودة، وهي تشمل:

أ) **دليل نظام الجودة:** دليل نظام الجودة وثيقة سياسة عامة عالية المستوى تحدد الهيكل والمبادئ العامة لنظام إدارة الجودة. وهي تصف التفاعل بين مختلف عناصر المعيار ISO9001: 2008 لنظام إدارة الجودة في إدارة الطيف والشؤون الدولية.

تم إعداد دليل نظام الجودة من قبل ممثل إدارة الجودة وراجعه قسم مراقبة الجودة واعتمده المدير التنفيذي. ويتم توزيع نسخ مضبوطة من دليل نظام الجودة إلى جميع الأشخاص المعنيين في قائمة التوزيع المقيدة، الواردة في الصفحة الثانية من دليل الجودة.

ب) **الإجراءات:** الإجراءات هي وثائق نظام الجودة من المستوى الثاني، وهي تحتوي على وصف مفصل لكيفية تناول المتطلبات، كما هي محددة في المعيار ISO 9001:2008، وتنفيذها في مختلف وظائف الهيئة. ويتم إعداد الإجراءات من جانب الأقسام المعنية، ويستعرضها رؤساء الأقسام ويقرها المدير التنفيذي. وتستخدم الإجراءات بمثابة دليل عملي لجميع الموظفين المعنيين للحرص على تنفيذ العمليات بشكل منهجي محكم. ويتم توزيع نسخ مضبوطة من الإجراءات إلى جميع الأشخاص المعنيين في قائمة التوزيع المقيدة، الواردة في الصفحة الثانية من كل إجراء.

ج) **سجلات الجودة:** سجلات الجودة، التي تتولد نتيجة الأنشطة التي تشارك فيها إدارة الطيف، تتضمن إحالات مرجعية ملائمة في جميع الإجراءات ذات الصلة، وتشمل البيانات/السجلات مثل التقارير وصحائف التسجيل وغيرها من التقارير المتولدة أثناء أداء الأنشطة الروتينية.

2.2.4 دليل الجودة

يتناول القسم 1 تحديد النطاق وكذلك تفاصيل الاستثناءات، بينما يصف القسم 3 تفاعلات العملية.

3.2.4 مراقبة الوثائق

وضعت الهيئة إجراءات من أجل مراقبة الوثائق المستخدمة في نظام إدارة الجودة. وتضمن هذه المراقبة ما يلي:

أ) الموافقة على كفاية الوثائق قبل إصدارها؛

ب) مراجعة الوثائق وتحديثها كلما لزم الأمر واعتمادها من جديد؛

ج) تعريف الوثائق من حيث وضع المراجعة الراهنة؛

د) إتاحة الإصدارات ذات الصلة من الوثائق في جميع المواقع التي يتم فيها تنفيذ الأنشطة الأساسية للأداء الفعال لنظام تشغيل الجودة؛

هـ) بقاء الوثائق مقروءة يمكن التعرف عليها واسترجاعها بسهولة؛

و) تحديد هوية الوثائق السارية (اللوائح والتبليغات، وما إلى ذلك) ذات المنشأ الخارجي ومراقبة توزيعها؛

ز) إزالة الوثائق المتقادمة من جميع نقاط الإصدار أو الاستخدام، أو التحكم فيها خلاف ذلك لمنع استخدامها عن غير قصد. ويتم على النحو المناسب تحديد أي وثائق متقادمة يحتفظ بها لأغراض قانونية أو لأغراض المعرفة.

وتجدر الإشارة إلى أن جميع النسخ المضبوطة الأحدث عهداً يحتفظ بها لدى ممثل إدارة الجودة. وتعتبر جميع النسخ التي يتم تنزيلها من المخدم والمطبوعة والتي لا تحمل أي خاتم بأنها نسخ غير مضبوطة. والإجراءات المتبعة لمراقبة الوثائق هي إجراءات داخلية في إطار نظام "مراقبة الوثائق والبيانات" TRASIAP21.

4.2.4 مراقبة السجلات

يُحتفظ بسجلات الجودة وتخضع للفحص لإثبات المطابقة مع المتطلبات والتشغيل الفعال لنظام إدارة الجودة. وقد أنشأت إدارة الطيف والعلاقات الخارجية إجراءات نظام إدارة الجودة وهي تعمل بها بغية تحديد هوية سجلات الجودة وتخزينها واسترجاعها وحمايتها ومدة الاحتفاظ بها والتخلص منها. والإجراءات المتبعة لمراقبة الوثائق هي إجراءات داخلية في إطار نظام "مراقبة الوثائق والبيانات" TRASIAP21.

5 مسؤولية هيئة الإدارة

1.5 التزام هيئة الإدارة

هيئة إدارة الطيف والعلاقات الدولية ملتزمة التزاماً كاملاً بالجودة وهي تدلل على الالتزام بتطوير وتحسين نظام إدارة الجودة من خلال ما يلي:

أ) التشديد في جميع أقسام الإدارة على أهمية تلبية متطلبات العملاء فضلاً عن المتطلبات التنظيمية والقانونية؛

ب) وضع سياسة الجودة وأهدافها في الإدارة وفي كل قسم منها والتأكد من إتباعها على نحو فعال؛

ج) إجراء مراجعات الإدارة وضمان فعالية استعراض جودة الأداء كل ستة أشهر؛

د) ضمان توفر الموارد اللازمة للمساعدة في تنفيذ نظام إدارة الجودة والحفاظ عليه.

2.5 التركيز على العملاء

تشارك إدارة الطيف والعلاقات الدولية باستمرار في تعزيز أحدث التطورات المتعلقة بالاتصالات من خلال المشاركة الفعالة في أنشطة الاتحاد الدولي للاتصالات والمحافل الدولية والوطنية الأخرى. وتحرص الإدارة العليا على أن تكون الهيئة سباقة في ضمان التأهب لتلبية أي احتياجات حالية ومستقبلية لدى عملائها.

3.5 سياسة الجودة

وضعت إدارة الطيف والعلاقات الدولية سياسة جودة يتم تعريفها من خلال دورات التوعية والتدريب، التي تقدم باللغتين العربية والإنجليزية، في المواقع المناسبة في المكاتب. وتُستعرض سياسة الجودة مرة واحدة على الأقل كل عام في اجتماعات استعراض الإدارة لضمان استمرار صلاحيتها.

سياسة الجودة مستنسخة فيما يلي لسهولة الرجوع إليها. النسخة الأصلية من سياسة الجودة مودعة لدى ممثل إدارة الجودة.

"سياسة الجودة (إدارة الطيف والشؤون الدولية)

تلتزم إدارة الطيف والشؤون الدولية في هيئة تنظيم الاتصالات في الإمارات العربية المتحدة بتطبيق أعلى معايير الجودة في تقديم الخدمات لعملائها وشركائها باستخدام الأنظمة المتطورة في تخصيص وتوزيع ومراقبة وتنسيق الطيف الترددي وفقاً لأفضل الممارسات الدولية في إدارة الطيف.

وتلتزم الإدارة أيضاً بضمان مصلحة الإمارات العربية المتحدة لدى عملائها وشركائها، بكفاءة وفعالية في المحافل الإقليمية والدولية التي تتناول تكنولوجيا المعلومات والاتصالات."

4.5 التخطيط

1.4.5 أهداف الجودة

وضعت إدارة الطيف والشؤون الدولية أهدافاً للجودة في جميع أقسام الإدارة. وهذه الأهداف محددة بحيث يمكن قياسها وتستند إلى مؤشرات الأداء الرئيسية المحددة لكل قسم. وتُستعرض هذه الأهداف بصورة دورية على النحو المحدد في مصفوفة أهداف الجودة وهي متسقة مع سياسة الجودة والالتزام بتحسين المنتجات وتلبية المتطلبات على نحو مستمر.

2.4.5 تخطيط نظام إدارة الجودة

وضعت إدارة الطيف والشؤون الدولية أدوات مختلفة للتخطيط تشمل أهداف الجودة التي وضعتها الإدارة العليا. وتسهم مشاركة الإدارة أيضاً في مختلف المحافل الدولية والإقليمية في التخطيط لمختلف الأنشطة التي تضطلع بها الإدارة داخل هيئة تنظيم الاتصالات.

5.5 المسؤولية والسلطة والتواصل

1.5.5 المسؤولية والسلطة

إدارة الطيف والشؤون الدولية هي واحدة من الإدارات في هيئة تنظيم الاتصالات وهي مسؤولة عن خدمات الطيف والشؤون الدولية. وهنالك ضمن هيئة تنظيم الاتصالات قسم الموارد البشرية في إدارة خدمات الدعم وهو المسؤول عن تحديد الأدوار والمسؤوليات لكل وظيفة. وتصف إجراءات نظام الجودة من خلال العمليات أيضاً مسؤوليات الموظفين فيما يتعلق بمختلف متطلبات نظام الجودة. والنسخة الأصلية من سياسة الجودة مودعة لدى ممثل إدارة الجودة.

2.5.5 ممثل الإدارة

عيّن المدير التنفيذي لإدارة الطيف والشؤون الدولية المدير الأول لوحدة استراتيجية الطيف بوصفه ممثل إدارة الجودة (QMR) الذي يحدد، بغض النظر عن المسؤوليات الأخرى، المسؤولية والسلطة لنظام إدارة الجودة، والتي تشمل:

أ) العمل على وضع عمليات نظام إدارة الجودة والحفاظ عليها وفقاً لمتطلبات المعيار ISO 9001:2008؛

ب) رفع التقارير إلى الإدارة العليا عن أداء نظام إدارة الجودة، بما في ذلك جوانب الحاجة إلى التحسين؛

ج) تعزيز الوعي بمتطلبات العملاء في جميع دوائر الهيئة؛

د) الاتصال مع الأطراف الخارجية بشأن المسائل المتعلقة بنظام إدارة الجودة.

3.5.5 التواصل الداخلي

أقامت إدارة الطيف والشؤون الدولية قنوات التواصل الداخلي بين مختلف المستويات والوظائف. وجميع الوظائف ذات الصلة لها عناوين بريد إلكتروني فردية فضلاً عن معدات الاتصالات الداخلية المخصصة. بالإضافة إلى ذلك، تم تزويد جميع الوظائف والمستويات ذات الصلة بالحواسيب المكتبية والمحمولة حسب مقتضى الحال. ويتفاعل المدير التنفيذي لإدارة الطيف والشؤون الدولية أيضاً بشكل منتظم مع كبار المديرين وكذلك مع الموظفين الآخرين لضمان سلاسة التواصل. وتعقد اجتماعات الإدارات حسب الاقتضاء لضمان اطلاع الكل على مسائل التخطيط والتنفيذ لمختلف الاستراتيجيات التي وضعتها الإدارة العليا.

6.5 استعراض الإدارة

تقوم الإدارة باستعراض شمولي لنظام إدارة الجودة من خلال استعراضات الإدارة المنتظمة. ويعقد استعراض الإدارة مرة واحدة على الأقل كل ستة أشهر. ومن شأن هذه الاستعراضات أن تضمن استمرار ملاءمة وكفاية وفعالية نظام الجودة بأكمله. ويشمل الاستعراض تقييم الحاجة إلى إجراء تغييرات في نظام إدارة الجودة، بما في ذلك سياسة الجودة وأهدافها. ويتم تعميم جدول أعمال اجتماع استعراض الإدارة قبل أسبوع واحد على الأقل من اجتماع استعراض الإدارة.

ويتضمن استعراض الإدارة مناقشة ما يلي كحد أدنى:

أ) نتائج تقارير المراجعة الداخلية والخارجية؛

ب) ملاحظات العملاء، بما في ذلك أي شكاوى يتعين مناقشتها في استعراض الإدارة؛

ج) أداء العمليات ومطابقة المنتجات؛

د) حالة الإجراءات الوقائية والتصحيحية؛

هـ) إجراءات المتابعة المترتبة على استعراضات الإدارة السابقة؛

و) التغييرات التي يمكن أن تؤثر على نظام إدارة الجودة؛

ز) استعراض سياسة الجودة وأهدافها؛

ح) توصيات من أجل التحسينات.

ويعمل استعراض الإدارة على توثيق القرارات المتخذة في اجتماع استعراض الإدارة وكذلك توزيع المسؤوليات وتحديد الإطار الزمني لتنفيذ القرارات. وتسجل استعراضات الإدارة من خلال محاضر اجتماعات استعراض الإدارة.

6 إدارة الموارد

1.6 توفير الموارد

في ضوء استعراضات الإدارة وغيرها من الضوابط الإدارية، تنظر الإدارة العليا في المتطلبات من الموارد المناسبة وتحرص على توفرها في الوقت المناسب. وفي كل قسم من أقسام إدارة الطيف والشؤون الدولية، يتم تسمية ممثل دائرة جودة. ولما كانت الإدارة جزء من هيئة تنظيم الاتصالات فإن علاقات العملاء تدار من قبل إدارة شؤون التواصل على مستوى المؤسسة، ومع ذلك يحتفظ المدير التنفيذي للإدارة بالسجلات ذات الصلة الخاصة بتواصل العملاء.

2.6 الموارد البشرية

1.2.6 نبذة عامة

تعتبر إدارة الموارد البشرية واحدة من أهم العمليات في نظام إدارة الجودة. وفي إطار هيئة تنظيم الاتصالات، يسهم قسم الموارد البشرية بصورة رئيسية في ضمان استيفاء متطلبات الكفاءة. ويحتفظ القسم أيضاً بالبيانات فيما يتعلق بكفاءات كل موظف وتدريبه.

2.2.6 الكفاءة والتدريب والتوعية

إن إدارة الطيف والشؤون الدولية، وهي جزء من هيئة تنظيم الاتصالات، لا تشارك مباشرة في جميع العمليات التي تنطوي على التدريب والتوعية والكفاءة. وبما أن الهيئة كيان في حكومة الإمارات العربية المتحدة وبما أن حملة التوطين الإماراتي هي واحدة من مواطن التركيز الرئيسي لدى قسم الموارد البشرية، يتم توظيف المواطنين الإماراتيين على أساس تعليمهم ويتوفر لهم لاحقاً التدريب أثناء العمل لتعزيز الكفاءات اللازمة.

وفي إطار الإدارة، يقوم المدير التنفيذي بتحديد متطلبات الكفاءة لشغل الوظائف، وإذا لزم الأمر بالتشاور مع كبار المديرين المعنيين. ويتم تقييم الاحتياجات التدريبية في نهاية أو بداية كل عام، وترفع إلى المدير التنفيذي لمزيد من المعالجة. ثم يتم وضع جميع احتياجات التدريب على الجدول الزمني للتدريب. وتحال ردود الفعل على التدريب في نهاية التدريب إلى مقدمي خدمات التدريب. ويتم تقييم تأثير التدريب في نهاية المطاف على أداء الموظفين من خلال عمليات تقييم الأداء السنوية.

3.6 البنية التحتية

عمدت هيئة تنظيم الاتصالات إلى تزويد الإدارة بكل ما تحتاجه من البنية التحتية لأداء المهام المسندة إليها على الوجه الأكمل. ولدى الإدارة موقعان للعمل أحدهما في أبوظبي والآخر في دبي. وتم توفير مساحة عمل كافية في مبان مصممة بشكل جيد. وتشمل المرافق المرتبطة توفير الحواسيب المكتبية ومعدات العمل والمكاتب والمقصورات وما إلى ذلك لجميع الموظفين. وفي حال نشوء أي متطلبات جديدة من البنية التحتية، يتقدم المدير التنفيذي بطلب إلى إدارة الشؤون الإدارية في هيئة تنظيم الاتصالات. وبما أن واحداً من الأدوار الرئيسية هو إدارة الطيف فقد تم توفير نظام لإدارة الطيف للتعامل مع القضايا المتعلقة بالتطبيقات. ويتم إجراء تحديثات منتظمة لنظام إدارة الطيف من قبل المورّد. كما يقوم المورّد أيضاً بأعمال الصيانة بانتظام. ومن الجوانب الرئيسية لفعالية إدارة الطيف هو فعالية مراقبة الطيف. وقد تم توفير نظام لمراقبة الطيف للتعامل مع الحالات المتعلقة بالتحقق من الطيف، وما إلى ذلك. وتتم صيانة نظام مراقبة الطيف حسب الإجراءات الداخلية بموجب "إجراءات الصيانة لنظام مراقبة الطيف" (TRASIAP05).

4.6 بيئة العمل

بيئة العمل المناسبة هي واحدة من العوامل الهامة التي تؤثر على أي منظمة من أجل إدارة نظام الجودة. وفي هذا الصدد، تحرص الإدارة على توفير بيئة صحية وآمنة ومواتية في مكان العمل. والإدارة تحدد وتدير بيئة العمل اللازمة لتحقيق التوافق مع متطلبات المنتج. وهذا يشمل توفير ظروف محيط العمل المعقولة، من حيث الضوضاء ودرجة الحرارة، وما إلى ذلك.

7 تحقيق المنتج

1.7 التخطيط لتحقيق المنتج

تشارك إدارة الطيف والشؤون الدولية في الأنشطة المختلفة فيما يتعلق بإدارة الطيف والشؤون الدولية. وتنقسم الإدارة إلى خمسة أقسام وهي:

- استراتيجية الطيف

- تخصيص الطيف
- البث الإذاعي
- الشؤون الدولية
- مراقبة الطيف.

يتفاعل قسم الشؤون الدولية مع الهيئات الدولية فيما يتعلق بالطيف ويرفع متطلبات استراتيجية الطيف وتوزيع الطيف وكذلك الخدمات الإذاعية إلى المدير التنفيذي. ويجري التنسيق أيضاً مع مختلف الهيئات داخل الإمارات وعلى الصعيد الإقليمي ومع الإدارات الأخرى داخل هيئة تنظيم الاتصالات.

وقسم توزيع الطيف هو القسم المسؤول عن تقديم الخدمة لعملاء الإدارة وهو القسم الذي يصدر تراخيص الطيف. وقسم مراقبة الطيف هو المسؤول عن استعجال حل جميع المسائل المتعلقة بمراقبة الطيف لدى عملاء الإدارة.

ويتم التخطيط الفعال لتنفيذ جميع الترتيبات المخطط لها من خلال:

أ) وضع أهداف الجودة لكل قسم فيما يتعلق بالعمليات التي يضطلع بها؛

ب) أنشطة التحقق والاعتماد والمراقبة والتفتيش والاختبار لتطبيقات الطيف ومراقبة الطيف؛

ج) سجلات معالجة تطبيقات الطيف فضلاً عن مراقبة الطيف إلى جانب السجلات ذات الصلة من الأقسام الأخرى.

وهنالك ترتيبات ضمن الإجراءات الداخلية للتحقق المطلوب من تطبيقات الطيف وغيرها من الضوابط.

2.7 العمليات المتعلقة بالعملاء

1.2.7 تحديد المتطلبات المتعلقة بالمنتج

تتلقى الإدارة طلبات ترخيص الطيف من خلال نظام SPECTRAweb عبر الانترنت. ويمكن أن يتلقى قسم مراقبة الطيف أي شكوى بسبب تداخل أو أي مسألة أخرى من خلال أي وسيلة من وسائل التواصل. ويتم تحديد متطلبات ترخيص الطيف من خلال نظام SPECTRAplus وفقاً للإجراءات الداخلية بشأن "التعامل مع الطلبات بما في ذلك التحليل التقني وتخصيص الترددات" (TRASIAP01). وتتم مراقبة الطيف من خلال الإجراءات الداخلية بشأن "معالجة ورصد شكاوى التداخل" (TRASIAP04) وانفاذ الطيف (TRASIAP07). وبالنسبة لقسم آخر مثل قسم البث الإذاعي، توفر الإجراءات الداخلية بشأن "تحليل النشرة BR IFIC" (TRASIAP03) المتطلبات فيما يتعلق بتحليل النشرة الإعلامية الدولية للترددات الصادرة عن مكتب الاتصالات الراديوية (BR IFIC). ويتم تحليل هذه النشرة أيضاً في قسم الشؤون الدولية، وبالتالي فإن متطلبات النشرة للشؤون الدولية مذكورة أيضاً في TRASIAP03. وقد عُهد إلى قسم الشؤون الدولية أيضاً بمسؤولية التنسيق الإقليمي والدولي، وهو يشارك في مختلف التفاعلات الدولية. وقد تم وضع الإجراءات الداخلية بشأن "التحضير للاجتماعات الدولية" (TRASIAP02). ويشارك قسم استراتيجية الطيف في وضع الأدوات التنظيمية من خلال الإجراءات الداخلية بشأن "إعداد الأدوات التنظيمية وتنسيقها والموافقة عليها وإصدارها ومراجعتها" (TRASIAP06).

2.2.7 استعراض متطلبات المنتج

تستعرض الإدارة المتطلبات ذات الصلة بالمنتج. ويتم هذا الاستعراض قبل إصدار الترخيص باستخدام الطيف للعملاء. وتضمن عملية الاستعراض ما يلي:

أ) تحديد متطلبات طيف الترددات بوضوح؛

ب) الحصول على الموافقات اللازمة من الوظائف ذات الصلة.

وتسجل نتائج الاستعراضات وإجراءات المتابعة اللاحقة. ويتم التأكد من تعديل معلمات ترخيص الطيف ذات الصلة وفقاً لنتيجة الاستعراض. وفي حالة حدوث أي تغيير في عملية الاستعراض، يتم تبليغ جميع الموظفين المعنيين بذلك داخل الإدارة.

3.2.7 التواصل مع العملاء

إدارة الطيف والشؤون الدولية هي إدارة داخل هيئة تنظيم الاتصالات وهذه الهيئة لديها إدارة لشؤون التواصل على مستوى المؤسسة مكلفة بالتعامل مع جميع أشكال التواصل مع العملاء. وإدارة الطيف والشؤون الدولية لا تتواصل مباشرة مع عملائها ومع ذلك يتم الاحتفاظ في مكتب المدير التنفيذي بسجلات تتعلق بالاتصالات مع العملاء بما في ذلك طلبات استخدام الطيف ومسائل التداخل وكذلك أي ردود فعل من العملاء. ويحتفظ مكتب المدير التنفيذي بسجل لاتصالات العملاء التي ترد من إدارة شؤون التواصل على مستوى المؤسسة ومن ثم يحيلها إلى القسم المختص، ويتخذ كذلك إجراءات المتابعة معهم لضمان تلقي ردود الفعل على وجه السرعة.

3.7 التصميم والتطوير

لا تشارك إدارة الطيف والشؤون الدولية، بصفتها هذه، في أي أنشطة التصميم و/أو التطوير، وبالتالي يستبعد هذا البند من نطاق نظام إدارة الجودة.

4.7 المشتريات

لا تمارس إدارة الطيف والشؤون الدولية أي سيطرة مباشرة على اختيار المورّدين ولكن لها دور كبير في اختيارهم ينطوي أيضاً على التفاعل مع الإدارات الأخرى داخل هيئة تنظيم الاتصالات. وهنالك بالنسبة للإدارة مورّدان رئيسيان يؤثر أداؤهما تأثيراً مباشراً على قدرتها على الاضطلاع بمهامها. وشركات LS Telcom وTCI وRohde & Schwarz وASCOM Network Testing هي الشركات المورّدة بشأن نظام إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف، على التوالي. ويتم تقييم هذه الشركات بانتظام وتحال نتائج التقييم إلى الموردين. وترد تفاصيل هذه العملية في الإجراءات الداخلية بشأن "اختيار الموردين وإجراءات التقييم" (TRASIAP26).

5.7 الإنتاج وتقديم الخدمات

1.5.7 الرقابة على الانتاج وتوفير الخدمات

تنهض إدارة الطيف والشؤون الدولية بمهامها بطريقة مخططة من خلال الإجراءات والعمليات ذات الصلة. وتدار المواصفات بالنسبة لتراخيص الطيف بواسطة نظام إدارة الطيف. وتستخدم أحدث النظم لمراقبة استخدام الطيف وإنفاذه.

2.5.7 التحقق من صحة العمليات

لا تحتاج إدارة الطيف والشؤون الدولية إلى التحقق من صحة أي من العمليات التي تقوم بها، وبالتالي يستبعد هذا البند من نطاق نظام إدارة الجودة.

3.5.7 تعرّف الهوية وقابلية التتبع

جميع تراخيص الطيف مشفوعة برقم تعرف هوية فريد يمكن استخدامه لتتبع المسار، من تقديم الطلب حتى صدور الترخيص النهائي. ويتم تخزين السجلات ذات الصلة ضمن نظام إدارة الطيف.

4.5.7 ملكية العملاء

تعمد الإدارة إلى تصنيف جميع معلومات العملاء التي تتلقاها في شكل طلبات استخدام الطيف بوصفها ملكاً للعملاء، وجرياً على الممارسة المعتادة لا تتقاسم أو تسمح بتقاسم هذه المعلومات مع الموظفين غير المصرح لهم بذلك.

وتقوم الإدارة بتخزين تفاصيل العملاء في قاعدة البيانات التي يتم الاحتفاظ بها خارج الموقع في مركز استضافة البيانات.

5.5.7 الحفاظ على المنتج

تحرص الإدارة على كفاءة معالجة جميع التراخيص باستعمال الطيف وتحديدها وتعبئتها بشكل صحيح للتأكد من حمايتها من التلف أثناء إصدارها.

6.7 التحكم في قياس الأجهزة ومراقبتها

تستخدم الإدارة نظام مراقبة الطيف للقيام بعمليات المراقبة في مواقع مختلفة داخل الإمارات. وقد زودت شركة TCI نظام مراقبة للطيف ذاتي المعايرة، وبالتالي لا حاجة إلى المعايرة. ويحدد دليل التشغيل ودليل الصيانة كل الخطوات الواجب اتباعها لضمان عمل نظام مراقبة الطيف وفقاً للمتطلبات.

8 القياس والتحليل والتحسين

1.8 نبذة عامة

تستخدم الإدارة نظام الاقتراحات والشكاوى بالاقتران مع مؤشرات الأداء الرئيسية بالنسبة لكل قسم فيها سعياً لمراقبة العمليات وقياسها وتحليلها ومن ثم تحسينها.

2.8 القياس والمراقبة

1.2.8 رضا العملاء

وضعت الإدارة عملية ثابتة لمراقبة المعلومات بخصوص رضا العملاء و/أو عدم رضاهم لتقييم ما إذا كانت الإدارة تلبي متطلباتهم أم لا. وقد تم إعداد استبيان خدمة العملاء وهو يستخدم لتحديد مدى رضا العملاء. ويجري الاستطلاع على الأقل مرة كل اثني عشر شهراً. ويتم تحليل نتائج استطلاع العملاء وتناقش في اجتماع استعراض الإدارة. وقد وثقت الإدارة إجراءات داخلية بشأن "التعامل مع شكاوى العملاء وتعليقاتهم" (TRASIAP25) وهي تتضمن التفاصيل ذات الصلة لإجراء استطلاع رضا العملاء.

2.2.8 المراجعة الداخلية

تعمل عملية المراجعة الداخلية بمثابة أداة إدارة لإجراء تقييم مستقل لأي عملية أو نشاط معين.

وقد وضعت الإدارة إجراءات داخلية بشأن "مراجعة الجودة داخلياً" (TRASIAP22). وتخطط الإدارة لإجراء المراجعة في نهاية كل عام. ولدى الإدارة مراجعون داخليون أكفاء لإجراء عمليات المراجعة الداخلية. وتتمثل نتيجة عملية المراجعة في شكل تقرير موجز للمراجعة يتضمن الاستنتاجات.

ويتم تصنيف الاستنتاجات بحسب الأنماط التالية:

- الاستنتاجات الإيجابية
- الملاحظات
- حالات عدم المطابقة.

وتقدم نتائج مراجعة الجودة على المستوى الداخلي في اجتماع استعراض الإدارة.

3.2.8 قياس العمليات ومراقبتها

تطبق الإدارة أساليب مناسبة لقياس ومراقبة العمليات اللازمة لتلبية متطلبات العملاء وللدلالة على استمرار قدرة العمليات على تلبية الغرض المقصود. وفي حالة عدم المطابقة مع نتيجة مخطط لها، تتخذ الإجراءات التصحيحية لضمان مطابقة المنتج للإجراءات ذات الصلة الواردة في البند 3.8.

4.2.8 قياس ومراقبة المنتج (البند 4.2.8 في المعيار ISO 9001:2008)

تطبق الإدارة أساليب مناسبة لقياس ومراقبة تراخيص الطيف. وتمنح تراخيص الطيف بعد الموافقات المناسبة وتحال أيضاً إلى قسم مراقبة الطيف للرجوع إليها. وإذا لزم الأمر، ثمة عمليات أيضاً لضمان أن الترخيص باستخدام الطيف الذي سيصدر خال من التداخل. ويتم تسجيل الاثبات على تنفيذ القياس والمراقبة المطلوبين والتوافق مع معايير القبول المستخدمة.

3.8 مراقبة المنتج غير المطابق

تحرص الإدارة على مراقبة المنتجات التي لا تتوافق مع المتطلبات وذلك لمنع استخدام هذه المنتجات غير المقصود أو تسليمها. ويتم تحديد الضوابط والمسؤوليات ذات الصلة والسلطات للتعامل مع المنتجات غير المطابقة وتوثيقها في الإجراءات الداخلية بشأن "مراقبة الخدمات غير المطابقة" (TRASIAP23).

4.8 تحليل البيانات

تعمل الإدارة على جمع وتحليل البيانات المناسبة لتقييم مدى ملاءمة وفعالية نظام إدارة الجودة ولتحديد مجالات التحسين المستمر. وهذا يشمل البيانات المتولدة عن طريق أنشطة القياس والمراقبة وغيرها من المصادر ذات الصلة. وتستند القرارات القائمة على الحقائق إلى الاستخدام الفعال والكفء للأساليب الإحصائية المناسبة.

ويوفر تحليل البيانات معلومات بشأن:

أ) رضا و/أو عدم رضا العملاء؛

ب) خصائص العمليات والمنتجات واتجاهاتها.

5.8 التحسين

1.5.8 التحسين المستمر

تسعى الإدارة باستمرار إلى تحسين فعالية نظام إدارة الجودة من خلال وضع سياسة الجودة وأهداف الجودة ونتائج المراجعة وتحليل البيانات والإجراءات التصحيحية والوقائية واستعراض الإدارة. ويتم استعراض أهداف الجودة في كل اجتماع لاستعراض الإدارة مع التركيز على تحسين أداء مختلف الأقسام.

2.5.8 و3.5.8 الإجراءات التصحيحية والوقائية

تحرص الإدارة على اتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية لإزالة أسباب عدم المطابقة للحيلولة دون تكرارها. ويعتمد مدى الإجراءات التصحيحية المتخذة على تأثير المشاكل المصادفة.

ويمكن لأي موظف أن يتقدم بطلب لاتخاذ إجراءات تصحيحية/وقائية. كما يجب معاملة أي شكاوى من العملاء بمثابة عدم مطابقة، ومن ثم إعداد طلب لاتخاذ الإجراءات التصحيحية/الوقائية.

وقد وثقت الإدارة عملية اتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية في الإجراءات الداخلية بشأن "الإجراءات التصحيحية والوقائية" (TRASIAP24).

الفصل 2

تخطيط الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.2 مقدمة 49

2.2 أهمية التخطيط 50

1.2.2 منافع التخطيط مقابل التكلفة 50

2.2.2 التعاريف المتعلقة بتخطيط الطيف 51

3.2 عمليات التخطيط 52

1.3.2 وضع أهداف تخطيط الطيف 53

2.3.2 عوامل يتعين أن تؤخذ في الاعتبار 53

3.3.2 تيسّر الطيف 56

4.3.2 خيارات التخطيط 56

5.3.2 تنفيذ العملية 57

6.3.2 عملية التكرار 57

7.3.2 خطة لدعم تخطيط الطيف الراديوي 57

4.2 النهج التشاوري 58

1.4.2 استقصاء الاحتياجات من الطيف/الخدمات في المستقبل 58

2.4.2 التفاعل فيما بين الجماعات التمثيلية ومعها 59

5.2 النهج التحليلي 59

6.2 نهج السيناريو 60

7.2 اتجاهات الاستعمال 61

8.2 مناهج تكميلية 61

9.2 تخطيط واستعراض نظام إدارة الطيف 62

10.2 تنفيذ التخطيط 63

1.10.2 التخطيط القصير الأمد (من ثلاث إلى خمس سنوات) 63

2.10.2 التخطيط الطويل الأمد (من خمس إلى عشر سنوات) 64

3.10.2 التخطيط الاستراتيجي 67

الصفحة

11.2 الجوانب التقنية لعملية تخطيط الطيف 68
1.11.2 تخطيط الطيف للخدمات الحالية والمقبلة 68
2.11.2 بدائل التكنولوجيا..... 68
3.11.2 احتياطي الترددات من أجل التطورات المقبلة..... 68
4.11.2 تحرير الطيف وإعادة توزيعه 70
5.11.2 الاستخدام الفعال للتكنولوجيات الجديدة لتحسين إعادة استخدام الترددات..... 71
6.11.2 تشطير القنوات 71
7.11.2 تداخل الخدمات وتقاسم نطاقات التردد 71
8.11.2 استخدام الطيف غير المستعمل 71
9.11.2 اعتبارات محددة 72
10.11.2 تمركز السكان وازدحام الطيف 72
12.2 تحسين نظام تخطيط إدارة الطيف 72
13.2 هيئات الإدارة والشؤون الإدارية..... 73
بيبليوغرافيا..... 74

1.2 مقدمة

الغرض من أي عملية تخطيطية هو تنظيم الأفكار والأفعال وتركيزها من أجل تحقيق الأهداف الموجهة أو المتفق عليها على نحو فعّال وكفء. وهذا الجهد مهم لأي بلد يريد أن يبدأ أو يحسّن عملية تخطيط الطيف الوطني (وخاصة بالنسبة للبلدان النامية).

والخطة تتوخى أعمالاً وليس ردود أفعال، وقد تكون محكومة بوقت معين أو حدث معين في إطار زمني محدد، أو قد تكون بياناً طويل الأجل، يتم تحديثه على فترات في ضوء تغيّر السياسة أو تغيّر الأحداث. وقد تكون الخطة مكتوبة أو شفوية، عامة أو خصوصية، ولكل من هذه الأشكال ميزاتها وعيوبها. ويوصى دائماً بأن تكون الخطة مكتوبة.

والتخطيط هو عملية يجب أن تسبق القيام بأي نشاط ناجح، سواء كان نشاطاً حكومياً أم من أنشطة دوائر الأعمال. أما الحلول العاجلة أو حلول "الأزمات" فهي لا تعني إلا أن أفضل الحلول لم يعد متاحاً. ولا يختلف تخطيط الطيف عن هذا، فأفضل الحلول تحتاج إلى نظرة تطلعية تتيح الوقت الكافي للنظر في جميع العوامل ذات الصلة. ويحتاج التخطيط أيضاً إلى وضع العمليات والالتزام بها من أجل تنفيذ الخطة، لأن حلول الأزمات كثيراً ما تؤدي إلى تشتيت الانتباه وصرفه عن المهام الطويلة الأمد. وبالنسبة لإدارة الطيف لا بد من التخطيط على المدى القصير وعلى المدى المتوسط وعلى المدى الطويل للوفاء بحاجة مستعملي الطيف التي تتغير بشكل مطّرد.

وتقتضي إدارة الطيف الراديوي واستعماله توجيه جهود التخطيط وتلاحمها حتى يمكن لمؤرِد الطيف الكهرمغنطيسي أن يفي بمساندة الأهداف الوطنية. وتخطيط الطيف هو عبارة عن عملية وضع أهداف إدارة الطيف في المستقبَل وتحديد الخطوات اللازمة لتحقيق تلك الأهداف، أي أن التخطيط يوفر الإطار الذي يتاح فيه الطيف لاحتياجات الطيف الراديوي التي تتطور باستمرار، والذي في سياقه يجري تطوير وتحسين نظام إدارة الطيف ذاته. ومن شأن التخطيط أن ييسّر عملية اتخاذ القرار لأنه يوفر الأسس اللازمة للنظر في التدابير التي يجب اتخاذها وتقييمها. ويجب في تخطيط الطيف أن يؤخذ في الاعتبار الاتجاهات والاحتياجات الأساسية لمستعملي الطيف في الحاضر والمستقبل، ومواكبة هذه الاتجاهات والاحتياجات.

والغرض من تخطيط إدارة الطيف هو تلبية حاجة المستعملين على النحو الأفضل، وذلك من خلال:

- إنشاء منظمة لإدارة الطيف وتنفيذها بشكل فعال؛
- وضع سياسات وقواعد ولوائح للطيف وتنفيذها؛
- تهيئة القدرات التي تعزز الاستعمال الفعال والكفء للطيف؛
- توزيع الطيف للخدمات الراديوية والتطبيقات الراديوية؛
- تنظيم خدمات وأنظمة راديوية معينة وهيكلتها والترخيص بها.

مثال ذلك، إذا كانت الحاجة إلى الطيف للخدمات المتنقلة ستزداد على مدى خمس أو عشر سنوات فيجب أن تكون إدارة الطيف قادرة على توقع تلك التطورات والتأكد من إمكانية توزيع الطيف المطلوب للخدمات المتنقلة لتلبية احتياجاتها. ولتمكين الإدارة من تحقيق هذه الأهداف لا بد أن تتوفر لها إمكانات تحليلية وإجراءات للتنسيق وقواعد بيانات داعمة من أجل تلبية احتياجات الأنظمة المتنقلة. ويحتاج تطوير هذه القدرات إلى وقت. ومن جهة أخرى فإن صعوبة التعرف على الاحتياجات الإضافية من الطيف في المستقبل تمثل عبئاً على صانعي المعدات من حيث إنتاج معدات تتسم بالكفاءة وتلبي احتياجات الاتصالات وفي نفس الوقت تستخدم قدراً من الطيف أقل مما تحتاجه التكنولوجيا الراهنة.

والخطوة الأولى الأساسية في أي خطة منظمة لتخطيط الطيف هي جدول توزيع الترددات. وجدول التوزيع الوطني مستمد من الجدول الدولي، وكلاهما يمثل جهداً أساسياً في تخطيط الطيف من أجل مواجهة الاحتياجات في المستقبل. وجدول توزيع الترددات *الدولي* هو نتاج عملية لتحديد الاحتياجات من الطيف في المستقبل، وهي عملية يدخل فيها إعداد جداول أعمال المؤتمرات ولجان الدراسات والتفاوض والاتفاق، وقوة الدفع وراء هذه العملية هي خطط الطيف *الوطنية* للدول الأعضاء في الاتحاد، فهي التي تؤدي إلى التوصية ببنود جدول الأعمال للمؤتمرات المقبلة، بما في ذلك دراسة الاعتبارات المتعلقة بتقاسم الطيف، واقتراح التوزيعات

بالاتفاق مع جهات التنظيم المعنية. وهكذا فإن الاتفاقات الدولية هي الإطار الذي تتم في ضوئه مراجعة وتنفيذ الخطة الوطنية من خلال جدول توزيع الترددات الوطني واللوائح ذات الصلة.

ويتناول هذا الفصل أهمية تخطيط الطيف والتعاريف ذات الصلة ووضع أهداف التخطيط وعملية التخطيط ذاتها بما في ذلك التقنيات المستخدمة ومصادر البيانات التي يعتمد التخطيط عليها.

2.2 أهمية التخطيط

تُعتبر تطبيقات الطيف حيوية في حفز النمو الاقتصادي والنهوض برفاه المواطنين والمشاركة في المجتمع الدولي. وعلاوة على ذلك فإن مستوى استعمال الاتصالات الراديوية وتنوع استعمالاتها في توسع مستمر، ويمكن الآن، بفضل خصائص الانتشار الراديوي في ترددات عالية تلبية الاحتياجات الجديدة بالانتقال إلى نطاقات تردد أعلى. وفي حالات كثيرة يستخدم مديرو الطيف بشكل متزايد حلولاً هندسية معقدة من أجل السماح بالاستعمال المتجاور أو المتراكب للترددات وللمناطق الجغرافية، وهو ما يضع مزيداً من الأعباء على كاهل هياكل إدارة الطيف وموظفيها. وتحتاج تلبية الطلبات الجديدة لاستعمال الطيف، في بعض الحالات، إلى نقل العمليات الحالية أو إعادة توزيعها، وينطوي ذلك في الأغلب على زيادة التكلفة. ويتناول هذا الفصل أيضاً الإمكانيات المتاحة للموازنة بين المتطلبات والإمكانات.

والطيف هو من الموارد المرنة جداً، ويمكن إذا ما اتخذت القرارات في وقت مبكر تلبية الاحتياجات الجديدة من الطيف. ويمكن عن طريق التبليغ المبكر عن احتمالات التضارب في استعمال الطيف الوصول إلى حلول ناجعة ومعتدلة التكلفة مع المحافظة على تشجيع نمو الاتصالات. ومن الضروري للعثور على هذه الحلول تطوير أدوات متقدمة لإدارة الطيف. ويحتاج تطوير معدات الاتصالات أو شراء معدات جديدة عادة إلى التزامات طويلة الأجل بسبب تكلفة المعدات وتعقدها، ولذلك ينبغي وضع خطط إدارة الطيف والقرارات المتعلقة بإدارة الطيف لعدة سنوات، وقد يكون من الضروري تلبية طلبات بعض المستعملين وإمكان تأخير الطلبات الأخرى أو زيادة التسامح في التداخل للمستعملين الحاليين، ريثما يتم التوصل إلى حلول إدارية أو تقنية فعالة. ويمكن عن طريق تحديد الأهداف الاستراتيجية الوطنية تمكين مستعملي الطيف وصانعي المعدات من إطار للتطبيق الناجح لتكنولوجيات الطيف والخدمات الجديدة في المستقبل.

ومن أجل تحقيق أقصى المنافع الاقتصادية والاجتماعية من تنفيذ أنظمة الاتصالات الراديوية لا بد من التخطيط الجيد. ومن شأن تخطيط الطيف أن ييسر نمو الاتصالات الراديوية. وبازدياد الطلبات على زيادة الطيف تزداد أهمية تخطيط الطيف ويزداد اهتمام إدارة الطيف بمنع التداخل وتحديد إمكانات الطيف المتاحة لاحتياجات النمو.

ويغلب على المديرين في معظم المساعي التي يضطلعون بها إيلاء الاهتمام للمسائل العاجلة، وقد يحدث في خضم الاهتمام بالمشاكل الجارية عدم الاهتمام بالتخطيط باعتبار أن التخطيط يمكن تأجيله. إلا أن نظام إدارة الطيف، بالنوعية المطلوبة لتيسير النمو الاقتصادي وتلبية الطلبات الحديثة، يحتاج بالتأكيد إلى التخطيط. ولا يستقيم للحكومة ولا لقطاع الأعمال المضي في أي نشاط اقتصادي بنجاح دون تخطيط.

1.2.2 منافع التخطيط مقابل التكلفة

الغرض من التخطيط هو تعزيز المنافع عن طريق الاستعداد للمستقبل. ذلك أن مواجهة ظروف الفوضى الناشئة عن نقص التوجيه أو الاضطرار إلى تغيير الاتجاه بشكل سريع أو بشكل متكرر، إنما ينطوي على تكلفة كبيرة ووقت ضائع وفرص ضائعة. ومن جهة أخرى فإن نقل المعدات المصمَّمة للتشغيل على نطاق معين إلى نطاق آخر (إعادة توزيع نطاقات التردد) يمكن أن يكون عملية مكلفة جداً، ولكنها إذا تمت بناء على تخطيط جيد قد تكون مفيدة من ناحية التكلفة حيث تتيح القيام في وقت مبكر بتطبيق تكنولوجيات محسَّنة وذات كفاءة من ناحية الطيف. أما الخدمات غير المخطط لها التي تتسم بعدم الكفاءة وبزيادة التداخل، فقد تؤدي إلى بطء النمو الاقتصادي وتأخير التنمية. ويؤدي التأخير في تنفيذ الأنظمة بسبب عدم إتاحة الطيف الكافي أو عدم وجود خطة تنظيمية مناسبة إلى خسائر كبيرة لموردي النظام ومشغليه وإلى خسارة للمزايا التي يحققها تشغيل النظام.

وكما هو الحال في أي مهمة، تنطوي إدارة الطيف على تكلفة تتصل بتوفير الموارد المناسبة. ومن هذه التكاليف ما يتصل بجمع المعلومات واستعراضها وحفظها، والتشاور مع المستعملين والممثلين الدوليين وتنسيق المواقف وإعداد الخطط والتفاوض على الاتفاقات. أما الحجج التي تساق ضد التخطيط طويل الأجل للطيف فلا تستند إلى تكلفة الأداء ولكنها تستند إلى أن استعمال الطيف والتكنولوجيا هي مسائل دينامية لا تفيد معها سوى القرارات التي تأتي كردود أفعال أو قرارات التخطيط على المدى القصير. ولذلك، كما يقول أصحاب هذه الحجة، فإن التخطيط لا بد أن تعتريه مثالب، كما أن الخطط غير السليمة تؤدي إلى تكلفة مالية. وقد يقال أيضاً إن إدارة الطيف قد مضت بسلاسة في الماضي دون إسقاطات طويلة الأجل وإن الإسقاطات غير الدقيقة قد تؤدي إلى تخصيصات لخدمات ربما لا تتطور بالشكل المتصوَّر (بسبب صعوبات تقنية أو اقتصادية). ويقولون إن هذه التخصيصات، وإن كان يمكن التغلب عليها نظرياً، فإن من الصعب التراجع عنها من الناحية العملية، بعد أن تكون بعض الخدمات قد بدأت، واستثمر المشغلون أموالاً في المعدات وفي اجتذاب العملاء.

والواقع أن إمكانات التخطيط تزداد صعوبة عند التحول من المدى القصير إلى المدى الطويل، إلا أن عدم التخطيط ليس خياراً مناسباً. بل إن التحول في الاستعمال على المدى القصير هو أكثر تكلفة وهو ما ينتج في معظم الحالات عن عدم التخطيط. فإذا كانت الاستعمالات والخدمات الجديدة لا توافق الترددات العالية (إذا ما كان الطيف لا يزال متاحاً ومتوفراً لزمن معقول) لا يكون هناك مفر أمام مديري الطيف من إفساح المجال لتلك الخدمات الجديدة عن طريق تحريك الاستعمالات والخدمات القائمة غير المحدودة بتردد معين. وتزداد الضغوط من أجل تحويل الاستعمالات القائمة حين تكون الاستعمالات الجديدة ذات قيمة عالية وتوفر فرصاً أفضل للخدمة السريعة والنمو الاقتصادي. والمعايير المتعلقة بتلك القرارات يمكن أن تضع كثيراً من المستعملين في موقف حرج، وكذلك استثماراتهم، إذا لم يتمكن مديرو الطيف من إعطائهم الوقت اللازم للانتقال إلى الاستعمالات الجديدة. وإذا كان التخطيط لا يتيح هذا الوقت المطلوب فإن ذلك سينتج عنه الإبطاء في تنفيذ الأنظمة الجديدة.

ومن الحجج التي تساق في معارضة التخطيط طويل الأجل عدم قدرة مديري الطيف على تحديث الخطط إذا توفرت بيانات أفضل، ولكن المفروض في أي عملية تخطيط، خاصة إذا كان تخطيطاً طويل الأجل، أن تشتمل على جدول لإعادة النظر دورياً في الخطة وإدخال ما يلزم من تعديلات.

وتفقد الخطط فائدتها إذا كانت جامدة أو غير عملية. فمجال إدارة الطيف الراديوي هو مجال دائم الحركة، ويجب ألا تشتمل الخطط بشأنه على قرارات لا يكون الرجوع فيها ممكناً ولا تفضي إلا إلى نتائج محددة، وإنما ينبغي في التخطيط استشراف فترة طويلة من الزمن تمهد السبيل لتحقيق أهداف إدارة الطيف. وأي التزام بالتخطيط على المدى الطويل لا بد أن يتضمن عملية للمراجعة يقوم فيها المديرون بصفة دورية بإعادة النظر في الخطة في ضوء ما يستجد من تطورات.

ومع ذلك فإن مديري الطيف عليهم مسؤولية التخطيط للاستعمالات الجديدة لموارد الطيف المخصصة للاستعمال العام، ويجب أن يتوخى التخطيط تحسين الإدارة والاستخدام الأفضل للطيف وليس توسيع السلطة التنظيمية. وفي تخطيط الطيف قد تخضع بعض نواحي استعمال الطيف وإدارته إلى السياسات العامة، ولكن هناك نواحٍ أخرى تحتاج في تخطيطها إلى خطوات محددة. وإذا توفرت المرونة الكافية في طرق إدارة الطيف فإن هذا يتيح المجال للابتكار ولتغيير الاتجاه، مع أن طرق تحقيق المرونة ذاتها تحتاج إلى تخطيط. إذ من المناسب مثلاً، خاصة في البلدان النامية، أن يكون وضع مبادئ لزيادة الاعتماد على السوق وتنفيذها وزيادة المرونة في عملية إدارة الطيف من العناصر الأساسية في تخطيط الطيف.

2.2.2 التعاريف المتعلقة بتخطيط الطيف

لفهم تخطيط الطيف لا بد أن يكون هناك اتفاق مبدئي على التعاريف. ويمكن تقسيم تخطيط الطيف إلى فئات من حيث الوقت (على المدى القصير وعلى المدى الطويل والتخطيط الاستراتيجي) ومن حيث المجالات المشمولة (استعمال الطيف وأنظمة إدارة الطيف). ولأغراض هذه المناقشة ترد مجموعة من التعاريف في الجدول 2-1. وقد يكون لبعض هذه التعاريف تطبيقات أخرى في مجالات أخرى.

ومن الأفضل أن يُترك تخطيط الشبكات أو الخدمات لمشغلي الشبكة أو الخدمة، ولذلك لا يتناول هذا الدليل هذا الموضوع أكثر من ذلك.

الجدول 2-1

تعاريف

التخطيط قصير الأمد	التخطيط الذي يغطي المسائل التي تحتاج إلى حلول أو الأنظمة التي تحتاج إلى تنفيذ على مدى ثلاث إلى خمس سنوات
التخطيط طويل الأمد	التخطيط الذي يغطي المسائل التي تحتاج إلى حلول أو الأنظمة التي تحتاج إلى تنفيذ على مدى خمس إلى عشر سنوات
التخطيط الاستراتيجي	التخطيط الذي ينطوي على تحديد عدد محدود من المسائل الرئيسية التي تحتاج إلى تركيز انتباه إدارة الطيف عليها من أجل التوصل إلى حلول يحتاج تنفيذها إلى عشر سنوات أو أكثر
تخطيط استعمال الطيف	التخطيط الذي ينطوي على مسائل متعلقة باستعمال الطيف مثل التخصيصات والتعيينات والتوزيعات والمعايير، وما إلى ذلك.
تخطيط أنظمة إدارة الطيف	التخطيط الذي ينطوي على تقنيات إدارة الطيف وأساليب التحليل والتنظيم والموارد والتطبيقات الحاسوبية، وما إلى ذلك.
تخطيط الخدمات أو الشبكات	التخطيط الذي ينطوي على خصائص أنظمة معينة وتشغيلها

3.2 عمليات التخطيط

تشمل عمليات تخطيط الطيف جميع الإجراءات والقرارات المتعلقة بإدارة الطيف التي تتحكم في استعمال الطيف. ويشمل ذلك جوانب التوزيع والسياسات والتعيين وقواعد التخصيص والمعايير. والإجراءات التي تتم في هذه المجالات هي التي تحدد كيفية استعمال النطاقات وكيفية تنفيذ الخدمات الراديوية، وفي بعض الحالات أيّ التكنولوجيات تكون مقبولة، أو ترك مسألة انتشار التكنولوجيات لقوى السوق وحدها. ويُعدّ الجدول الوطني لتوزيع الطيف هو الخطة الأساسية لاستعمال الطيف. وتُعتبر إجراءات التخطيط الأخرى متفرعة عن هذا الإطار.

يُعتبر توزيع الطيف وتعييناته وتخصيصاته ووضع معاييره من الجوانب الأساسية في إدارة الطيف، ووجود خطط تسجّل استعمالات الطيف وتتيح تلبية متطلبات التغير في استعمالاته يمكن أن ييسّر كثيراً عملية تنفيذ خدمات الطيف وأن يساعد في التنمية الوطنية. ويجب أن يراعى في خطط استعمال الطيف عدد من العوامل، منها التغييرات الكبيرة في استعمالات الطيف، والتقنيات الجديدة، والخدمات الجديدة غير المشمولة بالتوزيعات الحالية، وخطط مستعملي الطيف لإجراء تغييرات في المستقبل، واحتمالات الازدحام في بعض النطاقات أو المواقع، وأخيراً التغييرات التي قد تحدث في خطط التوزيع أو التخصيص نتيجة للمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية.

ويكون نطاق خطط استعمال الطيف محدوداً بالمدة التي تغطيها الخطة، أو بمجال الترددات أو الخدمات المشمولة، أو بمسألة معينة أخرى. أما الخطط الطويلة الأجل فتغطي عادة مجالات أوسع، إذ تأخذ في اعتبارها مثلاً نتائج مؤتمر من المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية. ويجب أن تشتمل المعلومات التي يُنظر فيها في سياق تخطيط استعمال الطيف على بيانات عن الاستعمال الحالي والتخصيصات والتوزيعات والتكنولوجيات الحالية واحتياجات الاستعمالات في المستقبل والطيف المتاح. ولكي يكون تحليل استعمال الطيف مفيداً يجب أن يشتمل على تحليل للعوامل الاقتصادية والسياسية غير التقنية. وإذا كانت الحلول التقنية يمكن أن تأخذ المعايير الاقتصادية والسياسية في الاعتبار فمن السهل إعداد الخطط، ولكن الذي يحدث في الغالب هو ضرورة أخذ الموازنات السياسية والقانونية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتقنية في الاعتبار، وفي ضوء ذلك يمكن اتخاذ القرارات النهائية واستخلاص الخطط التي تساعد الإدارة في تحقيق أهدافها. ويتم وضع هذه الخطط عادة بالتنسيق مع توزيعات الترددات المتاحة والسياسات والقواعد واللوائح الوطنية. ويتم في كثير من الحالات وضع خطط مرتبطة بأطر زمنية للتنفيذ. وهذه الخطط، التي لا يتم تنفيذها دفعة واحدة، تتيح الفرصة للمراجعات في المستقبل. ويرد في الجدول 2-2 قائمة بالعوامل التي يمكن أن تؤثر على تخطيط الطيف.

1.3.2 وضع أهداف تخطيط الطيف

يُعتبر تحديد ووضع أهداف تخطيط الطيف جزءاً أساسياً من عملية التخطيط، ويتطلب ذلك النظر في كيفية تعزيز استعمالات الطيف الراديوي. ويدخل في هذا الاستعراض الآفاق المحتملة للتوسع في الخدمات الراديوية الحالية وكذلك دخول خدمات وتطبيقات جديدة والنمو فيها. كذلك ينبغي النظر في التغييرات الحادثة في استعمال الطيف من قِبَل الصناعات ودوائر الأعمال والحكومة والجمهور العام. ولا بد في عملية التعرف على الأهداف وتقريرها أن تتضمن مدخلات من الوكالات

الحكومية الوطنية والمحلية، ومن الصناعات (الكبيرة والصغيرة) ومن جميع المصالح الموزَّعة جغرافياً. وينبغي عمل تقييم لعملية تخطيط الطيف الوطني الحالية ودراسة العوامل التي تحدد مواطن القوة والضعف كما تراها الصناعة والحكومة. ونتيجة هذا التقييم هي التي تشكل أساس وضع أهداف خطة الطيف.

الجدول 2-2

العوامل التي يمكن أن تؤثر على تخطيط الطيف

العوامل السياسية والقانونية	**العوامل الاجتماعية والبيئية**
قانون الاتصالات الوطني	تغيرات الطلب نتيجة لتغيرات الهيكل الاجتماعي
المتطلبات التنظيمية	تغيرات الطلب نتيجة للتغيرات في ساعات العمل اليومية والعُمرية
توزيع الطيف على المستوى الدولي (الاتحاد الدولي للاتصالات)	القبول العام للتطبيقات اللاسلكية
هيئات إدارة الطيف الإقليمية	التلوث الكهرمغنطيسي والتداخل في الترددات الراديوية
الإجراءات الوطنية لتوزيع الطيف	عدم قبول الجمهور لهياكل الهوائيات الكبيرة وانتشار المواقع
إجراءات إدارة الطيف في الإدارات المجاورة	الفضلات في الفضاء الخارجي
سياسة التقييس	
البنية التحتية للاتصالات	**العوامل التقنية**
المسائل المتعلقة بالصناعة	تحرك المستعملين
احتياجات المستعملين	التكنولوجيات الأساسية
الأمن والسلامة العامة	الإلكترونيات الصغرية
	تجهيز الإشارات
العوامل الاقتصادية	تجهيز البيانات في الاتصالات
العولمة	مكونات المعدات
التنمية الاقتصادية الشاملة	إمدادات الكهرباء
هيكل الأسعار والرسوم للمعدات والخدمات	البطاريات
احتياجات السوق ومسائل التسويق	وسائل الاتصالات
الإجراءات والممارسات المتبعة لدى مزودي الخدمة	تقنيات التشوير (الأصل والقنوات) والتشكيل
مزادات الطيف أو رسوم الطيف	تقنيات النفاذ إلى القنوات وأساليب الإرسال
الأثر الاقتصادي للخدمات الجديدة والتكنولوجيات الجديدة	تقنيات انتشار الطيف
	تقنيات التنوع، مثل الوقت والتردد والفضاء
	تصميم الهوائيات وتعزيز استخدامها
	خصائص الهوائيات، اتجاهية أو تكييفية مثلاً
	خفض سوية مخطط الهوائي في الفص الجانبي

2.3.2 عوامل يتعين أن تؤخذ في الاعتبار

تخطيط الطيف، أياً كان تعريف التخطيط، لا بد أن يؤثر على احتياجات خدمات الراديو من الطيف الوطني في المستقبل بشكل عام، على أساس العوامل التكنولوجية والقانونية والاجتماعية والبيئية والسياسية والاقتصادية، وكلها عوامل لها تأثيرها على استعمال

الطيف. ولكي يستطيع مديرو الطيف الوفاء باحتياجات استعمال الطيف فعليهم أولاً التعرف على الاحتياجات الحالية والمستقبلية[29]، وكذلك الطيف المتاح، لكي يتمكنوا من تحديد أفضل الطرق لتلبية تلك الاحتياجات. ويحتاج مديرو الطيف إلى معلومات كافية تتيح لهم إجراء التحليلات اللازمة لبناء تقديرات التخطيط واتخاذ القرارات في هذا الصدد. ويجب أن يكون تحديد الاحتياجات للمستقبل مواكباً للأحداث، تلافياً لإعادة التوزيع في المستقبل (بما في ذلك إعادة توزيع الموارد) فيما يتعلق بالطيف وموارد الطيف. ومن الضروري من أجل الإدارة الفعالة للطيف وجود حصر لمستعملي الطيف وحصر لموارد الطيف المتاحة. وتتوقف هذه الموارد على ما يلي:

- عدد مستعملي الطيف (أي عدد تخصيصات الطيف الممنوحة وعدد المحطات الراديوية)؛
- خصائص المحطات الراديوية؛
- التوزيع الجغرافي للمحطات الراديوية بأقصى درجة من الدقة والتناسق؛
- احتمالات تأثير المحطات الراديوية بعضها على بعض.

سجل الترددات الوطني

تؤخذ المعلومات عادة من السجل الوطني للترددات، ومن الأفضل استكمال هذه البيانات بالمعلومات المتاحة من مصادر أخرى وإدماج تلك المعلومات مع معلومات السجل. والمصادر الأخرى الممكنة هي سجل الترددات الدولي للاتحاد الدولي للاتصالات، والرصد الوطني، وسجلات التفتيش وما إلى ذلك. ومن الموارد التكميلية المهمة وجود قاعدة بيانات تشتمل على قيم محسوبة لمؤشرات استعمال الطيف. وبحسب نوع التخطيط الجاري تكون فائدة قاعدة بيانات استعمال الطيف.

وينبغي استعمال سجلات الطيف الوطني باعتبارها المصدر الأساسي لتقييم الاستعمال الجاري للطيف. ولكي يكون السجل مفيداً في اتخاذ القرارات التي تؤثر على مستعملي الطيف فلا بد أن يحتوي على مستوى مناسب من المعلومات التقنية ومعلومات الإدارة. ذلك أنه إذا كان السجل يحتوي فقط على الترددات واسم المستعمل وموقعه، فإنه لا يكفي لتقديم معلومات مناسبة يمكن على أساسها النظر في المسائل. ومن العناصر المهمة في عملية اتخاذ القرار ما يتوفر من معلومات بشأن المهام التي تؤديها المعدات، والتكلفة المتصلة بتنفيذ النظام، والخصائص التقنية التفصيلية للنظام. وفي الحالات التي يتطلب فيها الأمر النظر في استعمال دولي، يكون من الضروري استكمال معلومات السجل الوطني بالمعلومات المستقاة من النشرة الإعلامية الدولية للترددات الصادرة عن مكتب الاتصالات الراديوية (BR IFIC).

المراقبة

يمكن استعمال المعلومات المستقاة من مراقبة استعمال الطيف، التي تسجل الاستعمال الفعلي للترددات، في استكمال معلومات السجل الوطني. وتشمل مراقبة استعمال الطيف قياس شَغْل الترددات مما يمكّن مديري الطيف من تحديد العلاقة بين المستوى الفعلي لاستعمال الطيف وتخصيصات الطيف، كما أن من شأن المراقبة أن تقدم المعلومات اللازمة في حالة عدم وجود سجلّ.

ولدى تقييم مستوى استعمال الطيف يجب أن يؤخذ في الاعتبار نوع الخدمة، فهناك بعض الخدمات العامة تشكل استعمالاتها مشاكل خاصة في القياس، فعلى سبيل المثال، وبسبب دور الوكالات الحكومية في خدمات الطوارئ وخدمات الدفاع، قد لا تساعد قياسات الاستعمال اليومية في تحديد احتياجات الطيف لهذه الخدمات. لذلك ينبغي توخي الحذر في تقدير استعمالات الطيف من خلال أساليب المراقبة، ويجب إخضاع النتائج لتحليلات جيدة في ضوء المعلومات عن الاستعمالات المتوقعة (انظر الفصل 4).

---

[29] المقصود بتعبير "الاحتياجات" أن يكون مصطلحاً عاماً للاحتياجات الحالية والمستقبلية من الطيف، بما في ذلك مفاهيم الاحتياجات من القدرات، والأنظمة وخصائصها، والترددات المطلوبة المتصلة بذلك.

تبادل المعلومات مع الإدارات الأخرى

كثيراً ما تؤثر نتائج أنشطة التخطيط على مستعملي الطيف خارج الحدود الوطنية، وفي هذه الحالات ينبغي في أنشطة التخطيط أن تأخذ في اعتبارها تنسيق المعلومات والخطط التي يُنظر فيها مع البلدان المجاورة أو المجتمع الدولي ككل. وتختلف المعلومات المقدَّمة باختلاف الإدارات، وفي بعض الحالات تقف مسألة المعلومات السرية حائلاً أمام الوصول إلى المعلومات المناسبة.

الاستفسارات التشاورية العامة

يمكن لإدارة الطيف الوطني أيضاً أن تجمع معلومات من خلال استعمال أسلوب الاستفسارات كجزء من النهج التشاوري العام. ويمكن لإدارة الطيف عن طريق الاستفسارات العامة جمع نطاق واسع من المعلومات عن مواضيع معينة مثل نطاقات الطيف وتقديم الخدمات الراديوية. ويمكن إجراء الاستفسار عن طريق استخدام عملية مفتوحة يتم فيها جمع المعلومات من خلال طلب رسمي مكتوب أو من خلال منتدى لقاء مفتوح، أو من خلال عملية أكثر تقييداً تُستخدم فيها المشاورات المباشرة مع مجموعات وطنية معينة. ويمكن أن تكون هذه المجموعات لجاناً دائمة أو مجموعات مكونة لهدف خاص هو الحصول على أجوبة على الاستفسارات. وأياً كانت الوسيلة فيجب أن تتناول الأسئلة المسائل الأساسية التي تحتاجها الإدارة في اتخاذ قرار تخطيطي معين.

استعمالات الطيف في المستقبل

يجب أن تأخذ أي خطة لاستعمال الطيف في الاعتبار الاستعمالات الوطنية والدولية للطيف في المستقبل، ومن الطبيعي أن سجلات تخصيص الطيف وعمليات المراقبة لا يمكن أن تكون المصدر الوحيد لهذه المعلومات، وإن كان معدل التغير في المعلومات المستقاة من أي من المصدرين، أو مراقبة الاستعمالات التجريبية، يمكن أن يقدم معلومات تكميلية تفيد في التوصل إلى التقديرات المطلوبة.

الاتجاهات الدولية

نظراً لاتساع تنفيذ كثير من الأنظمة الراديوية على مستوى العالم، فإن الاتجاهات الدولية يمكن أن يكون لها دور حاسم في الخطط الخاصة باستعمال الطيف في المستقبل. وحين يتعلق الأمر باستعمال معدات منتشرة على نطاق واسع فلن يفيد البلدان كثيراً أن تقوم بوضع قواعد بمفردها، مثل وضع خطط القنوات، حين تكون المعدات المتاحة مبنية وفق معايير مختلفة. ويمكن التعرف على هذه الاتجاهات من خلال المنشورات العلمية والمهنية وعن طريق التشاور المباشر مع ممثلي قطاع الأعمال والممثلين الحكوميين في البلدان الأخرى وعن طريق المشاركة في لجان دراسات قطاع الاتصالات الراديوية وفي المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية.

تنبؤات استعمال الطيف

من الوسائل الأخرى لمحاولة فهم حالة استعمال الطيف في المستقبل استخدام التنبؤات. ويمكن تعريف التنبؤ بأنه عملية وطريقة لتقدير احتياجات الطيف على أساس إسقاطات. ويمكن أن تنطوي عملية التنبؤ على التوقعات الخاصة بتطبيقات التكنولوجيات الجديدة أو اتجاهات الطلب على الطيف وتقدير آثارها. وقد يبني مديرو الطيف تنبؤاتهم على أساس أساليب تجريبية وعلى أساس أحكام تنطلق من المعرفة.

ولما كان معظم عمليات التخطيط ينطوي على بعض التقديرات الخاصة بالمستقبل فإن الخيار أمام إدارات الطيف هو ما إذا كانت التنبؤات واضحة وتقوم على هيكل سليم، أم أنها ضمنية وتقوم على افتراضات غير معلَنة أو غير مجرَّبة. ومن مزايا الأساليب المنهجية إمكانية تَعلُّمها، كما أن نتائجها قابلة للتكرار. وعلاوة على ذلك فإن الافتراضات والبيانات التي يُعتمد عليها في هذه الطرق مبيَّنة بوضوح وتستخدم أساليب التحليل القابلة لإمعان النظر. ونتيجة لذلك فإن الشروط والقيود المتعلقة بهذه التنبؤات مفهومة. وفي بعض الحالات قد تُستخدم التطورات السريعة والمفاجئة كذريعة لعدم استخدام التنبؤات المتعلقة باستعمال الطيف، إلا أن الابتكارات التكنولوجية نادراً ما تنشأ من فراغ وأن التغييرات الكبرى غالباً ما تحدث في شكل خطوات تدريجية.

ويمكن في تخطيط الطيف استخدام أربعة مصادر للتنبؤ بالمعلومات وهي: المدخلات من الخبراء، وتحليل الاتجاهات، وتتبُّع التكنولوجيا، والخبرات في البلدان الأخرى. وهذه المصادر الأربعة متاحة لمعظم الإدارات. فمدخلات الخبراء تأتي من الاستفسارات

الموجهة إلى الخبراء بشأن تنبؤاتهم في مجال الاتصالات. وكلما كانت المجموعة أكبر وكان النهج محكوماً بشكل أدق كانت النتائج أفضل. وربما تأتي الاستجابات حدسية، إلا أن النظرة البعيدة لهؤلاء الخبراء يمكن أن تلقي ضوءاً كبيراً على أنشطة الطيف ف المستقبل. وينطوي تحليل الطيف عادة على استقراء تجريبي للمستقبل على أساس أداء الماضي. ويفيد هذا النهج على وجه خاص في التنبؤ بزيادة التخصيصات الراديوية في منطقة ما أو في مجال ما وبالوقت الذي يكون فيه مطلوباً التدخل من أجل منع الازدحام في استعمال الطيف. ويمكن الحصول على اتجاهات تجريبية على أساس بيانات أخرى مثل الخصائص التقنية للمعدات، ومنها مثلاً عرض نطاق الإرسال. ففي بعض نطاقات الاتصال المتنقل التماثلي البري تناقص عرض النطاق الذي تعمل فيه المعدات تناقصاً كبيراً لعدة مرات باستخدام المعدات الحديثة. ويمكن أن يؤخذ معدل هذا التناقص في الاعتبار عند تحليل الحاجة إلى طيف إضافي لتلبية الحاجات الجديدة. وإذا استمر الاتجاه في القدرة على نقص عرض النطاق، أو تطبيق تقنيات أكثر كفاءة للتشكيل، فربما أمكن تفادي الحاجة إلى تخصيص طيف إضافي لنفس الغرض. ويمكن أيضاً عن طريق تتبع التطورات التكنولوجية معرفة اتجاهات المستقبل. فالتكنولوجيات التي هي في طور التطوير حالياً قد تصل إلى الأسواق بعد سنوات قليلة، ويساعد تتبع هذه التطورات في المنشورات التجارية والندوات، وكذلك عن طريق الاتصال بالإدارات التي يجري فيها هذا التطوير، في أن يأخذ مديرو الطيف في اعتبارهم آثار هذه التطورات على استعمال الطيف في بلدانهم.

ويحتاج تطويع تقنيات التنبؤ لعملية تخطيط الطيف إلى تحديد دقيق لنطاق مسؤوليات إدارة الطيف القائمة بالتنبؤ. ولما كان مديرو الطيف لا يقومون عادة بتطوير تكنولوجيا الاتصالات فإن دورهم الأساسي كثيراً ما يقتصر على الاستجابة إلى احتياجات المستعملين الراهنة والمقبلة من أجل قيامهم بإدارة الطيف بشكل يؤدي إلى تعزيز الاستفادة من الطيف على المدى الطويل لخدمة المصلحة العامة. لذلك ينبغي أن تقوم التنبؤات بشكل كبير على تحليل تنبؤات المستعملين لاحتياجاتهم من الطيف. ورغم أن هذا النهج له منافع واضحة، بل وضرورة عملية، فإنه ينطوي على مخاطر من حيث قبول تنبؤات المستعملين التي قد تكون مبالغاً فيها من أجل الحصول على قدر أكبر من المورد. ومن البديهي أن تحابي تنبؤات مستعملي الطيف الأغراض التي يريدون الطيف من أجلها، ومن ثم يجب على مديري الطيف ألاّ يعتمدوا إلا على تنبؤات المستعملين التي تصف طريقة التنبؤ والافتراضات التي تقوم عليها وتبين مدى احتمال الخطأ في التنبؤات.

ويمكن لمديري الطيف، من أجل إعداد تنبؤات أكثر فائدة، أن يجمعوا بين خبرتهم ومُدخَلات المستعملين. وربما كان من غير المنطقي أن يقوم مديرو الطيف بالتنبؤ بالنمو لدى المستعملين، إلا أنه بإمكانهم الاستفادة من المدخلات المجمَّعة لتقديرات المستعملين، مع تعديلها وفقاً لتقديرات إدارة الطيف، في التنبؤ بشكل عام باحتياجات المستقبل والمساعدة في عملية توزيع الطيف. ويمكن لمدير الطيف علاوة على ذلك الخروج باتجاهات كمية على أساس بيانات استعمال الطيف من جميع المستعملين.

والواقع أن جميع التنبؤات تنطوي على درجة معينة من المخاطر، إلا أنه يمكن تحسين القرارات الخاصة باحتمالات الطلب على الطيف في المستقبل إذا أخذت في الاعتبار التنبؤات القائمة على تحليلات جيدة والتي يتم التوصل إليها بناء على هيكل حسن الإعداد. وتستفيد إدارة الطيف كثيراً من التنبؤات المتعلقة بالاستعمال والتكنولوجيات والازدحام وما إلى ذلك، خاصة فيما يتعلق بقرارات توزيع الترددات.

3.3.2 تيسّر الطيف

يجب من حيث المبدأ تحديد مدى تيسر الطيف لجميع خدمات الراديو الوطنية، من أجل تلبية الطلبات على الطيف التي يتم تحديدها. وتعتمد إدارة الطيف في هذا الصدد على مدخلات من داخل الإدارة نفسها وكذلك من قائمة الترددات الدولية التي ينشرها الاتحاد الدولي للاتصالات وخطط الاتحاد وأي دراسات إقليمية لتخطيط الطيف.

4.3.2 خيارات التخطيط

يجب وضع خيارات مناسبة لتخطيط الطيف تهدف إلى تلبية الاحتياجات من الطيف على أساس معلومات مستقاة من تحديد تيسُّر الطيف. ويجب في أي تحليل لخيارات الطيف أن يأخذ في الاعتبار العوامل التقنية والقانونية والاجتماعية والبيئية والسياسية والاقتصادية. وينبغي أن يتم في إطار التحليل تقييم مختلف الفرص المتاحة للخدمات في ضوء البيئة الراهنة والمتوقَّعة للاتصالات

الراديوية ولتوزيع الترددات الراديوية. وتوضع توصيات بشأن احتياجات الخدمات التي لا يمكن الوفاء بها ضمن التوزيعات الوطنية الحالية على أساس تلك التحليلات وعلى أساس نتائج مراقبة الطيف. ويجري وضع خيارات توزيع الترددات وتقييم التكلفة النسبية لكل إعادة توزيع و/أو تحريك مستعملي الطيف القائمين.

5.3.2 تنفيذ العملية

تنفيذ مختلف استراتيجيات تخطيط الطيف هي عملية مستمرة. فإدخال خدمات جديدة قد يتطلب تغييرات في جداول توزيع الطيف ومراجعات للوائح الوطنية ولوائح الاتحاد الدولي للاتصالات. وتجري مراجعات اللوائح الدولية في المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية التي تُعقد دورياً.

6.3.2 عملية التكرار

يمكن إعادة تقييم القرارات السابقة على فترات دورية أو حين تجدّ أحداث معينة، وتعديلها عند الضرورة على أساس المعلومات الجديدة. فالعملية التخطيطية هي عملية مستمرة تقوم على الاستكشاف وتجهيز البيانات أكثر منها عملية خطية. ويمكن الاحتفاظ بسجل بجميع التغييرات بحيث يتكون سجل تاريخي لجميع التطورات من أجل التخطيط طويل الأجل.

7.3.2 خطة لدعم تخطيط الطيف الراديوي

سعياً إلى دعم تخطيط الطيف، قد تعمد الإدارات إلى وضع وتطوير خطط للتطبيق المستمر أو لفترات معينة من الزمن (سنوياً أو لفترات أطول) لتحديد الاستخدام الفعلي للطيف، وذلك التماساً للتعقيبات على عملية التخطيط.

مراجعة الترددات المخصصة. من المريح وضع وتنفيذ خطة مستمرة لمراجعة التردد المخصص من أجل تحديد الاستخدام الفعلي والفعال لتخصيصات الطيف. وينبغي لأهداف هذه الخطة أن تركز على ما يلي:

- التحقق من صحة جميع المعلومات المتعلقة بالترددات المخصصة وتوحيدها؛
- ضمان استخدام الترددات المخصصة بشكل صحيح وإدراج هذه التخصيصات في قواعد بيانات إدارة الطيف المؤتمتة ومراقبته؛
- التحقق من أن الترددات المخصصة ضرورية لتوفير خدمات الاتصالات وممارسة أنشطة الاتصالات، وفقا لتراخيص استخدام الطيف؛
- التأكد من أن تخصيصات الترددات تتبع اللوائح القائمة؛
- تحديث السجل الوطني للترددات مع توفير المستوى المناسب من الإدارة والمعلومات التقنية عن التجهيزات والمواقع والمعلمات التقنية التفصيلية.

خطة قياس الطيف الترددي. من المريح تصميم وتنفيذ خطة لمراقبة الطيف، يمكن القيام بها سنوياً، من أجل تحديد المعلمات التقنية للمحطات الراديوية المرخص لها. ويمكن لأهداف هذه الخطة أن تركز على ما يلي:

- تحديد ما إذا كانت المحطات الراديوية تعمل وفقاً للمعلمات المرخص بها؛
- تحليل شغل الطيف وسهولة إعادة تخصيص و/أو توزيع الترددات الراديوية في مساحة أو منطقة معينة؛
- المساعدة على منع تداخل الترددات الراديوية أو إيجاد حل لها؛
- مراجعة وتحديث عمليات تخطيط الطيف بشكل دائم من أجل تحسينها وتعزيز كفاءتها وفعاليتها.

خطة وجهة الطيف لأغراض محددة. ينبغي أن يكون لدى الإدارات خطط لتحديد وجهة نطاقات التردد لاستخدامات محددة. ومن أهم الأهداف هو توزيع نطاقات التردد لأغراض الأمن القومي وأوائل المستجيبين في عمليات الإغاثة. وينبغي أن تركز هذه الخطة على ما يلي:

- تحديد نطاقات التردد لأغراض الدفاع؛
- تطوير وتحديث خطط قنوات التوزيع وخطط التردد باستمرار في المستوين المحلي والوطني.

وكذلك يستحسن التواصل مع الإدارات لوضع خطط للتكنولوجيات الجديدة.

إعادة توزيع الطيف. من المريح وضع وتنفيذ برامج لإعادة توزيع الطيف. ويمكن لهذه الخطة أن تركز على ما يلي:

- تحديد الاستخدام الجديد للترددات الراديوية؛
- تحليل شغل الطيف الحالي والمعاد توزيعه في مساحة أو منطقة معينة؛
- تحديد ما هي نطاقات التردد التي ينبغي أن تخضع لإعادة التوزيع وفقاً للاتجاهات الدولية ولوائح الراديو لدى الاتحاد واحتياجات البلد والتطورات التكنولوجية.

4.2 النهج التشاوري

يقوم نهج التشاور على أساس أن بوسع إدارة تخطيط الطيف، من خلال إجراءات التعاون التي تشمل، قدر الإمكان، مستعملي الطيف ومزودي الخدمات وصناع المعدات، التوصل إلى تحديد دقيق بشكل معقول وفعال من حيث التكلفة للاحتياجات الطويلة الأجل من الطيف واستعمالاته. وتأخذ المشاورات في الاعتبار المدخلات التحليلية والحدسية لمديري الطيف، مع ترك المسؤولية عن التحليلات والتنبؤات، قدر الإمكان، لأولئك الذين يتأثرون بها أكثر من غيرهم، أي المستعملين الذين هم أدرى بمدى التفصيل الذي يرغبون فيه في تحليل العوامل. وبالنظر إلى التغيرات السريعة في صناعة الاتصالات الراديوية فإن هذا النهج يمثل خياراً أقل تكلفة بالنسبة لإدارات تخطيط الطيف.

1.4.2 استقصاء الاحتياجات من الطيف/الخدمات في المستقبل

يبدأ نهج التشاور بإصدار إعلان عام مبدئي لإبلاغ جميع الأطراف المهتمة بالعزم على وضع خطة للطيف، أو في بعض الحالات خطة لمكونات استراتيجية معينة فيما يتصل بالطيف، يطلب منهم تقديم جميع البيانات المتصلة بالخطة. ويجب أن يوزَّع هذا الإعلان بشكل واسع ومفتوح، ويُستحسن أن يكون في نشرة رسمية لها قرّاء كثيرون. وهذه الطبيعة المفتوحة للإعلان أساسية لإثارة أكبر اهتمام ممكن والحصول على معلومات من مختلف مشغلي الأنظمة، وفي المقابل فإن وضع قيود على تعميمها سيحد من مدى الاستجابة. أما في البلدان التي لا توجد فيها هذه الطريقة من الإعلانات الرسمية أو في الحالات التي يكون الوقت فيها ضيقاً، فقد يكون استعمال الهيئات الاستشارية القائمة نهجاً فعالاً في جمع المعلومات. وتتم عملية المشاورات هذه في بعض البلدان عن طريق متعاقدين من الباطن أو عن طريق جهات استشارية تقام لهذا الغرض.

ويجب تحديد نطاق الاستقصاء والجدول الزمني لقبول الردود التي يُتوقع أن تصل من الجماعات المستعملة للطيف ومزودي الخدمات الراديوية وصناع المعدات والمنظمات الحكومية بما فيها القوات المسلحة ومن الجمهور العام. ويمكن لإدارة تخطيط الطيف أن تطلب هذه الردود بشكل مكتوب أو من خلال الحوار المباشر. ومن أجل تمام الاستفادة والانفتاح في هذه العملية العمومية، يحتاج الحوار المباشر عادة إلى تسجيل تقرير مكتوب في السجل الرسمي للاستقصاء. وفي جميع الحالات، تشكّل الردود الواردة من هذه المجموعات أساس تحديد الاحتياجات من الطيف كما تساعد في توجيه القرارات المتعلقة بتخطيط الطيف.

ويشترك في تقديم المعلومات في هذه العملية التشاورية، كما ذُكر آنفاً، عدد من الفئات: فمجموعات المستعملين هم مستعملون نهائيون لخدمات الاتصالات ولهم مصلحة مباشرة في تلقي أفضل الخدمات بأقل الأسعار. وبإمكان هذه الجماعات أن تبيّن احتياجاتها من الخدمات الراديوية الجديدة أو الموسَّعة. ومزودو خدمات الاتصالات الراديوية هم الكيانات التجارية التي تقدم هذه الخدمات إلى المستعملين النهائيين. ولدى مزودي الخدمة توقعات بشأن نمو الخدمة على أساس عمليات المسح والخبرة العملية في مؤسساتهم. ويمكن أن ينتج عن نمو الخدمات زيادة في الطلب على الطيف. أما صانعو الأجهزة الراديوية فلهم مصلحة في نمو الأنظمة الراديوية، ويمكنهم تقديم ملاحظات تقنية بشأن ملاءمة مختلف نطاقات التردد للخدمة الراديوية المقترحة، إلى جانب تنبؤات بشأن التقدم التكنولوجي الذي يمكن أن يحسّن من كفاءة استخدام الطيف.

ومستعملو الطيف الحكوميون، سواء على المستوى الوطني أو المستويات المحلية، لهم احتياجاتهم من الطيف من أجل أنظمة الاتصالات الراديوية في المستقبل. ومع أن بوسع الخدمات التجارية أن تفي بجزء من المتطلبات الحكومية فإن بعض هذه المتطلبات قد يكون من النوع الفريد الذي يحتاج إلى توزيع مخصَّص من الطيف وأنظمة راديوية فريدة. ويمكن أن تنطوي بعض هذه الأنظمة على مسائل تهم الأمن القومي تجعل المعرفة بهذه الأنظمة غير متاحة للعموم. ومن واجب الهيئة التنظيمية المحافظة على حماية هذه المعلومات.

والمبدأ الذي تستند عليه عملية التشاور هو أن المستعملين ومزودي الخدمة وصانعي أجهزة الاتصالات هم أقدر من يستطيع تقييم الاحتياجات من الطيف. وبما أنهم يديرون أعمالاً أو يؤدون وظائف حكومية فلا بد أنهم قادرون على تقييم احتياجاتهم وتكاليفها وحاجة المستعملين، وإلا فلن ينجحوا في أعمالهم أو مهنتهم. ولذلك يجب على المشاركين أخذ العوامل المجتمعية والاقتصادية في الاعتبار في ردودهم، وتحديد تلك العوامل عند ذكر احتياجاتهم.

وبما أن الذين يحتاجون إلى الطيف سوف يردون على الاستبيان، فقد يوجد بعض الميل المفهوم للمبالغة في تقدير احتياجاتهم من الطيف والخدمات. لذلك ينبغي أن يستخدم مديرو الطيف الوطني أسلوب الحوار التفاعلي وتحليلاتهم الخاصة باتجاهات استعمال الطيف للمساعدة على تحقيق درجة كافية من الدقة.

2.4.2 التفاعل فيما بين الجماعات التمثيلية ومعها

يمكن أن تتم عمليات التشاور الرسمية باتباع نهج متعدد الخطوات ومتكرر. ومع أنه يمكن أن يحدث التفاعل بين الأطراف المهتمة عن طريق الردود الرسمية والردود المقابلة على استبيان عام فإن هذه العملية تزيد من الوقت المطلوب للانتهاء من عملية الاستفسار. وهذا الوقت له قيمة كبيرة في كثير من الحالات من حيث أنه يتيح لهيئة إدارة الطيف الوطنية فرصة كافية للنظر في المسائل، كما أنه يضمن تسجيل جميع الأفكار والنظر فيها.

ومن أجل تعزيز التفاعل، والتسريع بالعملية في بعض الحالات، قد يكون من المناسب عقد لقاءات مع ممثلي أهم مجموعات المجيبين على الاستبيان (إن وجدت) أثناء فترة الاستقصاء. ويتيح هذا التفاعل فرصة لإقامة حوار بين جميع المستعملين ومزودي الخدمة والمنظمين لتوضيح الهدف من العملية والحد من إمكانية المبالغة في الاحتياجات من الطيف. ومن شأن هذه العملية أن تضع كل احتياج من الاحتياجات في سياق الاحتياجات الأخرى (الجديدة منها والقديمة) مما يضفي جواً من الواقعية على المفاوضات بشأن تخصيصات الطيف وفي النهاية على نتائج التخطيط. وفي كثير من الحالات يساعد هذا الحوار الأطراف المهتمين على مراجعة طلباتهم من خلال عملهم مع الآخرين.

وهناك مبادرات، مثل تكوين مجموعات عمل مواضيعية، يمكن فيها للأطراف المهتمة تقديم المعلومات ووجهات النظر للإدارات تحضيراً للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية، وبيان الاتجاهات لديهم بشأن استخدام الطيف والاحتياجات المحتملة في المستقبل، وغيرها من المواضيع التي يمكن أن تساعد الإدارات على جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات لتؤخذ في الاعتبار في عملية اتخاذ القرار.

وتستخدم بعض الإدارات الآن مختلف الأدوات على الإنترنت لتسهيل تبادل وجهات النظر وتوسيع دائرة التشاور لتشمل أصحاب المصلحة غير الممثَّلين من قبل، ومن هذه الأدوات منتديات تنمية السياسات/التخطيط وبث المناقشات مباشرة على الإنترنت ونشر التعليقات الواردة على الموضوع.

5.2 النهج التحليلي

يشمل النهج التحليلي تحليلاً تفصيلياً للعوامل التي تؤثر على اتجاه التنبؤ. ويجري تحويل الافتراضات والاستنتاجات الخاصة بالتحليل إلى أرقام شاملة يتم حسابها رياضياً بمساعدة البرمجيات المتخصصة. وهناك برمجيات تستعمِل طرائق مثل طريقة مونت كارلو للتحليل يمكن أن تساعد كثيراً في هذا النهج. ومن مزايا هذه الطريقة التي تجمع بين التحليل والحسابات الرياضية ما يلي:

- هي طريقة شاملة من أسفل إلى أعلى تقوم على أساس بيانات تفصيلية تستخدم للحصول على نتائج وتسجيلها.
- بيانات العوامل المؤثرة مستقاة من إحصاءات السنوات السابقة، ويمكن استقراء بيانات السنوات المقبلة من هذه الإحصاءات.

- إمكانية تحديد الترجيح لكل عامل مؤثر باستخدام عمليات المسح ومواد البحث الأخرى (ومنها مثلاً تقييم الدراسات الخارجية، والتقارير التقنية، والمواد الإعلانية).
- القدرة على الفور من تحديد أي تأثير يغيّر أي عامل مؤثر فيما يتعلق بالنتائج المتنبأ بها.
- الطريقة التحليلية لا تحتاج بالضرورة إلى مدخلات كبيرة من خارج منظمات إدارة الطيف ويمكن استخدامها باستعمال الإحصاءات المتاحة.
- الطريقة التحليلية شاملة وتفصيلية تستخدم إحصاءات يُعتمد عليها وتفضي إلى نتائج موضوعية نسبياً.

ويتطلب تنفيذ النهج التحليلي خمس خطوات هي:

الخطوة 1: تحليل دقيق للوضع الراهن؛

الخطوة 2: وضع افتراضات معقولة فيما يتعلق بالعوامل المؤثرة (انظر الجدول 2-2)؛

الخطوة 3: وضع سيناريوهات (انظر البند 6.2):

- سيناريو يُعتمد عليه أو تحليل للحساسية، بقدر ما يمكن التنبؤ به، يحدد العناصر التي لا يوجد يقين حولها وأسباب ذلك،
- سيناريوهات أخرى تركّز على أهم عناصر عدم اليقين؛

الخطوة 4: تقييم السيناريوهات:

- من ناحية اكتمال العناصر وصلاحيتها والمخاطر التي ينطوي عليها كل منها، ومزاياها وأولوياتها؛

الخطوة 5: عرض مجموعة من النواتج الحاسمة.

6.2 نهج السيناريو

السيناريو هو تسلسل افتراضي للأحداث على أساس حدوثها في الماضي والتطورات الممكنة في مجال معين (مثل الاتجاهات السكانية في البلد) أو التطورات التي تحدث في فترات معينة من الزمن يتصل، بشكل أو بآخر، بعضها ببعض. والسيناريو ليس تنبؤاً في حد ذاته ولكنه تكملة لأساليب التنبؤ التقليدية حيث يقدم سجلاً بالتتابع الممكن لأحداث معينة تتصل بناحية ذات اهتمام خاص من نواحي النظام.

ويمكن في سياق التخطيط استعمال السيناريوهات للمساعدة في التنبؤ بالتطورات المحتملة. ومن فوائد السيناريوهات ما يلي:

- زيادة مصداقية التنبؤات وتفسير المخاطر (الموثوقية)؛
- استبانة الخيارات الاستراتيجية الممكنة.

وتعتمد السيناريوهات على العوامل المؤثرة الرئيسية، أي العوامل السياسية والقانونية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتقنية (انظر الجدول 2-2). ويمكن وضع السيناريوهات بطريقة منهجية بتشكيلات مختلفة من العوامل والتقديرات على درجات مختلفة من الاحتمالية.

وقد يكون عدد من العوامل مشتركاً، بالمعنى الواسع على الأقل، بين جميع السيناريوهات أو معظمها. وهذه العوامل هي العوامل المفضّلة التي يقوم على أساسها تخطيط الطيف. وتكشف الخطة نواحي الاختلاف الأخرى بوضوح، وهي تمثل عوامل المخاطرة في الخطة. ويمكن عرض هذه العوامل إلى الخبراء بشكل واضح لم يكن ليتسنى لهم لولا إعداد السيناريو. وهي تمثل أيضاً المجالات التي ينبغي فيها، أكثر من غيرها، مراقبة التغيرات والاتجاهات الناشئة.

ومفهوم "نهج السيناريو" قد يكون أكثر فائدة في التخطيط طويل الأمد لإدارة الطيف لأن الاتجاهات والاحتياجات تكون أقل تحديداً على المدى الطويل. إذ من المتوقع مثلاً أن يؤدي التقارب في مجالي الاتصالات والبث الإذاعي، بفضل التكنولوجيات

الجديدة، إلى زيادة كبيرة في عرض النطاق اللاسلكي للاستعمالات المنزلية وإلى التوسع كذلك في قدرات الخدمات المتنقلة. وهذه التغيرات من الصعب التنبؤ بها، ومن الأصعب إدخالها في عملية التخطيط، فهي تتحدى تحليل الاتجاهات كما أنها ليست تغيرات تدريجية. وقد تتطلب التغييرات الجذرية تعديلات جذرية في الافتراضات المتعلقة بتخطيط الطيف مما يفضي إلى تعديلات في الخطط.

ويمكن أن يتضمن نهج السيناريو إجراءات لتصوُّر عدد من التغييرات الأخرى في المجالات غير الراديوية، مثل التغيرات في سلوك المجتمعات ودوائر الأعمال التي قد تحدث في فترة زمنية معينة. وهذه التغييرات يمكن أن ينتج عنها عدد من السيناريوهات المختلفة التي يمكن أن تحدث كلها ولكنها متنافية، بمعنى أن حدوث أي منها يمنع حدوث السيناريوهات الأخرى. ويمكن حينئذ تحليل احتياجات الاتصالات وإدارة الطيف في كل من هذه السيناريوهات.

وتقوم الإدارة الوطنية للطيف باختيار طريقة من بين عدة طرق لتقييم السيناريوهات من حيث تأثيرها المحتمل على استعمال الطيف، وذلك وفقاً للنظرة الوطنية والموارد المتاحة والإطار التنظيمي للطيف في البلد. ويمكن في تقييم السيناريوهات التي تؤثر على استعمال الطيف الاعتماد على النهج التشاوري أو التحليلي أو على مزيج من كليهما. ويمكن أن يكون التقييم تفصيلياً يأخذ في الاعتبار جميع العوامل المحتملة، أو قد يكون قاصراً على النظرة العامة. كذلك يمكن أن تكون مسؤولية النظر في العوامل هي مسؤولية إدارة الطيف الوطني في المقام الأول كما يمكن توزيع المسؤولية على عدد من الدوائر المهتمة. ويساعد تقييم السيناريوهات في النهاية على تكوين أساس للقرارات التي تتخذها إدارة الطيف الوطنية فيما يتعلق بتوزيع الطيف أو اللوائح التنظيمية.

7.2 اتجاهات الاستعمال

ينبغي مقارنة نتائج أي استقصاء بالمتطلبات القائمة على تحليل اتجاهات الاستعمال لخدمات الراديو الراهنة. ولا شك أن توقعات زيادة الاحتياجات من الطيف لاستعمال السكان في مجتمع مستقر أو متناقص هو أمر يثير الشك ما لم يكن نقص الخدمات في المرحلة الراهنة هو الذي يحدّ من الزيادة في عدد المستعملين. ومن جهة أخرى فإن استقراء بيانات الاستعمال وحساب الطيف المطلوب بافتراض استعمال تكنولوجيات ذات كفاءة عالية في استخدام الطيف يوفر لمنظمي الاتصالات تقديراً تقريبياً للاستعمال في المستقبل يمكن مقارنته بنتائج الاستقصاء. وقد يؤدي التنبؤ القائم على اتجاهات الاستعمال إلى نتائج خاطئة في الحالات التي تسير فيها الاتجاهات في شكل غير خطي (أي في حالات مفاجئة). ففي هذه الحالات قد يزيد الاستعمال في شكل طفرات في المستقبل القريب بسبب قفزة تكنولوجية جديدة وربما، وهو الاحتمال الأغلب، بسبب انخفاضات كبيرة في أسعار الخدمة. ويركز النهج التشاوري على العمليات العالية الكفاءة من ناحية التكلفة، ولذلك يجب تقييم تحليل اتجاهات الاستعمال من حيث زيادة الدقة التي يُتوقع أن تنتج عن هذه التحليلات.

ومن شأن اتباع اتجاهات الاستخدام أن يزود الإدارة ببعض التحذيرات المبكرة عن الاستخدام غير الفعال أو الاستخدام المتناقص للطيف. وتساعد هذه الإنذارات المبكرة الإدارات على الشروع في البحث عن أفضل طريقة لاستخدام الطيف في المستقبل القريب. وهنالك في الفصل 8 بعض القياسات المفيدة لكفاءة استخدام الطيف.

8.2 مناهج تكميلية

ينبغي في عملية التخطيط النظر في إمكانية استعمال مناهج تكميلية واعتمادها حيثما كان ممكناً. فالاعتماد على قوى السوق في توزيع موارد الطيف وزيادة المرونة في الإدارة يمكن أن يخففا بعض العبء المتصل بعملية التخطيط. ويمكن أن تؤدي زيادة الكفاءة الناتجة عن الحوافز في السوق إلى تخفيف العبء عن مديري الطيف من حيث تغيير التوزيعات أو اتخاذ قرارات على أساس التحليل الهندسي التفصيلي. ومن شأن زيادة المرونة في تخصيص الترددات وتوزيعها واستعمالها أن تساعد الإدارة في جعل العمليات الإدارية أكثر اتساقاً مع الحاجات المتطورة في سوق الطيف.

ولا يمكن لأي نظام للتخطيط والإسقاط أن يتنبأ بجميع متطلبات الأنظمة أو الخدمات في وقت مبكر يسمح بتسهيل دخول هذه الأنظمة والخدمات إلى بيئة الطيف. وإذا أمكن تلبية متطلبات لم تكن متوقعة دون أن تشكل عبئاً كبيراً على هيكل التوزيع القائم، فإن ذلك دليل على أن الهيكل يتسم بمرونة كافية تطغى على نواحي القصور في التخطيط.

ويساعد استعمال السجلات القائمة، وفي بعض الحالات إلى عمليات المراقبة لاستبانة الطيف (المخصص) القليل الاستعمال أو غير المستعمل، في تحديد الترددات التي يمكن استعمالها في المستقبل. ذلك أن حصر هذه الترددات يوفّر مورداً جاهزاً.

ومن الطرائق الأخرى الممكنة لزيادة المرونة حجز مقدار من الطيف للاحتياجات غير المحددة. ذلك أن وجود نطاقات غير مستعملة بحجم يكفي لتلبية الاحتياجات غير المتوقعة يتيح اتخاذ إجراء سريع وبسيط في حالة وجود تضارب، إذ يمكن في هذه الحالة تزويد الأنظمة الجديدة بالطيف، كما يمكن سحبه منها إذا لم يتم تشغيل الخدمة. ومن المناهج الأخرى لإقامة احتياطي من الطيف وإدارته، تحديد نطاقات التردد أو أجزائها في فترة طويلة قبل إتاحتها للمستعملين، مع إمكانية فتح جزء من الطيف كل سنة أو سنتين في مجال مختلف من مجالات الطيف. ويمكن أن تكون فترة عشر سنوات فترة معقولة في هذا الصدد. ويمكن أن تتحكم في هذه الدورة الطبيعية مدة التقادم التي يتم تحديدها للمعدات المستعملة في هذا النطاق. ومن شأن هذا الترتيب أن يتيح مرونة للابتكار كما يتيح للمستعملين الحاليين فترة إنذار كافية لإخلاء تخصيصاتهم.

ومن التأثيرات غير المرغوبة للاحتفاظ بجزء من الترددات كاحتياطي طويل الأجل ما يرتبط بهذا الاحتفاظ من عدم الكفاءة في وجه الطلبات المتزايدة. ومع ذلك قد يكون من الأفضل الاحتفاظ باحتياطي إذا كان يوفر التكاليف الباهظة الناتجة عن إجراء تغييرات غير مخطط لها في الأنظمة الأخرى. ذلك أن قرارات نقل مستعملين حاليين من أجل إفساح المجال للابتكارات الجديدة يمكن أن تكون مكلفة للغاية ومثيرة للارتباك إذا لم يكن أمام مديري الطيف الوقت الكافي للتحسّب لهذه التغييرات. وينتج عن هذه التكلفة وهذا الانقطاع دوافع قوية لدى المستعملين الحاليين للمقاومة الشديدة لأي جهود لإعادة توزيع الطيف مما قد يعيق أو يؤخر إدخال الخدمات الابتكارية الجديدة. ويفيد وجود احتياطي في تهيئة المرونة التكنولوجية والسياسية اللازمة لمديري الطيف في مواجهة الاستعمالات الجديدة غير المتوقعة، والمرغوبة اجتماعياً، لموارد الطيف.

9.2 تخطيط واستعراض نظام إدارة الطيف

تشتمل عملية التخطيط لإدارة الطيف الوطني على أنشطة متنوعة، منها التنظيم وأساليب التحليل وقدرات تجهيز البيانات. وينبغي أولاً تحديد التغييرات المطلوبة. وعلى هذا الأساس يمكن وضع خطة لتحسين تلك النواحي في النظام الوطني. وبعد اكتمال الخطة تبدأ عملية التحسين التدريجي في نظام الإدارة. حيث تبرز في هذا المجال مثلاً أهمية وضع خطط محددة لتحسين نماذج البرمجيات وجمع البيانات وتحسين القدرات الحسابية واسترجاع البيانات. ويحتاج الأمر أيضاً إلى خطط محددة لتنفيذ مفاهيم السوق والمرونة. ويجب وضع جدول زمني، وفقاً للتمويل المتاح، لإدخال تحسينات نوعية في نظام إدارة الطيف ومهام التحليل والتقييم، وفقاً للأولويات.

وينبغي دورياً استعراض المجالات التالية المتعلقة بتخطيط الطيف:

- عملية اتخاذ القرار وخيارات التمويل؛
- الإجراءات التنظيمية؛
- التجهيزات والبرمجيات الحاسوبية والشبكات؛
- الاحتياجات من قواعد البيانات؛
- عملية التنسيق عبر الحدود؛
- المشاركة في الأنشطة الدولية والإقليمية؛
- تقنيات التحليل؛
- قدرات المراقبة/التفتيش؛
- عمليات وضع المعايير والموافقة النمطية.

10.2 تنفيذ التخطيط

يمكن تنفيذ التخطيط، سواء لاستعمال الطيف أو لتنمية المرافق الأساسية لنظام إدارة الطيف، إما على المدى القصير أو المدى الطويل أو على أساس استراتيجي. ويحتاج كل نهج من مناهج التنفيذ إلى التزام بنشاط منتظم، وحسب جدول زمني في بعض الحالات. والتخطيط الذي يعتمد على رد الفعل للحالات الطارئة أو آثارها ليس تخطيطاً. لذلك تبدأ الخطوة الأولى في تنفيذ التخطيط الناجح بوضع عملية معترف بها للنظر في المسائل وتحديث الخطط، وهذه العملية يجب أن تشتمل على وسائل محددة لتنفيذ التخطيط على المدى القصير أو على المدى الطويل أو التخطيط الاستراتيجي. ولا يخضع التخطيط القصير الأمد أو التخطيط الاستراتيجي للأطر والصيغ المعروفة لأنه يتناول مسائل محددة أو تحتاج إلى التركيز عليها. ومع ذلك يجب، في هذين النوعين من التخطيط، تحديد الاحتياجات والموارد المتيسرة وقرارات السياسة العامة والتنفيذ. أما الخطط الطويلة الأمد فيناسبها بوجه عام النماذج القياسية، وهي تغطي عدداً من المجالات كحد أدنى.

ويعتمد تقييم المسارات التي يمكن اختيارها لعملية التخطيط، كما جاء في الجدول 2-2، على العوامل السياسية والقانونية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتقنية. ويجب على كل إدارة أن تنظر في آثار الخطط على عملائها وعلى الإدارات المجاورة وعلى صانعي المعدات ومقدمي الخدمات ومستعملي الطيف. ويجب اتخاذ القرارات على أساس الأولويات الوطنية، ولذلك لا يمكن تطبيق قواعد بسيطة تحدد كيفية النظر في تلك العوامل.

1.10.2 التخطيط القصير الأمد (من ثلاث إلى خمس سنوات)

يُعتبر التخطيط القصير الأمد هكذا لأنه يفتقد إلى اتصال الإطار الزمني من البداية إلى النهاية. مثال ذلك يمكن اعتبار خطة تخصيص الترددات لنظام وطني جديد بدأ إنشاؤه بالفعل تخطيطاً قصير الأجل، لأن من المفترض أن يبدأ النظام في سنوات معدودة، ولذلك تحتاج الخطط إلى أن تتحول بسرعة إلى أعمال وتكون الخيارات محدودة، خاصة فيما يتعلق باختيار نطاقات التردد. وفي هذا السياق لا يمكن مثلاً تنفيذ خيارات نقل مستعملين حاليين على المدى الطويل. ومع ذلك ينبغي اتباع خطوات التخطيط، إذ يجب في سياق تلبية هذه الحاجة الجديدة استعراض استعمالات النطاقات المعنية، بما في ذلك استبانة أي ترددات غير مستعملة أو قليلة الاستعمال. وينبغي تقييم المسائل المتعلقة بالملاءمة مع المستعملين الحاليين وسؤال الأطراف المهتمة عن أي مقترحات بشأن أفضل السبل لتشغيل الاستعمال الجديد. وقد يكون من الضروري إنشاء لجان تنسيق أو تفاوض للتغلب على نواحي التضارب. وقد يكون من الضروري أيضاً التوصية بإدخال تعديلات على تصميم النظام أو وضع حدود للتشغيل لتمكين تنفيذ النظام الجديد. وينبغي النظر في العوامل الواردة في الجدول 2-2 وكذلك في الاتفاقات الدولية التي توجه الخيارات الوطنية أو تحد منها. ويمكن استخدام الأدوات التحليلية، مثل نماذج تخصيص الترددات، في وضع خطة التخصيصات.

وينتج عن معظم الخطط القصيرة الأمد وثيقة ما تحدد القرارات وتبين أسلوب العمل المختار والمعلمات اللازمة لتحقيق الهدف.

وعلى المدى القصير، تصبح البيئة غير المرنة من الاعتبارات المهمة. لذلك يجب أن توضع الخطة القصيرة الأمد بحيث تستطيع التواؤم مع البيئة القائمة. ومع ذلك فإن الآثار المترتبة على التخطيط القصير الأجل هي في معظم الحالات طويلة الأجل لأن الاستعمال الجديد للطيف أو القدرة الجديدة لإدارة الطيف مستمر لفترة طويلة.

وينبغي أن تكون الخطة القصيرة الأمد شاملة قدر الإمكان بحيث تحقق المتطلبات الوطنية من الطيف لأنظمة الاتصالات الراديوية، القائمة منها والمحتملة، ضمن الإطار الزمني للخطة. وتؤدي الخطة القصيرة الأمد أيضاً إلى ما يلي:

- مراجعة الجدول الوطني لتوزيعات التردد؛
- صوغ المواقف الوطنية بشأن جداول أعمال المؤتمرات الدولية للاتصالات الراديوية؛
- مراجعة اللوائح والسياسات والمعايير الخاصة بالطيف.

2.10.2 التخطيط الطويل الأمد (من خمس إلى عشر سنوات)

يتم معظم التخطيط حالياً على المدى القصير. إلا أن التخطيط الطويل الأمد ضروري من أجل ضمان أن تحقق موارد الطيف دعماً كافياً للأهداف الوطنية. إذ يمكن للخطة أن توفر الأساس للإدارة الفعالة للطيف بما يضمن التوزيع الكفء للطيف وتخصيص الترددات بشكل يتيح الفرصة أمام احتياجات الأنظمة الجديدة من الطيف وتطبيقاتها. ومن شأن الخطة طويلة الأمد أن تسهل عملية اتخاذ القرارات من حيث أنها توفّر أساساً للنظر في السبل الممكنة للعمل وتقييمها. وينبغي في التخطيط الطويل الأمد أن يسعى إلى تحقيق ما يلي:

- اتخاذ قرارات اليوم بشأن استراتيجيات تخطيط الطيف مع مراعاة الآثار التي تترتب عليها في المستقبل؛
- تحديد الآثار المتوقعة للقرارات المتخذة في الماضي على المستقبل؛
- تعديل القرارات دورياً لمواكبة الظروف المتغيرة.

ويبين الجدول 2-3 العديد من المجالات التي ينبغي تغطيتها كحد أدنى في الخطة الطويلة الأجل. ومع ذلك فإن الخطة يمكن ألاّ تقتصر على هذه المجالات.

ويجب أن يكون التخطيط الطويل الأمد شاملاً لدرجة تكفي لتلبية الاحتياجات الوطنية من الطيف لأجهزة الاتصالات الراديوية المعروفة والمتوقعة في الإطار الزمني المعني.

ومن جهة أخرى فإن التخطيط طويل الأمد يتصف بقدر كبير من المرونة. إذ يمكن نقل الاستعمالات الحالية، تبعاً لتقادمها الطبيعي، أو توسيعها لتشمل نطاقات أو مواقع أخرى. ويمكن تغيير خصائص التوزيع بمراجعة المعايير أو خطط القنوات. ويمكن تغيير أساليب إدارة الطيف إلى حد كبير عندما تعاد هيكلة قواعد البيانات وتحدد الخدمات الجديدة أو يعاد تحديد الخدمات القائمة أو حين تظهر أساليب جديدة للإدارة.

ويجب أن يكون التخطيط طويل الأمد وتحديث الخطط القائمة من الشمول بحيث يمكن أخذ جميع الاتجاهات الممكنة في الاعتبار. ومن الضروري مراجعة الخطة على فترات دورية في ضوء العوامل الواردة في الجدول 2-2، وإن كان هذا لا يقتضي بالضرورة تحديث جميع أجزاء الخطة. والذي يحدث في الخطط الحالية الطويلة الأمد هو تحديد قطاعات من الخطة للتحديث في إطار الاستعراض وليس عندما تنشأ الحاجة إلى تناول نشاط معين في دوائر الاتصالات الراديوية. وفيما يتعلق بالخطة طويلة الأمد لاستعمال الطيف يجب أن يؤخذ في الاعتبار جميع الاستعمالات الراهنة والمستقبلية والمتنبأ بها، فقد يكون من الضروري مراعاة الانتقال من استعمالات معينة إلى استعمالات أخرى. وينبغي أيضاً استعراض التكاليف الطويلة الأجل والأولويات الوطنية. كما ينبغي فهم الاتجاهات في المناطق المجاورة ولدى شركاء التبادل. وكثيراً ما يُنظر، في إطار هذا النوع من التخطيط، في نُهُج جديدة لإدارة الطيف.

الجدول 2-3

التخطيط طويل الأمد

خطة استعمال الطيف	خطة نظام إدارة الطيف
أغراض استعمال الطيف – أهداف الوفاء باحتياجات أصحاب المصلحة وفقاً للسياسات الوطنية، من قبيل: – السلامة وإنفاذ القوانين – التجارة والنقل – الأمن القومي – الإذاعة – التعليم – المستعملون	*السلطات* – قانون الاتصالات الراديوية – تفويض السلطات – اللوائح والإجراءات *وظائف إدارة الطيف* – وضع السياسة – الإنفاذ والتنظيم – التراخيص وتحصيل الرسوم
مَوْرِد الطيف – الجدول الوطني لتوزيع الترددات – النطاقات قليلة الاستعمال أو غير المستعملة، وأوجه النقص	*هندسة الطيف والدعم الحاسوبي* – معايير المعدات – خطط القنوات – نماذج الاختبار الكهرمغنطيسي – أساليب التحليل الهندسي – المعدات والبرمجيات الحاسوبية
الاحتياجات من الطيف – قائمة الترددات المستعملة – احتياجات المستقبَل – التكنولوجيات الناشئة – التنبؤات – الاتجاهات الدولية والإقليمية	*الأنشطة الدولية والإقليمية* – استراتيجيات المشاركة في الاتحاد الدولي للاتصالات، أو المحافل الدولية والإقليمية الأخرى – الاتفاقات الدولية والإقليمية – التنسيق عبر الحدود
تيسُّر الطيف – بيانات الملف الحكومي – بيانات القياس	*احتياجات المورد* – مصدر التمويل – موارد الموظفين
الخطة طويلة الأمد	– الاحتياجات المقبلة
الجدول الزمني للأنشطة والمعلمات المرحلية	*الجدول الزمني للأنشطة والمعلمات المرحلية*

ومن زاوية الطيف ذاته، يُعتبر الجدول الوطني لتوزيعات التردد أساس الخطة الطويلة الأجل لاستعمال الطيف. ويجب أن يكون لدى كل إدارة جدول للتوزيعات تعتبره الإدارة ومكوّناتها دليلها في تنفيذ الخدمات الراديوية.

وربما ترى البلدان النامية، على وجه الخصوص، أن من المهم لها التركيز على الخطوات المتصلة بتحديث البنية التحتية للاتصالات الراديوية الوطنية، وهذا يعني على الأغلب إنشاء هيكل لإدارة الطيف والملاءمة أو تحسين الهيكل القائم. ويمكن أيضاً أن يشمل ذلك وضع خطة لتنفيذ التقنيات الراديوية وسياسة وطنية بشأن دور المؤسسات الخاصة في تنمية نظام الاتصالات الوطني.

وقد تسفر خطة الطيف، في ظروف معينة وعلى أساس القرارات الطويلة الأمد، عن إعادة توزيع للخدمات. ويمكن أن يعني هذا نقل مستعملين حاليين لنطاق من نطاقات الطيف إما إلى تقنيات جديدة أو إلى نطاقات تردد جديدة. ويمكن أن تنشأ الحاجة إلى إعادة التوزيع عن أي من الأسباب الآتية:

– قد يكون أحد توزيعات الطيف قيد التشغيل لفترة طويلة ولم يعد يكفي لتلبية احتياجات المستعملين أو القدرات الأخرى للأنظمة الجديدة؛

- حين يكون مطلوباً توزيع تردد ضمن مدى معين من الترددات من أجل خدمة راديوية جديدة في الوقت الذي تكون فيه تلك الترددات مشغولة بخدمات لا يمكن للخدمة الجديدة أن تتقاسم الترددات معها؛
- صدور قرار عن أحد المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية بتخصيص أو توزيع أحد نطاقات الترددات المشغولة حالياً إلى خدمة مختلفة على أساس عالمي أو إقليمي أو وطني (حاشية توزيع).

ويمكن أن تنطبق إعادة توزيع الطيف، كأداة من أدوات التخطيط الوطني للطيف، على أي نطاق تردد أو أي نظام، نظرياً على الأقل. أما من الناحية العملية فإن عملية إعادة توزيع الطيف هي عملية محدودة إذ إنها لا تتم إلا في الحالات التي يمكن فيها للإدارة أن تبرر الجهد والنفقات الكبيرة التي تنطوي عليها العملية. ويمكن أن يكون إعادة توزيع الطيف طوعياً (وفي هذه الحالة لا يكون التخطيط مطلوباً إلا فيما يتعلق بالسماح بإعادة التوزيع وفق الأحكام التنظيمية) وإما أن يكون إلزامياً.

إعادة توزيع الطيف طوعياً

تمثل هذه الطريقة الحالة التي يقرر فيها أحد مستعملي الطيف الحاليين، طوعياً، استخدام تكنولوجيات جديدة في نطاق التردد المرخص له بالعمل فيه، أو أن يعيد إلى الإدارة تخصيصات كانت موزعة له لإعادة تخصيصها. وحين يكون من المرغوب فيه إدخال تكنولوجيات جديدة، وما لم توجد قواعد تنظيمية مانعة، فلمستعمل الطيف الحرية في استعمال التقنيات الجديدة حسب رغبته، مثل الانتقال من الجيل الثاني من اللاسلكي إلى الجيل الثالث. وإذا رأى أحد مستعملي الطيف أنه لم يعد بحاجة إلى الطيف الذي يشغله أو أن الفوائد التي تعود عليه من استعمال الطيف أقل من التكاليف التي يتكبدها في مواصلة استعماله فيمكنه التنازل عن الترخيص، ويمكن أن ينشأ هذا الوضع حين تزداد مصاريف الترخيص أو حين تحتاج المعدات الحالية إلى خدمة أو تغيير، أو حين لا يعود التمويل متاحاً لاستمرار التشغيل.

وقد يحدث طلب إعادة التخصيص بشكل طبيعي، ولكن هذا لا يحدث عادة إلا على نطاق صغير. وربما تود إدارة ما أن تأخذ هذه الإمكانية في الاعتبار فتضع في اعتبارها إمكانية التخلي الطوعي عن الطيف عند وضع السياسات التنظيمية للطيف.

إعادة توزيع الطيف إلزامياً

يتصل إعادة توزيع الطيف إلزامياً بسياسة التخطيط الإيجابي التي تتبناها الإدارة. وفي هذه الحالة يكون من الضروري وجود تخطيط طويل الأمد لضمان الانتقال المنظم واستهلاك المعدات والخدمات أو استبدالها. ويعتمد النهج الذي تتبعه الإدارة إزاء إعادة توزيع الطيف على الفترة الزمنية التي يجب فيها إتاحة الطيف. وغالباً ما يتم اتخاذ هذا القرار لأسباب سياسية أو لأسباب تتعلق بالأمن الوطني. وتصاحب هذا الإجراء عادة تحاليل تفصيلية للسوق ولاحتياجات المستهلكين وتنبؤات النمو، لتبرير هذا الإجراء، لأنه ينطوي بالضرورة على نفقات. ومن الآليات المجرَّبة من أجل إعادة التوزيع السريع للطيف، الرسوم التشجيعية والتعويض، بما في ذلك تقديم الداخلين الجدد إلى السوق معدات جديدة حديثة للمستعملين الخارجين.

تقنيات إعادة التوزيع

بالإضافة إلى إمكانية إعادة توزي خدمات الاتصالات الراديوية بالجملة، أي على أساس أخذ كل نطاق ترددات على حدة، ثمة تقنيات متقدمة لإعادة التوزيع يمكن النظر فيها كجزء من عملية التخطيط. ومن هذه التقنيات إجراءات 'إتيكيت' التشغيل المفروضة (مثل الاستماع قبل الإرسال، أو التحسس التلقائي لوجود إشارات تحول مؤقتاً دون التشغيل أو تسبب تغيير تردد الإرسال) وتقليل عرض نطاق القنوات (أو تقسيم القنوات) وتحسين التشوير وتقنيات التشكيل، وتطبيق معايير جديدة لتقاسم الطيف. وإذا كان المتوخى هو إعادة التوزيع داخل النطاق الحالي، فمن الضروري إدخال تدابير مثل الملاءمة مع المعدات السابقة أو التشغيل البيني. ويورد الجدول 2-4 موجزاً للطرائق التقنية التي يمكن استخدامها في تسهيل عملية تقاسم الترددات ويمكن أخذها في الاعتبار كجزء من التخطيط طويل الأمد ومن عملية إعادة التوزيع.

الجدول 2-4

أساليب تقنية لتيسير إعادة التوزيع

فصل الترددات	الفصل المكاني	الفصل الزماني	فصل الإشارات المتعامدة
خطة القنوات توزيع الترددات بشكل نشط في الوقت الحقيقي تقسيم القنوات بالمغايرة بشكل نشط تقسيم الترددات عن طريق تعدد النفاذ التشوير: – تصحيح الأخطاء – الضغط خصائص ضبط طيف البث حدود التسامح في الترددات	اختيار الموقع تمييز نمط الهوائي الحواجز الطبيعية حماية الموقع القدرة المتداخلة: – التحكم النشط في سوية الإرسال – حدود تدفق كثافة القدرة – حدود كثافة طيف القدرة – تشتت الطاقة	ضبط دورات التشغيل تقسيم الوقت بتعدد النفاذ التشوير: – تصحيح الأخطاء – الضغط	تقسيم الشفرة بتعدد النفاذ استقطاب الهوائي

ومن نافلة القول إن الشبكات السلكية يمكن استخدامها كبديل للأنظمة اللاسلكية أو أنظمة الاتصالات الراديوية من أجل تقليل الطلب على الطيف، خاصة في المناطق المزدحمة وفي تطبيقات النطاق العريض. ويجب أن يراعى في وضع سياسات وقواعد التنظيم تشجيع استعمال تكنولوجيات الشبكات الذكية المتقدمة التي توفر الواجهات السلسلة بين أنظمة التوزيع السلكية والوصلات اللاسلكية ذات المسافات القصيرة، مما يقلّل من الحاجة إلى إعادة التوزيع.

3.10.2 التخطيط الاستراتيجي

يحتاج وضع استراتيجيات لاستعمال الطيف الوطني تنفيذ عملية تخطيط استراتيجي لهذا الطيف.

ويمكن اعتبار التخطيط الاستراتيجي طريقة معقولة من طرق التخطيط طويل الأمد تقلل أو تبسّط من مستوى جهود التخطيط الجارية بتحديد عدد صغير من المسائل المهمة التي تحتاج إلى اهتمام خاص في التخطيط والافتراض في نفس الوقت بأن غالبية الأنشطة يمكن أن تمضي على نفس المنوال الحالي. وفي هذه الحالة يكون الجانب المهم المختلف في هذه العملية عن التخطيط طويل الأمد أنه يجب البدء بعملية تحديد المسائل المهمة. وإذا كان للإدارة أكثر من جهة تعمل في مجال تخطيط الطيف فيجب أن تكون كل هذه المجموعات مشتركة في عملية التعرف على المسائل الأساسية وأن يتم اختيارها بالاتفاق.

وميزة التخطيط الاستراتيجي أنه يقلل من الحاجة إلى أنشطة التخطيط المتواصلة ذات الاهتمام الواسع والتركيز على عدد أقل من القضايا. وهذا من شأنه أن يقلل من الحاجة إلى القوى العاملة اللازمة لوضع الخطة وأن يوفر كثيراً من الوقت الذي ينفَق في دراسة مسائل قد لا يُنظر فيها. وبشكل عام، لا يحتاج الأمر في أي وقت معين سوى إلى تناول عدد محدود من المسائل الاستراتيجية لحلها وتخطيطها. ولذلك فإن التحديث على فترات متقاربة لخطة واسعة طويلة الأجل هو في أحيان كثيرة غير ضروري. ويمكن بدلاً من ذلك الاقتصار على عدد محدود من المسائل وتناولها في إطار عملية تخطيط استراتيجي.

ونظراً للأهمية المتزايدة للتطبيقات التجارية لاستعمالات الطيف ولاعتبارات السوق المتصلة بذلك يجب إشراك جميع الجهات الفاعلة، بما فيها الهيئات التنظيمية والمشغلون والصانعون والمستهلكون في عملية التخطيط الاستراتيجي، لأن مهام التنسيق والإدارة أصبحت أكثر تعقيداً. ومن القوى الدينامية التي تدخل في التخطيط الاستراتيجي تغيّرات التكنولوجيا السريعة وتحرير الأسواق والعولمة والصالح العام.

ومن المبادئ الاستراتيجية والأساسية المهمة جداً التي تفضي إلى كفاءة استعمال الطيف ما يلي:

- الحاجة إلى توزيعات للطيف مدفوعة بقوى السوق؛
- تعزيز المنافسة؛
- استيعاب التطورات التقنية المتوقعة وغير المتوقعة؛
- متطلبات التنسيق والتعاون على الصعيد الدولي.

وباستثناء تركيز الاهتمام على مسائل معينة، فإن هذه الخطوات نفسها تنطبق على الأنشطة الاستراتيجية التي تشكّل جزءاً من أنشطة التخطيط الأخرى. إذ يجب أولاً تحديد المتطلبات الحالية والمستقبلية، ثم وضع النُهُج اللازمة لحل المسائل وتحليل هذه النُهُج، والتماس التوصيات من الأطراف المعنية، بما في ذلك التوصيات والشواغل لدى الإدارات الأخرى التي يمكن أن تتأثر من ذلك.

11.2 الجوانب التقنية لعملية تخطيط الطيف

ثمة جانب آخر يستحق النظر في عملية تخطيط الطيف وهو الكفاءة التقنية (انظر الفصل 8)، والغرض الرئيسي منها هو تحقيق الاستفادة القصوى من الطيف من جانب مختلف القطاعات الاجتماعية الاقتصادية. وهناك، من أجل تحقيق هذا الهدف، آليات مختلفة يأتي شرحها في البنود الفرعية التالية.

1.11.2 تخطيط الطيف للخدمات الحالية والمقبلة

علينا أن نأخذ في الاعتبار أن الطيف مورد محدود ولكن لا غنى عنه من أجل تطور صناعة الاتصالات ونموها. ولذلك يجب أن يراعي تخطيط الطيف تيسر الموارد لتلبية الطلب الحالي وأن يتوقع الطلب في المستقبل. ويمكن تنفيذ تخطيط الطيف بما يتماشى مع التطورات التكنولوجية والمرونة في الاستخدام والاتجاهات في دوائر الصناعة على المستوى الدولي والابتكار في مجال الاتصالات وتقلبات السوق واحتياجات المستعملين والحياد التكنولوجي، ولا سيما بالنظر إلى السياسات العامة في مجال الدفاع الوطني والتعليم والبيئة والتكامل الاجتماعي.

ومن هذا المنطلق فإن تآلف هذه الاحتياجات يتطلب خططاً مختلفة ووضع استراتيجيات لتوفير استجابة فعالة وفي الوقت المناسب بشأن استخدام الطيف للخدمات الحالية والمقبلة.

2.11.2 بدائل التكنولوجيا

من بين أكثر التقنيات اللاسلكية المبتكرة هي الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT) وأنظمة الاتصالات الراديوية المعرفة بالبرمجيات (DSR) والأنظمة الراديوية الإدراكية (CRS) والمعمارية اللاسلكية المفتوحة (OWA) وشبكات الجيل التالي (NGN).

3.11.2 احتياطي الترددات من أجل التطورات المقبلة

لقد تسارعت خطى التطورات التكنولوجية والمستمرة في مجال الاتصالات وتقارب الخدمات والنمو في قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات واستمرار التوسع في الاتصالات المتنقلة وتغيير العادات وأنماط معيشة السكان بشكل عام، ولسوف تزيد بشكل كبير من الطلب على الطيف في المستقبل. ويؤدي التقدم التكنولوجي إلى تطوير خدمات جديدة تتطلب قدراً من الأمن في مجال الاستثمار فيما يتعلق بتوفر الطيف. وتوفر النظم الجديدة طائفة من الخدمات، مما يطمس هوية النظام/الخدمة، ذلك أن أنظمة الاتصالات المتنقلة والنطاق العريض الساتلي يمكنها أن تجمع بين مختلف الخدمات التقليدية مثل المهاتفة ونقل البيانات والنفاذ إلى الإنترنت.

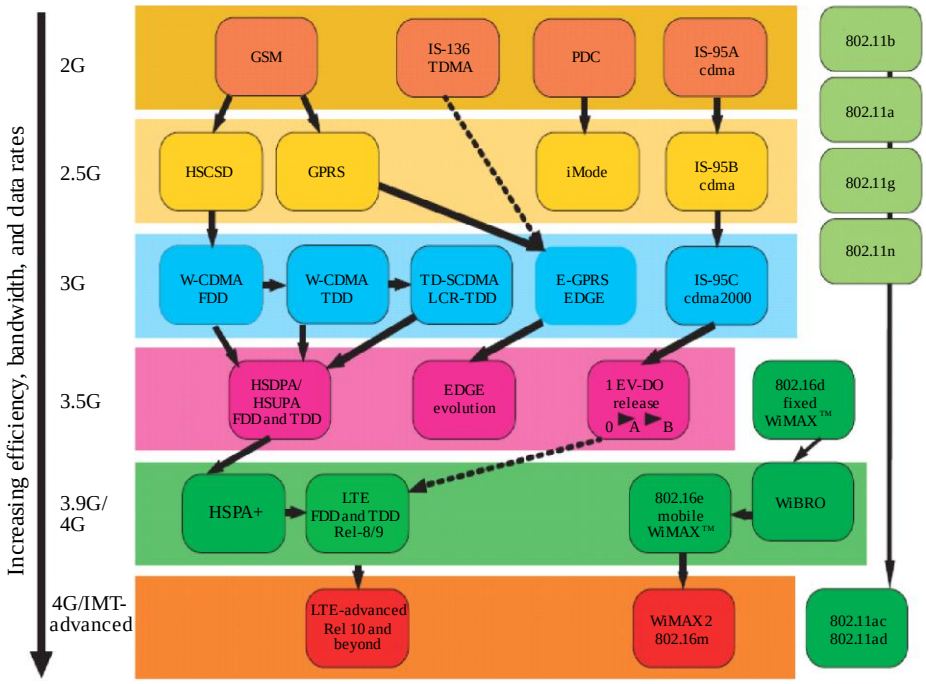
ويؤثر توفر الطيف واستخدامه على مستوى المنافسة بين المشاركين في السوق، والتي لا تقتصر على الخدمات الراديوية التي تتنافس على النفاذ إلى الطيف ولكنها قد تؤثر على مقدمي ومستعملي شبكات الاتصالات بالألياف البصرية أو الشبكات الساتلية أو شبكات العروة المحلية الكبلية. وثمة حاجة إلى تحقيق التوازن بين الطيف المستخدم للتطبيقات العمومية وأغراض الدفاع وأمن الدولة والطيف المستخدم في مشاريع الأعمال أو التجارة. وعلاوة على ذلك، فإن التقنيات الرقمية للاتصالات الراديوية تدفع استخدام الطيف، وبالتالي كيفية تخطيط وإدارة هذا المورد والتحكم فيه.

ويجوز للإدارات أن توزع وتنشئ هياكل نطاقات تردد من أجل تطبيقات جديدة متعددة، وأن تعمل على تنظيم استخدامها لضمان تشغيل هذه التطبيقات في معزل عن التداخل الضار.

ومن شأن استخدام الانترنت، ولا سيما بروتوكول التحكّم في الإرسال/بروتوكول الإنترنت (TCP/IP) ونقل الصوت بواسطة بروتوكول الإنترنت (VoIP) وتلفزيون بروتوكول الإنترنت (IPTV)، أن يولد المزيد من الحركة على عُقد شبكة المنطقة المحلية (LAN)، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على عرض النطاق ومعدلات السرعة وإنشاء خلايا أصغر مصممة لتلبية احتياجات الترفيه في المنزل وبيئات المكتب. ويتجه مستقبل الاتصالات نحو الاتصالات المتنقلة والمتعددة الوسائط، وتحديداً الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT). ونتيجة لذلك، قد تعير الإدارات اهتماماً خاصاً للطيف المحدد للاتصالات IMT والمطلوب، وفقاً لاحتياجاتها الوطنية، من أجل ضمان نشر النظام البيئي IMT داخل بلدانها، والعمل في الوقت ذاته على تعزيز التنسيق العالمي/الإقليمي لهذه الاستخدامات. وقد سارت صناعة الاتصالات المتنقلة في مسار الهجرة AMPS/TDMA/GSM/GPRS/EDGE/W-CDMA وTD-SCDMA/HSPA/LTE، كما هو موضح في الشكل 1.2. وهنالك بشكل منفصل تطور CDMA وCDMA2000.

الشكل 1.2

تطور التكنولوجيات المتنقلة[30]



المصدر: Agilent Technologies Inc., 2010

ولمتابعة النجاح في مسار الهجرة هذا، من المفيد أن تقوم هيئة الإدارة باتخاذ القرارات التي من شأنها أن تسمح باستخلاص أقصى قدر من المنافع الناشئة عن تنفيذ هذه التقنيات على المستوى الوطني:

- استحسان توزيع الطيف المنسق، على النحو الموصى به من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات أو المنظمات الإقليمية لنشر الاتصالات IMT المتقدمة مع مراعاة الاتجاهات بين المستعملين وتطورات التكنولوجيا.
- تمكين مشغلي الخدمات المتنقلة من توفير طائفة واسعة متنوعة من الخدمات من خلال الاستغلال الكامل لمعدلات البيانات من نمط DSL التي توفرها الاتصالات المتنقلة الدولية IMT المتقدمة لدعم التطبيقات والخدمات المتقدمة (تم

[30] Agilent Technologies, Introducing LTE-Advanced, United States of America: Agilent Technologies, Inc., 2010, p. 3

وفقاً للتوصية ITU-R M.1645 تحديد متطلبات جودة الخدمات على أساس 100 ميغابتة/ثانية لسيناريو تنقلية عالية و1 جيغابتة/ثانية لسيناريو تنقلية منخفضة).

ويتولد عن هذه القرارات، من جملة أمور، الفوائد التالية:

- وفورات الحجم التي توفرها البيانات اللاسلكية المتطورة.
- الإنتاج والنفاذ إلى المطاريف والخدمات العالمية IMT بفضل البحث والتطوير في قطاع الخدمات المتنقلة.
- حلول البيانات اللاسلكية المتقدمة للمؤسسات التعليمية والشركات والهيئات العامة والخاصة، من أجل تضييق الفجوة الرقمية.

وفي ضوء الاعتبارات الواردة أعلاه، من المهم أن تنظر الإدارات في أفضل الوسائل لتحسين استخدام الترددات للتطبيقات الراديوية للأجهزة الراديوية المعرفة بالبرمجيات (SDR) والأنظمة الراديوية الإدراكية (CRS) والمعمارية اللاسلكية المفتوحة (OWA) والتطبيقات المماثلة التي تستخدم الطيف بطريقة أكثر مرونة.

4.11.2 تحرير الطيف وإعادة توزيعه

ربما تنظر أساليب تخطيط الترددات في تجنب إصدار التراخيص لتشغيل نظم الاتصالات التي تعمل بالتقنيات القديمة والتي لا تستخدم الطيف بكفاءة (لمزيد من التفاصيل بشأن كفاءة الطيف، انظر الفصل 6).

وقبل الانتقال إلى التلفزيون الرقمي، كان الفصل بين قنوات التلفزيون بحسب معيار لجنة أنظمة التلفزيون الوطنية (NTSC) الأمريكي 6 MHz و7 MHz (في الموجات المترية VHF) و8 MHz (في الموجات الديسيمترية UHF) لنظامي SECAM وPAL؛ وكان يُشترط أن يتوفر عرض النطاق الترددي مضروباً بعدد القنوات في منطقة الخدمة لتقديم الخدمة من حيث الجودة والشفافية والإنصاف والكفاءة. وفي ثمانينيات القرن العشرين، كان المطلوب هو توفر عرض نطاق بمقدار 30 kHz لكل قناة للأنظمة المتنقلة الخلوية ذات النطاق الضيق. واليوم تغيرت هذه النماذج بسبب إدخال تكنولوجيات جديدة.

وأصبح من الممكن الآن ترزيم ثلاث أو أكثر من قنوات التلفزيون عالي الوضوح (HDTV) على موجة حاملة واحدة بقيمة 6 MHz؛ ومن الممكن استخدام تشكيل تربيعي بزحزحة الطور (QPSK) أو تشكيل اتساع تربيعي (QAM) لتخفيض المطلوب من الطيف بمقدار 2، 4، 8، ...، 128 مرة في محطة بتشكيل التردد (FM)، بحيث يمكن تمرير كميات أكبر من المعلومات من خلال الموجة الحاملة نفسها؛ وبفضل الإبراق الغوسي بزحزحة دنيا في النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM-GMSK) يمكن لعشرين مستعمل في آن واحد إقامة اتصال باستخدام موجة حاملة واحدة فقط؛ ويمكن لنظام الاتصالات المتنقلة العالمية (UMTS) استيعاب عدد من المستعملين يوازي عدد الشفرات، عبر نفس الموجة بالنطاق العريض؛ ويبدو أحياناً أن عدد الشفرات التي يمكن تخزينها على رقاقة لا حدود له.

وقد تنظر الإدارات في تنفيذ تقنيات إعادة توزيع نطاقات التردد باستخدام طرائق الاستدلال إلى جانب البيانات التجريبية. وقد ترغب الإدارات في تسريع الانتقال من البث التماثلي إلى البث الرقمي من أجل استرداد الطيف المتاح وزيادة قدرة الطيف.

وبعد تحديد الاحتياجات الفعلية من حيث الطيف المطلوب لتشغيل مختلف التجهيزات الراديوية في نطاقات تردد مختلفة، يتعين على الإدارات أن تجمع المعلومات بشأن الترددات وعروض النطاق التي يمكن تحريرها والتي يجب إعداد اللوائح ذات الصلة بها. وبما أنه ليس من الممكن التنبؤ بالاستخدامات المستقبلية للطيف المحرر، تتوخى الإدارة المرونة للسماح بطائفة واسعة متنوعة من خدمات الاتصالات الراديوية في المستقبل وباستخدام التكنولوجيات الجديدة. وهناك أيضاً حاجة لدراسات شغل الطيف المرخص به واستخدامه لتحديد التدابير التنظيمية اللازمة لتحرير الترددات المستخدمة على نحو غير فعال أو غير المستخدمة، من أجل إعادة توزيع الطيف المحرر لأغراض أخرى.

وقد تنظر الإدارات، عندما يتخلى أحد المستعملين عن نطاق تردد مخصص (كلياً أو جزئياً) وينتقل إلى نطاق تردد آخر أو منصة أخرى، في تعديل استخدام نطاق التردد المعني لاستيعاب مستعمل آخر. ولكن ينبغي ألا يعود هذا الانتقال بفوائد على المستخدم

المتخلي، من قبيل توفير حافز للتخلي عن نطاق التردد في شكل تعويض يأخذ في الاعتبار عوامل مثل تكاليف الانتقال وضرورة تحمل نفس الوضع إذا لم يضطر المستخدم إلى تغيير وضعه الحالي.

5.11.2 الاستخدام الفعال للتكنولوجيات الجديدة لتحسين إعادة استخدام الترددات

يمكن تعريف إعادة استخدام التردد بأنها عدد المرات التي يمكن فيها استخدام نفس التردد في منطقة جغرافية معينة دون أن تؤثر على أي مستخدم لذلك التردد. وتنسيق الترددات هو عادة واحد من القضايا الحاسمة في تقنية إعادة الاستخدام. ويمكن تحقيق كفاءة استخدام الطيف بفضل التقنيات الهندسية المتقدمة لزيادة إعادة استخدام التردد والحد من عرض نطاق القناة وتحسين تقنيات التشفير واستراتيجيات التشكيل لتحسين النفاذ وتقاسم النطاق دون تداخل وإدخال معايير جديدة لتقاسم الطيف ووضع استراتيجيات لتخصيص الترددات وأنماط استخدام الطيف واستخدام تقنيات أخرى للهندسة والتشغيل. وتؤثر هذه الأنشطة بشكل مباشر على كمية الطيف اللازمة لتلبية الطلب من خدمة اتصالات راديوية محددة وعلى أنشطة التخطيط. وعلى الإدارات أن تكون مطلعة على تقنيات إعادة الاستخدام من أجل تعزيز استخدام الطيف وتنفيذ أنشطة التخطيط وفقاً لهذا الواقع.

6.11.2 تشطير القنوات

يتناول هذا النشاط استخدام الطيف من خلال تخطيط جديد للنطاقات باستخدام القنوات القائمة بعرض أضيق من نطاق الطيف. ومن شأن تشطير القنوات أن يضاعف من عددها وأن يعزز إدخال تقنيات جديدة. ويجب أن تراعي إجراءات تشطير القنوات أن الطيف الذي ينظر فيه من أجل جدول جديد يستخدم عادة بشكل مكثف. ومن المسائل الأخرى التي يتعين تحليلها لوضع خطة تقسيم القنوات ما يلي:

- *استمرارية الخدمة:* يتعين القيام بعملية إعادة التوزيع دون انقطاع الخدمة.
- *التكاليف:* تطبيق نهج للحد من التكاليف المترتبة على مستخدم الطيف.
- *التوافق:* لا بد من توفر قدر من قابلية التشغيل البيني والتوافق الرجعي، ذلك لأن من المتوقع تحسين الوظيفية التي ستوفرها التقنية الجديدة.
- *المخاطر:* ينبغي الموازنة بين السياسات الرامية إلى توفير قدرة إضافية وحاجة المستعمل إلى حلول منخفضة المخاطر.
- *المواءمة:* يجب أن تكون الأنشطة منسقة (حيثما أمكن) مع البلدان المجاورة وعلى الصعيد الدولي.

7.11.2 تداخل الخدمات وتقاسم نطاقات التردد

من شأن التقاسم الفعال لنطاقات التردد من جانب عدد من الخدمات أن يسهم بدور هام في خفض الطلب على المزيد من الطيف. وتحديد نطاقات الحالية والمستقبلية المشتركة أمر ضروري.

والمثال النموذجي لخدمة متداخلة هو قدرة الأنظمة على تشغيل طيف تقليدي موسع على نحو فعال. وتستخدم عادة التقنيات من قبيل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) والنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) والنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) لتوفير أنظمة التقاسم. وينبغي فحص الأنظمة المتداخلة على أساس كل حالة على حدة والعمل تحديداً على تحليل فرادى البروتوكولات والمعماريات في الخدمات المتداخلة الممكنة. وقد يتطلب ذلك مناهج جديدة لتقاسم الطيف واستراتيجيات لتوزيع التردد ونماذج لاستعمال الطيف.

8.11.2 استخدام الطيف غير المستعمل

ينبغي لسياسات ولوائح وبرامج تخطيط الطيف أن تشجع على استعمال الطيف فوق 40 GHz، وخاصة بالنسبة للخدمات التي تتطلب الاستعمال الحصري لطيف التردد وتطبيقات النطاق العريض. ويقل عادة استعمال الطيف فوق 40 GHz. وهذه الشريحة من الطيف لديها القدرة على دعم خدمات نطاق عريض جداً، ويمكن إعادة الاستعمال على مقياس واسع بسبب صغر حجم

الخلية وضيق عرض الحزمة وفرط خسارة الانتشار. ويوفر هذا الجزء من الطيف أيضاً مزايا مختلفة في التنفيذ، مثل استخدام هوائي أصغر وعرض حزمة أضيق وانخفاض حجم التجهيزات ووزنها وسهولة التركيب وإعادة التشكيل.

وبالإضافة إلى ما سبق، من المفضل أن تضمن الإدارة الاستعمال الواسع لنطاقات التردد الشائعة الاستعمال.

9.11.2 اعتبارات محددة

يمكن لعدد من العوامل أن تؤثر على المنافع المتأتية من استخدام الاتصالات الراديوية في بلد معين. ومن هذه العوامل حجم البلد وتشكيله الجغرافي وتضاريسه وعدد البلدان المجاورة ضمن مسافة التنسيق والبنية التحتية الراديوية.

وهذا يعني، بصفة عامة، أن البلدان التي يحيطها العديد من البلدان يتعين عليها تنسيق معظم أنظمتها الراديوية، وبالتالي التكيف مع البنية التحتية الراديوية لدى البلدان المجاورة. وكلما كانت البنية التحتية أكثر تطوراً في هذه البلدان المجاورة، ازدادت الحاجة إلى تنسيق استعمال الطيف لديها تجنباً لمواجهة صعوبة في إدخال خدمات جديدة. وقد لا يشكل ذلك مشكلة كبيرة في البلدان ذات الكثافة السكانية المنخفضة التي تطلب قدراً أقل من تخصيصات الطيف الراديوي.

وفي الطرف الآخر من المقياس، فإن البلدان الكبيرة المساحة لديها المزيد من الحرية لتخطيط الخدمات عبر نطاقات تردد محددة دون اللجوء إلى التنسيق. وتزداد هذه الحرية إذا كان يحيط بها عدد قليل من البلدان المجاورة. فالبلدان التي لا تجاورها بلدان أخرى ضمن مسافة محددة لتنسيق الترددات تستفيد من أن لديها نفاذ غير محدود إلى هذا التردد في أي نقطة داخل حدودها. وبالنسبة لهذا الفصل، تعني التضاريس المناطق الجبلية والغابات الكثيفة والمناطق الصحراوية. وبالتوالف مع العناصر الأخرى في جغرافية البلد وخصائصه السكانية، فإن التضاريس تساعد على تحديد ما هي أكثر نطاقات التردد مناسبةً لخدمة معينة.

10.11.2 تمركز السكان وازدحام الطيف

يمكن توليف جغرافية البلد وتوزيع الطلب لتقييم مستوى تيسر الترددات في جميع أنحاء البلد. والتوزيع المتساوي للسكان في جميع أنحاء البلد مستبعد للغاية وإنما يتجمع السكان في مراكز شتى بمساحات مختلفة. وعلى صعيد الواقع، ينبغي أن يمثل هذا التجمع ميزة لتوفير الخدمات الراديوية، ولكن مستوى الطلب يمكن أن يكون غير متناسب مع المنطقة التي هي أصل هذه الخدمات وقد يؤدي ذلك إلى مشكلات في تيسر الترددات، وفي نهاية المطاف إلى ازدحام الطيف. ويمثل هذا الازدحام مشكلة خطيرة للإدارات، وتعتبر العديد من الهيئات أنها واحدة من العوامل الرئيسية لدى اعتماد بنية لتسعير الطيف. ففي كولومبيا مثلاً، يعيش حوالي 93 في المائة من السكان في حوالي 44 في المائة من المساحة الكلية للأراضي[31]. ويفضي تكاثف السكان ومراكز الصناعة إلى طلب هائل على جميع أنواع الخدمات (أي المتنقلة والثابتة والإذاعية) بينما يقيد إلى حد كبير إعادة استخدام الترددات الحالية بسبب ضيق المسافات الفاصلة. وبالإضافة إلى ذلك، يتطلب القرب من البلدان المجاورة التنسيق في العديد من نطاقات التردد ويمثل قيداً آخر على تيسر الطيف. وقد نمت خدمات الاتصالات المتنقلة نمواً مذهلاً، مما تمثل في زيادة المنافسة بين مشغلي الاتصالات الجدد، ولكن نشر الخدمات يستقر في المراكز السكانية الرئيسية والوصلات الرئيسية التي تسمح بالتوصيل. ونتيجة لذلك، قد يكون هناك نقص في الطيف في أجزاء معينة من البلد، بينما لا وجود لهذه المشكلة في مناطق أخرى.

12.2 تحسين نظام تخطيط إدارة الطيف

لا تقل أهمية خطط تحسين أنظمة الإدارة عن أهمية الخطط الوطنية لاستعمال الطيف. ويُتبع في وضع خطط تحسين إدارة الطيف نفس الخطوات تقريباً المتبعة في عملية خطط استعمال الطيف من حيث ضرورة تحديد نطاق الخطة أولاً وحصر القدرات المتاحة والتعرّف على احتياجات إدارة الطيف في المستقبل ومسح التقنيات والقدرات المتاحة الأخرى ثم وضع الخطوات اللازمة للانتقال من الحالة الحالية إلى الوضع الذي يُعتبر ضرورياً لتناول احتياجات إدارة الطيف في المستقبل. ويمكن أن يغطي نطاق أي استعراض كامل العملية أو أن يقتصر على نشاط معين أو قدرة معينة، مثل دعم تجهيز البيانات وقواعد البيانات.

---

[31] لمزيد من المعلومات انظر الموقع http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20 والموقع http://www.todacolombia.com/.

13.2 هيئات الإدارة والشؤون الإدارية

من الضروري إنشاء كيان إداري يقوم بمهمة القيادة والإرشاد لتنفيذ برنامج تخطيط الطيف للتأكد من العناية بالمسائل التي تتصل باستراتيجيات استعمال الطيف على المدى الطويل. ويحتاج هذا إلى إدخال نظام مبكّر لتحديد القضايا في إطار إجراءات التخطيط. ويمكن أن تساند العملية هيئات تخطيط متخصصة مثل مجموعات المشاريع أو مجموعات التخصص أو فرق المهام.

والتخطيط بكل أنواعه هو من المسؤوليات الأساسية على مستوى الإدارة، ومن المهام غير القابلة للتفويض، نظراً لأهمية القرارات التي تُتخذ وما يترتب عليها من عواقب. وهذه الهيئات التخطيطية مسؤولة عما يلي:

- وضع سياسات استراتيجية تفصيلية وحل المشاكل المتعلقة بترجمة السياسات الاستراتيجية إلى خطط تشغيلية؛
- تخصيص الموارد المالية والبشرية؛
- استعراض استراتيجي للإجراءات والنتائج والاحتياجات فيما يتصل بتنفيذ الاستراتيجيات؛
- أي توصيات لازمة بشأن تعديل الهيكل التنظيمي والإداري؛
- تحديث بيانات التخطيط المستعملة كأساس لإدارة الترددات.

بيبليوغرافيا

CEPT/ECC [September 2002] Report 16 – Refarming and Secondary Trading in a Changing Radio-communications World. European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT)/Electronic Communications Committee (ECC).

NALBANDIAN, A. [February 1998] ITU-R Studies on spectrum management, ITU Radiocommunication Bureau, International Telecommunication Union, Geneva.

NTIA [February 1991] NTIA Special Publication 88-21, NTIA TELECOM 2000 – Charting the Course for a New Century, Chapter 9. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.

NTIA [February 1991] NTIA Special Publication 91-23, U.S. Spectrum Management Policy: Agenda for the Future. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.

NTIA [December 1991] NTIA TM-91-152, Assessment of Technological Forecasting for Use in Spectrum Management. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد

كتيب عن مراقبة الطيف الراديوي (جنيف، 2011).

كتيب عن تقنيات إدارة الطيف بمساعدة الحاسوب (جنيف، 2005).

التوصية ITU-R SM.667 البيانات الوطنية لإدارة الطيف.

التوصية ITU-R SM.856 التقنيات والأنظمة الجديدة الفعالية طيفياً.

التوصية ITU-R SM.1047 الإدارة الوطنية للطيف.

التوصية ITU-R SM.1131 العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار لدى توزيع الطيف على أساس عالمي.

التوصية ITU-R SM.1132 المبادئ العامة وطرائق استعمال نطاقات الترددات بالتقاسم بين الخدمات الراديوية.

التوصية ITU-R SM.1599 تحديد التوزيع الجغرافي وتوزيع الترددات لعامل استخدام الطيف لأغراض تخطيط الترددات.

التوصية ITU-R SM.1603 إعادة توزيع الطيف كطريقة لإدارة الطيف على المستوى الوطني.

التقرير ITU-R SM.2015 طرائق لرسم استراتيجيات وطنية طويلة الأجل من أجل استخدام الطيف.

الفصل 3

تخصيصات الترددات والترخيص

جدول المحتويات

الصفحة

مقدمة 77

الجزء ألف: تخصيص الترددات للمحطات الراديوية 81

1.3 النواحي التنظيمية في عملية تخصيص الترددات 81

2.3 النواحي التقنية في عملية تخصيص التردد 83

1.2.3 إجراءات تخصيص الترددات للمحطات الراديوية 83

2.2.3 المعلومات المطلوبة في استمارات طلب التردد 83

3.2.3 طرق تحليل التداخل من أجل تخطيط التردد حسب الموقعي 83

3.3 خطط الترددات 85

1.3.3 التخطيط الخطي الموقعي للترددات 86

3.3.3 طريقة تخطيط الترددات الموقعي للخدمة الخلوية 90

4.3.3 عملية مرنة لتخطيط التردد الموقعي 91

4.3 البرمجيات والأتمتة 91

الجزء باء: الترخيص 95

5.3 مقدمة 95

6.3 متطلبات الترخيص 95

7.3 ترخيص المحطات الراديوية 96

8.3 رفع القيود التنظيمية عن الترخيص 97

9.3 ممارسات الترخيص 97

1.9.3 الترخيص لمستعملي الراديو غير التجاريين 98

2.9.3 الترخيص لمستخدمي الراديو التجاريين 99

3.9.3 ترخيص الخدمة الثابتة لمشغلي خدمة الاتصالات 99

4.9.3 ترخيص الخدمات المتنقلة 100

5.9.3 ترخيص الخدمات الإذاعية 102

الصفحة

10.3 الترخيص على الخط 102
1.10.3 نظام الترخيص البسيط على الخط 103
2.10.3 نظام الترخيص الأكثر تعقيداً على الخط 103
3.10.3 نظام الترخيص على الخط لأكثر من بلد 103
4.10.3 مسائل أخرى بشأن الترخيص على الخط 103
11.3 المسائل المتعلقة بأمن المعلومات 104
المراجع 105
بيبليوغرافيا 106

مقدمة

يتناول هذا الفصل النواحي التنظيمية والتقنية في عملية تخصيص الترددات والترخيص لأنظمة الراديو الوطنية. فمن ناحية يجب أن توفر تخصيصات الترددات إمكانية التشغيل العادي للأنظمة الراديوية القائمة وكذلك للأنظمة الجديدة التي لها خصائص أداء معيّنة. ومن ناحية أخرى يجب أن تعمل إجراءات تخصيص الترددات، بالنظر إلى الطلب العمومي الكبير والمتنامي، على ألاّ تتجاوز التداخلات بين خدمات الاتصالات الراديوية وبين المحطات في داخل كل خدمة الحدود المسموح بها، وأن تضمن كذلك الاستخدام الكفء لطيف الترددات الراديوية وللمدارات الساتلية. ويمكن في بعض التطبيقات (الخدمات الإذاعية والمتنقلة مثلاً) تخصيص الترددات لمختلف المواقع بشكل إجمالي مقدماً ثم يعاد تخصيص هذه الترددات فيما بعد لدى إنشاء الشبكات والتوسع فيها، حسب الضرورة. ويشار إلى هذا النشاط بأنه عملية تخطيط "مواقع الترددات"، وتعتبره بعض الإدارات عملية تعيين.

وينبغي القيام بعملية لتخصيص الترددات على الصعيد الوطني للتأكد من أن الاستعمالات الجديدة للترددات لا تتسبب في تداخلات ضارة لدى المستعملين الحاليين سواء على أساس محلي أو دولي.

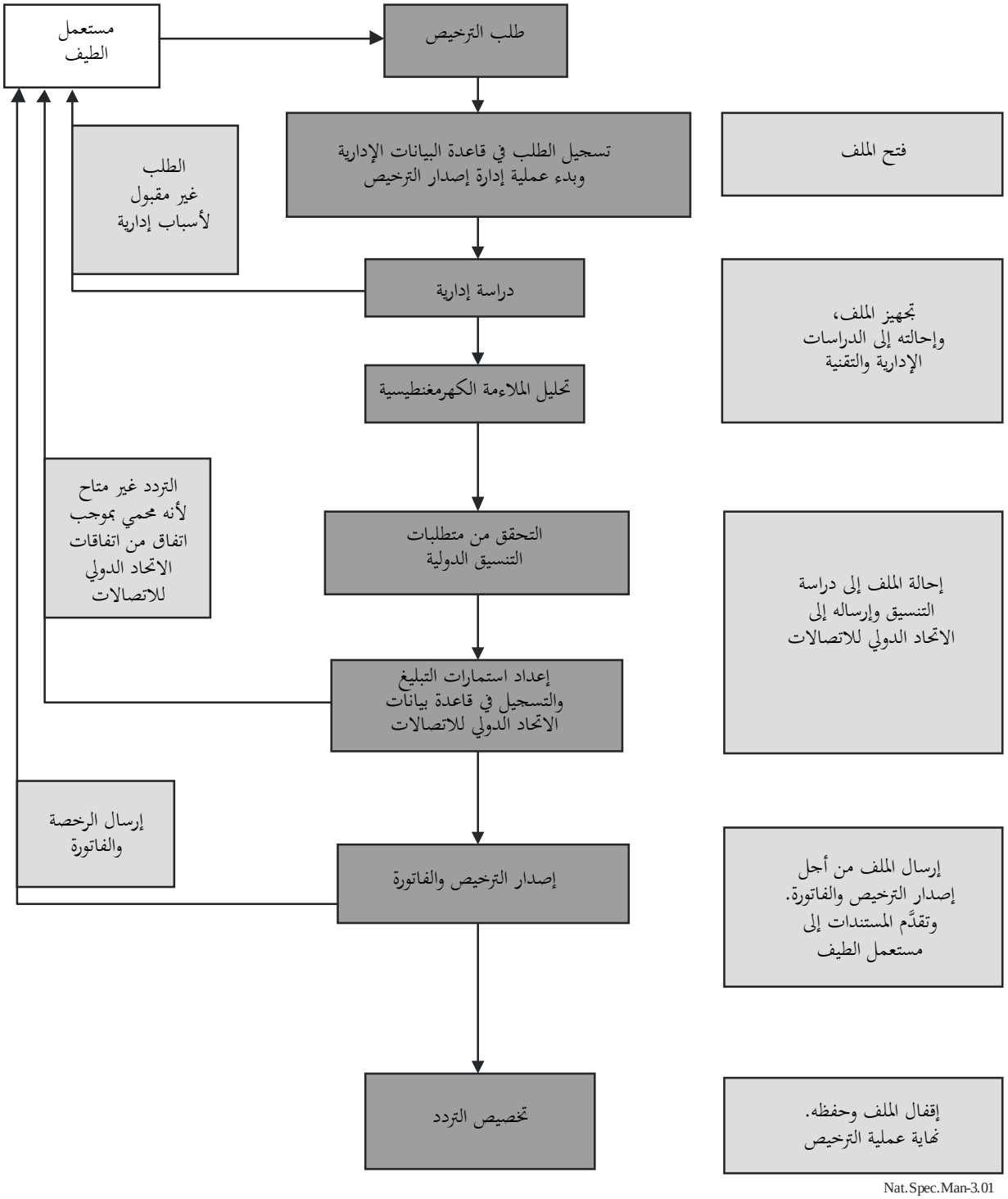
وتتضمن عملية التخصيص تحليل احتياجات الخدمات الراديوية وكذلك أي دراسات تتعلق بها وتخصيص الترددات وفقاً لخطة تعيين الترددات الوطنية. ويمكن أن تشتمل هذه الخطة أيضاً على إشارات إلى الإجراءات الضرورية اللازمة لحماية أنظمة الاتصالات في البلد من التداخل المحتمل من تخصيصات بلدان أخرى منشورة في السجل الدولي الرئيسي للترددات (MIFR)، وتوجد نسخ من السجل على أقراص مدمجة لدى الاتحاد الدولي للاتصالات، ويتم تحديثه مرة كل أسبوعين في مكتب الاتصالات الراديوية في نشرة معلومات الترددات الدولية الصادرة عن المكتب (BR IFIC).

وعندما تتم عملية تخصيص الترددات بنجاح ينتج عنها إصدار تراخيص مقابل رسوم معينة وربما مصاريف أخرى. ويوضح الشكل 1.3 الإجراء العام المستخدم في تجهيز طلبات تخصيصات التردد. وهذا الإجراء هو الأساس للتخطيط التقني والتخطيط الإداري أيضاً. ويمثل الإجراء الإداري معظم نشاط العمل في منظمات إدارة الترددات ويستأثر بمعظم وقت الموظفين. ولذلك فإن النسخة التشغيلية لهذا الإجراء، المعدّة لاستعمال منظمات إدارة الترددات، يجب أن تُدرس بعناية أثناء مرحلة التخطيط (انظر الفصل 1). وينبغي أن تكون أيضاً موضع استعراض دوري لإدخال تغييرات عليها من واقع الممارسة العملية.

ولكي يحصل المستعمِل على ترخيص بتخصيص ترددات عليه إعداد طلب بهذا الشأن وتقديمه (ويمكن أن تكون استمارة الطلب مختلفة لكل خدمة راديوية أو لكل مجموعة من الخدمات). ويُدرج طلب تخصيص الترددات عادة كجزء من الطلب العام بترخيص خدمة راديوية. وفي الحالات التي لا يُطلب فيها سوى إذن أو ترخيص (كما هو الحال في طلبات تخصيص الترددات المقدمة من وكالة حكومية) فإن المعلومات المطلوبة من أجل تخصيص الترددات هي نفس المعلومات الواردة في طلب الترخيص، مع الاستغناء عن معظم المعلومات الإدارية والمتعلقة بالعمل.

الشكل 1.3

الإجراء العام لتخصيص الترددات وعملية الترخيص



Nat.Spec.Man-3.01

وينبغي أن تحتوي الاستمارات على جميع البيانات الإدارية والتقنية والتشغيلية الخاصة بمحطات الإرسال و/أو الاستقبال من أجل إجراء تحليل الملاءمة الكهرمغنطيسية، كما يجب أن تحتوي على بيانات من أجل التنسيق على المستوى الوطني و/أو الدولي. وينبغي تخصيص الترددات من أجل إكمال عملية الترخيص. وقد لا تحتاج أنظمة الراديو التي تحتوي على عدة محطات إرسال واستقبال إلاّ إلى طلب واحد عام للمنظومة بكاملها ومرفق به عدد من استمارات الطلب لمختلف المحطات. وينبغي أن يكون هيكل الاستمارات قريباً جداً من ترتيب إدخال البيانات في قاعدة البيانات في نظام إدارة الطيف تسهيلاً لعملية إدخال البيانات. وتقبل بعض أنظمة إدارة الطيف بإدخال البيانات إلكترونياً من استمارات الطلب في شكل مقروء للحاسوب.

ويبين الشكل 1.3 مثالاً لرسم تسلسلي شائع لنظام فرعي لتخصيص الترددات والترخيص لها في أحد أنظمة إدارة الطيف.

ويبين المخطط الوظيفي لقاعدة البيانات (انظر الشكل 2.3) أمثلة لمختلف الكيانات الممكنة في قاعدة البيانات والروابط القائمة فيما بينها.

ويورد الشكل 2.3 جميع الكيانات مع أوصافها. وتظهر الكيانات الرئيسية باللون الأزرق والكيانات الثانوية باللون الأبيض. ولا ترد هنا الجداول ذات الأهمية الأقل أو جداول المواصفات التقنية، ولكنها داخلة في مربعات الكيانات. وترتبط الكيانات بروابط، وكل رابطة معلَّمة برقم صحيح. فعلى سبيل المثال تعني العلاقة:

الموقع $0,n$ ---------- المحطة $1,1$

أن من الممكن استخدام الموقع من أي عدد من المحطات (من صفر إلى n) وأن المحطة الواحدة تستخدم موقعاً واحداً فقط. (يمكن استخدام الموقع الواحد لأي عدد من المحطات من صفر إلى n ولا يمكن لأي محطة واحدة أن تستخدم سوى موقعاً واحداً). ثم يتم تجميع المواقع في ميدان لبيان الاستخدام الوظيفي لكل كيان.

وتتكون قاعدة البيانات التقنية والإدارية من ميادين مختلفة: n

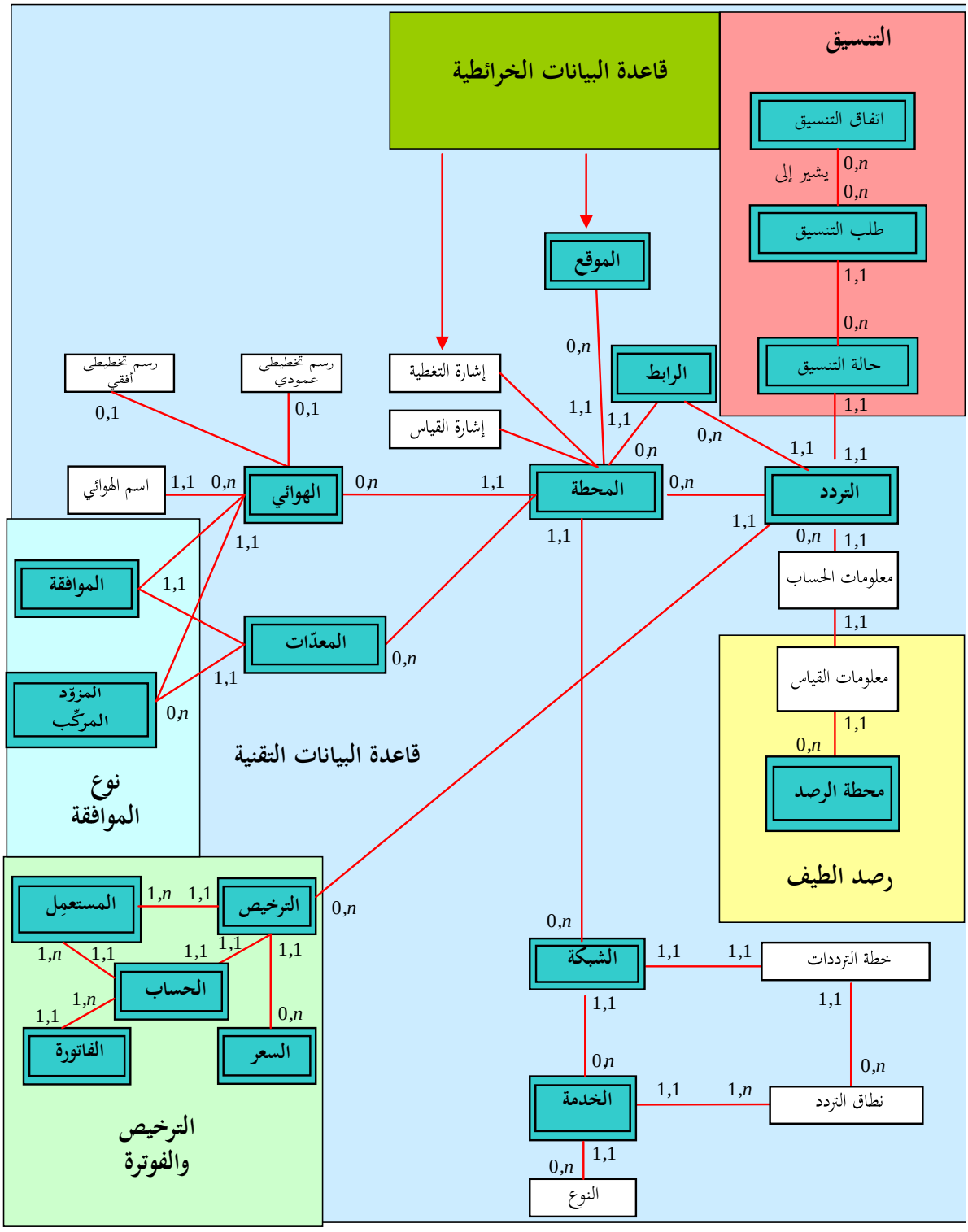
- الأساس: قاعدة البيانات التقنية؛
- التمديدات الإدارية: التنسيق والترخيص والفوترة والموافقة على المعدات وإحصاءات الأنشطة.

وعند تخصيص أحد الترددات لمحطة استقبال أو محطة إرسال، تُدخل جميع البيانات الإدارية والتقنية والتشغيلية من طلب تخصيص التردد في السجل الوطني للترددات (مع إمكان إدخال بعض التعديلات أثناء عملية تخصيص التردد). ويمكن أن يكون السجل الوطني للترددات هو نفس قاعدة البيانات المشروحة في الشكل 2.3، ولكن مجموعة البيانات لها وضع مختلف (انظر التوصيتين ITU-R SM.1370 وITU-R SM.1604). ولا تقتصر فائدة هذا السجل على اعتباره مرجعاً عند اختيار ترددات أخرى قابلة للاستعمال في المستقبل ولكنه يوفّر أيضاً مادة أساسية لاتخاذ الإجراء الفعال المطلوب من أجل تكييف التخطيط الوطني مع الاحتياجات الفعلية لمختلف المستعملين. وينبغي توخي الدقة في تجميع السجل الوطني وتحديثه، إذ ينبغي أن يتسع لتسجيل عدد كافٍ من التخصيصات وكل المعلومات اللازمة لإعطاء وصف واضح وكامل لكل تخصيص للتردد. ونظراً لرخص تكلفة البرمجيات الحاسوبية والمعدات الحاسوبية حالياً فيُستحسن استخدام قاعدة بيانات حاسوبية لتجهيز تخصيصات الترددات وتسجيلها (انظر دليل التقنيات القائمة على أساس الحاسوب لإدارة الطيف، الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية (طبعة 2015)).

ويستطيع مديرو الطيف، في بعض الحالات، علاوة على تخصيص الترددات وعمليات الترخيص الوارد وصفها في هذا الفصل، اعتبار بعض التكنولوجيات معفاة من عمليات الترخيص، مثل الواي فاي والواي ماكس والتعرّف عن طريق الترددات الراديوية (RFID) والنطاق الفائق العرض (UWB) وأنظمة المدى القصير الأخرى.

الشكل 2.3

تنظيم قاعدة البيانات لنظام إدارة الطيف لأغراض
تخصيص الترددات وإصدار التراخيص



الجزء ألف

تخصيص الترددات للمحطات الراديوية

تخصيص الترددات هو جزء أساسي من عملية إدارة الطيف وهو مطلوب لجميع الخدمات الراديوية. ويتناول هذا الفصل النواحي التنظيمية والتقنية في عملية تخصيص الطيف، ويتناول المسائل الإدارية كجزء من العملية التنظيمية.

1.3 النواحي التنظيمية في عملية تخصيص الترددات

ينبغي أن تخصص الجهة الوطنية المسؤولة عن إدارة الترددات إدارة خاصة مسؤولة عن تخصيص الترددات للأنظمة الراديوية. وينبغي أن تقوم هذه الإدارة بتناول المسائل التنظيمية والتقنية. وينبغي، بحسب حجم الهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف، تخصيص أشخاص معيَّنين أو وحدات معيَّنة في داخل تلك الإدارة يكونون مسؤولين عن تخصيص الترددات.

التنظيم الوطني: يمكن تكليف مجموعات إدارية معينة في الوكالات الوطنية ذات الصلاحيات المناسبة بمهمة تخصيص الترددات للأنظمة في كل خدمة من الخدمات. ويمكن أيضاً، بدلاً من ذلك، تكليف هيكل إداري وحيد بالمسؤولية عن مختلف فئات الخدمات وتكون له سلطة إدارة توزيع الترددات. ويمكن لهذه المجموعات أن تُجري تخصيصات للترددات لمجموعة خدمات، بما في ذلك تقاسم نطاقات بين الخدمات. ويمكن أيضاً أن تؤخذ في الاعتبار إمكانية تخصيص ترددات لأنظمة راديوية معينة باستخدام نطاقات تردد بشكل مشترك بين خدمات مختلفة أو مستعملين مختلفين. وللهيئة الوطنية اتخاذ القرار فيما يتعلق بالإجراءات الخاصة بتخصيص الترددات والطرق المتبعة لضمان كفاءة استعمال طيف الترددات الراديوية.

مثال ذلك، تتشارك الخدمات المتنقلة البرية والخدمات الإذاعية، حسب لوائح الراديو الصادرة عن الاتحاد، في عدد من نطاقات التردد، وتكون الأولوية في استعمال هذه النطاقات للخدمة الإذاعية. ويمكن إعطاء المستعملين الذين يمثلون المصالح الحكومية وضع الأولوية في استعمال طيف الترددات بالنسبة للمستعملين التجاريين الذين تكون لهم أسبقية أدنى.

ويجب أن تفصِّل اللوائح الوطنية جميع هذه المسائل الإدارية والتقنية وكذلك المسائل المتعلقة بالمزادات ورسوم التراخيص والرسوم الأخرى والغرامات وما إلى ذلك. ويمكن أن تأخذ هذه اللوائح الوطنية شكل لوائح وطنية موحدة للراديو أو تكون في شكل قوانين وأوامر وقواعد منفصلة تقرها السلطات الوطنية المختصة.

إجراءات تنسيق الترددات: تنسيق الترددات هو عبارة عن عملية تنطوي على الحصول على اتفاق بين مستعملي الطيف الحاليين وأحد المستعملين الجدد للطيف حين يكون من المحتمل وجود تنازع على الطيف. وقد ينطوي التنسيق على اعتبارات تقنية وإدارية وقانونية أو اعتبارات المجاملة الدولية أو غير ذلك.

ويُعتبر تنسيق استعمال الطيف الوطني من مجالات النشاط المهمة في الإدارة المسؤولة عن عملية تخصيص الترددات كما يتضح من الشكل 2.3، فتنسيق الترددات على المستوى الوطني مسألة مهمة لأن أنظمة الراديو التابعة لمستعملين مختلفين تشترك عادة في نفس نطاق التردد. فعلى سبيل المثال قد تقوم وكالات حكومية مختلفة بتشغيل وصلات على موجات صغرية في الوقت الذي يقوم فيه باستعمال نفس هذه الموجات شركات اتصالات محلية أو وطنية، أو شركة أو شركات خاصة، وكلها تستعمل نفس توزيعات التردد. ويجب تنظيم عملية التنسيق بموجب قواعد وطنية تلزم جميع المستعملين الذين يمكن أن يتأثروا بنظام راديوي جديد يجري النظر في تشغيله بدراسة إمكانية التداخل مع هذا التخصيص.

ويتم تخصيص الترددات بمراعاة أي قيود على استعمالها قد تفرضها اللوائح الوطنية. فقد تلجأ بعض البلدان إلى وضع قيود محلية على استعمال نطاقات تردد معينة للخدمات الفردية، وقد تكون هذه القيود مفروضة على استعمال بعض الترددات من قبل مستعملين معينين أو قيوداً على القدرة المشعة في خدمات معينة تعمل في نطاق تردد معين أو قيوداً مفروضة في مناطق جغرافية معينة.

وفي بعض الحالات، وخاصة في عملية تخصيص الترددات في المناطق الحدودية، يكون من الضروري تنسيق الترددات على صعيد دولي. إذ يجب تقاسم الطيف بين إدارات مختلفة وبين خدمات راديوية مختلفة وبين محطات مختلفة. وفي نفس الوقت فإن لكل إدارة

استقلاليتها. ومن هنا يبدو أن أفضل طريقة لخدمة مصالح كل إدارة هي الحصول على موافقة دولية على قواعد وإجراءات عامة لإدارة الطيف. والهدف الرئيسي هو تفادي أي تداخل غير مقبول بين المحطات التابعة لمختلف الإدارات. لذلك ينبغي الاتفاق على إجراءات التنسيق من أجل توجيه الإدارات ذات الحدود المشتركة بشأن كيفية تبادل المعلومات واتخاذ جميع التدابير اللازمة لضمان عدم حدوث تداخل ضار.

والنهج الأساسي في تنسيق تخصيص الترددات الأرضية في المناطق الحدودية هو تقسيم موارد الترددات المتاحة بالعدل بين الأطراف، ويمكن عند وجود اختلافات كبيرة في عدد تخصيصات التردد أو في حجم السكان في منطقة حدودية أن يتم التقسيم تناسبياً بين الأطراف بحيث يستعمل أحد الأطراف مجموعة متفقاً عليها من الترددات ويستعمل الطرف الآخر مجموعة أخرى. وينبغي أيضاً الاتفاق على المستوى المقبول للتداخل وتدقيق تخصيصات التردد الجديدة وفقاً للمعايير المتفق عليها باستخدام طرق حساب متفق عليها. ويمكن تقسيم عملية التنسيق إلى ثلاثة أجزاء: الأحكام الإدارية، وتبادل المعلومات، والحسابات التقنية. ويمكن الاطلاع على عمليات مستقرة لتنسيق الترددات على الصعيد الدولي في الرسوم الانسيابية الواردة في التوصية ITU-R SM.1049 حيث تُقدِّم إرشادات تفصيلية عن عملية التنسيق في تخصيص الترددات الأرضية. ويحتوي الفصل 5 من هذا الدليل على معلومات إضافية بشأن المسائل المتعلقة بهندسة الطيف فيما يتعلق بالتنسيق. وفي أحيان كثيرة يكون حساب مسافة التنسيق ومنطقة التنسيق بسيطاً يمكن إجراؤه يدوياً، وفي حالات أخرى قد تكون الحسابات معقّدة وتستغرق وقتاً طويلاً ويكون من الضروري في هذه الحالة استخدام التحليلات الحاسوبية.

ومن أمثلة الاتفاقات متعددة الأطراف بشأن تخصيص الترددات على أساس تفضيلي للخدمات الثابتة والخدمات المتنقلة البرّية على أساس إقليمي اتفاق فيينا لعام 2000[32] الذي يشتمل على جميع الإجراءات التنظيمية اللازمة وكذلك على المعايير التقنية اللازمة وإجراءات الحساب. وتنص ملحقات الاتفاق على البرمجيات اللازمة. ويمكن استعمال جميع هذه المواد على الصعيد الوطني. وترد المبادئ الأساسية لاتفاق فيينا في التوصية ITU-R SM.1049. ويمكن أيضاً الاستفادة من التنسيق الدولي للترددات في عملية تنسيق الترددات للمحطات الإذاعية في المناطق الحدودية.

وحين تسجَّل تخصيصات التردد الوطنية على الصعيد الدولي لدى الاتحاد فإن ذلك يمنحها اعترافاً دولياً ويوفر لها، بشكل خاص بالنسبة لخطط بعض الخدمات والترددات، حماية لتشغيل المحطة. ومن مصلحة الإدارات أن تسجل جميع تخصيصات التردد التي يُظن أنها تحتاج إلى حماية من التداخل من مستعملين آخرين عبر الحدود الدولية[33].

ويمكن تقسيم الإجراءات الخاصة بالتبليغ عن تخصيصات الترددات وتسجيلها في السجل الأساسي الدولي للترددات (MIFR)، بشكل عام، إلى أعمال تتصل بالتنسيق، والتبليغ، والفحص، والتسجيل. وترد الإجراءات ذات الصلة في لوائح الراديو. وعند تخصيص أحد الترددات وفقاً لخطة تعيين إقليمية أو خطة تخصيص إقليمية فإن الخطة المعنية يمكن أن تتضمن إجراءات التنسيق التي ينبغي اتباعها.

ومن مسؤولية الوكالات الوطنية أيضاً أن تفحص أي مقترحات جديدة بشأن الترددات وأي تعديلات على تخصيصات الترددات القائمة، المعممة في النشرة الإعلامية الدولية للترددات التي يصدرها مكتب الاتصالات الراديوية (BR IFIC). وينبغي التأكد من خلال هذا الفحص من أن أياً من متطلبات الترددات المنشورة التي يمكن أن ينتج عنها تداخل ضار في خدمات الراديو الوطنية القائمة أو المخططة قد دُوِّنت عليها الملاحظات في غضون الموعد الذي يحدده مكتب الاتصالات الراديوية.

---

[32] اعتباراً من سنة 2001 أصبح اتفاق فيينا لعام 2000 يُطلق عليه أيضاً اسم اتفاق برلين.

[33] من الضروري الإشارة إلى أن هذا التنسيق قد لا تكون له ضرورة في بعض الحالات خاصة في البلدان ذات المناطق الجغرافية الشاسعة أو البلدان المعزولة عن جيرانها.

2.3 النواحي التقنية في عملية تخصيص التردد

المطلوب في معظم الحالات من تخصيص تردد ما أن يوفّر لمقدم الطلب المستوى المطلوب من الخدمة وفي نفس الوقت أن يحمي مقدم الطلب والمرخَّص لهم الحاليين من التداخل. وتقتضي ضرورة تحقيق الكفاءة في استعمال الطيف أن يراعى أيضاً إعطاء أكبر فرصة لتلبية الطلبات المستقبَلة لتخصيصات التردد.

1.2.3 إجراءات تخصيص الترددات للمحطات الراديوية

يمكن أن تُستعمل في إجراءات تخصيص الترددات للمحطات الراديوية:

أ) قاعدة بيانات حاسوبية تشتمل على سجل وطني للترددات، أي مجموعة من تكتلات البيانات تتصل بجميع محطات الراديو العاملة وتشتمل على المعلومات الإدارية والمواقع الجغرافية والخصائص التقنية؛

ب) بيان تخصيصات التردد المنسَّقة مع الإدارات الأخرى؛

ج) قاعدة بيانات طبوغرافية يمكن استخدامها في عمل حسابات لسويات الإشارات المطلوبة وغير المطلوبة مع قدر من السماح لجانبيات مسير الانتشار؛

د) مكتبة إلكترونية لأنواع معدات الاستقبال والإرسال والهوائيات الموافَق عليها موافقة نمطية، وكذلك مكتبات تشتمل على معايير تخطيط الترددات (شدة المجال الدنيا الاسمية المستعمَلة، ونسب الحماية، وسويات التداخل المسموح بها، وما إلى ذلك)؛

هـ) تحليل الملاءمة الكهرمغنطيسية بما في ذلك مختلف تقنيات الحساب (انظر الفصل 5)؛

و) مكتبة إلكترونية تشتمل على رسوم الترخيص والرسوم الأخرى عن إدارة الطيف، أو عمليات حسابية لحساب تلك الرسوم.

2.2.3 المعلومات المطلوبة في استمارات طلب التردد

يوصى بشدة بأن تكون استمارات الطلبات الوطنية متفقة قدر الإمكان مع توصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد وأن تشتمل على جميع البيانات التي يستخدمها مكتب الاتصالات الراديوية كما هي معروضة في النشرة الإعلامية الدولية للترددات التي يصدرها المكتب (BR IFIC) وفي خطط التردد الإقليمية ذات الصلة.

3.2.3 طرق تحليل التداخل من أجل تخطيط التردد حسب الموقعي

يحتاج الأمر إلى إجراء تحليل للتداخل عند وضع خطط التردد الموقعي لشبكات الاتصالات الراديوية والإذاعة على الصعيدين الدولي والوطني، وعند القيام بأعمال تنسيق الترددات بين الإدارات في مختلف البلدان.

ويبدأ تحليل التداخل بتحديد شدة المجال للإشارات المطلوبة والمتداخلة في نقطة استقبال معينة أو على حافة منطقة الخدمة، لمحطات الإذاعة مثلاً أو للاتصالات من نقطة إلى عدة نقاط، ومقارنتها بالمتطلبات الخاصة بشدة المجال الدنيا/الاسمية ونسب الحماية للخدمة الراديوية المعنية. وفي هذا الصدد من المهم جداً اتباع التعاريف المستخدمة في لوائح الراديو لمختلف سويات التداخل. وتحتوي لوائح الراديو على التعاريف التالية للتداخل ونسبة الحماية:

الرقم 166.1 *التداخل:* هو الأثر الذي تتركه الطاقة غير المطلوبة على الاستقبال في نظام *اتصالات راديوية* والتي تكون ناجمة عن *إرسال*، أو عن *إشعاع*، أو عن حث، أو عن مجموعة من هذه الإرسالات أو الإشعاعات أو أنواع الحث، ويظهر هذا الأثر في انحطاط جودة الإرسال أو في تشوه أو ضياع معلومات كان يمكن استخراجها في غياب هذه الطاقة غير المطلوبة.

الرقم 167.1 *التداخل المسموح به*[34]: هو *تداخل* ملحوظ أو متوقع يفي بمعايير *التداخل* والتقاسم الكَمّيّة المحددة في هذه اللوائح أو في التوصيات ITU-R أو أيضاً في اتفاقات خاصة تحتسب هذه اللوائح إمكان حدوثها.

[34] **1.167.1** و**1.168.1** إن المصطلحين "تداخل مسموح به" و"تداخل مقبول" يستعملان أثناء تنسيق تخصيصات التردد بين الإدارات.

الرقم 168.1 *التداخل المقبول*[34]: هو *تداخل* يفوق التداخل المعرَّف بكونه *مسموحاً به*، تم الاتفاق عليه بين إدارتين أو أكثر دون أن يسبب ضرراً لإدارات أخرى.

الرقم 169.1 *التداخل الضار*: هو *تداخل* يعرِّض للخطر اشتغال *خدمة ملاحية راديوية* أو غيرها من *خدمات السلامة*، أو يحط حطاً شديداً من *خدمة اتصالات راديوية* مستعمَلة وفقاً للوائح الراديو، أو يقطعها قطعاً متكرراً، أو يمنع اشتغالها.

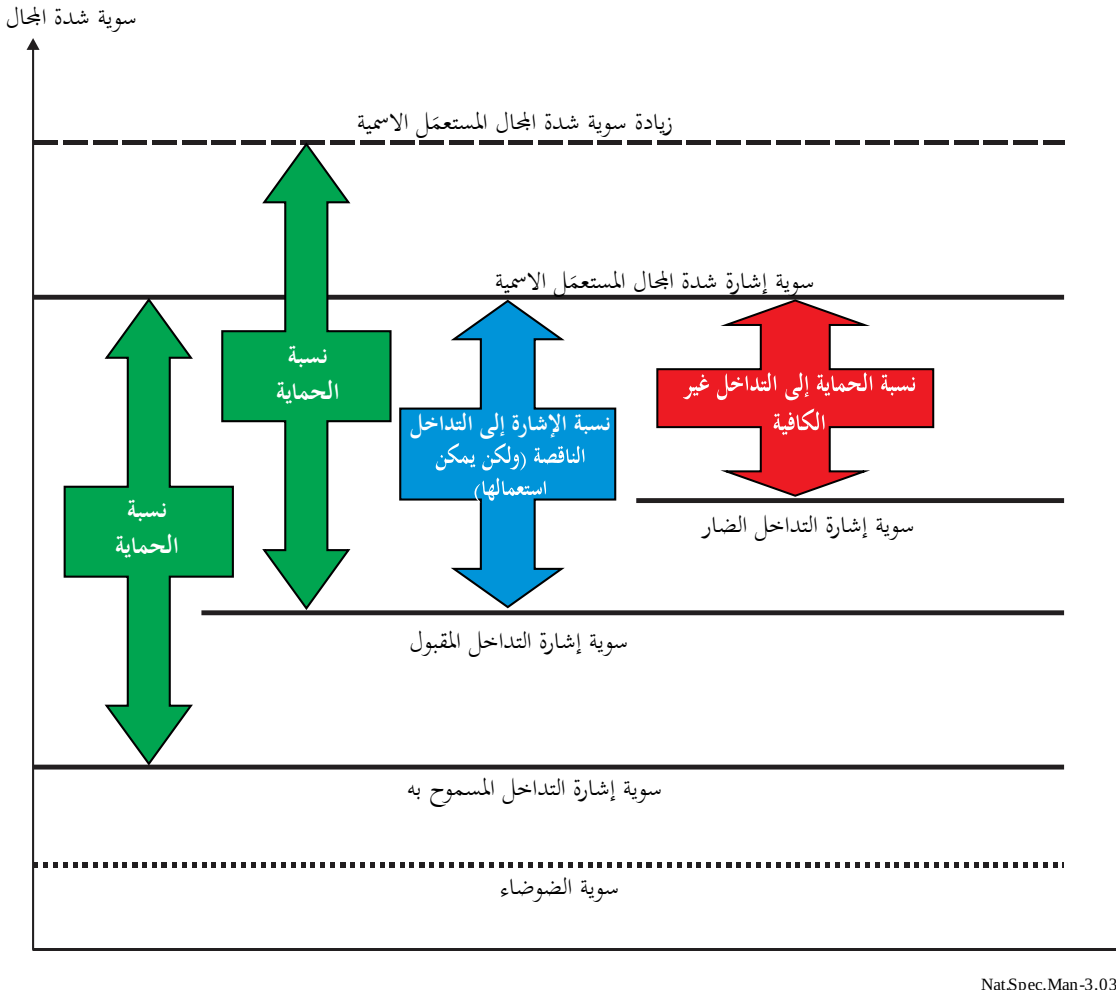
الرقم 170.1 *نسبة الحماية*: هي القيمة الدنيا لنسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة غير المطلوبة عند مدخل المستقبِل، ويعبَّر عنها بالديسيبل عامة، وتحدَّد في ظروف معينة تسمح بالحصول على نوعية استقبال معينة للإشارة المطلوبة عند مخرج المستقبِل.

ولأغراض لوائح الراديو يُستخدم مصطلحا *التداخل المسموح به* و*التداخل المقبول* في تنسيق تخصيصات التردد بين الإدارات. أم في الواقع فيُستخدم هذان التعبيران أيضاً لأغراض تخطيط وتنسيق تخصيص الترددات بين مستعملي الطيف على المستوى الوطني.

ويعرض الشكل 3.3 العلاقة بين *التداخل الضار* في شدة المجال المستعمَل الاسمية، و*نسبة الحماية*، و*التداخل المسموح به* (التوصية ITU-R BS.638)، لبعض خدمات الراديو الأرضية، في حالة وجود تداخل من مصدر واحد.

الشكل 3.3

العلاقة بين سويات الإشارة المستعمَلة والمسبِّبة للتداخل



Nat.Spec.Man-3.03

[34] **1.167.1** و**1.168.1** إن المصطلحين "تداخل مسموح به" و"تداخل مقبول" يستعملان أثناء تنسيق تخصيصات التردد بين الإدارات.

تُعتبر شدة المجال الاسمية المستعمَلة عاملاً مهماً في تخطيط الترددات وتنسيقها. وهي تمثل سوية الإشارة المتلقاة (أو المفترَضة) من المرسِل المطلوب التي تكفي لتوفير استقبال للإشارة (أو أداء النظام) في وجود إشارة تداخل من أجهزة إرسال أخرى. ويجب أن تكون الإشارات غير المطلوبة في نفس القناة محدودة بسوية منخفضة من أجل تفادي التداخل. وتحدِّد *نسبة الحماية* (أو هامش الحماية) الدرجة التي يجب وقف الإشارات غير المطلوبة عندها، وهي مبينة في السهمين في أقصى يسار الشكل 3.3. وتعرَّف سوية إشارة التداخل المناظرة بأنها إشارة *التداخل المسموح به* أو إشارة *التداخل المقبول* (المتلقاة أو المفترَضة).

ويحدث في كثير من الحالات أن تكون الحماية من حدوث تداخل غير ضرورية أو غير عملية. فالخدمة الراديوية يمكن تقديمها حتى في وجود إشارات غير مطلوبة أو ذات سوية منخفضة من حين لآخر. وسوية الإشارة التي تحدد هذه الحالة تكون أعلى بقليل من سوية *التداخل المسموح به*، وهي مبينة في الشكل باعتبارها سوية إشارة *التداخل المقبول*. ويحدث هذا في الحالة التي يوجد فيها *تداخل مقبول* من إشارة غير مطلوبة. انظر التعريف الوارد في الرقم **168.1** من لوائح الراديو. ومع ذلك يمكن في هذه الحالة الحصول على أداء مناسب من النظام. وتُستخدم نفس *نسبة الحماية* في تحديد "سوية أعلى لشدة المجال المستعمَلة الاسمية".

ويتبين من الشكل 3.3 أنه يمكن الوصول إلى تداخل مقبول بزيادة "سوية شدة المجال المستعملة الاسمية" أو زيادة نسبة الإشارة إلى التداخل. ومع ذلك فإن زيادة سوية إشارة التداخل سينتج عنها في النهاية نسبة غير كافية للإشارة إلى التداخل ومن ثم تداخل ضار.

وسويات الإشارات المطلوبة والمتداخلة ليست ثابتة مع الوقت ولكنها تتفاوت في شدتها بسبب خبو الإشارة. ولضمان استقبال من النوعية المطلوبة تُستعمل هوامش إضافية لشدة المجال المستعملة الاسمية، وتتفاوت قيمها ما بين 6 و12 dB، وقد تزيد عن ذلك بالنسبة لأنظمة الموجات الصغرية من نقطة إلى نقطة مع زيادة النسبة المئوية للوقت.

وتتوقف القيم الفعلية "لسوية شدة المجال المستعمَلة الاسمية" و*نسبة الحماية*، المبينة في الشكل 3.3 بشكل عام، على طبيعة الخدمة ونطاق التردد ونوعية الخدمة وعوامل أخرى. وتشتمل أنظمة إدارة الطيف المحوسبة المتاحة حالياً على هذه القيم في مكتبات تُستخدم في إجراءات تخصيص الترددات وإجراءات تخطيط الترددات الموقعي.

ويشار أحياناً إلى شبكات الراديو المتطورة باعتبارها "خالية من التداخل". والواقع أن هذا يتصل بالشبكات المصممة لمواجهة حالات تداخل محددة أو مفترضة. كما أن التشغيل الخالي فعلاً من التداخل (حين يكون التداخل في حدود لا تُذكر) قد يحتاج فواصل جغرافية كبيرة بين المحطات التي تستعمل نفس الترددات أو ترددات مجاورة وقد ينتج عن هذا نقص في كفاءة استعمال الطيف. ومعنى هذا أن الطيف يُستخدم بكفاءة حين تعمل جميع المحطات في الشبكة مع سويات تداخل مسموح بها قد تختلف باختلاف المحطات في مختلف الخدمات الراديوية. ويعني هذا أن مفهوم التداخل المسموح به له دور إيجابي في عملية تخطيط الترددات الموقعي. فمن ناحية تُعتبر سوية *التداخل المسموح* بها مؤشراً على نوعية الإرسال المطلوبة، ومن ناحية أخرى فهي مؤشر على كفاءة استخدام الطيف.

ويتناول الفصل 5 تقنيات تحليل التداخل.

3.3 خطط الترددات

ينطوي تخطيط التردد على تحقيق التوزيع الأمثل لعدد معين من قنوات الترددات، من حيث كفاءة الطيف، بين المحطات القاعدة أو محطات الإذاعة التي تشكل شبكة اتصالات متنقلة أو نظاماً إذاعياً (مرئياً أو مسموعاً). ويمكن أن ينتج عن التخطيط نهج يوفر أكبر تغطية ممكنة لمنطقة تعمل فيها الشبكة المعنية.

ويمكن أن تكون الخطوة الأولى في عملية التخطيط هي الافتراض بتشابه الظروف الجغرافية والتضاريسية في جميع أنحاء المنطقة التي توضع الخطة من أجلها. وتتيح هذه الافتراضات استخدام تقديرات موحدَّة لخسارة الانتشار. وتوفر الخطط الناتجة عن هذه الافتراضات تغطية موحَّدة لمنطقة الخدمة ولكنها لا تراعي الاختلافات في الطلب أو الظروف التي تنشأ في مختلف المواقع في داخل منطقة التخطيط. وفي هذه الحالات يمكن أن توفر "الخطة الرئيسية" إمكانية إدخال تعديلات (تحتاج أحياناً إلى تنسيق خاص) ويمكن في حالات أخرى أن تقدِّم الخطة الرئيسية ترتيباً مبدئياً للمواقع والترددات ويكون هذا الترتيب خاضعاً لتعديلات في ضوء

الخبرة العملية. والاتجاه الحديث هو تأكيد المرونة في تخطيط الترددات. ويوصي بأن يؤخذ في الاعتبار الدقيق في خطط المواقع من هذا النوع إمكانيات التعديل أو التغيير في المستقبَل.

ومما يجعل تعديل هذه الخطط أمراً عملياً هو وجود برمجيات حاسوبية لتغطية الترددات الراديوية وتخصيص الترددات. ويلاحظ أن مسؤولية تقديم هذه الخطط ليست بالضرورة مسؤولية الوكالات التنظيمية. فهذه الخطط مثلاً بالنسبة للمهاتفة الخلوية (المتنقلة) يضعها عادة مشغلو الخدمة المتنقلة.

وبالإضافة إلى الطرائق الخمس الموصوفة أدناه، هناك خطط ترددات أخرى يمكن استخدامها. وقد استخدم تقليدياً طريقتان في إعداد خطة الترددات، وهما:

- التوزيع الشبكي – وهو توزيع منهجي منتظم جغرافياً لموارد الترددات على امتداد منطقة معينة؛
- توزيع غير شبكي – وهو توزيع لموارد الترددات غير منتظم ولكنه يتسم بالكفاءة من حيث استخدام الطيف، على امتداد منطقة جغرافية معيّنة.

وكلتا الطريقتين مناسبة لخطط التخصيص/التعيين، ويمكن استعمال أي منهما في وجود ضوابط سابقة. وفيما يتعلق باختيار طريقة التخطيط أو طرائق التخطيط، اعتُبرت طريقة التوزيع الشبكي طريقة ناجحة كأساس لمعظم خطط توزيع الترددات في الماضي وهي مناسبة للاستعمال في تخطيط الإذاعة الرقمية في المناطق ذات الخصائص المتوافقة نسبياً. وتنطبق هذه الطريقة أساساً على المناطق التي يجري فيها تحويل التخصيصات الحالية أو المخططة من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي، وهي تشكل جزءاً من الخطة الرقمية.

إلا إنه في المناطق التي لا توجد فيها احتياجات متشابهة للإذاعة الرقمية (مثل مناطق خدمة ذات أحجام مختلفة جداً أو ظروف استقبال مختلفة) أو في المناطق التي تحتاج إلى محطات إذاعة رقمية وتوجد فيها فعلاً شبكات لمحطات تماثلية، يصبح التخطيط القائم على الأساس غير الشبكي أفضل وسيلة لتحقيق التغطية المطلوبة وكذلك يمثل الاستخدام الأمثل للطيف المتاح. فهذه الطريقة تتيح إضافة تخصيصات ليست موزَّعة على كامل المنطقة بأي طريقة منتظمة وربما تكون مناطق الخدمة فيها مختلفة الأحجام.

ويمكن تقسيم عملية التخطيط في أي من الطريقتين إلى مرحلتين هما "تحليل التوافق" و"التركيب". والغرض من مرحلة التحليل هو التعرُّف على أوجه عدم التوافق والسبل المناسبة لمواجهتها للنظر فيها.

ويمكن تلخيص عملية التخطيط في الخطوات التالية:

الخطوة 1: تقديم طلب احتياجات الإذاعة الرقمية.

الخطوة 2: تحديد محطات الإذاعة التماثلية والخدمات الأخرى التي ينبغي أخذها في الاعتبار.

الخطوة 3: إجراء تحليل التوافق.

الخطوة 4: تقييم نتائج الخطوة 3.

الخطوة 5: بيانات إدارية بشأن التوافق بين المتطلبات، مع الرجوع إلى الخطوة 3 إذا لزم الأمر.

الخطوة 6: إجراء التركيب الذي يؤدي إلى وضع الخطة.

الخطوة 7: استعراض النتائج مع إمكانية العودة إلى الخطوة 5 ثم إلى الخطوة 3 إذا لم تتحقق النتائج المطلوبة.

الخطوة 8: اعتماد الخطة النهائية.

1.3.3 التخطيط الخطي الموقعي للترددات

قام بوضع فكرة التخطيط الخطي الموقع للترددات معهد الإذاعة الراديوية في هامبورج (ألمانيا). وتم استعمال المفهوم في كثير من المؤتمرات الدولية المعنية بالإذاعة الراديوية (ستوكهولم، 1961؛ وجنيف، 1963؛ والمؤتمر الإقليمي الإداري للراديو +1؛ وجنيف، 1984).

ويمكن تطبيق هذه الطريقة أيضاً على تخطيط الترددات في أنظمة الاتصالات الراديوية المتنقلة [Gamst, 1982 و Hale, 1981] بما في ذلك الأنظمة الخلوية.

وطريقة التخطيط الخطي للترددات تقوم على الافتراضات النظرية التالية:

- جميع أجهزة الإرسال متطابقة، وتتساوى فيها قدرة الخرج وارتفاع الهوائيات؛
- مخططات إشعاع الهوائي متناحية في المستوي الأفقي؛
- خسارة الانتشار لا تتوقف على الاتجاه أو التردد.

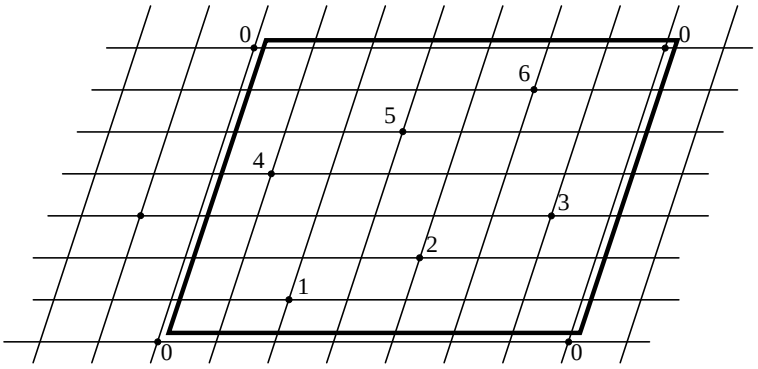
وبتطبيق هذه الافتراضات نجد أن حدود منطقة الخدمة لكل جهاز إرسال هي دائرة يتوقف نصف قطرها على نوع الخدمة (إذاعة صوتية أو تلفزيونية أو خدمة متنقلة، وغيرها) وعلى خصائص الانتشار في مدى التردد موضع النظر.

وينتج عن تطبيق هذه الطريقة خطة لشبكة مرسلات متجانسة تكون فيها أقرب المرسلات المشتركة في نفس القناة عبارة عن نقط عُقَدية في شبكة منتظمة هندسياً عند مستوى سطح الأرض. ويوجد في هذه الشبكة ستة مرسلات مشتركة في نفس القناة في كل جزء من أجزاء الشبكة.

ويبين الشكل 4.3 توزيعاً شبكياً منتظماً للمرسلات في وجود سبعة تخصيصات مشتركة في نفس القناة. وتتكون الشبكة النظرية من مخطط شبكي ذي إحداثيات خرائطية باستعمال نظام إحداثيات مائل، حيث زاوية الميل هي 60°.

الشكل 4.3

توزيع شبكي منتظم لمحطات الراديو



ويبرز في الشكل، على شكل معيَّن، النقاط العقدية التي تقع فيها المرسِلات التي تستخدم قنوات التردد $i = 0 \ldots$ أما المرسِلات الأقرب إلى المرسِل الواقع عند الأصل فهي مرقمة 1 ... 6. ويُسمى المعيَّن المتحد القنوات عند النقاط العقدية للمحطة المرقمة 0 المعيَّن المتحد القنوات الرئيسي. ومحطات الراديو ذات المواقع المرقَّمة $i = 1 \ldots 6$ تقع عند النقاط العقدية داخل المعيّن المتحد القنوات. وموقع أرقام المواقع بين محطات الراديو الواقعة داخل المعيَّن ثابت بالنسبة لكل معيَّن مجاور.

وتُستخدم بيانات الإدخال التالية:

- نصف قطر منطقة الخدمة الذي يغطيه أحد المرسِلات في الشبكة؛
- المسافة المسموح بها بين المرسِلات التي تستخدم قنوات تردد مختلفة.

وينتج عن عملية التخطيط المعلمات التالية لشبكة الإرسال العادية:

- أدنى عدد مطلوب من قنوات الترددات؛
- عدد قنوات الترددات المخصصة لمحطات الراديو في الشبكة المخططة؛

- المسافة الفعلية بين المرسِلات في مختلف قنوات التردد i؛
- إحداثيات عقدة شبكة (في المعيَّنات الرئيسية المتحدة القنوات) حيث تقع المحطة التي تعمل في القناة i.

وتُحسب المسافات بين المرسِلات التي تستخدم قنوات تردد مختلفة باستخدام طريقة مختلفة للتأكد من أن سوية التداخل المتبادل بين مختلف مناطق الخدمة لا تزيد عن القيمة المقبولة المحددة سلفاً.

ويلاحَظ أن شبكات الإرسال الفعلية لا تتطابق مع الشكل الهندسي المنتظم الوارد في الشكل 4.3 كما أن أداءها التقني لا يتفق مع أداء الشبكة النظرية. ولا مفر من أن يؤدي الانحراف عن الانتظام الهندسي والقدرات النظرية وارتفاع الهوائيات إلى تقليل كفاءة خطة الترددات، ومع ذلك، فإن استخدام الطريقة المذكورة أعلاه يمكّن من رسم صورة واضحة تبيِّن مدى كفاءة خطة الترددات مع أخذ نواقص البيانات المدخلة في إعدادها في الاعتبار.

ويلاحظ مما سبق أن إعداد خطة الترددات باستعمال الطرق الموصوفة أعلاه هي مسألة استكشافية وليست قابلة للمعايرة.

ويمكن تطبيق نتائج تخطيط الترددات الخطي على النحو التالي. يوضع مخطط الشكل الشبكي للمرسلات في شبكة تخطيط مثالية على خريطة المنطقة وتخصَّص إحدى قنوات التردد لأقرب موقع في عقدة شبكية. وعند تخصيص قنوات تردد لمواقع محددة على الخريطة يمكن تعديل قدرة المرسِل وارتفاع الهوائي وما إلى ذلك حسب القيم المقررة لأغراض التخطيط.

ومن الضروري عند إكمال هذه الخطة إعادة فحص نصف قطر منطقة الخدمة لكل جهاز إرسال في الشبكة باستخدام طرق تنبؤ أكثر دقة مع البيانات الفعلية لكل موقع.

وفي بعض الحالات، وخاصة بالنسبة للإذاعة، يكون مطلوباً عدة قنوات تردد لكل موقع وليس قناة واحدة. ويمكن تحقيق هذا الهدف عن طريق الإجراء التخطيطي الخطي على أساس تخطيطات شبكية معتادة متعددة وقابلة للمقارنة بشرط أن تكون الاختلافات في ترددات القنوات لكل موقع لا تتجاوز الحدود القصوى. ويمكن فرض قيود أخرى لمراعاة ضرورة تفادي التداخل بين التشكيلات.

2.3.3 العملية التتابعية لتخطيط التردد وتخصيصه

يسعى هذا النهج إلى توفير تردد لكل محطة في قائمة المحطات من بين قائمة ثابتة للترددات المتاحة.

والبيانات المطلوب إدخالها في عمليات تخطيط الشبكة باستخدام هذه الطريقة هي:

أ) قائمة المحطات القاعدة أو محطات الإذاعة المراد تخصيص ترددات لها، وإحداثياتها الجغرافية؛

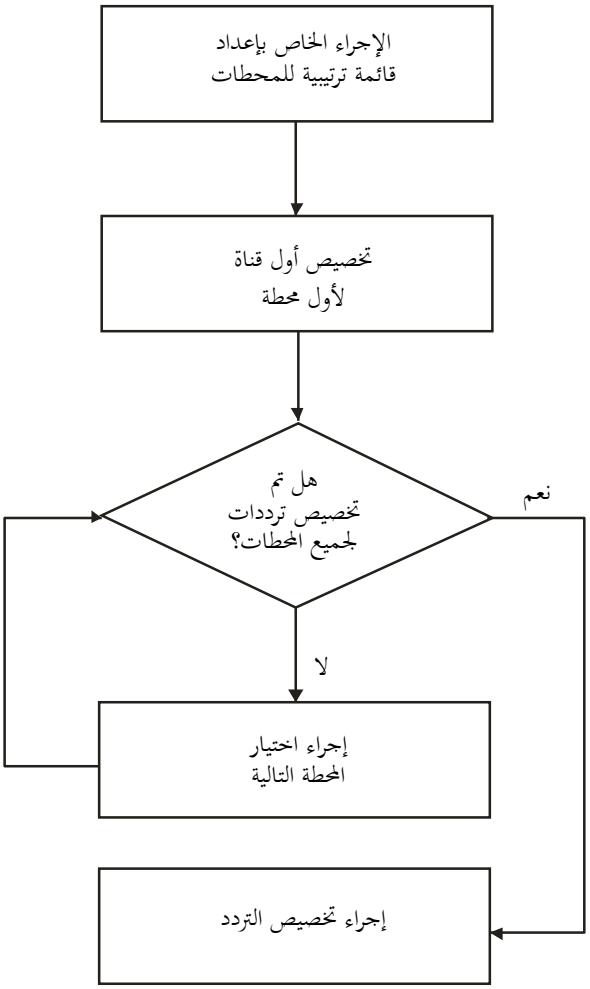
ب) قائمة قنوات التردد المتاحة؛

ج) جدول يبين المسافة المطلوبة بين محطات الراديو حسب تباعدها في التردد.

والشكل 5.3 هو عبارة عن شكل تخطيطي عام لخوارزمية يمكن استعمالها. وتشمل خوارزمية تخطيط التردد ثلاثة إجراءات كما يتبين من الشكل. والإجراء الأول هو إعداد قائمة ترتيبية بمحطات الراديو المطلوب اختيار ترددات لها، ويتفق تتابع محطات الراديو في القائمة مع سياق الجهد المبذول لتخصيص تردد للمرسِل. ويمكن على وجه الخصوص تعريف هذا الجهد بعدد محطات الراديو في منطقة تداخل متحد القنوات لمحطة راديوية معينة. وكلما زاد عدد محطات الراديو في منطقة التداخل المتحد القنوات زادت صعوبة تخصيص تردد لهذه المحطة الراديوية واقتربت بشكل أكبر من صدر القائمة.

الشكل 5.3

خوارزمية عامة لتخطيط التردد



Nat.Spec.Man-3.05

ويبدأ تحديد الترددات لمحطات الراديو بأول محطة راديو في القائمة ويخصَّص لها أول (أدنى) قناة تردد.

ولاختيار كل محطة من محطات الراديو التالية في القائمة وتخصيص تردد لها لا بد من اختيار إجراء من عدة إجراءات تم تطويرها لهذا الغرض. وأبسط إجراء هو التأكد من إعطاء كل محطة راديوية أولوية حسب ترتيبها في القائمة.

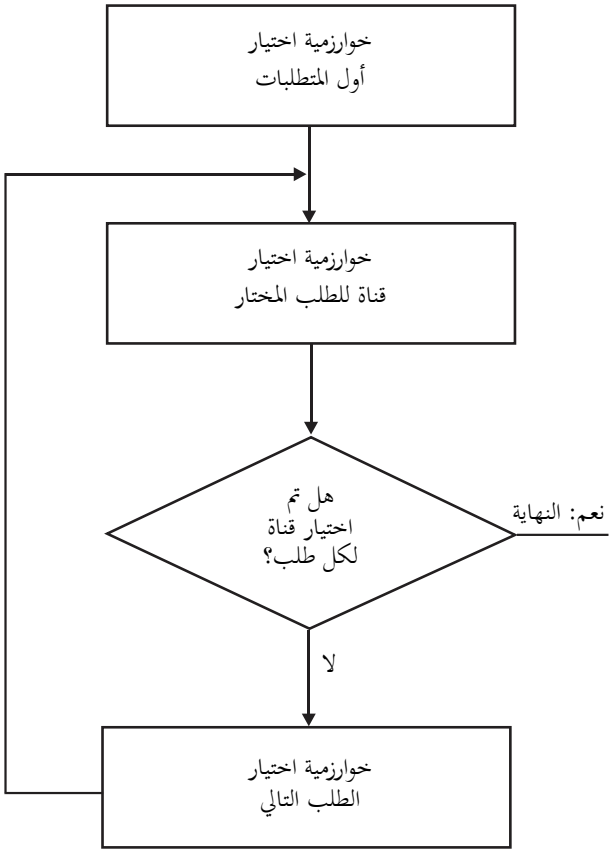
وعلى صعيد الواقع تنشأ مشكلة بشأن تحديد ترددات لمحطات الراديو الجديدة. فهذه المحطات ينبغي إدخالها في شبكة التخصيصات القائمة. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون هذا التخصيص مسألة معقدة بالنسبة لنظام تلفزيوني يحتاج إلى عدد من المكرِّرات ذات القدرة المنخفضة التي تغطي مناطق خدمة صغيرة (حيث يكون استقبال البرامج من محطات التلفزيون ذات القدرة الأعلى صعباً أو مستحيلاً) لكي يصل إلى تغطية كاملة للبرنامج.

ويمكن حل هذه المشكلة الخاصة بتغطية التردد للأنظمة الفرعية التلفزيونية ذات القدرة المنخفضة باستخدام الطريقة الموصوفة في الأدبيات [O'Leary, 1984، وHunt, 1984، وStocer, 1984].

ويرد في الشكل 6.3 رسم انسيابي لطريقة التخطيط التي اعتمدها المؤتمر الإقليمي للاتصالات الراديوية لعام 2004 لتخطيط الخدمة الإذاعية الرقمية للأرض في أجزاء من الإقليمين 1 و3.

الشكل 6.3

رسم انسيابي عام للتخطيط المتتابع لتوليف للترددات



3.3.3 طريقة تخطيط الترددات الموقعي للخدمة الخلوية

اتسع كثيراً في العقود الأخيرة معدل نمو الخدمة المتنقلة الأرضية بالتوسع في استعمال الأنظمة المتنقلة الخلوية. ويُستخدم طيف الترددات الراديوية في هذه الأنظمة بكفاءة عالية لأن عدد المستخدمين لكل نطاق مخصص لهذه الخدمة أعلى بكثير منه في الأنظمة المتنقلة الأرضية المعتادة. وتتحقق هذه الكفاءة بمعلمات كل محطة قاعدة تقوم بخدمة منطقة صغيرة، أو خلية، ذات حدود معيّنة. وتغطي الخلية المنطقة التي تعمل فيها شبكة المحطة القاعدة وكذلك مختلف أنواع الطرق التي تقع بين المحطات القاعدة.

وفي الشبكات الخلوية لا تزيد المسافة *(D)* بين الخلايا التي تستخدم نفس القناة عن $D = 3{,}5\ R_0$ إلى $D = 5{,}5\ R_0$، حيث R_0 هو نصف القطر الاسمي للخلية. ولذلك فإن إعادة استعمال التردد في الأنظمة الخلوية عالية كما أن كفاءة استخدام طيف الترددات عالية نسبياً [Lee, 1989].

ويُطلق على مجموعة من الخلايا المتجاورة التي لا يمكن فيها استعمال نفس قنوات التردد بسبب قيود التداخل اسم كوكبة. وعدد الخلايا في الكوكبة هو بُعد الكوكبة [Lee, 1989].

ويمكن أن تستخدم المحطات القاعدة هوائيات متعددة الاتجاهات عمودية الاستقطاب وهوائيات قطاعية ذات عرض حزمة ما بين 60° و120°. وباستخدام الهوائيات القطاعية يتم تقسيم كل خلية إلى ثلاثة أو ستة قطاعات، على التوالي، ويخصَّص لكل قطاع قناة تردد مختلفة [Lee, 1989].

ومن أجل إعداد خطة تردد شاملة لنظام خلوي متنقل، من الضروري تحديد المعلمات الأساسية للخطة:

- بُعد الكوكبة؛
- عدد قطاعات الخدمة في الخلية *(M)*، (*M* = 1 حين تكون θ = 360°؛ و*M* = 3 حين تكون θ = 120°؛ و*M* = 6 حين تكون θ = 60°؛ حيث θ هو عرض حزمة هوائي المحطة القاعدة)؛
- عدد المحطات القاعدة؛
- نصف قطر الخلية؛
- القدرة المشعة المكافئة لجهاز إرسال المحطة القاعدة؛
- ارتفاع هوائي المحطة القاعدة (يُفترض في محطة الخدمة المتنقلة أن يكون ارتفاعها 1,5 متر).

وتمكّن هذه الطريقة من تحديد جميع المعلمات المطلوبة لخطة الترددات. ومن الضروري، من أجل وضع خطة شاملة تقوم على أساس عدد القنوات لكل محطة قاعدة ولكل كوكبة في نظام خلوي، تحديد التردد المخصص لتشغيل جميع المحطات القاعدة الداخلة في الكوكبة. ومن الضروري أيضاً عند القيام بذلك تقليل التداخل بين الخلايا إلى أدنى حد عند استخدام قنوات التردد المتجاورة وكذلك تداخل التشكيل بين القنوات في نفس القطاع من الخلية.

ويمكن استعمال الطريقة الوارد وصفها في [Gamst, 1982 وHale, 1981] في إعداد خطة شاملة للترددات للأنظمة الخلوية.

4.3.3 عملية مرنة لتخطيط التردد الموقعي

بالنسبة لبعض خدمات الراديو وتطبيقاتها، مثل الخدمة الثابتة، بما في ذلك أنظمة الموجات الصغرية أو أنظمة الراديو المتنقلة الخاصة، لا تُعدّ خطط محددة سلفاً أو جامدة لتخصيص الترددات الموقعي وإنما يتحدد تخصيص التردد لكل تطبيق جديد عن طريق تحليل للمواءمة لكل طلب مقترح جديد في مقابل تخصيصات التردد المسجلة في السجل الوطني للترددات وتحديد تردد لهذا الطلب الجديد بحيث لا يؤثر على تخصيصات الترددات القائمة ولا يتأثر بها. وترد إجراءات اختبارات الملاءمة الكهرمغنطيسية في الفصل 5 وفي اتفاق فيينا لعام 2000.

وللإسراع في عملية اختيار تردد مناسب لتخصيصه للموقع المطلوب يمكن استخدام الطرق المنصوص عليها في التوصية ITU-R SM.1599. وهذه الطريقة تَنتُج عنها بيانات بشأن شَغل النطاقات الفرعية لتردد معين في مختلف المواقع. وباستخدام هذه الطريقة يمكن تبسيط عملية تخصيص التردد لأنها تتيح إجراء اختبارات الملاءمة الكهرمغنطيسية للكيان الجديد في الموقع المطلوب مقابل عدد محدود من تخصيصات التردد في نطاق فرعي أضيق من نطاقات الترددات يكون أقل انشغالاً من باقي النطاقات الفرعية.

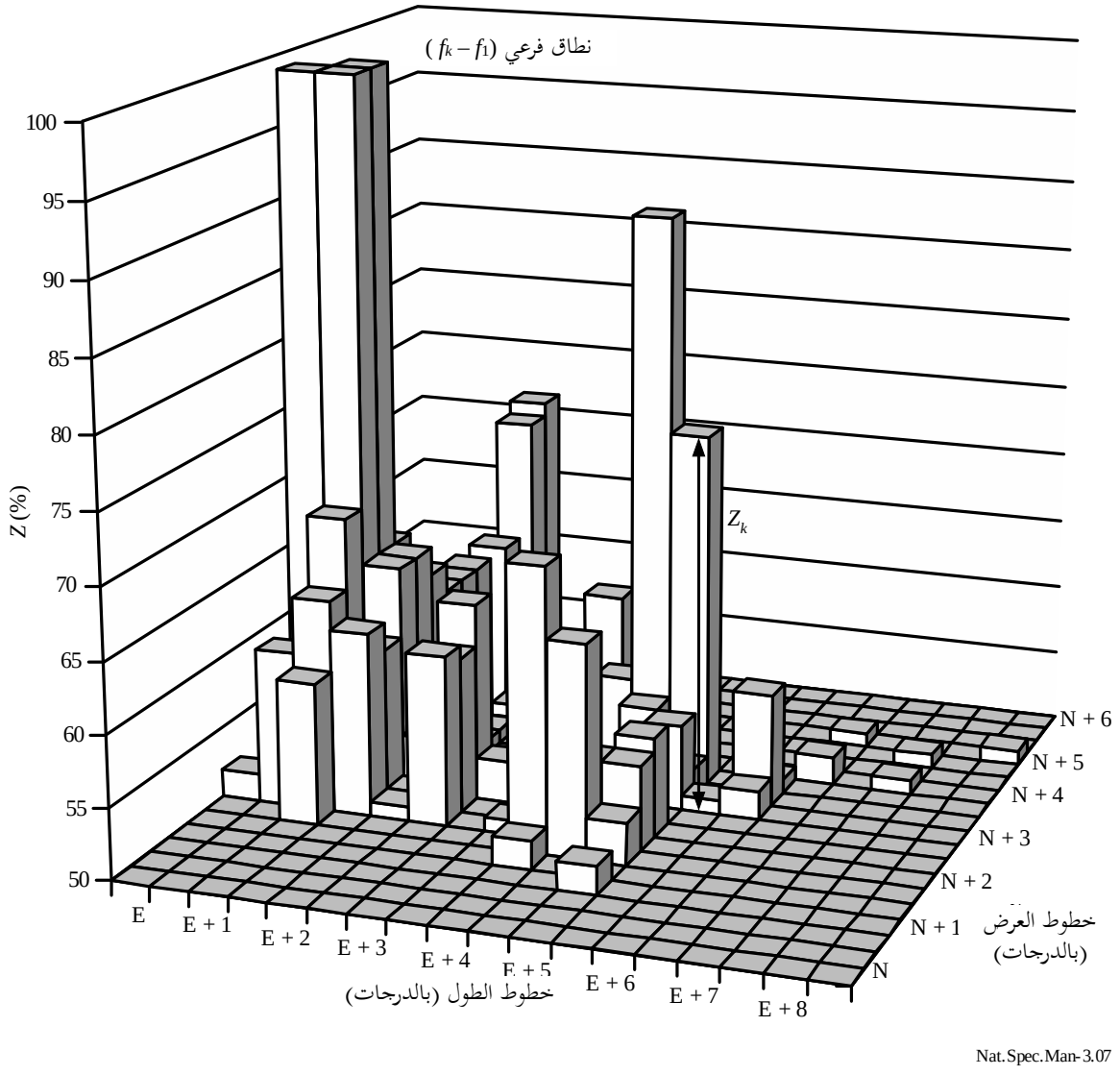
وعلى سبيل المثال يبين الشكل 7.3 توزيع عامل استخدام الطيف، *Z* (المعرَّف في التوصية ITU-R SM.1046) في أحد النطاقات الفرعية ($f_k - f_1$) بين بُعد خلايا المنطقة 1° × 1° في منطقة كلية بحجم 8° × 8°. ويمكن أن يتبين منها النطاق الفرعي Z_k الذي من المناسب إجراء تحليل الملاءمة الكهرمغنطيسية فيه والنطاقات الفرعية التي من غير المناسب إجراء هذا التحليل فيها.

4.3 البرمجيات والأتمتة

يحتاج تخصيص التردد وترخيص الأنظمة الفرعية إلى حواسيب ووسائط تخزين كما جاء في كتيب الاتحاد بشأن تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب (جنيف، 2005). ويمكن أن تقوم البرمجية الحاسوبية بإجراء حسابات لتحليل المواءمة وتخطيط الترددات على أساس المنهجية الموصوفة في الفصل السابق. وهنالك برمجيات حديثة لأنظمة إدارة الطيف يمكن تكييفها حسب الاحتياجات المعينة للمستعمِل. ويمكن عن طريقها إعداد نماذج للوثائق المطلوبة وبرمجة الانتشار النوعي [Topcu *et al*, 2000] وحساب رسوم الترخيص. وثمة نموذج لحساب رسوم الترخيص مطوَّر خصيصاً لأنظمة إدارة الطيف [Pavliouk, 2000] وعلاوة على ذلك فإن برمجيات أنظمة إدارة الطيف الحديثة يمكن تعديلها كي تعمل مع مختلف خرائط بيانات التضاريس الرقمية.

الشكل 7.3

مثال لتوزيع عامل استخدام الطيف، Z، فوق منطقة معينة
لنطاقات تردد فرعية مختارة

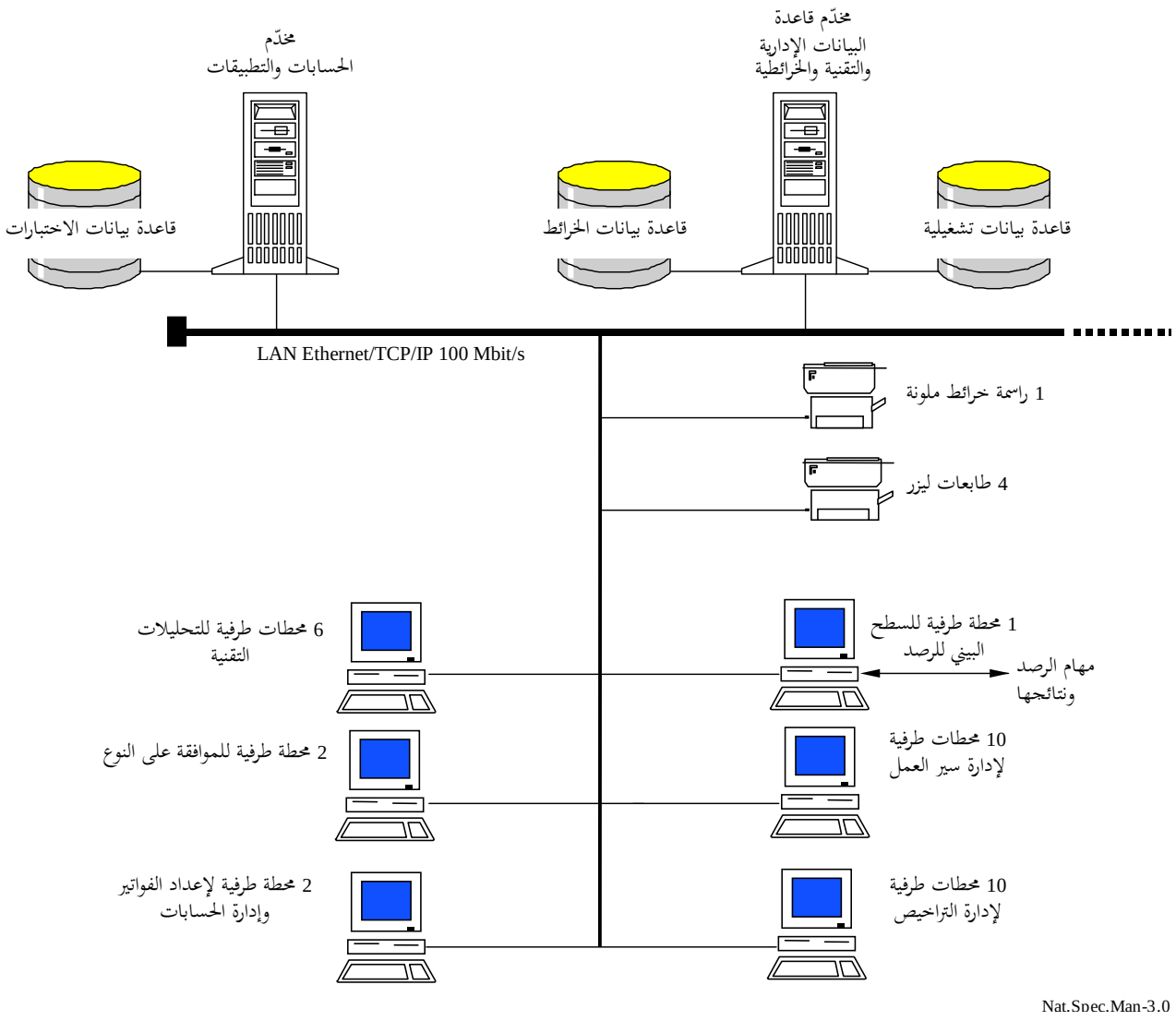


وفي كثير من البلدان هنالك أنظمة محوسبة لإدارة الطيف تغطي جميع منشآت الراديو في جميع الخدمات الراديوية [Bare, 1990 وBykhovsky *et al.*, 2002] ويمكن استعمال الحواسيب الشخصية في الأنظمة الأوتوماتية المحلية الخاصة بخدمات فردية مثل التلفزيون والإذاعة الصوتية على الموجات المترية (VHF) والخدمة المتنقلة البرية والخدمات الثابتة وغيرها [Vasiliev *et al.*, 1986 وDotolev *et al.*, 2003].

ويرد في الشكل 8.3 مثال لتشكيل تشغيلي لنظام إدارة الطيف.

الشكل 8.3

مثال لتشكيل تشغيلي لنظام إدارة الطيف



يحتوي هذا النموذج لنظام إدارة الطيف على ما يلي:

- مخدّم للحسابات والتطبيقات: برمجيات إدارة الطيف وإدارة ملفات الحسابات وإدارة النسخ الاحتياطية والاسترجاع.
- مخدّم البيانات الإدارية والتقنية والخرائطية: إدارة قواعد البيانات التشغيلية.
- قاعدة بيانات الاختبار: قاعدة بيانات تُستخدم في الاختبارات والتقييمات الجديدة لنظام إدارة الطيف.
- قاعدة البيانات التشغيلية: قاعدة البيانات التي تُستخدم في الأعمال التشغيلية للإدارة.
- قاعدة البيانات الخرائطية: نماذج تضاريسية رقمية والجلبة والحدود الإدارية والخرائط المنقولة مسحاً.
- راسمة الخرائط الملونة: العروض البيانية وخرائط التغطية.
- طابعة ليزر: للوثائق الرسمية.
- محطات عمل للتحليلات التقنية: محطات عمل لإجراء تحليلات الملاءمة الكهرمغنطيسية باستخدام العروض البيانية.

- محطات عمل للموافقة على النمط: محطات عمل لعمليات إدارة الموافقة على المعدات بما في ذلك شهادات الاستيراد وشهادات وكيل البيع.
- محطات عمل للحسابات والفواتير: محطات عمل للنفاذ إلى الحسابات وبيانات إدارة الفواتير.
- محطة عمل للتفاعل مع محطات ضبط البث: محطة عمل تُستعمل في إعداد بعثات المراقبة وإدماج نتائج المراقبة.
- محطات عمل لإدارة سير العمل: محطات عمل للتعامل مع العمليات الداخلية للإدارة فيما يخص إدارة الطيف.
- محطات عمل لإدارة التراخيص: محطات عمل لإدارة عمليات التراخيص وإصدار الفواتير.

ويتوقف عدد الأجهزة على احتياجات الوكالة التنظيمية.

الجزء باء

الترخيص

5.3 مقدمة

يُستخدم تعبير "الترخيص" على نطاق واسع في حالات كثيرة مختلفة في الاتصالات وفي كثير من نواحي الأنشطة التجارية والحكومية. و"الترخيص" في مصطلح عمليات الراديو قد يعني أشياء مختلفة. فغالباً ما تحتوي وثيقة الترخيص على نواحٍ من العمليات التجارية ومن استعمال التردد الراديوي (أي أن هذه الوثيقة تحتوي على الإذن بالقيام بأنشطة معينة وكذلك الإذن باستعمال الموجة الراديوية). وتُستعمل كلمة "الترخيص" في هذا الجزء فيما يتصل على وجه التحديد باستعمال التردد الراديوي، ومن ثم فالرخصة المقصودة هي "رخصة استعمال التردد الراديوي".

ويُستخدم ترخيص التردد الراديوي كوسيلة لإدارة استعمال الطيف الراديوي (كما هو محدد في الرقم **1.18** من لوائح الراديو). ولا بد لإدارة الطيف الفعالة أن تأخذ في الاعتبار جميع مستعملي الطيف الراديوي بمن فيهم الكيانات الخاصة والمؤسسات والحكومة. ومن الشائع بين مستخدمي الطيف في الحكومة (وفي بعض الكيانات غير الخاصة) أن تعمل هذه الكيانات بموجب نوع من الإذن تمنحه الهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف. ويُنظر إلى هذه "الأذونات" أو "التراخيص" باعتبارها نوعاً من "الرخص" حتى وإن كان وضعها القانوني مختلفاً. وتنطبق المناقشة التالية للترخيص على أكثر العمليات شيوعاً بما فيها الأذونات والتراخيص والوثائق المشابهة ما لم يرد في النص إشارة إلى خلاف ذلك.

6.3 متطلبات الترخيص

يلبي الترخيص الراديوي عدداً من الأغراض الهامة، أهمها تحديد الخصائص التقنية والتشغيلية لمحطة الراديو مما يضمن الحفاظ على الأصول المحدودة للطيف الراديوي لمصلحة البلد والجمهور. والغرض الهام الثاني هو الاحتفاظ بسجل شامل للترددات باعتباره أحد متطلبات إدارة الطيف، من أجل تلافي التداخل وتحسين كفاءة الطيف.

ويقتضي الرقم **1.18** من لوائح الراديو من جميع محطات الإرسال التي يشغلها أو يمتلكها أشخاص أو مؤسسات بأن تحصل على ترخيص من الإدارة، ما لم يُتخذ قرار وطني بالسماح بالتشغيل على أساس عدم التداخل. وتتناول الأحكام الأخرى للمادة **18** من لوائح الراديو مسؤوليات حامل الترخيص، كما أنها تشتمل على توجيهات للإدارات بشأن مختلف المشاكل التي قد تنشأ في ترخيص المحطات المتنقلة التي قد تدخل في نطاق ولاية إدارات أخرى.

ويجب أن تشتمل جميع الرخص على اسم المرخَّص له وعنوانه والموقع الجغرافي لمحطة الإرسال أو محطات الإرسال أو المنطقة الجغرافية التي تتحرك في داخلها (إذا كانت الخدمة متنقلة) وعلى المعلمات التقنية وظروف التشغيل للمحطة أو المحطات، والغرض من استعمال تخصيص أو تخصيصات التردد ومدة صلاحية الرخصة. والمقصود بجميع هذه الشروط هو المساعدة على عدم إحداث تداخل لدى المستخدمين الآخرين (انظر المادة **3** من لوائح الراديو). ويشتمل الترخيص أيضاً في معظم الحالات على التردد المخصص ومعلمات الإرسال والخصائص الأساسية لهوائي الإرسال، وقد يُدرج تصريح البث في وثيقة أخرى حين تسمح وثيقة واحدة باستعمال أكثر من جهاز إرسال واحد أو أكثر من تخصيص تردد واحد. وقد يَصدُر ترخيص أيضاً لمحطة استقبال يشتمل على المعلمات الأساسية. وعادة ما تُدفع رسوم لاستخراج هذه التراخيص. ومن المسائل المهمة التي تبرز في عملية الترخيص: "من يحق له الحصول على ترخيص بالإرسال وكيف يتحقق استعمال كفاءة الطيف"؟

وبدأت الإدارات مؤخراً في ترخيص نطاقات تردد للنفاذ إلى الشبكات العمومية من الشبكات المتنقلة. وفي هذه الحالة يكون من مسؤولية مشغلي الشبكات المتنقلة إدارة الترددات وتحديد قدرات الإرسال وتحديد المعلمات الأخرى للمحطات في الشبكة في الحدود المقررة بشكل عام في الترخيص.

وبالنسبة للشبكات المتنقلة العمومية لا تصدر سلطات إدارة التردد ترخيصاً لكل محطة إرسال على حدة. ولكن هذا لا يعفي المشغل من الالتزام بالإعلان عن موقع محطات الشبكة وخصائصها الرئيسية إلى سلطة هذه الإدارة عند تشغيل هذه المحطات.

7.3 ترخيص المحطات الراديوية

من الضروري ترخيص الطيف منعاً للتداخل بين الخدمات والمحطات. ومع ذلك فمن الممكن إعفاء بعض التطبيقات المنخفضة القدرة من شروط الترخيص الفردي، ومنها محطات نطاق المواطن (Citizen Band) والهواتف غير السلكية والأجهزة القصيرة المدى وأنظمة النطاق العريض جداً والأجهزة الإلكترونية وأنظمة الأمن وما إليها، وذلك من أجل تخفيف العبء الإداري والاقتصادي على الإدارة وعلى المستعملين.

وينبغي أن يكون من المفهوم أنه لولا نظام ترخيص الطيف لبلغ التداخل مستويات غير مقبولة مما يقلل من قيمة الاستثمارات في المعدات الخاصة بإرسال أو استقبال الإشارات الراديوية. ويتوقع مستعملو الطيف، بعد استثماراتهم في نظام الاتصالات، أن يؤمِّن لهم نظام الترخيص حماية من التداخل في ظروف التشغيل الطبيعية.

وتستخدم بعض الإدارات إجراءً معروفاً باسم "الموافقة النمطية" أو "قبول النمط" تعطي بموجبه تطمينات بأن المنتَج المستعمَل، من حيث تصميمه، يفي تقنياً وعملياً بالاشتراطات التنظيمية المقررة فيما يتعلق بهذا المنتج. والاشتراطات التنظيمية موجودة من أجل تمكين المعدات الراديوية ومستعمليها من التعايش بعضها مع بعض، وضمان أقصى اقتصاد عملي في استعمال طيف الترددات وتسهيل التطوير المنتظم للمعدات الراديوية واستخدامها. ويمكن أن يكون طلب حصانة محدودة من التداخل أحد المطالب الإضافية.

ويقتضي إجراء الموافقة النمطية تقديم عينة من المعدات للاختبار في معمل اختبار معترف به (حكومي أحياناً) حسب مواصفات تقنية أو معايير متفق عليها ومنشورة. وإذا تمت الموافقة على الجهاز تصدر بشأنه شهادة مرقمة ويضع المصنع علامة خاصة تشير إلى أن المنتَج يحظى "بالموافقة النمطية".

ولا تتطلب الموافقة النمطية سوى تقديم بيانات الاختبار الذي يقوم به المصنع إلى الإدارة لاستعراضه. أما شروط الاختبار وعدد العينات فهي مقررة سلفاً. وإذا تم القبول بالبيانات المقدمة تصدُر بشأنها شهادة ويقوم المصنع بوضع علامة خاصة تشير إلى أن المنتَج يحظى "بالقبول النمطي".

والموافقة النمطية أو القبول النمطي يمكن أن يكون عملية مكلفة وطويلة لكل من المصنع والإدارة، خاصة إذا كانت كل إدارة تضع مواصفاتها التقنية الخاصة وتطلب من المصنع الحصول على موافقة أو قبول في كل بلد يُعتزم تسويق المعدات فيه. وإدراكاً من بعض الإدارات لهذه الصعوبة قامت بوضع "اتفاقات اعتراف متبادلة" تعترف فيها كل إدارة بالموافقة النمطية أو القبول النمطي من الإدارة الأخرى. ويزداد الاعتقاد بأن مفهوم الموافقة النمطية لم يعد تنظيماً ضرورياً بل قد يكون حاجزاً أمام التجارة، خاصة مع زيادة المعدات التي يراد إدخالها إلى السوق أو تعميمها أو تشغيلها دولياً دون قيود تنظيمية، ومن ذلك مثلاً الهواتف المتنقلة العمومية. وهناك اتجاه الآن إلى نقل المسؤولية من الجهة التنظيمية إلى المصنع أو المورِّد لضمان مطابقة المعدات للمواصفات الأساسية (تقييم الملاءمة). وبمراقبة السوق يمكن تحديد المعدات غير المطابقة وفرض عقوبات على المصنع أو المورِّد المخالف.

ومن الإجراءات التي تُذكر في هذا الصدد الإجراء الذي تطبِّقه الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي من خلال التوجيه الخاص بالمعدات الطرفية الراديوية والخاصة بالاتصالات (R&TTE)، وهو ملزم قانوناً. واعتباراً من 8 أبريل 2001 حل هذا التوجيه محل أكثر من 000 1 تنظيم من التنظيمات الوطنية، وهو الآن يحكم تسويق واستعمال تلك المعدات. ويغطي التوجيه جميع المعدات التي تستخدم طيف الترددات الراديوية، كما يشمل جميع المعدات الطرفية المتصلة بشبكات الاتصالات العمومية. ويشترط التوجيه في المعدات استخدام الطيف بكفاءة وعدم التسبب في تداخلات.

وتقع مسؤولية تقييم مطابقة المنتَج للمواصفات على صانع المعدات. ويصدِر المصنع "إعلان مطابقة" ولا يحتاج إلى الحصول على شهادة موافقة ولا على شهادة قبول من أي جهة رسمية بعد إجراء الاختبارات في مختبر معترف به قانوناً. وفي حالة عدم وجود معايير أو عدم ملاءمتها يمكن للمصنع أن يجد طريقاً إلى السوق بأن يبين بشكل أكثر تفصيلاً كيفية مطابقة المنتَج للمواصفات. ودول الاتحاد الأوروبي ملزمة بنشر القواعد الخاصة بالنفاذ إلى طيف التردد الراديوي حتى يكون الصانعون على علم كامل

بالاختلافات بين البلدان في تخصيص الطيف واستعمالاته لكي يصنعوا منتجات يمكن استعمالها في أكبر عدد من الأسواق. والمصانع ملزمة بإبلاغ المستعملين بالاستعمال المقصود للمنتَج وبالحدود التي يمكن أن يُستعمل فيها، وذلك على غلاف المنتَج وكذلك في دليل التشغيل. وهذا يعني أن المصنع يجب أن يبلّغ المستعمل بشكل واضح عن الطيف الراديوي الذي يُستعمل فيه الجهاز.

وقام كثير من البلدان بوضع اتفاقات اعتراف متبادلة، وفقاً لأحكام منظمة التجارة العالمية. وتقوم هذه الاتفاقات على أساس القبول المتبادل للشهادات والعلامات الخاصة بالمطابقة وتقارير الاختبارات الصادرة من المختبرات أو من هيئات تقييم المطابقة طبقاً للتنظيمات السارية في البلدان الأخرى.

وينبغي أن تكون التراخيص قابلة للتجديد للفترات التي تنطبق على الاستعمال حسب ما تقرره الإدارة. والتراخيص القابلة للتجديد لها تأثير اقتصادي هام على مستقبل استعمال طيف التردد. ذلك أنه يمكن عن طريق شروط الترخيص وعن طريق تحديد فترة الموافقة على النوع أو القبول، ضمان استعمال تكنولوجيا جديدة، كلما ظهرت، تكون أكثر كفاءة في استعمال الطيف.

ويمكن الاستفادة من البيانات الواردة في سجلات الترخيص في وضع إحصاءات عن النفاذ إلى الطيف وفي بيان اتجاهات استعمال الطيف الوطني. ويمكن الاستفادة منها أيضاً في التنبؤ باتجاهات الاحتياجات من الطيف في المستقبل.

ويمكن استخدام الترخيص في الحد من تصنيع وبيع وامتلاك واستيراد أنواع معينة من المعدات الراديوية التي تسبب تداخلاً ضاراً.

وبيانات الترخيص الراديوي ذات قيمة كبيرة لوكالات تنفيذ القانون المسؤولة عن تتبع الشكاوى من التداخل، كما يمكن الاستفادة منها في مقاضاة محطات الراديو غير القانونية.

8.3 رفع القيود التنظيمية عن الترخيص

ليس من المحتمل أن تسبب الأجهزة المنخفضة القدرة ذات المدى القصير تداخلاً مع مستعملي الراديو الآخرين ما دامت تعمل وفق الشروط التقنية الصحيحة. وفي هذه الظروف من الممكن إعفاء كثير من الأجهزة ذات القدرة المنخفضة من الترخيص.

وهذا من شأنه أن يوفر نظاماً تنظيمياً أكثر حرية للمستعملين والصانعين والموردين وأقل عبئاً على الإدارة. فالمستعملون في هذه الحالة لن يضطروا إلى دفع رسوم أو تقديم طلبات ترخيص، ويستطيع المصنّعون والموردون تسويق منتجاتهم في بيئة أقل قيوداً مما يعود بالنفع العام على الجميع. ويمكن أن يكون ضمن هذه الفئات الأجهزة الصغيرة من طراز كاشفات المعادن والنماذج التي تشغَّل بالراديو والأجهزة المضادة للسرقة وأجهزة الإنذار المحلية والهواتف غير السلكية والأجهزة التي تعمل على نطاق واسع جداً.

وكثيراً ما تتشارك هذه الأجهزة في نفس التردد مع تطبيقات أخرى ومن ثم فهي ممنوعة بشكل عام من إحداث تداخل ضار مع هذه التطبيقات. وإذا حدث أن تسبب جهاز قصير المدى في تداخل في اتصالات راديوية مصرح بها، حتى إذا كان الجهاز مطابقاً لجميع المواصفات التقنية وشروط الترخيص للأجهزة وفق القواعد الوطنية فعلى مشغل الجهاز التوقف عن استعماله إلى أن تُحَل مشكلة التداخل. ولا تتمتع الأجهزة ذات القدرة المنخفضة والقصيرة المدى بحماية من التداخل فيما بينها. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن هذه المعدات في التقرير ITU-R SM.2153 – المعلمات التقنية والتشغيلية ومتطلبات الطيف للأجهزة قصيرة المدى.

9.3 ممارسات الترخيص

لنظام الترخيص دور مهم في أي وحدة منظمة لإدارة الطيف. فهو يمارس الرقابة على تشغيل المحطات واستخدام الطيف من خلال:

- فحص طلبات الترخيص والوثائق الداعمة لتحديد أهلية مقدم الطلب للترخيص من الناحيتين القانونية والتنظيمية وكذلك تحديد المقبولية التقنية للمعدات الراديوية؛
- منح تراخيص محددة أو شاملة للكيانات التي قد لا تكون بحاجة إلى ترخيص كالوكالات الحكومية أو لأجهزة الاتصال الشائعة الاستعمال لدى المستهلكين؛
- تخصيص إشارات نداء مميزة لكل محطة؛

- إصدار الرخص وتحصيل الرسوم؛
- تجديد الرخص وإلغاؤها حسب الاقتضاء؛
- فحص أهلية المشغل (الهواة مثلاً) وإصدار شهادات المشغل.

وعموماً تخضع تراخيص الطيف الراديوي إلى عدد من الشروط العامة المختلفة، وإن كانت توجد خدمات راديوية خاصة تخضع لشروط خاصة بتلك الخدمة:

- يُعتبر تشغيل خدمة راديوية دون ترخيص مخالفة قانونية ما لم تكن هذه الخدمة معفاة من الترخيص.
- يجب الحصول على موافقة سلطة إدارة التردد على جميع التغييرات المتعلقة بالمعلمات الواردة في الرخصة الراديوية، وفقاً للقانون الوطني. ويجب تقديم طلب إدخال التغييرات المقترحة في بيانات الرخصة إلى سلطة إدارة التردد المعنية.
- يجب أن يضمن حامل الترخيص أن جميع الأشخاص العاملين في محطة أو محطات الراديو يلتزمون بشروط الترخيص.
- يجب أن تبدأ جميع الرسائل وتنتهي بإشارة نداء أو تعريف هوية حسب الاقتضاء.
- يمكن أن تتضمن الرخصة بياناً بالشروط المتعلقة بالتداخل والحماية من التداخل واحتياطات السلامة بما في ذلك سلامة المعدات.
- يمكن أن تتضمن الرخصة ملاحظة بشأن الصيانة من خلال خطة تأمين ذات نوعية جيدة.
- يمكن أن تتضمن مواصفات الترخيص أيضاً الشروط الهندسية للموقع.

ويجوز أن تتقاضى الإدارات رسوماً من مستعملي الطيف مقابل الترخيص. ويمكن أن تكون الرسوم متناسبة مع درجة استعمال الطيف ومدى حرمان الآخرين من طيف الترددات الراديوية وكذلك مع المزايا الاقتصادية التي يتيحها الترخيص. ويمكن أيضاً استخدام رسوم الترخيص كوسيلة لتحقيق الاستخدام الأمثل للطيف. وهذا الموضوع يتناوله الفصل 6 بشيء من التفصيل.

وفي كثير من البلدان تأخذ الإدارات في اعتبارها نوعين من المستعملين هما: مستعملو الراديو غير التجاريين ومستعملو الراديو التجاريون.

1.9.3 الترخيص لمستعملي الراديو غير التجاريين

حَمَلة التراخيص غير التجارية هم إحدى فئتين مهمتين من مستعملي الراديو. وتستخدم هذه المنظمات الراديو باعتباره مصدراً مهماً في ممارسة الأنشطة ذات الاهتمام العام. ومن هذه الفئة احتياجات الاتصالات والملاحة للسفن والطائرات والشرطة والطوارئ والمطافئ والخدمات الطبية العاجلة وبعض المنافع العامة. ومن المناسب إدراج مستعملي الراديو في خدمات العلم والبحث. ويستخدم المستعملون غير التجاريين كل خدمات الراديو تقريباً إلى حدٍ ما، وهم المستعملون الوحيدون لبعض خدمات الراديو.

وقد تحتاج الإدارات إلى إجراء امتحانات لطالبي الترخيص للتأكد من قدرتهم على تشغيل أجهزة الإرسال الراديوية غير التجارية أو صيانتها. وعلاوة على ذلك فإن اتفاقية سلامة الأرواح في البحر ولوائح الراديو ينصان على أن تشغيل خدمات الإرسال والمسؤولية عنها في ظروف معينة تقتصر على حملة التراخيص.

وتُمنح تراخيص التشغيل الراديوي عموماً لأغراض خدمات السلامة والهواة والخدمات الأخرى التي تُستعمل فيها اتصالات السلامة. ومن هذه الأخيرة رخص قائدي الطائرات ومشغلي أجهزة الراديو الملاحية في الخدمة العالمية للإغاثة في حالات الطوارئ الملاحية والسلامة، ورخص المشغلين التجاريين للأشخاص الذين يقومون بتركيب وإصلاح وصيانة أجهزة الإرسال والاستقبال في السفن والطائرات وغيرها ومشغلي أجهزة الإرسال الإذاعي والقائمين على صيانتها. وتشترط بعض البلدان حداً أدنى من التعليم المتخصص للحصول على رخصة تشغيل. ولا تشترط بلدان أخرى أي مستوى تعليمياً ولكنها تفضل الاعتماد على دليل على الخبرة (تلمذة صناعية مثلاً) أو امتحان. وينبغي للبلدان أن تنظر في قبول شهادة المشغلين الراديويين الصادرة عن بلدان أخرى لها معايير تأهيل معترف بها، في تراخيصها الوطنية. وينطبق هذا بشكل مباشر على مشغلي الخدمات الملاحية والملاحية الجوية. وهذا من شأنه أن يسهّل منح الشهادات للمشغلين على نحو كفء واقتصادي، خاصة إذا كان عبء العمل الوطني خفيفاً نسبياً ولا توجد مبررات

كافية لبذل جهود في تطوير امتحانات للمشغلين وإدارتها. وتنطبق هذه الملاحظة الأخيرة بشكل خاص على الامتحانات التي تنطوي على جوانب تحتاج إلى تكنولوجيا عالية.

وللإدارات أن تصرّ على تعاون مستعملي الراديو غير التجاريين في ضمان الاستخدام الكفء للطيف المخصص لهم، ولكن تزويد الاحتياجات الراديوية الضرورية لهذه المنظمات ليس موضع تساؤل عادة. ولا يمنع ذلك من تقاضي رسوم ترخيص أو نوع مشابه من أنواع المدفوعات لمواجهة بعض النفقات التي تتحملها الإدارة.

2.9.3 الترخيص لمستخدمي الراديو التجاريين

ينقسم أصحاب تراخيص خدمات الإرسال إلى فئتين أساسيتين هما: مزودو الخدمات ومستخدمو الراديو الخاصون. ويقوم مزودو الخدمات بوضع أنظمة يستخدمها أطراف آخرون. أما مستخدمو الراديو الخاصون فيستخدمون أنظمتهم الراديوية الخاصة في سياق أعمالهم. وبغض النظر عن مستعملي الراديو غير التجاريين فإن مزودي الخدمات هم في الواقع المستعملون الوحيدون للخدمة الإذاعية والخدمة الإذاعية الساتلية وهم أكثر المستعملين للخدمة الثابتة الساتلية والخدمة المتنقلة الساتلية. أما المستعملون الخاصون فهم المستعملون الوحيدون لخدمة الهواة وخدمة الهواة الساتلية. وتشترك كلتا الفئتين في الاستعمال التجاري للخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة.

وتتشابه المنتجات التي يقدمها مزودو الخدمة والتي يتلقاها مستعملو الراديو الخصوصيون من الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة البرية. إلا أنه يحدث في بعض الظروف أن تكون الأنظمة الخاصة أقل تكلفة وأكثر مرونة من المرافق المؤجرة من مزودي الخدمة، وإن كان يُتوقع من مزود الخدمة أن يكون أكثر اقتصاداً في استعمال الطيف. ولذلك، قد ترغب الإدارات، إذا لم يكن الطيف متاحاً بوفرة، في أن تولي الأولوية في الترخيص لمزودي الخدمة على مستعملي الراديو العاديين. وقد ترغب الإدارات في الحفاظ على المنافسة بين مزودي خدمة عديدين.

وفي عملية الترخيص العادية لمستعملي الراديو التجاريين تتأكد الإدارة من أن مقدم الطلب يستوفي متطلبات منح الترخيص ومن استعماله معدات تستخدم الطيف بكفاءة. وإذا توفرت الترددات المطلوبة عندئذ تُمنح لمقدم الطلب رخصة قد تكون مقابل رسوم. وإذا لم تتوفر الترددات المطلوبة لجميع مقدمي الطلبات من كلتا الفئتين من المستعملين التجاريين للراديو فيجب على الإدارة أن تجد أساساً مناسباً تقرر على أساسه قبول الطلبات، وقد ينطوي هذا القرار على الاختيار بين مقدمي الخدمة والمستعملين الخاصين، وبين أحد مقدمي الخدمة ومقدم خدمة آخر.

وتُستخدم عدة طرق لتحقيق الاستعمال الأمثل للطيف وللاختيار بين مقدمي طلبات الترخيص، وتفضل بعض البلدان تطبيق حلول اقتصادية بالنسبة لكلتا الناحيتين، وتُعرف بتسعير الطيف أو مزادات الطيف.

والإدارة مسؤولة عن إدارة التخصيصات لجميع الخدمات الراديوية التجارية، وأكثرها شيوعاً على الإطلاق هي الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة والخدمة الإذاعية. وحين تكون الاتصالات أو الخدمة الإذاعية احتكارات فإن الإدارة تترك كثيراً من هذه المشاكل المتعلقة بإدارة نطاقات التردد المخصصة لتلك الخدمات إلى مقدمي الخدمة أنفسهم. ولكن في البلدان التي تكون المنافسة فيها بين مقدمي هذه الخدمات عنصراً هاماً في تنظيم النوعية والأسعار فيجب أن تحتفظ الإدارات فيها بالسلطة فيما يتعلق باستعمال الطيف.

3.9.3 ترخيص الخدمة الثابتة لمشغلي خدمة الاتصالات

يستخدم مشغلو الاتصالات العمومية الخدمة الثابتة لعدة أغراض، وتَشْغَل وصلات خط البصر ما بين المناطق الحضرية، التي تغطي عادة مسافة تتراوح ما بين 10 كيلومترات و50 كيلومتراً، وتتشكل غالباً من سلاسل ترحيل راديوية طويلة، جزءاً كبيراً من نطاق الطيف من 3 إلى 30 GHz. وتُستعمل الوصلات القصيرة فيما بين المناطق الحضرية لاتصالات النطاق الواسع للمشتركين، وهذا يتفادى التأخيرات التي ينطوي عليها تركيب كبلات تحت الأرض. وتُستعمل الوصلات الراديوية من هذا النوع أيضاً على نطاق واسع للربط بين المحطات القاعدة للاتصالات المتنقلة الأرضية والربط بينها وبين الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية. وبدأ مؤخراً استخدام الأنظمة المتعددة النفاذ للمسافات القصيرة، التي تعمل عادة بين 300 و3 000 MHz لربط المشتركين بشبكات الهاتف في المناطق الريفية.

وغرض الإدارة في كل هذه التطبيقات هو عموماً:

- الحفاظ على ظروف التنافس العادل بين المشغلين؛
- ضمان استخدام نمط فعال لتخصيص الترددات؛
- التأكد من أن الصناعة في مجملها تستخدم الخدمات السلكية والراديوية بشكل بنّاء إذا ما اقترب النطاق المستعمل من الوسيط الراديوي من أقصى حدوده.

وقد لا تُستخدم توزيعات الخدمة الثابتة فوق GHz 20 استخداماً كثيفاً. وهذه النطاقات، حتى GHz 55 على الأقل، تناسب كثيراً الوصلات القصيرة المسافة والنطاق الواسع بين الشبكات المبدَّلة وأماكن كبار المشتركين، وبين المحطات القاعدة للشبكات المتنقلة البرية. وقد يكون من الميسور عملياً تفويض الإدارة التفصيلية لتعيينات الطيف لهذه الأغراض إلى جهات أخرى بشروط تضمن كفاءة الاستعمال.

ويجب أن يخضع التخصيص الذي يُعهد به إلى مشغل اتصالات لاسلكية عمومية لإدارته إلى اتفاق رسمي. ويتكون التخصيص من فدرة من الترددات الراديوية للاستعمال في منطقة محددة أو قناة تردد راديوي محددة. ومن الأفضل أن تكون خالية من التخصيصات لمستعملي الراديو الآخرين وكافية لإعطاء تخصيصات تفي بحاجة المشغّل وتوقعات احتياجاته لعدة سنوات. وينبغي للإدارة وضع توجيهات بشأن معلمات الوصلات التي يتم تشغيلها في هذا النطاق، تضع حدوداً للمسافات التي يحدث فيها تداخل باتجاه مستعملي الراديو أو منهم في نفس نطاق التردد. وينبغي أن يُنص على التشاور مع الإدارة قبل اختيار تردد يمكن أن يسبب تداخلاً مع محطة أجنبية. وحين يقوم المشغل باختيار تردد لإحدى الوصلات، فمن الطبيعي أن يطلب من الإدارة منح التخصيص رسمياً حتى يمكن إضافة التخصيص إلى السجل الوطني وإبلاغ قطاع الاتصالات الراديوية، حسب الأصول، للتسجيل في السجل الأساسي الدولي للترددات (MIFR). وينبغي للإدارة أن تقوم، على فترات دورية، خاصة إذا كان المشغل يطلب مزيداً من عرض النطاق، بمراقبة كفاءة إدارة المشغل للطيف المخصص. وقد تصل الأمور، في ضوء اعتبارات المنافسة العادلة بين المشغلين، والقيمة الخاصة للراديو للاحتياجات الجديدة العاجلة، إلى أن ترفض الإدارة طلباً بتخصيص جديد. وفي هذه الحالة يمكن التحول إلى الكبل.

وينبغي أن يدفع مشغلو الاتصالات اللاسلكية العمومية رسوماً عن النفاذ إلى الطيف (عن طريق مزاد أولي أو رسم سنوي منتظم) سواء كان النفاذ إلى فدرة من الترددات أو تخصيص قناة وحيدة. وعلى الأغلب تكون الرسوم متناسبة مع عرض النطاق الراديوي المخصص. وقد يكون من المستحسن إدخال عنصر مقابل الندرة النسبية للطيف في التردد المطلوب، عملاً على تشجيع استعمال نطاقات أخرى عليها طلب أقل أو استعمال وسائط الإرسال بالكبل بدلاً من الراديو. وتستعمل بعض البلدان نظام المزادات في تخصيص الطيف للخدمة الثابتة (انظر الفصل 6).

4.9.3 ترخيص الخدمات المتنقلة

من الممارسات الشائعة في أنظمة الخدمة المتنقلة عدم إبلاغ قطاع الاتصالات الراديوية عن تخصيصات التردد للمحطات في هذه الخدمة لتسجيلها في السجل الرئيسي. ومع ذلك يمكن تسجيل تخصيصات التردد للاستقبال والإرسال من المحطات البرية والمناطق التي تتجول فيها المحطات المتنقلة التابعة لها، لأن ذلك يوفر حماية غير مباشرة من التداخلات الأجنبية في المحطات المتنقلة التابعة. ويجب ترخيص المحطات البرية والمحطات المتنقلة لكي تستعمل الترددات المخصصة لها ولو أنه يمكن إصدار رخصة واحدة تغطي عدداً من المحطات المتنقلة في نطاق معين.

وتوجد مجموعة واسعة من الخدمات المتنقلة. وبعض هذه الخدمات يُستعمل بأعداد ضخمة ولكن تأثيره على الطيف قد يكون محدوداً. وإذا كان مطلوباً اتخاذ بعض الإجراءات الإدارية للتأكد من عدم نشوء تداخلات، فمن المناسب تقاضي رسوم عن هذه الخدمات لتغطية تكلفة الإجراء المطلوب، على أن تكون التكلفة لكل محطة متنقلة بسيطة ومن ثم يُتوقع أن تكون الرسوم بسيطة. ولكن هنالك أيضاً عدة أنواع من الأنظمة المتنقلة البرية تحتاج إلى قدر كبير من الطيف يزداد باستمرار، مما قد يؤثر على النفاذ إلى الطيف لمرافق الراديو الأخرى المطلوبة. وينبغي للإدارات أن تنظر فيما إذا كانت سياسة الترخيص، وخاصة سياسة الرسوم، يمكن تصميمها بشكل يضمن الاستخدام الأمثل لهذا الطيف. ومن هذه الحالات شبكات الراديو المتنقلة الخاصة (PMR) والشبكات

الخلوية وشبكات الراديو المتنقلة للنفاذ العمومي ذات النطاق الكبير (PAMR). وقد يكون من المناسب التعامل على نفس الشاكلة مع أنظمة الاستدعاء (paging) والأنظمة الشبيهة في المناطق الواسعة.

الترخيص لشبكات الراديو المتنقلة الخاصة: تستخدم شبكات الراديو المتنقلة الخاصة (PMR) الطيف بشكل أقل كفاءة من الشبكات الخلوية أو الشبكات الراديوية المتنقلة للنفاذ العمومي (PAMR)، ولكن المجال متاح أمام كثير من التحسينات في كفاءة الشبكات الخاصة عن طريق تعميم استعمال معدات عرض النطاق الضيق. وهذه مسألة تتسم بالأهمية لأن الطلب على الطيف للنظام الخلوي كبير ويتزايد.

ومن المفيد لبعض المستعملين تشكيل شبكات متنقلة خاصة، إذ يمكن مثلاً تحسين تصميم المعدات الطرفية ليناسب الاستعمالات الخاصة لبعض المستعملين، وبالنسبة لمستعملين آخرين قد يكون من المناسب من الناحية التشغيلية استعمال خيار الاستماع إلى جميع الرسائل الصادرة عن المحطة القاعدة على جميع المحطات المتنقلة. ويفضِّل بعض المستعملين الشبكة الراديوية المتنقلة الخاصة لأنها تكلفهم أقل من الأنظمة الخلوية. ومن هنا قد تجد الإدارة أن من المناسب فرض رسوم تراخيص على الشبكات الخاصة لتشجيع مستعمليها الحاليين على استعمال معدّات عرض النطاق الضيق أو التخلي عن الشبكات الخاصة لصالح الشبكات الخلوية.

الترخيص للشبكات الخلوية العمومية والشبكات الراديوية المتنقلة للنفاذ العمومي على نطاق واسع: تشتمل شبكات النفاذ العمومي ذات القنوات المتعددة ومناطق الخدمة الكبيرة، والتي قد تغطي البلد بكاملها، على مرافق كبيرة للاتصالات. وهذه الشبكات ذات نفع كبير للمشتركين فيها كما أنها تدر ربحاً جيداً لمالكيها. ولكل من هذه الشبكات احتياجاتها الكبيرة من الطيف، وهي في مجموعها أكبر المستعملين للطيف التجاري تحت 2 GHz. ويجب أن تتأكد الإدارة من وجود تحسن تدريجي في كفاءة الطيف في استخدام هذه الشبكات، وتريد الإدارات أن تتأكد من أن أصحاب التراخيص يبذلون جهدهم لخدمة الجمهور ومن أن المشتركين يمثلون ضغطاً تنافسياً على أصحاب التراخيص مما يقلل من التكلفة الحقيقية للمرافق.

ويمكن للإدارة التي تفكر في ضرورة منح تراخيص لمزودي الخدمة من أجل تقديم تسهيلات جديدة أو خدمات أكبر للجمهور أن تدخل في مناقشات أولية لمعرفة الخيارات التقنية المتاحة. ويمكن أن يشترك في هذه المناقشات مزودو الخدمة الذين يرغبون في الدخول إلى الميدان وصانعو المعدات والوكالات الحكومية المهتمة. ويتم التوصل إلى قرار بشأن الخيار الخاص بتصميم النظام الذي يجري تنفيذه لأنظمة الجيل التالي من الاتصالات. ثم تعلن الإدارة عن عزمها على تخصيص قدرات من طيف الترددات الراديوية للشبكات الجديدة ذات المواصفات المختارة، ثم تعلن العطاءات الخاصة بتوريد هذه الأنظمة لخدمة المناطق الجغرافية المعنية. ومن المتوقع أن تكون التراخيص لمدة خمس سنوات إلى عشر سنوات وأن تُمنح إلى اثنين أو أكثر من مزودي الخدمة التي تُعتبر عروضهم أفضل العروض. ويجب أن تتضمن العروض ما يلي:

- بيان بالموارد التقنية والتجارية والمالية لمقدم العرض؛
- تفاصيل خطط التوسع في الشبكة في المنطقة المطلوب خدمتها؛
- معلومات عن التسهيلات المزمع تقديمها والأجور المتوقعة؛
- بيانات بشأن كيفية استجابة مقدم العرض في حالة انخفاض الطلب بشكل غير متوقع أو ارتفاعه بشكل غير متوقع؛
- ضمانات بعدم وجود حواجز أمام المنافسة بين الشبكات.

ويمكن تطبيق رسم سنوي إلزامي أو أن يُطلب من مقدم العرض دفع مبلغ سنوي إجمالي مقابل الترخيص.

ويُفترض أنه سيتم التقدم بعدد من العروض، بعضها يحوز القبول بشكل عام. وإذا كانت الإدارة قد أعلنت عن رسم ثابت فسيكون من الضروري اختيار أفضل العروض على أساس النوعية والمصداقية. وقد يصعب على الوكالات الحكومية أن تصل إلى هذا الحكم، وقد يستأنف مقدمو العروض هذا الحكم مما يؤدي إلى تأخير. وقد يكون أدعى لعدم وجود اعتراضات أو لزيادة دخل الحكومة إقامة مزاد بين أفضل مجموعة من مقدمي العروض.

وتُمنح الرخص لأفضل العروض في المزاد وتنفَّذ أنظمتهم وتخطَّط وتُبنى شبكات المحطات القاعدة، ويتم اختيار ترددات الإرسال والاستقبال التي تخصَّص للمحطات القاعدة وتُعرض لاعتمادها رسمياً. وإذا لم تتوفر دواعٍ قوية لرفض العروض تعتمد الإدارة

التخصيصات، وتبلّغ بها مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد، إذا لزم الأمر، من أجل نشرها في السجل الأساسي الدولي للترددات (MIFR).

وبعد انقضاء عدد من السنوات قد يفوق عدد طلبات الخدمة قدرة هذه الشبكات، وربما ظهر في هذه الفترة أيضاً معدات جديدة أكثر كفاءة في استعمال الطيف أو تقدم ملامح جديدة من الخدمة، وإذا حدث ذلك يمكن إقامة شبكات جديدة بنفس الطريقة المتبعة سابقاً مع استخدام التكنولوجيات الجديدة في مختلف نطاقات التردد، وتتنافس الشبكات الجديدة بعضها مع بعض ومع شبكات الجيل السابق. ومن جهة أخرى فإذا كانت تخصيصات النطاق الأصلية مخصصة إلى مزود خدمة بمواصفات تكنولوجية محايدة، ففي هذه الحالة يستطيع مزود الخدمة تطبيق التكنولوجيا الجديدة في النطاق الأصلي باستخدام تقنيات الانتقال من القديم إلى الجديد.

5.9.3 ترخيص الخدمات الإذاعية

تستخدم الإذاعة خصائص إرسال موحدة على نطاق البلد ومتسقة نسبياً مع الخصائص العالمية، إذ لم تتغير المعايير إلا قليلاً على مدى العقود الماضية، وإن كانت قد بدأت مرحلة جديدة من التغيرات التقنية الواسعة النطاق نتجت عن التطورات الدولية المنسَّقة للأنظمة الرقمية. ويتم تخصيص الترددات الإذاعية الهامة عادة على مستوى الحكومات سواء على المستوى الوطني أو الدولي. ومن ثم فإن مهمة عملية الترخيص هي تحديد المنظمات التي يرخَّص لها بالإذاعة. وتستخدم آلية المزادات في بعض البلدان بشكل متزايد لحل مسألة الاختيار بين مختلف مقدمي الطلبات من ذوي الجدارة المتساوية إلى حد بعيد.

وقد ترغب الإدارة عند ترخيص خدمات إذاعية ساتلية أن تنظم بدرجة أو بأخرى غرض مزودي الخدمة الإذاعية من استخدام الطيف. ويوجد تماثل كبير بين الخدمة الإذاعية الساتلية الرقمية والخدمة الإذاعية الأرضية، ويظل النفاذ إلى الترددات الراديوية ووصلات التغذية والوصلات الهابطة للخدمة تحت سيطرة الحكومة في البلد الموجه إليه البرنامج، وإن كان هذا ليس صحيحاً دائماً بالنسبة للمناطق الهامشية الخارجية لمنطقة تغطية الساتل.

ويمكن لأي إدارة أن تتولى المسؤولية عن الساتل المستخدم للإذاعة وعن تخصيص الترددات المستعملة وتنسيقها. ويمكن وضع المحطات الأرضية لوصلات التغذية في أي مكان يقع على خط البصر بالنسبة للساتل. ويمكن أن تتضمن منطقة الخدمة لحزم الوصلة الهابطة أراضي عدة بلدان أو كثير من البلدان، ولا يُشترط الحصول على موافقة الإدارة المعنية. وهكذا لا يمكن لإدارة ما أن تمارس السيطرة على إذاعة ساتلية إلا من خلال تنظيم المحطات الأرضية.

10.3 الترخيص على الخط

شرع عدد من الحكومات في إدخال سياسات شاملة بشأن زيادة استعمال الإنترنت لتقديم الخدمات العمومية. وهذه التسهيلات الإلكترونية، التي يشار إليها عادة باسم "الحكومة الإلكترونية" أو "التجارة الإلكترونية" يمكن استعمالها أيضاً في المساعدة على إدارة دينامية للطيف، أو "الترخيص الإلكتروني". وفي أنظمة الترخيص التي تُعتبر فيها الرخص "منتجات" ويُعتبر فيها مقدمو طلبات الرخص "عملاء" فإن إدخال الإجراءات المحوسبة على الخط للترخيص ومعلومات الرخص يفيد العملاء بأن يتيح لهم عملية سريعة ومفهومة وواضحة لاتخاذ القرار، كما يفيد منظمات إدارة الطيف لأن موظفيها لا يتدخلون في عملية الترخيص إلا في مرحلة متأخرة ومن ثم يمكن الاستفادة بهم في أعمال أخرى أقل رتابة.

ومن الخدمات التي يمكن توفيرها عن طريق أنظمة الترخيص الإلكترونية: تقديم معلومات بسيطة على الشبكة عن أنواع الرخص ومتطلباتها وعن الرسوم ونماذج الطلبات الإلكترونية. ويمكن باستخدام أنظمة أكثر تطوراً تقديم خدمات استخراج الرخص ودفع الرسوم ومجموعة كبيرة من أدوات الدعم التفاعلية (مثل التنبؤ بالانتشار وبرامج تحليل التداخل وما إلى ذلك) يمكن لأصحاب الطلبات استعمالها لتقييم الخيارات التقنية المتاحة واختيار أفضل أنواع التراخيص التي تلبي حاجاتهم بالنسبة للاتصالات.

1.10.3 نظام الترخيص البسيط على الخط

قد يبدو لمقدم الطلب أن الحصول على رخصة ينطوي على عملية معقدة، إذ هنالك أنواع كثيرة مختلفة من الخدمات المرخصة، ويُطلب من مقدم الطلب تقديم بيانات مختلفة ودفع فئات مختلفة من الرسوم. وتحتاج الإدارات إلى تقديم تسهيلات شاملة لمساعدة مقدمي الطلبات، وهذا يمكن توفيره عن طريق موقع على الشبكة يكون حسن التنظيم ومبسّطاً قدر الإمكان يتاح النفاذ إليه للمستعمِلين ويقدم معظم المساعدات التي تقدمها الإدارة ويخفف عن الإدارة عبء إقامة مرفق يعتمد على الهاتف ويحتاج إلى موظفين وموارد. ويمكن التوسع في هذا النظام على الخط بحيث يمكن عن طريقه استخراج التراخيص ودفع الرسوم إلكترونياً بالنسبة للرخص التي لا تحتاج إلى قدر كبير من المعلومات الإدارية من المستعمِل (الاسم والعنوان ورقم الهاتف وما إلى ذلك) ولا تحتاج إلى تقييم هندسي لتخصيص التردد. وطبيعة هذه التراخيص تختلف حسب سياسات الترخيص الوطنية ولكنها تشمل بشكل عام الأنظمة ذات القدرة المنخفضة التي تعمل على ترددات معينة يختارها المورد أو حامل الرخصة أو يختارها الجهاز نفسه تلقائياً. ومن الأمثلة الأخرى إخلاء الموقع بسرعة للمحطات الأرضية المتنقلة التي تحتاج إلى موافقة للعمل في موقع مؤقت. وهذا ما يتطلبه غالباً مشغلو المعدات الإلكترونية لتجميع الأخبار، إذ يمكن للمشغل أن يبلّغ الإحداثيات الجغرافية على الخط ثم يقوم برنامج بسيط بالتأكد من وجود هذا الموقع ضمن المنطقة المسموح فيها تشغيل هذا النوع من الأجهزة أو التي يمكن تشغيل هذا النوع من الأجهزة فيها (كأن يكون خارج منطقة تتطلب حماية من نوع الملاءمة الكهرمغنطيسية) ثم يتم إصدار ترخيص مؤقت.

2.10.3 نظام الترخيص الأكثر تعقيداً على الخط

تقوم بعض الإدارات بتطوير أنظمة لتخصيص الترددات بشكل تفاعلي كامل على الخط تتيح لمقدم الطلب أن يُدخِل بيانات النظام الراديوي المقترح وأن يدخل تعديلات على هذا النظام على الخط، عن طريق البحث عن مختلف الخيارات المتاحة والاستفادة منها. والقيد الوحيد على مقدم الطلب في الاستفادة من هذه الخدمة المعروضة هو قدرته على إدخال البيانات التقنية الصحيحة والاستعمال الصحيح للعملية التفاعلية. وبعض مقدمي الطلبات لديهم هذه المقدرة، ويمكن للآخرين أن يستفيدوا من الخدمات الاستشارية للقيام بهذا العمل نيابة عنهم.

3.10.3 نظام الترخيص على الخط لأكثر من بلد

مع أن نظام الترخيص في أي إقليم وطني يظل خاضعاً للحق السيادي للإدارة المعنية، فهنالك الآن عدد متزايد من أنظمة الراديو تقدم خدمات عبر الحدود بالاتفاق فيما بين الإدارات المعنية. ومن أمثلة هذا النظام تقديم الخدمات الساتلية. فمقدم هذه الخدمات كثيراً ما يواجه اختلافات كبيرة في أنظمة الترخيص ومتطلبات تقديم الطلب في البلاد المعنية. وقد عملت بعض الإدارات بالتعاون فيما بينها على توفير نقطة وحيدة لتقديم الطلبات وتقوم بجمع المعلومات الصحيحة وإرسالها إلى جميع البلدان المشتركة بشكل أوتوماتي باستخدام نموذج الطلب الصحيح الذي يتطلبه كل بلد. ويطلق على هذه الوسيلة أحياناً تسمية "الخدمة في موقع واحد"، وقد قامت بإنشاء هذه الأنظمة منظمات إقليمية مثل المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) (أوروبا) ولجنة البلدان الأمريكية للاتصالات (CITEL) (الأمريكتين).

4.10.3 مسائل أخرى بشأن الترخيص على الخط

قامت بعض الإدارات بإدخال خدمة "التجارة الثانوية" أو هي بصدد إدخال هذه الخدمة، وهي تعني إمكان القيام على الخط بتأجير الطيف وبيعه وشرائه في السوق. ومن شأن وجود نظام الترخيص على الخط، وخاصة استعمال أدوات إدارة الطيف بشكل تفاعلي كامل، أن يمكّن المستعملين من ممارسة مختلف الخيارات المتاحة لأنظمتهم وتقديم معلومات عن المستعملين الآخرين الذين قد يكونون على استعداد للاتجار بالطيف المخصص لهم.

11.3 المسائل المتعلقة بأمن المعلومات

من المسائل التي ينبغي للإدارات أن تأخذها في الاعتبار عند وضع تصميم لأنظمة إدارة الطيف (انظر الفصل 2 من كُتيِّب تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب، جنيف، 2005)، المسائل المتعلقة بأمن المعلومات، سواء كانت تجارية أم وطنية أم لحماية خصوصية معلومات الأفراد، فضلاً عن إمكانية التزوير في استخدام طرق الدفع الإلكترونية.

المراجع

BARE, S. V. [1990] EMBOWS nazemnyh i kosmicheskih radiosluzhb (EMC in terrestrial and space radio services). *Radio i Sviaz*, p. 272.

BYKHOVSKY, M. A., PASTUKH, S. Y., TIKHVINSKY, V. O. and KHARITONOV, N. I. [2002] Prinsipi postroenia gosudarstvennoi avtomatizirovannoi sistemi upravlienia RCHS v Rossii (Principals of development of state automated spectrum management system in Russia). *Electrosviaiz*, **8**.

DELFOUR, M. C. and DE COUVREUR, G. A. [1989] Interference-free assignment grids – Part II: Uniform and non-uniform strategies. *IEEE Trans. on Electromag. Compati.*, Vol. 31, **3**, p. 293-305.

DOTOLEV, V. G., KRUTOVA, O. and SMOLITCH, L. I. [2003] Programni kompleks dlia upravlenia radiochastotnim spectrum v slujbe veschania (Spectrum management software for broadcasting). *Electrosviaiz*, **7**.

GAMST, A. [1982] Homogeneous Distribution of Frequencies in a Regular Hexagonal Cell System. IEEE Tr., VT-31, **3**, p. 132-144.

HALE, W. K. [1981] New spectrum management tools. Proc. of IEEE International Symposium on EMC, Boulder, Colorado, United States of America, p. 47-53.

HUNT, K. J. [1984] Planning synthesis for VHF/FM broadcasting. *EBU Techn. Rev.*, **207**, p. 195-200.

LEE, W. C. Y. [1989] *Mobile cellular telecommunications systems*. Mc Graw-Hill Book Company.

O'LEARY, T. [1984] Planning considerations for the Second Session of the VHF/FM Planning Conference: the method of foremost priority. *EBU Techn. Rev.*, **207**, p. 190-194.

PAVLIOUK, A. P. [2000] Incentive radio license fee calculation model. ITU/BDT website at http://www.itu.int/ITU-D/tech/spectrum-management_monitoring/MODEL_FULL.pdf.

STOCER, F. [1984] A computerised frequency assignment method based on the theory of graphs. *EBU Techn. Rev.*, **207**, p. 201-214.

TOPCU, S., KOYMEN, H., ALTINTAS, A. and AKSUN, I. [2000] Propagation prediction and planning tools for digital and analog terrestrial broadcasting and land mobile services. Proc. of IEEE 50th Annual Broadcast Symposium, Virginia, United States of America.

VASILIEV, A. V., KAGANER, M. B., RUBINSTEIN, G. P. and SABUROVA, Z. M. [1986] Avtomatizirovannaya sistema ekspertizy elektromagnitnoi sovmestimosti radioreleinyh linii, rabotajuschih v diapazone chastot 160 MHz (An automatic system for EMC examinations of microwave links operating at the frequency range of 160 MHz). *Trudy NIIR*, **4**.

اتفاق فيينا [30 يونيو 2000] اتفاق بين سلطات الاتصالات في النمسا وبلجيكا والجمهورية التشيكية وألمانيا وفرنسا وهنغاريا وهولندا وكرواتيا وإيطاليا وليتوانيا ولكسمبرغ وبولندا ورومانيا والجمهورية السلوفاكية وسلوفينيا وسويسرا بشأن تنسيق الترددات ما بين 29,7 MHz و43,5 GHz للخدمات الثابتة والخدمات المتنقلة البرية. فيينا، 2000.

بيبليوغرافيا

BYKHOVSKY, M. A. [1993] Chastotnoye planirovanie sotovyh setie podvizhnoy sviazi (Frequency planning of mobile cellular systems). *Electrosviaiz*, **8**.

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

التوصية ITU-R BS.412 معايير التخطيط للإذاعة الصوتية بتشكيل التردد (FM) في الموجات المترية (VHF)

التوصية ITU-R BS.597 المباعدة بين القنوات في الإذاعة الصوتية عند النطاق 7 (HF)

التوصية ITU-R BS.638 المفردات والتعاريف المستعملة في تخطيط التردد من أجل الإذاعة الصوتية والتلفزيونية

التوصية ITU-R BS.703 خصائص المستقبلات المرجعية للإذاعة الصوتية بتشكيل الاتساع لأغراض التخطيط

التوصية ITU-R BS.704 خصائص المستقبلات المرجعية للإذاعة الصوتية بتشكيل التردد لأغراض التخطيط

التوصية ITU-R BS.1615 "معلمات التخطيط" للإذاعة الصوتية الرقمية بترددات دون 30 MHz

التوصية ITU-R BS.1660 الأساس التقني لتخطيط الإذاعة الصوتية الرقمية للأرض العاملة في نطاق الموجات المترية (VHF)

التوصية ITU-R BT.417 القيم الصغرى لشدة المجال التي قد يضطر عندها إلى تقدير حماية عند التخطيط لخدمة تلفزيونية تماثلية للأرض

التوصية ITU-R BT.1125 الأهداف الأساسية لتخطيط الأنظمة الإذاعية التلفزيونية الرقمية للأرض وتنفيذها

التوصية ITU-R BT.1368 معايير التخطيط، بما فيها نسب الحماية، لخدمات التلفزيون الرقمي للأرض في نطاقات الموجات المترية والديكامترية

التوصية ITU-R F.382 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الراديوية الثابتة العاملة في النطاقين 2 و4 GHz

التوصية ITU-R F.383 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة كبيرة السعة العاملة في الجزء الأسفل من النطاق 6 GHz (5 925 إلى 6 425 MHz)

التوصية ITU-R F.384 ترتيبات قنوات الترددات الراديوية في الأنظمة الثابتة اللاسلكية الرقمية متوسطة وكبيرة السعة والعاملة في النطاق 6 425-7 125 MHz

التوصية ITU-R F.385 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 7 110-7 900 MHz

التوصية ITU-R F.386 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 8 GHz (7 725-8 500 MHz)

التوصية ITU-R F.387 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية العاملة في نطاق التردد 10,7-11,7 GHz

التوصية ITU-R F.497 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 13 GHz (12,75-13,25 GHz)

التوصية ITU-R F.595 ترتيبات قنوات التردد الراديوية في الأنظمة الثابتة اللاسلكية العاملة في نطاق التردد 17,7-19,7 GHz

التوصية ITU-R F.635 ترتيبات قنوات التردد الراديوي بناء على مخطط متجانس لأنظمة ثابتة لاسلكية عاملة في النطاق 4 GHz (3 400-4 200 MHz)

التوصية ITU-R F.636 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الثابتة اللاسلكية العاملة في نطاق التردد 14,4-15,35 GHz

التوصية ITU-R F.701	ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الراديوية الرقمية من نقطة إلى عدة نقاط العاملة في نطاقات التردد في المدى 1,350 إلى 2,690 GHz (1,5 و1,8 و2,0 و2,2 و2,4 و2,6 GHz)
التوصية ITU-R F.746	ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة الخدمة الثابتة
التوصية ITU-R F.747	ترتيبات قنوات الترددات الراديوية للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 10,0-10,68 GHz
التوصية ITU-R F.748	ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة من الخدمة الثابتة في النطاقات 25 و26 و28 GHz
التوصية ITU-R F.749	ترتيبات التردد الراديوي لأنظمة الخدمة الثابتة العاملة في النطاقات الفرعية للنطاق 36-40,5 GHz
التوصية ITU-R F.1098	ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة في النطاق 900 1-300 2 MHz
التوصية ITU-R F.1099	ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة الرقمية كبيرة السعة ومتوسطة السعة العاملة في الجزء العلوي من النطاق 4 GHz (400 4–000 5 MHz)
التوصية ITU-R F.1242	ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الراديوية الرقمية العاملة في المدى 1350 MHz إلى 1530 MHz
التوصية ITU-R F.1243	ترتيبات قنوات التردد الراديوية للأنظمة الراديوية الرقمية العاملة في المدى 290 2-670 2 MHz
التوصية ITU-R F.1337	إدارة التردد للأنظمة الراديوية التكييفية بالتردد HF وشبكات السَبر بورود مائل التي تستخدم الموجة المستمرة بتشكيل التردد FMCW
التوصية ITU-R F.1496	ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 51,4-52,6 GHz
التوصية ITU-R F.1497	ترتيبات قنوات الترددات الراديوية لأنظمة الخدمة الثابتة اللاسلكية العاملة في النطاق 55,78-66 GHz
التوصية ITU-R F.1520	ترتيبات الترددات الراديوية للأنظمة في الخدمة الثابتة العاملة في النطاق 31,8-33,4 GHz
التوصية ITU-R F.1567	ترتيب قناة التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة الرقمية العاملة في نطاق التردد 406,1-450 MHz
التوصية ITU-R F.1568	ترتيبات فدرات الترددات الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابتة في المدى 10,3-10,15/ 10,5-10,65 GHz
التوصية ITU-R M.1036	ترتيبات الترددات لأغراض تنفيذ الجزء الخاص بالأرض من الاتصالات المتنقلة الدولية في النطاقات المحددة للاتصالات المتنقلة الدولية في لوائح الراديو
التوصية ITU-R M.1090	خطط الترددات الخاصة بالإرسال الساتلي لموجات حاملة ذات قناة واحدة لكل موجة حاملة (SCPC) عبر مرسل – مستجيب لا خطي في الخدمة المتنقلة الساتلية
التوصية ITU-R M.1390	منهجية حساب متطلبات الطيف للأرض من أجل الأنظمة IMT-2000
التوصية ITU-R M.1391	منهجية حساب متطلبات الطيف الساتلي من أجل الأنظمة IMT-2000
التوصية ITU-R SM.669	نسب حماية استقصاءات تقاسم الطيف
التوصية ITU-R SM.1049	طريقة لإدارة الطيف تستخدم لتسهيل عملية تخصيص الترددات للخدمات الأرضية في المناطق الحدودية
التوصية ITU-R SM.1413	معجم بيانات الاتصالات الراديوية لأغراض التبليغ والتنسيق
التوصية ITU-R SM.1599	تحديد التوزيع الجغرافي وتوزيع الترددات لعامل استخدام الطيف لأغراض تخطيط الترددات
التقرير ITU-R BO.633	تخطيط المدار والتردد في الخدمة الإذاعية الساتلية

التقرير ITU-R BO.634	نسب الحماية من التداخل المقيسة من أجل تخطيط أنظمة البث التلفزيوني
التقرير ITU-R BO.811	عناصر التخطيط بما فيها تلك المستخدمة في وضع خطط تخصيصات الترددات والمواقع المدارية من أجل الخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12
التقرير ITU-R BO.812	برمجيات حاسوبية من أجل تخطيط الخدمات الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12
التقرير ITU-R BO.814	العوامل التي يتعين النظر فيها لدى اختيار الاستقطاب من أجل تخطيط الخدمات الإذاعية الساتلية
التقرير ITU-R BS.944	تخطيط الشبكات النظري
التقرير ITU-R BS.946	القيود المفروضة على تخطيط التردد للإذاعة الصوتية بتشكيل التردد (FM) في النطاق 8 (VHF)
التقرير ITU-R BT.485	المساهمة في تخطيط الخدمات الإذاعية
التقرير ITU-R M.319	خصائص التجهيزات والمبادئ التي تحكم تخصيص قنوات التردد ما بين 25 و100 MHz للخدمات المتنقلة البرية
التقرير ITU-R M.908	عدد القنوات المطلوبة من أجل نظام نداء انتقائي رقمي
التقرير ITU-R SM.2153	المعلمات التقنية والتشغيلية ومتطلبات الطيف لأجهزة الاتصالات الراديوية القصيرة المدى.

الفصل 4

مراقبة الطيف والتفتيش

جدول المحتويات

الصفحة

1.4 مقدمة 110
2.4 مراقبة الطيف كعنصر من عملية إدارة الطيف 110
3.4 المراقبة للمساعدة في وظائف إدارة الطيف 112
1.3.4 الدعم لعملية تخطيط/هندسة الترددات 112
2.3.4 الدعم لترخيص الترددات 112
3.3.4 دعم الإنفاذ والتحقق من مراعاة اللوائح 112
4.3.4 التحقق بواسطة قواعد البيانات 112
5.3.4 الكشف عن آثار الانتشار غير العادية 112
4.4 مراقبة الطيف وعمليات التفتيش الموقعي والإنفاذ كعناصر في عملية إدارة الطيف 113
5.4 مهام خدمات المراقبة الراديوية والتفتيش الراديوي 113
1.5.4 التحقق من تطابق المعلمات التقنية مع شروط الترخيص 113
2.5.4 تسجيلات نطاقات التردد وقياسات شغل قنوات التردد 113
3.5.4 حل مشاكل التداخل 115
4.5.4 استبانة الإرسالات غير المرخصة وإزالتها 115
5.5.4 المساعدة في المناسبات الخاصة من قبيل المناسبات الرياضية الكبرى والزيارات الرسمية 115
6.5.4 قياسات التغطية الراديوية 116
7.5.4 دراسات التوافق الراديوي والمجال الكهرمغنطيسي 116
8.5.4 قياسات شدة المجال الكهرمغنطيسي 116
6.4 محطات ومرافق المراقبة 116
1.6.4 أنماط محطات المراقبة 116
2.6.4 التجهيزات 117
3.6.4 الكشف الأوتوماتي عن المخالفات 117
4.6.4 تكامل نظام إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف 118

1.4 مقدمة

يوفر هذا الفصل معلومات لمدير الطيف بشأن الدور الذي تؤديه مراقبة الطيف في دعم وظائف إدارة الطيف مثل تخطيط الترددات والهندسة ومنح التراخيص والإنفاذ.

ويوفر كتيّب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف، طبعة 2011، معلومات مفصلة عن كيفية تنفيذ وأتمتة مراقبة الطيف ونمط المعدات، ومعلومات أساسية عن جميع أنماط القياسات. ولهذا ينبغي للقارئ الرجوع إلى هذا الكتيّب لمزيد من الإرشادات بشأن مراقبة الطيف.

لقد أصبحت الاتصالات الراديوية على نحو متزايد جزءاً حيوياً من البنية التحتية للاتصالات وبالتالي من اقتصاد البلد. ولهذا السبب أيضاً تزداد أهمية الاعتبارات الاقتصادية بشأن إدارة الطيف الوطني. وتساعد هذه الاعتبارات على تعزيز الكفاءة الاقتصادية والتقنية والإدارية وتساعد على ضمان أن تكون الخدمات الراديوية قادرة على العمل على أساس عدم التداخل. وهذا يشمل حماية خدمات سلامة الأرواح والحماية من التعرض للمخاطر وقياس التغطية.

ولم يعُدْ التخطيط النظري لوحده كافياً لمدير الطيف. وأصبحت الدراية بالاستعمال الفعلي للطيف ضرورية لعدد من الأسباب قبل اتخاذ أي قرارات بشأن تخصيصات التردد وتوزيعات نطاقات التردد/الطيف، بل حتى السياسات الوطنية التي تحكم استعمال الطيف.

وتدعم مراقبة الطيف جهود إدارة الطيف عموماً وذلك بتوفير الاستعمال الفعلي بواسطة قياسات عامة لاستعمال القناة والنطاق، بما في ذلك إحصاءات تيسر القناة ومدى فعالية إجراءات إدارة الطيف. ويمكن اعتبار مراقبة الطيف بمثابة فحص للتحقق من نشاط تخطيط الطيف، للتأكد من أن سياسات التخطيط القائمة تعمل فعلاً على صعيد الممارسة وإذا لم يكن الأمر كذلك توفير الارشاد من أجل التحسين.

وكجزء من جهود التنفيذ المبذولة عموماً، فإن أنشطة التفتيش والتحقيق تدعم أيضاً عملية إدارة الطيف عموماً. والتفتيش على المرسلات الجديدة المرخصة قبل تشغليها وتحديد مواقع المرسلات غير المرخصة وإيقافها وإزالة التداخلات من الأمور الضرورية لوجود طيف قابل للاستعمال وخال من التداخلات.

2.4 مراقبة الطيف كعنصر من عملية إدارة الطيف

تعمل مراقبة الطيف في عملية إدارة الطيف عمل العينين والأذنين. فهي ضرورية في الواقع العملي لأن الاستعمال المرخص به للطيف لا يكفل تلقائياً في عالمنا ضمان استعماله للغرض المخصص له. وقد يعزى ذلك إلى تعقيد الأجهزة، أو التفاعل مع أجهزة أخرى، أو اختلال تشغيل الأجهزة أو سوء الاستعمال المتعمد. وقد تفاقمت هذه المشكلة نتيجة تسارع انتشار الأنظمة اللاسلكية للأرض والأنظمة الساتلية والأجهزة التي يمكن أن تتسبب في التداخل، كالحواسيب ومصادر الإشعاع غير المتعمد. ويوفر نظام المراقبة طريقة للتحقق و"يستكمل الحلقة" في عملية إدارة الطيف.

واستعمال الطيف يحدث 24 ساعة في اليوم، 7 أيام كل أسبوع وكل أسبوع من السنة، سواء على الصعيد المحلي أم الإقليمي أم العالمي. ولذلك، ينبغي إجراء مراقبة الطيف أيضاً على نفس الأساس المستمر أو السليم إحصائياً إذا أريد إنجاز غايات وأهداف المراقبة على نحو مناسب.

ومن الممكن تقرير القدرات التي ينبغي تكريسها لنشاط مراقبة معين ويتوقف ذلك على مدى تيسر الموارد الوطنية. وينصح بشكل خاص بالنسبة إلى البلدان النامية بأن تشارك في حدود ما يتيسر من الموارد التقنية والبشرية.

وعلى الصعيد الوطني، ينبغي لهيئة تنظيم الطيف أن تقرر ترتيب الأولويات في خدمة المراقبة، وإذا كان من الممكن، إلى جانب المهام الوطنية، التعاون في مجال أنشطة المراقبة الدولية، كما يحدث مثلاً أثناء الإعداد للمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية.

والغرض من مراقبة الطيف هو دعم عملية إدارة الطيف عموماً، بما في ذلك تخصيص التردد، ووظائف تخطيط وتنفيذ الطيف. وأهداف المراقبة هي تحديداً (وليس بالضرورة بحسب ترتيب الأولوية) ما يلي:

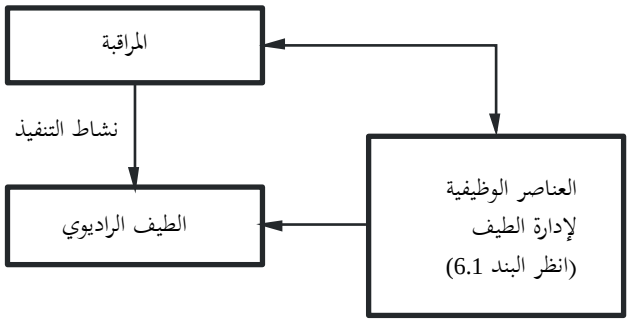
- توفير بيانات قيّمة مستمدة من عملية المراقبة من أجل عملية إدارة الطيف الكهرمغنطيسي الخاصة بإدارة معينة فيما يتعلق بالاستعمال الفعلي للترددات والنطاقات (أي شغل القنوات وازدحام النطاقات)، والتحقق من سلامة الخصائص التقنية والتشغيلية للإشارات المرسلة، وكشف المرسلات غير القانونية وتعرف هويتها، ومسك سجلات الترددات والتحقق منها؛
- المساعدة على حل مشاكل التداخل في الطيف الكهرمغنطيسي، سواء على الصعيد المحلي أم الإقليمي أم العالمي، حتى تتمكن الخدمات والمحطات الراديوية من التعايش في توافق ومن تخفيض الموارد اللازمة لتركيب وتشغيل خدمات الاتصالات هذه إلى أدنى حد ممكن وفي الوقت ذاته تأمين المنفعة الاقتصادية للبنية التحتية في بلد ما بتمكينه من النفاذ إلى خدمات اتصالات خالية من التداخلات؛
- مساعدة الجمهور العام على استقبال الإذاعة والتلفزيون بنوعية مقبولة؛
- تقديم معلومات مراقبة قيّمة للبرامج التي ينظمها مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد، وعلى سبيل المثال لإعداد التقارير المقدمة إلى مؤتمرات الاتصالات الراديوية في سعيه للحصول على مساعدات خاصة من الإدارات لإزالة التداخلات الضارة أو التخلص من البث خارج النطاق أو لمساعدة الإدارات في العثور على ترددات مناسبة.

ويمكن للمراقبة أن تحدد الحاجة إلى متطلبات الطيف في المستقبل.

ولتوضيح دور المراقبة في عملية إدارة الطيف ثمة مخطط مبسط وارد في الشكل 1.4.

الشكل 1.4

المراقبة في عملية إدارة الطيف



Nat.Spec.Man-4.01

ويُستعمل الطيف من أجل جميع أنواع الإرسالات الراديوية. وتُعتبر عناصر إدارة الطيف (أي توزيع الترددات وتخصيصها وترخيصها وتطبيقها) ذات أهمية مطلقة للاستعمال الفعال والكفء للطيف الراديوي. وتضع السلطات الوطنية قواعد لاستعمال الطيف الراديوي عن طريق معلمات التخصيص والترخيص، وما إلى ذلك.

وتقوم خدمة المراقبة برصد الطيف الراديوي وتقع على مشغلي المراقبة مسؤولية التحقق مما إذا كان استعمال الطيف الراديوي يتفق مع السياسة العامة ومع مختلف عناصر إدارة الطيف.

وفي إطار رصد الطيف الراديوي، يمكن للمراقبة أن توفر معلومات لعناصر إدارة الطيف، من قبيل إعادة التوزيع أو الاستعمال غير المتوقع (حتى ذلك الحين) للطيف الراديوي. وعندما تُجري إدارة الطيف تجربة ترخيص من أجل خدمات جديدة قبل وضع سياسة (لوائح) تتعلق بالخدمة الجديدة، يمكن للمراقبة أن ترصد عملية التجربة وأن تقدم معلومات عن تنفيذها وذلك لكي تسمح لإدارة الطيف بأن تعمل على "تنقيح" اللوائح المقترحة.

ويمكن للمراقبة أن تنصب أيضاً على مستعملي الطيف الراديوي مباشرة في حالة التداخل أو الانتهاك التقني للوائح الوطنية (أو الدولية). وبعد تحديد التداخل أو المخالفات أو الانتهاكات للوائح، يمكن لمشغلي عمليات المراقبة تقديم تفاصيل الانتهاكات

أو المخالفات إلى مستعملي الأجهزة الراديوية من أجل تصحيح عملياتهم لكي تتوافق مع اللوائح. وقد يحدث هذا النوع من نشاط الإنفاذ مباشرة على مستوى المراقبة. ويمكن أن تتراوح الإجراءات من تحذيرات شفوية وخطية إلى عقوبات أشد مثل الغرامات المالية ومصادرة تجهيزات الجهة المخالفة أو إلغاء الترخيص، وهذا يتوقف على شدة المخالفة ومدى التعاون من جانب المستخدم المخالف.

3.4 المراقبة للمساعدة في وظائف إدارة الطيف

توفر مراقبة الطيف الدعم لجهود إدارة الطيف ككل وذلك بتوفير قياس عام لاستعمال القناة واستعمال النطاق بما في ذلك إحصاءات بشأن تيسر القناة. ويوفر ذلك معلومات من أجل عملية تخطيط الترددات وتخصيصها ويسمح بالتحقق من كفاءة تلك العملية. والمراقبة مفيدة في التخطيط، من حيث أنها يمكن أن تساعد مديري الطيف على فهم مستوى استعمال الطيف مقارنة بالتخصيصات المسجلة في ملفات البيانات. وتؤدي المراقبة الوظائف المحددة التالية للمساعدة في عملية تخطيط/هندسة الترددات وتخصيصها.

1.3.4 الدعم لعملية تخطيط/هندسة الترددات

تدعم بيانات المراقبة وظائف تخطيط/هندسة الترددات من خلال تقديم لمحة عن الاستخدام الفعلي للطيف من خلال:

- الرسوم البيانية (الطيفية) لشغل نطاق التردد، والتي يمكن استخدامها لأغراض من قبيل إعادة توزيع الطيف؛
- البيانات العملية بشأن إمكانيات التقاسم والتوافق الراديوي؛
- تقييم الاعتبارات النظرية من قبيل نماذج الانتشار.

2.3.4 الدعم لترخيص الترددات

تدعم مراقبة البيانات وظيفة ترخيص الترددات بتقديم لمحة عن الاستخدام الفعلي للطيف من خلال:

- شغل قنوات التردد؛
- قياسات التغطية؛
- التحقق من شروط الترخيص.

3.3.4 دعم الإنفاذ والتحقق من مراعاة اللوائح

تدعم بيانات المراقبة وظيفة الإنفاذ من خلال توفير:

- كل أنماط القياسات للتحقق من مختلف المعلمات التقنية لإرسال ما؛
- التعامل مع التداخل؛
- التعرف على الاستخدام غير المصرح به أو غير القانوني للطيف.

4.3.4 التحقق بواسطة قواعد البيانات

تعتبر دقة وصحة قواعد بيانات إدارة الطيف ذات أهمية قصوى. إذ يمكن أن تؤدي التخصيصات الجديدة القائمة على قاعدة بيانات غير دقيقة إلى مشكلات في التداخل. ويمكن استخدام بيانات المراقبة للمساعدة في التحقق من دقة قواعد البيانات هذه والمساعدة في تحديثها.

5.3.4 الكشف عن آثار الانتشار غير العادية

النطاقات المترية (VHF) والديسمترية (UHF) ليست منيعة من آثار الانتشار غير العادية. إذ يمكن أن تؤدي مناطق الضغط الجوي المرتفع فوق سطوح المياه إلى الانتشار بالمجرى. ومناطق التأين المرتفع بشكل غير عادي في الأيونوسفير معرضة أيضاً للتسبب في آثار انتشار غير عادية، أي الانتشار الإلكتروني المتفرق في ترددات منخفضة. والنتيجة هي تداخلات من أنظمة بعيدة تعتبر عادة بعيدة

جداً بحيث لا تبرر أن يبذل لها المزيد من جهود التنسيق. وتكون هذه الآثار عادة انتقالية، وبينما تتوفر عنها بيانات إحصائية فإنه لا يمكن الحكم على انعكاسات بعض أوجه الشذوذ هذه على بعض الأنظمة اللاسلكية المعينة سوى بالمراقبة. ويكون العلاج المناسب للتداخل هو تناول كل حالة على حدة والمساعدة على توفير بيانات مراقبة دقيقة كثيراً في تحديد أسباب المشكلة.

4.4 مراقبة الطيف وعمليات التفتيش الموقعي والإنفاذ كعناصر في عملية إدارة الطيف

تتوقف الإدارة الفعالة للطيف، جزئياً، على قدرة مدير الطيف على الإشراف على استعمال الطيف وتنفيذ اللوائح ذات الصلة. ويستند هذا الإشراف في المقام الأول إلى مراقبة الطيف وعمليات التفتيش الموقعي للمحطات الراديوية تعقبها تدابير كافية لإنفاذ القانون تعتمد بدورها على قاعدة قانونية مناسبة. وهذا من شأنه أن يعزز عملية إدارة الطيف.

ومع ذلك، لا بد من الإشارة إلى أنه لا تتوفر تعاريف دقيقة لمصطلحات "المراقبة" و"التفتيش" و"الإنفاذ". والتمييز بين الكيانات المقابلة مثل "خدمة المراقبة الراديوية" و"خدمة التفتيش الراديوي" تختلف من إدارة إلى أخرى تبعاً لتاريخ عقود من التقاليد القانونية والإدارية. وعلاوة على ذلك، فإن التطورات التقنية، مثل رؤوس التردد الراديوي، قد تحول دون التمييز الواضح بين المراقبة والتفتيش في المستقبل. وقد تتطلب أيضاً القيود من حيث عدد الموظفين والميزانية دمج وظائف المراقبة والتفتيش ضمن هيئة واحدة. لذلك فإن الاعتبارات التالية تستند إلى المهام والتجهيزات وليس إلى الوحدات التنظيمية.

5.4 مهام خدمات المراقبة الراديوية والتفتيش الراديوي

1.5.4 التحقق من تطابق المعلمات التقنية مع شروط الترخيص

– مراقبة الإرسالات

الغرض من مراقبة الإرسالات الوطنية على نحو منتظم بغرض التحقق من امتثالها لشروط التخصيص، ومن ثم إزالة أي شكل من عدم الامتثال، هو منع التداخل الراديوي. ولذ يتعين مراقبة المعلمات التقنية كالتردد وعرض النطاق وانحراف التردد وصنف البث.

– التفتيش الموقعي

على غرار مراقبة الإرسالات، يسعى التفتيش الموقعي للتجهيزات الراديوية إلى تعزيز الامتثال لشروط الترخيص ومنع التداخل الراديوي. ويعتمد الخيار المعين لواحدة من هذه الأدوات على الاعتبارات التقنية والاقتصادية. ففي عمليات التفتيش الموقعي يجري قياس المعلمات مثل قدرة الخرج في جهاز الإرسال. وثمة المزيد من المعلومات بشأن التفتيش في التقرير ITU-R SM.2130.

وفي الحالات التي يتحدد فيها مخططات هوائي خاصة في الترخيص لتغطية منطقة جغرافية ما، يمكن إجراء التحقق بواسطة المراقبة. وينبغي إجراء التحقق من مخططات الهوائي لمحطة بث إذاعي بتشكيل التردد (FM) بواسطة طائرة هليكوبتر. والسبب هو أن أفضل درجة من الدقة يمكن تحقيقها بإجراء القياسات مثالياً في ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

– تفتيش التجهيزات قبل الاستخدام

حرصاً على التيقن من أن التجهيزات المزمع استخدامها يجري تركيبها بما يمتثل للشروط التقنية للترخيص، يجري في بعض البلدان ما يسمى عمليات التفتيش قبل الاستخدام. ولا يختلف نمط هذه القياسات عن النمط المستخدم في عمليات التفتيش الموقعي المنتظمة.

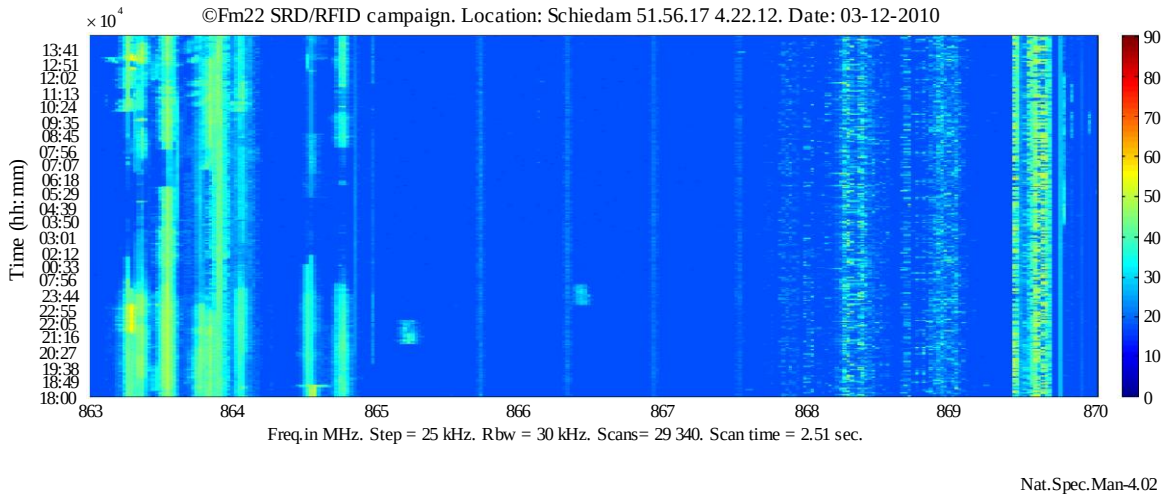
2.5.4 تسجيلات نطاقات التردد وقياسات شغل قنوات التردد

الغرض من قياسات نطاقات التردد هو دعم وظيفة تخطيط وهندسة الترددات بتوفير معلومات عن الترددات/القنوات المستخدمة والجهة التي تستخدمها وكيف يستخدمها. والقياسات الأوتوماتية تقيس نطاق تردد ما، محدداً بتردد بدء وتردد انتهاء وعرض خطوة (أو استبانة التردد) تكون عادة أصغر من المباعدة بين القنوات، وذلك لتحديد درجة شغل كامل النطاق. وتظهر النتائج في مخطط

طيفي. ويعرض الشكل 2.4 مثالاً لهذا العرض من القياس في نطاق التردد 868 MHz الخاص بنطاق أجهزة الاتصالات الراديوية القصيرة المدى (SRD) الأوروبي. ويبين الشكل 3.4 مخطط شغل النطاق الذي يقوم على أساس نفس بيانات المراقبة.

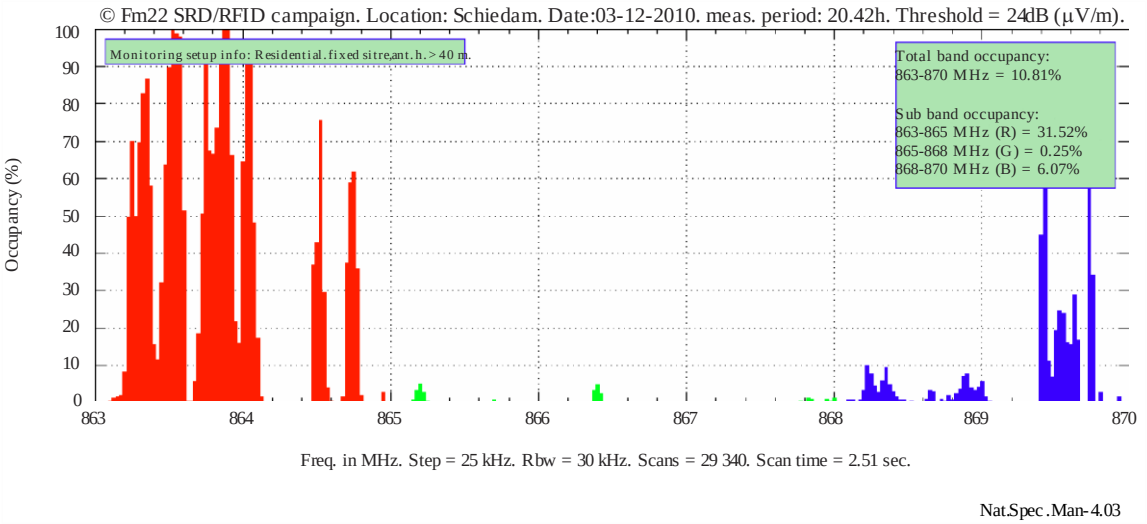
الشكل 2.4

مثال لقياس نطاق تردد (مخطط طيفي)



الشكل 3.4

مثال لقياس نطاق تردد (تحليل الشَّغل)



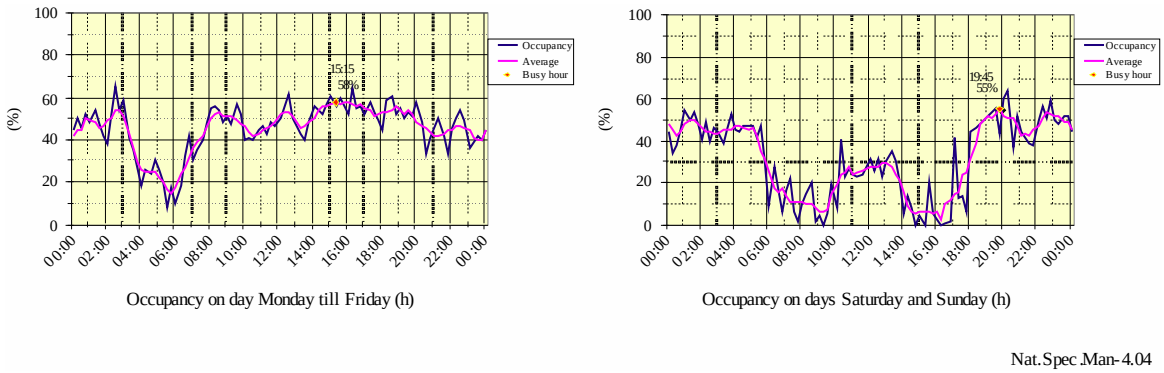
وتتمثل ميزة طريقة العرض هذه في أنها تعطي، بمجرد لمحة، انطباعاً جيداً وإن كان ذاتياً عن شغل النطاق المعني. فيما يتمثل العيب في هذه الطريقة في أنها لا تعطي قيمة كمية للشغل في كل تردد، لذا لا توجد قيمة موضوعية تسمح بالمقارنة المباشرة مع النتائج الأخرى. ومع ذلك، يمكن توفير ذلك بمخطط مصاحب يعرض الزمن النسبي الذي يكون كل تردد مشغولاً أثناءه.

ولتوفير المعلومات عن كيفية شغل قناة تردد ما على مدى فترة من الزمن – وبالتالي أيضاً ما هي الترددات غير المستخدمة – يتم إجراء قياسات شغل تردد القنوات. ويمكن لهذا النمط من القياسات أن يوفر قيم الحد الأدنى أو الحد الأقصى أو الحد المتوسط للشغل في فترات زمنية محددة، على امتداد 15 دقيقة مثلاً.

ويبين الشكل 4.4 مثالاً لهذا القياس لشغل قناة تردد.

الشكل 4.4

تقرير عن الشغل في قناة واحدة



Nat.Spec.Man-4.04

وثمة معلمة هامة لشغل قناة تردد ما وهي ما يسمى "ساعة الازدحام". وفي المثال الموضح أعلاه يلاحظ أن ساعة الازدحام خلال أيام الأسبوع تختلف عنها في يومي عطلة نهاية الأسبوع. وكل هذا يعتمد على نمط الخدمة في قناة التردد. وفي هذه الحالة تستخدم سيارات الأجرة هذه القناة.

وتسمح طرائق القياس المتقدمة أيضاً بمعرفة عدد القنوات في نظام راديوي قيد الاستخدام في آن واحد.

3.5.4 حل مشاكل التداخل

في ضوء الدور المتنامي للتطبيقات الراديوية في جميع مجالات الحياة، أصبحت مهمة تحري التداخلات الراديوية وإزالتها بسرعة وفعالية ذات أهمية اقتصادية. ومن ثم أصبح من الضروري إيلاء أولوية خاصة لإزالة التداخل في خدمات السلامة، مثل خدمات الطيران والشرطة والإطفاء.

وعلى الرغم من أن ضحية التداخل قد تكون في أفضل وضع لمعرفة حدوثه والمعلمات التقنية المتصلة به، ففي معظم الحالات لا يمكن لمشغل جهاز الاستقبال الراديوي تحديد مصدر ذلك التداخل. ولذلك، فإن الشكاوى من التداخل غالباً ما تتطلب اتخاذ إجراءات من جانب الهيئة المسؤولة عن الطيف لتحديد مصدر التداخل واتخاذ التدابير المناسبة لحل المشكلة.

4.5.4 استبانة الإرسالات غير المرخصة وإزالتها

يشكل الاستخدام غير القانوني للطيف، خلافاً للاستخدام المخطط له مسبقاً، واحداً من أسباب التداخل لمستخدمي هذا الطيف. لذلك، ينبغي لهيئة إدارة الطيف اتخاذ الإجراءات الكافية لمنع الاستخدام غير القانوني للطيف من خلال مراقبة هذا الاستخدام على أساس منتظم. ويرمي وقف الإرسالات غير المصرح بها في المقام الأول إلى منع التداخل الراديوي وإلى ضمان الدخل أيضاً، لأن دفع الرسوم يقتصر على مستخدمي الترددات المصرح بها. وينبغي للهيئة التنظيمية اتخاذ التدابير اللازمة لحماية إجراء القياسات وتطبيق الإجراءات. ولا بد من التأكيد على ضرورة التعاون القوي مع الهيئات الحكومية الأخرى في حالة ما إذ تطلب الأمر مصادرة التجهيزات غير المشروعة. ويتعين على موظفي التحقيق جمع كل المعلومات ذات الصلة التي قد تكون ضرورية لاتخاذ أي إجراءات قانونية من قبيل المصادرة والتغريم والمقاضاة.

5.5.4 المساعدة في المناسبات الخاصة من قبيل المناسبات الرياضية الكبرى والزيارات الرسمية

في الزيارات الرسمية والمناسبات الرياضية مثل سباق السيارات وغير ذلك من الأحداث الكبرى، يُستعمَل عدد كبير من التجهيزات الراديوية ضمن مساحة محدودة. وكثيراً ما لا يدرك المستعملون ضرورة الحصول على تخصيص تردد أو أنهم قد لا يستطيعون استعمال

نفس الترددات في كل البلدان. وتوخّياً لمنع التداخل والتدخل فوراً في حال حدوثه، من المفيد لخدمة المراقبة أن تكون في عين المكان من أجل مراقبة استعمال الطيف والعمل سريعاً على تحري أي تداخل وإزالته. ومن الضروري جداً توفر التعاون الوثيق مع الموظفين المسؤولين عن تخصيص الترددات.

6.5.4 قياسات التغطية الراديوية

إذا كانت شروط الترخيص لشبكة جديدة ما تتضمن اشتراط أن تكون هذه الخدمة، في فترة معينة من الزمن وفي منطقة جغرافية معينة من البلد، متاحة لمستعملي هذه الشبكة، عندئذ يمكن لهيئة مراقبة الطيف إجراء قياسات للتحقق من هذا الاشتراط. ومع ذلك، ينبغي الإشارة إلى أنه من غير الممكن قياس التغطية في منطقة معينة بصورة مباشرة، ولكن من الممكن التحقق من النتائج التي تتنبأ بها أدوات التخطيط.

وتشمل قياسات التغطية الراديوية قياس المعلمات من قبيل شدة المجال ومعايير الجودة من قبيل معدل الخطأ في البتات (BER) وقدرة القناة المجاورة. ويتعين على مديري التردد أن يحددوا بوضوح فهمهم للتغطية: فهل هي مجرد تجاوز شدة مجال معينة؟ أم إنها تعني أن العميل يمكنه استعمال الخدمة على أساس جودة محددة؟

7.5.4 دراسات التوافق الراديوي والمجال الكهرمغنطيسي

لا بد، قبل توزيع الترددات لتطبيق راديوي جديد، من ضمان التوافق مع الأنظمة الراديوية والأجهزة غير الراديوية القائمة. وغالباً ما لا تفي بالغرض دراسات التوافق الراديوي النظرية المحض. ولذا يستحسن الاستعانة بخدمة المراقبة للقيام بما يلزم من دراسات عملية.

8.5.4 قياسات شدة المجال الكهرمغنطيسي

تتم قياسات شدة المجال الكهرمغنطيسي المنبعث من أجهزة الإرسال الراديوي لبيان مدى تعرض البشر للمخاطر الناجمة عن المجالات الكهرمغنطيسية. وتتسم قياسات التعرض البشري بالأهمية حول المرسلات العالية الطاقة وفي الأماكن الحساسة، مثل المدارس والمستشفيات. وفي بعض البلدان تكون قياسات شدة المجال الكهرمغنطيسي جزءاً من عملية الترخيص.

6.4 محطات ومرافق المراقبة

1.6.4 أنماط محطات المراقبة

تختلف الكثافة السكانية في بعض البلدان اختلافاً كبيراً. حيث يتركز السكان في بعض المناطق بكثافة سكانية مرتفعة حيث يلاحظ ارتفاع الاستخدام الراديوي، بينما تنخفض الكثافة السكانية كثيراً في أجزاء كبيرة من البلد. وهذا يتطلب من القائمين على تحديد النظام الوقوف على احتياجات التغطية وتحديد ما إذا كانت هناك حاجة إلى أن تشمل معلومات المراقبة البلد بأكمله أم أن تقتصر على المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. ويجب تصميم النظام بحيث يوفر النتائج عند الحاجة. ونشر محطات المراقبة هو دوماً حل وسط من حيث التغطية الراديوية وقيود الميزانية.

وغالباً ما تغطي محطات المراقبة الثابتة مساحة واسعة. وقد تكون مجهزة بمستقبلات ومحللات ومحددات زوايا الاتجاه من أجل تغطية مدى الترددات المطلوب. والمأخذ الرئيسي في محطات المراقبة المأهولة الثابتة هو بالضبط أنه لا يمكن، لأسباب مالية، إقامتها بأعداد كافية. ولذا كثيراً ما تُستكمَل هذه المحطات بمحطات مراقبة متحكم بها عن بعد. والتجهيزات المتطورة لا تمكّن من تشغيل المحطات على يد مشغِّل ناءٍ فحسب بل تمكن أيضاً من تنفيذ برامج قياس أوتوماتياً، ثم تُرسَل النتائج إلى محطة المراقبة المأهولة في وقت لاحق.

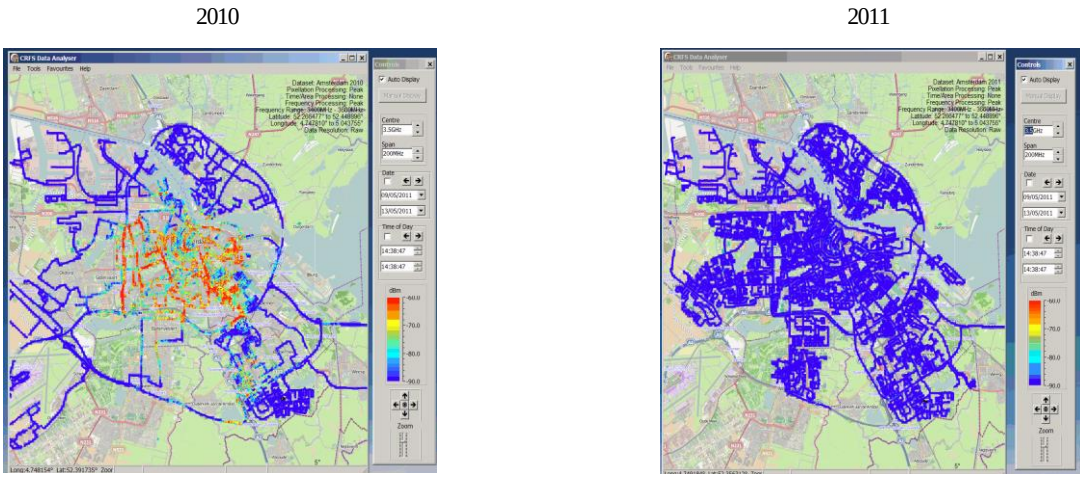
وثمة نمط خاص من محطات المراقبة الثابتة وهي محطات المراقبة الراديوية من الفضاء.

ويُناط بالمحطات المتنقلة للمراقبة وظيفة تنفيذ جميع عمليات المراقبة حيثما يتعذّر على المحطات الثابتة إجراء القياسات بسبب انخفاض قدرة المرسلات وارتفاع اتجاهية الهوائيات وخصائص الانتشار المعينة. ومن الأمثلة على استخدام محطات المراقبة المتنقلة هو جمع البيانات المتنقلة. ويمكن استخدام المحطات المتنقلة المزودة بإمكانية تسجيل آلي كامل عالي السرعة للطيف (أي مستوى التردد

الراديوي كدالة عليه في المجال 20–6 000 MHz) لإنتاج خرائط تفصيلية لاستخدام الطيف نزولاً إلى فرادى مواقع الشوارع لتمكين الهيئات التنظيمية من فهم وتوقع الاختناقات ومواطن الضعف، وتحديد اتجاهات استخدام الطيف ورصدها على المدى الطويل. ويبين الشكل 5.4 استخدام التشغيل البيني العالمي لنفاذ الموجات الصغرية (WiMax) في عام 2010 في تردد GHz 3.5. وفي العام التالي أعيد القيام بنفس القياسات، وبحلول ذلك الوقت كان قد انتهى استخدام نظام WiMax.

الشكل 5.4

استخدام نظام WiMax في سنتين متعاقبتين



Nat.Spec.Man-4.05

تجمع محطات المراقبة المنقولة بين بعض خصائص ومزايا المحطات الثابتة وبعض خصائص ومزايا المحطات المتنقلة. ويتم تركيب تجهيزات المحطات المنقولة عموماً داخل حظيرة تجهيزات قابلة لإعادة النشر.

وتستخدم التجهيزات المحمولة يدوياً من أجل تحديد المصادر الراديوية في حدود الأمتار القليلة الأخيرة. وهذا النمط من التجهيزات لا غنى عنه من أجل تحديد مصادر التداخل وأجهزة الإرسال غير القانونية، ولا سيما في الترددات العالية.

2.6.4 التجهيزات

تضم خدمات المراقبة مجموعة كبيرة ومتنوعة من التجهيزات للوفاء بمختلف المهام. إذ تتطلب نطاقات التردد المختلفة أنماطاً مختلفة من الهوائيات وأجهزة الاستقبال والتحليل ومحددات الاتجاه ومسجلات البيانات. وتبعاً للمهام المحددة يتعين أيضاً توفر أنماط مختلفة من أجهزة التحليل المحددة للأنظمة. وثمة معلومات مفصلة عن التجهيزات في الفصول 2 و3 و5 من كتيب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف.

3.6.4 الكشف الأوتوماتي عن المخالفات

يمكن لنظام متكامل وأوتوماتي لإدارة الطيف ومراقبته أن يقوم بقياسات تشمل نشاط الإشارة والمعلمات التقنية مثل التردد وعرض النطاق ومحددات زوايا الاتجاه، وأن يقارن هذه القياسات بالمعلومات المتعلقة بمحطات الترخيص في قواعد بيانات نظام الإدارة. وتسمح عملية الكشف الأوتوماتي عن هذه المخالفات بالكشف الأوتوماتي عن الإشارات غير المرخصة وكذلك الإشارات المرخصة التي تنحرف عن المعلمات المرخصة لها. ويشير النظام إلى المخالفات المحتملة التي تتطلب المزيد من التحقيق من جانب المشغل لتأكيد وقوع أي مخالفة.

ولا بد من توفر قاعدة بيانات بالتراخيص صالحة وكاملة للنجاح في أداء الكشف التلقائي عن المخالفات. وجدير بالذكر أن الكشف التلقائي عن المخالفات هو طريقة قد تعمل بشكل جيد في حالات وبيئات محددة ولكنها ليست قابلة للتطبيق دوماً. وثمة عدد من الأمثلة على هذه الطريقة، وإن اختلفت أسماؤها، في الملحق 1 من التقرير SM.2156.

4.6.4 تكامل نظام إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف

ينبغي للإدارات التي تقوم بأنشطة إدارة الطيف ومراقبة الطيف على حد سواء أن تنظر في استخدام نظام آلي متكامل مشفوع بقاعدة بيانات ترابطية مشتركة (انظر التوصية ITU-R SM.1537). ويمكّن هذا التكامل من تبادل المعلومات بين قاعدة بيانات الإدارة وقاعدة بيانات المراقبة ومن قيام نظام الإدارة بتكليف المهام إلى نظام المراقبة والإبلاغ عن نتائج المراقبة إلى نظام الإدارة وغير ذلك من المزايا المفيدة مثل النفاذ عن بعد إلى موارد النظام.

ومع ذلك، لا بد من الإشارة إلى أنه ربما لا يكون هناك أي نظام متكامل لإدارة الطيف ومراقبته قادر على تغطية جميع مهام مراقبة الطيف في جميع نطاقات التردد وجميع التطبيقات الراديوية. وينبغي ألا يغرب عن البال أيضاً أن شراء الأنظمة المتكاملة قد يعني تبعية الاعتماد على مورّد واحد، إلى حد ما على الأقل.

الفصل 5

مراقبة الطيف والتفتيش

جدول المحتويات

الصفحة

1.5 مقدمة 121

1.1.5 أهمية الأساس التقني 121

2.1.5 نطاق الموضوع 121

2.5 المعلمات التقنية 121

1.2.5 مواصفات التجهيزات وشهادات الصلاحية 121

2.2.5 معلمات التجهيزات 122

3.2.5 معايير الأداء 126

1.3.2.5 علامة النطق ودليله 126

2.3.2.5 عتبات التداخل الدنيا 127

3.3.2.5 الخطاب الرقمي 127

4.3.2.5 الأنظمة الرقمية 127

5.3.2.5 أنظمة الطيران 127

6.3.2.5 الإشارات التلفزيونية 128

3.5 أدوات التحليل الهندسي 128

1.3.5 نماذج الانتشار 128

2.3.5 البيانات الطبوغرافية 133

3.3.5 انتقاء نموذج الانتشار 134

4.3.5 الهوائيات ومخططات الاشعاع المرجعية 134

1.4.3.5 مثال مقتضب في الخدمة اللاسلكية الثابتة 134

2.4.3.5 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية التي تعرّف مخططات الاشعاع المرجعية وغير ذلك من مسائل الهوائيات 135

3.4.3.5 ممارسات مقترحة للإدارات 136

4.5 تحليل التداخل 141

1.4.5 التداخل في نفس القناة 142

2.4.5 التداخل من القناة المجاورة 142

الصفحة

3.4.5 إزالة الحساسية 144
4.4.5 احتمال التداخل 144
5.5 تقاسم نطاقات التردد 147
1.5.5 الأساس التقني لتقاسم توزيعات التردد (التقاسم بين خدمات مختلفة) 147
2.1.5.5 الفصل من حيث الموقع 150
3.1.5.5 الفصل من حيث الزمن 150
4.1.5.5 الفصل من حيث الإشارة 151
2.5.5 التقاسم بين الخدمات المتنقلة البرية والخدمات الإذاعية 153
3.5.5 التقاسم بين الخدمات الثابتة وخدمات الإذاعة 155
4.5.5 التقاسم مع أنظمة الرادار 155
5.5.5 التقاسم مع خدمة الفلك الراديوي 156
6.5.5 التقاسم باستخدام تقنيات انتشار الطيف 156
7.5.5 موجز توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن التقاسم بين الخدمات 159
6.5 نسب الحماية 160
7.5 سويات الضوضاء 165
8.5 حدود الإشعاع 167
1.8.5 الحدود التي وضعتها اللجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل اللاسلكي (CISPR) 167
2.8.5 تأثيرات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية على الصحة 168
9.5 اعتبارات هندسة الموقع 169
1.9.5 هندسة تقاسم المواقع 169
2.9.5 مثال لبنية تحتية متقاسَمة: شبكات خلوية من الجيل الثالث 170
المراجع 172
بيبليوغرافيا 172

1.5 مقدمة

1.1.5 أهمية الأساس التقني

جرت العادة على أن تكون الحكومات أو الهيئات الوطنية المفوضة مسؤولة عن إدارة الطيف في أراضيها. وهي تقرر السياسات الوطنية وخطط التوزيع والمعايير والمواصفات المقبولة بخصوص التجهيزات، وذلك لضمان الاتساق في استعمال الطيف في خدمة المصلحة الوطنية. ومن شأن القوانين الفيزيائية للانتشار والخصائص التقنية للمرسِلات والمستقبِلات أن تحد من مدى الخيارات الممكنة أمام إدارة الطيف. كما أنها تساعد على تحديد الترددات التي يمكن تخصيصها في أي موقع بعينه.

ويتزايد الضغط على الطيف الراديوي من أجل إدخال خدمات جديدة والتوسع في الخدمات القائمة على السواء. وفي الوقت ذاته، لا بد من تزويد المستعملين الحاليين بقدر ملائم من الحماية من التداخل في بيئة أصبح فيها التزاحم على تقاسم الطيف أمراً لا مناص منه. وهذا يلقي بعبء من تزايد الطلب تقنياً على منظمات إدارة الطيف. وأصبح من الواضح أكثر من أي وقت مضى أن التكنولوجيا الراديوية الحديثة تتقدم بخطى حثيثة وتجد طريقها إلى خدمات جديدة أو تقليدية في مجال الاتصالات مع ما يصحب ذلك من زيادة في تقليص دورات الإنتاج والتطبيق. ومهما يكن من أمر، فإن أي خيار يُعتمد في إدارة الطيف ينبغي أن يكون ممكناً تقنياً وأن يكون تنفيذه طبقاً للقواعد والقيود المقترنة بذلك الخيار. ولا بد من معرفة هذه القيود وتحديدها كمياً من خلال القيام بدراسات هندسية. كما يتعين على الإدارات صياغة القواعد بمشاركة من أصحاب المصلحة في استخدام الطيف.

2.1.5 نطاق الموضوع

يتناول هذا الفصل بالدراسة ممارسات هندسة الطيف وأدوات التحليل في مجال إدارة الطيف. ويتناول قسم المعلمات التقنية مواصفات التجهيزات وإصدار شهادات الصلاحية ووضع التعاريف. ويشتمل قسم أدوات التحليل الهندسي على تقنيات تخصيص الترددات وعلى نماذج الانتشار. كما يشتمل قسم تحليل التداخل على تقاسم نطاقات التردد. وهنالك أقسام تتناول نسب الحماية والضوضاء وحدود الإشعاع واعتبارات هندسة الموقع.

2.5 المعلمات التقنية

1.2.5 مواصفات التجهيزات وشهادات الصلاحية

تُستخدم مواصفات التجهيزات بالدرجة الأولى لتعيين الحد الأدنى المقبول من الخصائص التقنية للتجهيزات التي تُستخدم بعدد وافر عموماً من جانب عدد كبير من المستعملين في نفس الخدمة الراديوية. وهنالك فئتان من مواصفات التجهيزات تتناول إحداهما محطات الراديو المرخص بها وتتناول الثانية تجهيزات الراديو المعفية من الترخيص. وتكاد تقتصر مواصفات التجهيزات على الحد الأدنى من المعلمات التقنية التي يتعين على التجهيزات أن تفي بها حتماً، سواء من حيث استخدام الطيف على نحو فعال أم من حيث تخفيض التداخل إلى الحد الأدنى عند المرسِلات والمستقبِلات. وهي لا تهتم عادة بنوعية الخدمة، ذلك لأن هذه المسألة تُترك لتقدير المستعمل، مما يترك مجالاً لاختيار نوعية التجهيزات لكي تفي بالاحتياجات.

والفئة الثانية من مواصفات التجهيزات تتناول عموماً تجهيزات منخفضة القدرة تكون معفية من الترخيص بحكم مداها المحدود. وتشغيل هذه التجهيزات مسموح به في بعض نطاقات التردد المحددة. وفيما عدا التجهيزات المهيأة لفتح باب مرأب السيارات مثلاً أو تشغيل أجهزة الإنذار أو التحكم بالألعاب أو أجهزة الهاتف اللاسلكية، هنالك العديد من الأمثلة الأخرى لهذه التجهيزات التي يزداد استخدامها في القطاع التجاري، ومنها مثلاً شبكات المنطقة المحلية الراديوية (RLAN) وأنظمة التعرف بواسطة الترددات الراديوية (RFID). وتقتصر هذه الفئة من مواصفات التجهيزات حصراً على تناول خصائص من قبيل الحد الأقصى من القدرة وسويات التوافق المقبولة ومسألة الثبات، والتي لا تتوفر لها الحماية من التداخل.

وينبغي لمواصفات التجهيزات أيضاً أن تشتمل على الحد الأدنى المقبول من الخصائص التقنية للمراسلات الإذاعية (التماثلية والرقمية والراديو والتلفزيون) من قبيل أساليب التشكيل وعمقه ونطاقات التردد وحدود الثبات والقدرة المسموح بها ومعايير كبت الضوضاء.

ونظراً لتكاليف إقامة مرافق الاختبار وصيانتها، من المفيد أن تعمد الإدارات إلى إبرام اتفاقات من أجل الاعتراف المتبادل بنتائج الاختبار. ويسري ذلك بصفة خاصة في حالة التجهيزات التي تصنَّع بكميات محدودة والتي تتطلب اختبارات معقدة.

ويتناول القسم التالي تعاريف هذه المعلمات الهامة، كما يشمل طرائق حسابها.

2.2.5 معلمات التجهيزات

يستعرض هذا القسم من الدليل بإيجاز المعلمات التي يتعين أن تضبط وإلا فإن التجهيزات قد تتسبب في تداخل في أنظمة أخرى وقد تنال من كفاءة استعمال طيف الترددات. وهذه المعلمات موجزة فيما يلي:

أ) ترددات الموجة الحاملة

ب) قدرة المرسِل

ج) تفاوت التردد المسموح به

د) عرض النطاق

ه) الإرسالات غير المطلوبة

و) نواتج التشكيل البيني

ز) حساسية المستقبلات الراديوية.

وثمة معلمات أخرى قد تؤثر على نوعية الخدمة ولكنها لا تؤثر مباشرة على خدمات أخرى من خلال تداخل محتمل. وقد تتطلب هذه المعلمات التنظيم في حالة بعض التطبيقات، كخدمات سلامة الأرواح مثلاً. وقد يكون من الملائم في حالات أخرى توفر قدر يسير من التنظيم أو انعدامه. وفي مثل هذه الحالات تقرر جهات الصناعة المعلمات إلى جانب الملامح الأخرى للتصميم من حيث النوعية، ويقوم المستهلك في نهاية المطاف بعملية الاختيار اعتماداً على مقارنة التكلفة والنوعية. ولدى استحداث هذه البيئة فإن الإدارة المعنية سوف تحتاج إلى النظر بعناية في وضع سياساتها وإشهارها فيما يتعلق بتسوية شكاوى التداخل الذي ينال مثلاً من أداء المستقبِل.

ولأغراض هندسة الطيف، من الضروري تحديد قيم كل من المعلمات الأساسية والمعلمات الأخرى على حدٍ سواء. وعندما لا تكون بعض المعلمات خاضعة للتنظيم فقد يكون من الضروري تحديد قيم لأغراض التخطيط. وعلاوة على ذلك، قد يكون من الملائم نشر هذه القيم لاستخدامها على أساس طوعي وربط هذا النشاط بالسياسة التي تتناول تحري التداخل.

وهذه المعلمات معرّفة لاحقاً في هذا القسم حيث يُنظر أيضاً في معلمات المستقبِل.

أ) ترددات الموجة الحاملة

من الأهمية بمكان الحرص على أن يكون التردد الذي تعمل به المرسلات هو التردد المخصص لها وإلاّ يكاد يكون التداخل في خدمات أخرى محتوماً.

ب) قدرة المرسل

قدرة المرسل معرّفة في المادة 1 من لوائح الراديو من حيث: قدرة الذروة (الغلافية)؛ أو متوسط القدرة؛ أو قدرة الموجة الحاملة. وينبغي أن تقتصر قدرة المرسل على السوية الدنيا المتسقة مع التشغيل المُرضي للنظام الراديوي. ومن المحتمل أن يؤدي نقص التحكم الفعال بهذه المعلمة إلى التداخل لدى مستعملين آخرين خصص إليهم نفس التردد في مناطق جغرافية مختلفة.

ج) تفاوت التردد المسموح به في المرسلات

يعرّف تفاوت التردد المسموح به في المادة 1 من لوائح الراديو بأنه الانحراف الأقصى المسموح به بين التردد المخصص والتردد الواقع في مركز النطاق الذي يشغله إرسال ما أو بين التردد المرجعي والتردد المميز لإرسال ما. ويعبّر عن تفاوت التردد المسموح به بالأجزاء من المليون أو بوحدة هرتز.

وثمة اعتبار رئيسي فيما يتعلق بكفاءة استخدام طيف الترددات وهو أن حيز التردد الضائع بسبب الاضطراب ينبغي أن يكون جزءاً صغيراً من عرض النطاق اللازم المستخدم من أجل الاتصالات. وقد استخدمت نسبة ± 1 في المائة من عرض النطاق الممثل لتكون بمثابة دليل لقيمة تفاوت التردد المسموح به الذي قد يكون مقبولاً من زاوية اقتصاد الطيف. وفي بعض الحالات، الإذاعة A3E مثلاً، ينبغي أن يكون تفاوت التردد المسموح به ضئيلاً بما يكفي لتخفيض تداخل القناة المشتركة الناجم عن نغمة الإيقاع بين الموجات الحاملة خارج التردد.

وفي الشبكات الهاتفية الراديوية وحيدة النطاق الجانبي، حيث تعمل عدة محطات في تردد واحد، ينبغي أن يكون مجال التفاوت المسموح به ضئيلاً بحيث يمكّن من كبت الموجة الحاملة ويوفر قدراً جيداً من مفهومية الصوت دون الحاجة إلى إعادة ضبط المستقبلات.

وهنالك بعض من فئات المحطات التي قد لا تتطلب التقيد بمجال تفاوت صارم وذلك لأسباب تشغيلية وإدارية. مثال ذلك أنظمة الرادار المتنقلة حيث المشكلة الإدارية لتخصيصات التردد الصارمة لم تعد ضرورية اليوم، ومن وجهة النظر التشغيلية يجري تخفيض التداخل بتمكين مجالات التفاوت الاعتيادية لدى الإنتاج من أن تتسبب في توزيع داخل النطاقات المخصصة.

وأكبر الصعوبات في اعتماد مجالات تفاوت محسنة هي المشكلة الاقتصادية الناجمة عن وجود العدد الكبير من المرسلات قيد التشغيل التي صنعت طبقاً لمجالات التفاوت القائمة. ويحدد التذييل **2** من لوائح الراديو الحد الأقصى من تفاوت التردد المسموح به لمختلف فئات المرسلات. وتحتوي التوصية ITU-R SM.1045 على تفاصيل مقادير التفاوت الذي يمكن تحقيقه اليوم وكذلك أهداف التصميم طويلة الأجل لبعض نطاقات التردد وفئات المحطات وأصناف الإرسال. والقدرة المبينة لمختلف فئات المحطات هي قدرة الذروة الغلافية (p.e.p.) بالنسبة لمرسلات وحيدة النطاق الجانبي ومتوسط القدرة لجميع المرسلات الأخرى، ما لم يذكر خلاف ذلك. وعبارة "قدرة المرسل الراديوي" معرّفة في المادة **1** من لوائح الراديو.

د) عرض نطاق الإرسالات

يتطلب الرقم **9.3** من المادة **3** من لوائح الراديو أن تكون عروض نطاقات الإرسالات بحيث تسمح بتأمين استخدام الطيف أفضل استخدام فعّال ممكن. ويتطلب ذلك عموماً الحفاظ على عروض النطاقات عند أخفض قيمة ممكنة تسمح بها أحدث التقنيات وطبيعة الخدمة. وفي المادة **1** من لوائح الراديو يعرف الرقم **152.1** عرض النطاق اللازم كما يلي: "عرض النطاق اللازم وهو عرض نطاق الترددات الذي يكفي على الضبط، في *صنف إرسال ما*، لتأمين إرسال المعلومات بالسرعة والجودة المطلوبتين في ظروف معينة." ويمكن حساب عرض النطاق اللازم باستخدام النهج العام الوارد في التوصية ITU-R SM.328 لمختلف أصناف الإرسال. بينما توفر التوصية ITU-R SM.853 طريقة لحساب عرض النطاق اللازم لأنظمة تعدد الإرسال بتقسيم التردد، وتوفر التوصية ITU-R SM.1138 (المتضمنة بالإحالة في لوائح الراديو) طريقة لحساب عرض النطاق اللازم، مشفوعة بأمثلة.

ويدعى الإرسال خارج عرض النطاق اللازم الإرسال غير المطلوب. ويعرّف عرض النطاق المشغول في الرقم **153.1** من لوائح الراديو كما يلي: "عرض النطاق المشغول هو عرض نطاق الترددات الذي تكون فيه *القدرتان المتوسطتان* المرسلتان تحت التردد الحدي السفلي وفوق التردد الحدي العلوي مساوية كلٌّ منهما لنسبة مئوية معينة β/2 من *القدرة المتوسطة الكلية لإرسال ما*. وفي غياب مواصفات محددة في توصية من التوصيات ITU-R بشأن *صنف الإرسال* المعني، تؤخذ القيمة β/2 مساوية 0,5%" وطبقاً للتوصية ITU-R SM.328 "ينبغي أن يعتبر أي إرسال مثالياً من وجهة نظر اقتصاد الطيف عندما يتوافق عرض نطاقه المشغول مع عرض النطاق اللازم لصنف الإرسال المعني".

ونظراً لصعوبة تطبيق هذه التعاريف مباشرة في حالة القياسات هنالك تعريف ثالث يرد في التوصية ITU-R SM.328 لعرض النطاق "dB x" على النحو التالي: "هو عرض نطاق التردد الذي يكون في خارجه أي مكوّن طيف منفصل أو أي كثافة قدرة طيفية مستمرة أخفض بمقدار dB x على الأقل من سوية مرجعية محددة سابقة قدرها 0 dB."

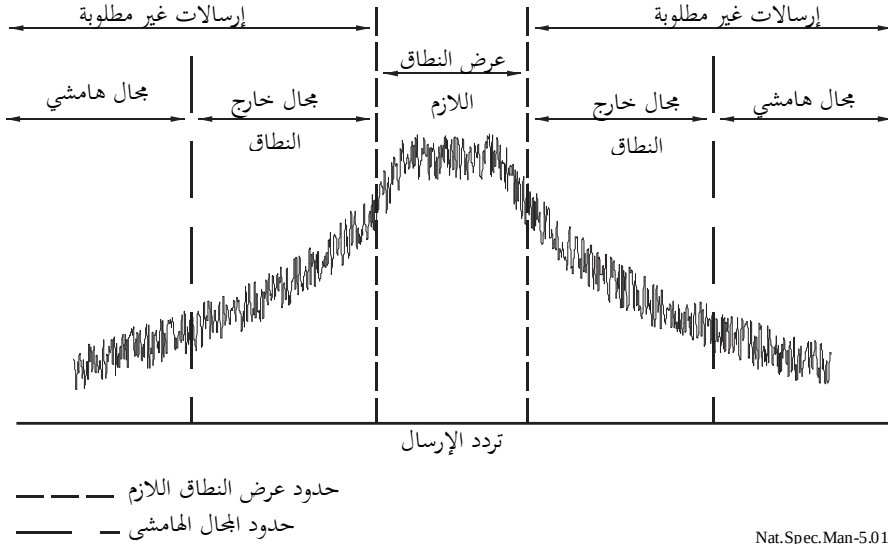
ويمكن التماس المزيد من الإرشاد بشأن عرض نطاق إرسالات محددة في التوصية ITU-R SM.328، وعلاوة على ذلك، يزود كتيب مراقبة الطيف الراديوي الذي وضعه قطاع الاتصالات الراديوية مزيداً من الإرشادات بشأن قياس عرض النطاق عملياً.

هـ) الإرسالات غير المطلوبة الصادرة عن المرسلات

تتكوّن الإرسالات غير المطلوبة من إرسالات خارج النطاق وإرسالات هامشية. فالإرسالات خارج النطاق هي المكون الرئيسي للإرسالات غير المطلوبة القريبة من الإرسال الأساسي بينما تصبح الإرسالات الهامشية سائدة على مسافة أبعد من الإرسالات الأساسية، ومع ذلك ليس هنالك من حدود واضحة بين الاثنين. ولأغراض وضع حدود عملية بشأن الإرسالات غير المطلوبة فقد تمخضت الأعمال التي قام بها قطاع الاتصالات الراديوية مؤخراً عن تعريف المجالات خارج النطاق والمجالات الهامشية.

الشكل 1.5

المجالات خارج النطاق والمجالات الهامشية للإرسال



المجال خارج النطاق هو مدى التردد الذي يقع مباشرة خارج *عرض النطاق اللازم* ولكن باستثناء *المجال الهامشي*، حيث تسود *الإرسالات خارج النطاق* عموماً.

المجال الهامشي هو مدى التردد *خارج مجال النطاق* حيث تسود *الإرسالات الهامشية* عموماً.

والإرسالات خارج النطاق، التي تعرف بحكم مصدرها، تحدث في المجال خارج النطاق وإلى حد أقل في المجال الهامشي. كما أن الإرسالات الهامشية قد تحدث أيضاً في المجال خارج النطاق كما تحدث في المجال الهامشي.

وتتميز المجالات بنمط الإرسالات غير المطلوبة التي تسود فيها، وتكون الحدود المقررة بين المجالات عموماً أكبر بمقدار 2,5 مرة من عرض النطاق اللازم، ولكن هناك بعض الاستثناءات. والإرشادات الخاصة بهذه الاستثناءات واردة في التوصية ITU-R SM.1539.

ويحتوي التذييل **3** من لوائح الراديو على حدود الإرسالات الهامشية بالنسبة لمختلف خدمات الاتصالات الراديوية. وتقدم التوصية ITU-R SM.329 مزيداً من التفصيل عن الإرسالات غير المطلوبة في المجال الهامشي.

وتشتمل التوصية ITU-R SM.328 على منهج عام لتحديد عرض النطاق اللازم وإرشادات عن خصائص الإرسال خارج النطاق لمختلف خدمات الاتصالات الراديوية. وجدير بالملاحظة أن هذه الخصائص هي عبارة عن حدود "شبكة أمان" مستخرجة من أمثلة خصائص نفذت بنجاح على أساس إقليمي أو وطني.

ومن أحد الاعتبارات الرئيسية في هندسة الطيف فيما يتعلق بالإرسالات غير المطلوبة هو تأثير الإرسالات في المجال خارج النطاق الذي يقع في نطاق مجاور مخصص لخدمة أخرى. وهذا مثار قلق بصفة خاصة في حالة المرسلات عالية القدرة التي تعمل في نطاقات مجاورة لمستقبلات حساسة. ومن الأمثلة الواضحة على ذلك الوصلات الهابطة الساتلية التي تعمل بجوار نطاقات الفلك الراديوي، الأمر الذي كان موضوع دراسة مستفيضة كنتيجة للتوصية 66 (المراجعة في المؤتمر WRC-2000) ولكن لا بد، على المستوى الوطني، من إيلاء العناية الفائقة للمرسلات الرادارية والإذاعية عالية القدرة التي قد تؤثر على المستعملين في النطاقات المجاورة. وفي التوصية ITU-R SM.1540 مزيد من الإرشادات في هذا الصدد.

و) نواتج التشكيل البيني

تتولد نواتج التشكيل البيني عندما تدخل إشارتان أو أكثر في جهاز غير خطي. وتكون ترددات التشكيل البيني من الرتبة الثالثة في شكل: $2f_1 \pm f_2$ و$f_1 \pm f_2 \pm f_3$ ، حيث f_1، وf_2 وf_3 هي ترددات الموجة الحاملة للمرسلات 1 و2 و3 على التوالي. وبالنسبة لمرسل منفرد تنجم نواتج التشكيل البيني عموماً بسبب التشكيل البيني الذي يحدث بين نطاقات التشكيل الجانبية. وتقع هذه النواتج في القنوات المجاورة. وثمة مشكلة أكثر خطورة تحدث عندما يجتمع مرسلان أو أكثر في موقع واحد وتقترن الإشارة الصادرة عن أحدها في مراحل الخرج لدى الأخرى.

ومن أهم نواتج التشكيل البيني هي التي تنتمي إلى المرتبات الفردية الثالثة وما فوق وهي من الصعب تخفيضها بعملية الترشيح إذ إن هذه النواتج قريبة من طيف تردد الإشارات المطلوبة. وتتشكل ترددات النواتج من المرتبة الثالثة من الترددات الأساسية لدى مرسلين أو أكثر في موقع واحد. وقد يحتاج الأمر إلى النظر في نواتج من رتبة أعلى عندما يجتمع عدد كبير من المرسلات في موقع واحد.

ويتسبب الاقتران المتبادل ما بين الهوائيات في إشارات غير مطلوبة ترتجع في مرحلة خرج قدرة كل مرسل. وقد تشكل مرحلة خرج مضخم للقدرة عائقاً فعالاً غير خطي إزاء الإشارات غير المطلوبة المرتجعة إلى المرسل ومن ثم في الإمكان توليد نواتج التشكيل البيني وإعادة بثها. ويعتمد حجم الإشارة الهامشية المشعة الناتجة بالدرجة الأولى على ما يلي:

- قدرة المرسل المتداخل؛
- خسارة اقتران الهوائي؛
- خسارة التحويل: نسبة قدرة الإشارة المتداخلة من مصدر خارجي إلى ناتج التشكيل البيني، مقيسة عند خرج المرسل الضحية، عندما تستثنى انتقائية التردد في المرسل؛
- انتقائية التردد عند دارات خرج المرسل والهوائي.

وتتحدد خسارة التحويل في مرحلة خرج مرسل ما بحكم دالة النطاق العريض غير الخطية في مرحلة الخرج وبدرجة العزل بين الدالة غير الخطية والحمولة. وبالنسبة لمرسلات تشكيل التردد التي تستخدم مضخمات قدرة صلبة من الصنف C تكون خسارة التحويل في حدود 3 إلى 20 dB. وبالنسبة للمرسلات الخطية المصممة من أجل نطاق جانبي وحيد تكون خسارة التحويل في حدود 50 dB. وبالنسبة للمرسلات الإذاعية ذات التردد المنخفض والمتوسط والعالي فإن خسارة التحويل لمضخم قدرة عالية يعمل بصمامات قد لا يتجاوز 10 dB.

والمرسلات التي تغذي مضخم قدرة مشترك قد تولد نواتج تشكيل بيني. ومن الممكن توصيل عدة مرسلات بهوائي مشترك وذلك بتجميع الإشارات قبل عملية التضخيم. وبالنسبة للمرسلات التي تتقاسم مضخم قدرة مشترك من المحتمل أن تتولد نواتج التشكيل البيني في مضخم القدرة العالية. وعموماً تكون سوية النواتج المولدة داخلياً متناسبة عكساً مع كفاءة المضخم.

وقد تتولد نواتج التشكيل البيني بفعل عناصر غير خطية قريبة من الهوائيات. ومن الممكن أيضاً أن تتولد التوافقيات وعناصر التشكيل البيني غير المطلوبة بتحريض الموصلات التي تحتوي على اتصالات غير خطية في الهوائيات أو البنى المعدنية في جوار المرسلات. وقد تتشكل عناصر غير خطية عند نقاط ارتباط معدن بآخر في سواري الهوائيات ومغذياتها. وتتسبب بعض العناصر غير الخطية بحكم استعمال معادن مختلفة لا مفر من استعمالها وبفعل التآكل.

والتآكل خطر دائم ولا سيما في المواقع الساحلية أو في المناطق المعرضة للتلوث الجوي. والسبيل الوحيد لتجنب هذا الأثر غير المرغوب فيه هو العناية الفائقة في ربط جميع المفاصل في البنى المعدنية والهوائيات. وهنالك المزيد في التفاصيل في القسم الذي يتناول هندسة تقاسم الموقع.

وثمة معلومات إضافية وإرشادات بشأن التشكيل البيني واردة في التوصية ITU-R SM.1446 والتقرير ITU-R SM.2021.

ز) حساسية المستقبلات الراديوية

يعتمد النص التالي على التوصية ITU-R SM.852. وهو يعرّف معايير نسبة الإشارة إلى الضوضاء شائعة الاستعمال في قياس حساسية المستقبلات الراديوية. وتبعاً لتلك التوصية فإن قياس حساسية المستقبلات التماثلية وحيدة القناة للإرسالات من الصنف F3E المستخدمة في الخدمات المتنقلة البرية والبحرية تعرّف كما يلي:

"طريقة SINAD" التي تستخدم النسبة (الإشارة + الضوضاء + التشوه)/(الضوضاء + التشوه) أو SND/ND = 12 dB، مقيسة عند الخرج بوجود تشكيل بواسطة مرشاح اختباري لرفض الإشارة.

وينبغي قياس الحساسية عندما تكون مراشيح النطاق الأساسي الفعلية، إن وجدت، مستخدمة في المستقبل. وفي غالبية الحالات تتعرض حساسية المستقبل للانحطاط بوجود إشارات غير مطلوبة عند دخل المستقبل. ومن أجل توصيف كامل لخصائص مستقبل ما ينبغي أن تقاس الحساسية في وجود الإشارات المتداخلة وفي غيابها على السواء. وتناقش أكثر أساليب الانحطاط احتمالاً فيما بعد في هذا القسم.

وبالنسبة لمستقبلات التشكيل الرقمي التي يكون فيها النفاذ المباشر إلى تدفق البيانات المستعادة ميسوراً فإن أفضل وسيلة لقياس الحساسية هي استعمال معيار معدل الخطأ.

3.2.5 معايير الأداء

بالنسبة لأنظمة الخطاب الرقمية ينبغي أن يقيّم أداء معالج الخطاب أيضاً بواسطة طرائق وضعية، غير أن من الممكن تقييم أداء مسير الإرسال بقياس معدلات الخطأ. وهنالك منحنيات تنسب معدل الخطأ في البتات إلى نسبة الإشارة إلى الضوضاء ونوعية الصوت وهي متاحة من أجل أنظمة رقمنة متتبع شكل الموجة من قبيل تشكيل الشفرة النبضي (PCM) وتشكيل ميل دلتا مستمر التغير (CVSD). وعندما تصبح أنظمة رقمنة متتبع المصدر، مثل التنبؤ الخطي المحرض بالشفرة (CELP) مقيسة سيكون من الممكن عندئذ وضع منحنيات مماثلة تنسب معدل الخطأ في البتات إلى نوعية الخطاب.

وبالنسبة لإرسال البيانات فإن احتمال معدل الخطأ هو معيار الأداء المفضل. وهذا لا يتوقف على بنية الرسالة أو محتواها ومن الممكن جعله قابلاً للتطبيق على جميع الأنظمة. وهنالك منحنيات تبين معدل الخطأ في البتات كدالة عن نسبة E_b/N_0 بالنسبة لجميع أساليب التشكيل الرقمية الشائعة وتقنيات تصحيح الأخطاء.

1.3.2.5 علامة النطق ودليله

يُعبّر عن المقياس الرئيسي لقابلية الفهم لنظام صوتي في شكل نسبة مئوية من الكلمات المفهومة على نحو صحيح عبر قناة مشوشة بالتداخل. وهذا مؤشر لمقدار الفهم يدعى علامة النطق (AS). ولتجنب الصعوبات المرتبطة باختبارات علامة النطق جرى تطوير دليل النطق (AI) ومعايرته لمختلف أنماط التداخل.

وقد دلت التجربة على أن أصغر قيمة لدليل النطق توفر باستمرار نقل المعلومات الصحيحة في لغة اعتيادية هي 0,7 على مقياس يتراوح من 0 إلى 1، وإن أخفض قيمة مقبولة لدليل النطق بالنسبة لاتصال مفيد هي 0,3.

2.3.2.5 عتبات التداخل الدنيا

إن عتبة التداخل الدنيا (MINIT) وإن لم تكن مقياساً لعتبة الأداء فهي مفيدة في تقدير آثار التداخل على الإرسالات الصوتية. وهي السوية التي يكشف فيها عن التداخل لأول مرة في الخرج السمعي. وبما أن هذه السوية يتم الحصول عليها من خلال تقييم وضعي فهي تنطوي على قدر من التغاير بحكم المراقب البشري وبحكم الأسلوب الذي تعرّف فيه العتبة للمستمع المراقب. وعلى وجه الخصوص، يمكن تحديد سوية العتبة بإنقاص أو زيادة سوية التداخل نسبة إلى سوية إشارة مطلوبة ثابتة. ففي الحالة الأولى يبتدئ الاختبار عند سوية تداخل ملحوظ جداً ويتوقف عندما يكاد يكون التداخل مسموعاً. وفي الحالة الثانية يزداد التداخل حتى يسجل المراقب أنه سمع التداخل لأول مرة.

ومن الممكن أيضاً إجراء الاختبار دون وجود إشارة مطلوبة. ويستخدم هذا النوع من الاختبار في أنظمة الدقة العالية أو الصوت التلفزيوني حيث لا يكون وجود التداخل أثناء الوقت الذي تكون فيه الإشارة المطلوبة غائبة مقبولاً. ويستدعي الأمر في هذه الحالة سوية عتبة تداخل أخفض مما لو كانت الإشارة المطلوبة موجودة، إذ إن الإشارة المطلوبة تحجب وجود التداخل.

وقد بينت القياسات أن عتبة التداخل الدنيا هي دالة لنسبة التداخل إلى الضوضاء. ولذلك فإن عتبة التداخل الدنيا هذه، من أجل نسبة محددة من الإشارة إلى الضوضاء، تقابل أيضاً نسبة الإشارة إلى التداخل. وهي عتبة يمكن استعمالها بمثابة الحد الفاصل بين مجال يكون التداخل فيه مهملاً ومجال يكون فيه التداخل مقبولاً، ويمكن استعمالها في حل مشكلات تنسيق الترددات.

3.3.2.5 الخطاب الرقمي

إن علامة النطق لمرقمات الكلام بتعقب شكل الموجة، مثل تشكيل الشفرة النبضي (PCM) وتشكيل ميل دلتا مستمر التغير (CVSD)، لا تكون حساسة عموماً لمعدلات خطأ أقل من 10^{-4} وتنخفض إلى قيمة 0,7 عندما يكون معدل الخطأ 3×10^{-2} من أجل التشكيل PCM و10^{-1} من أجل التشكيل CVSD. وإذا ارتفعت معدلات الخطأ عن ذلك فإن الانحطاط يكون كبيراً بحيث لا يمكن عموماً استعمال تلك المرقمات. وفي التطبيقات التي تتطلب أن تكون نسبة الإشارة إلى الضوضاء عالية يتعين استخدام معدلات بيانات مرتفعة إذ يمكن للانحطاط أن يحدث عندما تكون معدلات الخطأ في البتات منخفضة لا تتجاوز 10^{-6}. ومن المتوقع عموماً أن توفر نماذج تعقب المصدر خصائص مماثلة ولكن بمعدلات بيانات أخفض بكثير.

4.3.2.5 الأنظمة الرقمية

لقد جرى اختيار حد أدنى لنسبة الخطأ في البتات من أجل نظام رقمي على أساس احتمال خطأ في البتات قدره 10^{-6}. كما جرى اختيار الحد الأعظم والحد الأوسط لنسبة الخطأ في البتات لأنظمة رقمية على أساس احتمال الخطأ في البتات بمقدار 10^{-2} و10^{-4} على التوالي. وقد قدّرت العتبات بوصفها احتمالات خطأ في البتات بدلاً من معدلات خطأ في السمات بحيث يمكن تطبيق النتائج على جميع الأنظمة بصرف النظر عن بنية الرسالة. والنسبة E_b/N_0 المطلوبة لبلوغ هذه العتبات محددة لمختلف أنماط التشكيل.

5.3.2.5 أنظمة الطيران

تعرّف التوصية ITU-R SM.851 عتبات التداخل من أجل أجهزة تحديد موقع الطائرات في أنظمة الهبوط بالأدوات (ILS) ومستقبلات الأنظمة في مدى راديوي في جميع الاتجاهات (VOR) وفي أسلوب عملية المحادثة (COM).

6.3.2.5 الإشارات التلفزيونية

الإشارات التماثلية

هنالك قيد الاستعمال مقياسان لتحديد سويات التشوش في المكون الفيديوي للإشارات التلفزيونية: مقياس منظمة دراسات التوزيعات التلفزيونية (TASO) سداسي السويات ومقياس قطاع الاتصالات الراديوية مضاعف التحفيز خماسي السويات. والمقياس الخماسي موصى باستعماله منذ عام 1974 وهو مبين في الجدول 5-1. وبالنسبة لخدمة الإذاعة (التلفزيونية) للأرض تحت تأثير التداخل التروبوسفيري قصير الأجل ينبغي أن تعادل سوية التداخل القصوى المسموح بها الدرجة 3 على مقياس قطاع الاتصالات الراديوية والدرجة 4 عندما يتجاوز التداخل 50 في المائة من الوقت. وبالنسبة لخدمة الإذاعة الساتلية (التلفزيونية) ينبغي أن تقابل سوية التداخل المسموح به الدرجتين 4 و5.

الجدول 5-1

مقياس التشوش مزدوج التحفيز

الدرجة	معيار التداخل
5	غير ملحوظ
4	ملحوظ ولكن دون إزعاج
3	مزعج قليلاً
2	مزعج
1	مزعج جداً

الإشارات الرقمية

توفر التوصية ITU-R BT.2033 نسب الحماية المطلوبة لأنظمة البث الفيديوي الرقمي (DVB) عبر مجموعة شتى من القنوات عندما تقوم بدراسة التوافق من أجل محطات القاعدة (BS) في التطور الطويل الأجل (LTE) وتجهيزات المستعمل (UE) في نطاق الترددات المترية/الديسيمترية (VHF/UHF).

3.5 أدوات التحليل الهندسي

1.3.5 نماذج الانتشار

إن خسارة انتشار الموجة الراديوية هي واحدة من المعلمات الهامة التي ينبغي النظر فيها لدى تحديد الحجم العملي لمنطقة التغطية التي يشملها نظام راديوي ما ومدى التداخل غير المطلوب.

وقد تشمل أساليب الانتشار ما يلي: دليل الموجة، والموجة على الأرض، والموجة في السماء، والموجة في الفضاء (التي تتألف من موجة مباشرة وموجة منعكسة من الأرض)، والانعراج، والتناثر التروبوسفيري، وخط البصر (من نقطة إلى نقطة أو من الأرض إلى ساتل). ويتناول الجدول 5-2 بإيجاز أساليب الانتشار والأمداء واستخدام عروض النطاق واحتمال التداخل بالنسبة لنطاقات التردد من أخفضها (VLH) إلى أعلاها (EHF).

الجدول 5-2

أساليب الانتشار والاستخدامات بالنسبة لمختلف نطاقات التردد

النطاق	التردد	الأسلوب	المدى	عرض النطاق	حجم التداخل	الاستعمال
VLF	kHz 30-3	دليل الموجة	عدة آلاف الكيلومترات	محدود جداً	واسع الانتشار	على نطاق العالم، ملاحة راديوية واتصالات استراتيجية بعيدة المدى
LF	kHz 300-30	الموجة على الأرض، الموجة في السماء	عدة آلاف الكيلومترات	محدود	واسع الانتشار	ملاحة راديوية واتصالات استراتيجية بعيدة المدى
MF	MHz 3-0,3	الموجة على الأرض، الموجة في السماء	بضعة آلاف الكيلومترات	معتدل	واسع الانتشار	إذاعة وإرسال بحري متنقل متوسط المدى من نقطة إلى نقطة
HF	MHz 30-3	الموجة في السماء	حتى عدة آلاف الكيلومترات	واسع	واسع الانتشار	اتصالات بعيدة وقريبة المدى من نقطة إلى نقطة، إذاعة عالمية، متنقلة
VHF	MHz 300-30	موجة فضائية، انتشار تروبوسفيري، انعراج	حتى بضعة مئات الكيلومترات	واسع جداً	محدود	اتصالات قريبة ومتوسطة من نقطة إلى نقطة، متنقلة، شبكة منطقة محلية، إذاعة سمعية وفيديوية، اتصالات شخصية
UHF	GHz 3-0,3	موجة فضائية، انتشار تروبوسفيري، انعراج، خط البصر	عموماً أقل من مائة كيلومتر	واسع جداً	محدود	اتصالات قريبة ومتوسطة وبعيدة من نقطة إلى نقطة، متنقلة، شبكة منطقة محلية، إذاعة سمعية وفيديوية، اتصالات شخصية، اتصالات ساتلية
SHF	GHz 30-3	خط البصر	30 كيلومتراً؛ عدة آلاف الكيلومترات لقفزات متعددة وللساتل	واسع جداً حتى 1 GHz	محدود عموماً	اتصالات متوسطة إلى قريبة المدى من نقطة إلى نقطة، شبكة منطقة محلية، إذاعة سمعية وفيديوية، اتصالات شخصية/متنقلة، اتصالات ساتلية
EHF	GHz 300-30	خط البصر	20 كيلومتراً؛ عدة آلاف الكيلومترات لقفزات متعددة وللساتل	واسع جداً حتى 10 GHz	محدود عموماً	اتصالات قريبة المدى من نقطة إلى نقطة، ميكروخلوية، شبكة منطقة محلية، اتصالات شخصية، اتصالات ساتلية

وتعتمد ملامح الإشارة الراديوية المتلقاة، بعد الانتشار من هوائي مرسل، على خصائص التضاريس الفاصلة وعلى خصائص وتقلبات كلّ من الأيونوسفير والتروبوسفير. ولذلك فإن التقدير المفصل لقوة الإشارة أو خسارة الإرسال، وكذلك وهن الإشارة، يتعين أن يأخذ في الحسبان موقع المطاريف والفصل من السنة والوقت من اليوم وكذلك المعلمة الإحصائية (النسبة المئوية من الزمن مثلاً) المطلوبة. ولجنة الدراسات 3 لدى قطاع الاتصالات الراديوية هي لجنة الخبراء المعنية بانتشار الموجات الراديوية. ونماذج الانتشار الراديوية معقدة وذلك بحكم وجود مجموعة منوعة من التأثيرات، مثل الانعكاس والانعراج والتناثر والجريان، التي لا بد من النظر فيها. ولأغراض العديد من حالات تحليل الطيف وتخصيص الترددات، يحتاج الأمر إلى تقييمات مبسطة لخسائر الانتشار. وقد تناول [Bem, 1979] في استعراض مقتضب جوانب الانتشار التي تؤثر في خدمات الاتصالات الراديوية وتحليل التداخلات.

ويحتاج مستعمل الطيف إلى تقدير مفصل لمسألة التغطية أو إمكانية التعويل بالنسبة للإرسال الذي يضطلع به. ولأغراض إدارة الطيف أو تخطيطه قد يكون كافياً وضع افتراضات بسيطة ومتفائلة بشأن التغطية أو قوة الإشارة؛ مثال ذلك الانتشار في الفضاء الحر الذي يتسبب في أنواع خسارة الانتشار الفضائي (التوصية ITU-R P.525) وهو لا يتأثر بعوامل الغلاف الجوي أو بتأثيرات

الحجب من جراء التضاريس. وينبغي أن تتمتع الإشارة المطلوبة بدرجة عالية من الموثوقية بحيث لا يكون من الضروري سوى النظر في سوية الإشارة غير المطلوبة والتي من المتوقع أن تحدث لبرهة قصيرة من الزمن. ولكن من الجدير بالملاحظة أن الأمر يحتاج إلى طرائق أكثر دقة لتوفير هذا القدر من اليقين بالنسبة لحدوث الإشارات غير المطلوبة قصيرة الأجل (التداخل).

ويتناول هذا القسم بإيجاز عدداً من طرائق الانتشار. وتشتمل السلسلة P من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية على مناقشات مستفيضة لهذه الطرائق.

(kHz 30 > *f*) VLF

في الترددات التي لا تتجاوز kHz 30 تكون خسائر الانتشار قريبة من مثيلاتها في الفضاء الحر. وعند تردد VLF يمكّن أسلوب دليل الموجة بين طبقة الأيونوسفير والأرض من الانتشار عبر مسافات عالمية.

(kHz 300 > *f* > 30) LF

في مجال هذه الترددات يتسم بالأهمية أسلوبان متمايزان من أساليب الانتشار: أسلوب الموجة الأرضية التي غالباً ما تقرر حدود الإشارة المطلوبة، وأسلوب الأيونوسفير (الموجة السماوية) الذي غالباً ما ينشر الإشارات غير المطلوبة. ويكون اتساع إشارة الموجة السماوية تفاوتاً يومياً ملحوظاً بحكم التغيرات في الامتصاص الأيونوسفيري. ويلاحظ هذا الأسلوب من الانتشار في الأقاليم حيث لا تصل الموجة السماوية إلى الأرض (أي مفوّتة) وتكون المسافة إلى كل اعتراض مع الأرض هي مسافة التفويت.

وتتناول التوصية ITU-R P.1147 انتشار الموجة السماوية في هذه الترددات بينما تتناول التوصية ITU-R P.368 منحنيات الانتشار للموجة الأرضية.

(MHz 3 > *f* > kHz 300) MF

في نطاق التردد هذا تكون أساليب الانتشار أيضاً في موجات أرضية وموجات سماوية وبالتالي تغطي العديد من النصوص كلا النطاقين LF وMF.

وتتناول التوصية ITU-R P.368 انتشار الموجة الأرضية بالنسبة للترددات الواقعة بين kHz 10 وMHz 30، وهنالك برمجية حاسوبية تعرف باسم GRWAVE يمكن الحصول عليها من موقع القطاع على شبكة الويب. ولدى تقييم الموجة الأرضية من الضروري معرفة الخصائص الكهربائية للأرض ولا سيما القابلية التوصيلية. وهنالك خرائط في هذا الشأن في التوصية ITU-R P.832 بيد أن هذه الخرائط معدة بالدرجة الأولى لاستعمالها في الترددات VLF وهي ليست متاحة في الوقت الحاضر في شكل رقمي من أجل التطبيقات الحاسوبية.

ويناقش انتشار الموجة السماوية للترددات التي تتراوح بين kHz 150 وMHz 1,7 في كتيّب القطاع عن الأيونوسفير وتأثيره في انتشار الموجات الراديوية على الأرض ومن الأرض إلى الفضاء، وثمة طريقة تنبؤ واردة في التوصية ITU-R P.1147. وفي نطاق الإذاعة بالتردد MF غالباً ما يكفي الافتراض بأن انتشار الموجة السماوية لا يحدث إلاّ ليلاً. وعند ترددات تتجاوز MHz 1,6 فإن طرائق التنبؤ بالانتشار في التردد HF الموصوفة أدناه تصبح صالحة. وكذلك الأمر، عندما تتجاوز الترددات MHz 1,6، تتزايد أهمية الموجة السماوية بالنسبة لأنظمة الاتصالات المتنقلة.

(MHz 30 > *f* > 3) HF

في مجال هذه الترددات يكون انتشار الإشارات عموماً عبر الأيونوسفير ومن فإنه يتكشف عن قدر كبير من التفاوت. وتعني طبيعة الانتشار الأيونوسفيري أن الدارات طويلة المدى سوف تخضع لتشوه متعدد المسيرات ولتداخل الإشارات والتشغيل المتقطع. ومن ثم فإن المسافات الطويلة والعمليات المادية المطلوبة في طبقة الأيونوسفير تستوجب استعمال نماذج تنبؤ بالانتشار معقدة نسبياً.

وتستخدم الخرائط الرقمية للخصائص الأيونوسفيرية (التوصيتان ITU-R P.1239 وITU-R P.1240) في إطار النماذج المحوسبة المستعملة للتنبؤ بالانتشار عند التردد HF. والبرمجية الحاسوبية REC 533 هي صيغة محوسبة للتوصية ITU-R P.533 التي تتنبأ،

بالنسبة لأي مسير ولأي فصل ورقم بقع شمسية، بالتردد الأعظمي المستعمل (MUF) أساسياً وتشغيلياً وشدة المجال والقدرة المستقبَلة ونسبة الإشارة إلى الضوضاء ومقدار الموثوقية.

VHF و UHF (GHz 3 > *f* > MHz 30)

في هذين النطاقين لا يحدث الانتشار عبر الأيونوسفير المنتظم إلاّ في أدنى الترددات في هذا المدى. وتقتصر آثار الطقس على الانكسار الشديد وظاهرة الجريان اللذين يمكن أن يتسببا بحكم تفاوتات التدرج الاعتيادي في دليل الانكسار في الهواء. ومن حالات الخروج الهامة الأخرى عن الانتشار في الفضاء الحر يذكر التناثر التروبوسفيري والانعراج الناجم عن العراقيل المعترضة بما في ذلك تحدب الأرض والانعراج بحكم التضاريس والمباني.

وتبعاً لبيئة كل انتشار بذاتها يمكن استعمال الأساليب التالية لتقدير خسائر الانتشار:

- التوهين في الفضاء الحر. قد يكون كافياً في بعض الظروف الافتراض بأن الإشارة المطلوبة لا تخضع سوى للتوهين الناجم عن الانتشار في الفضاء الحر (التوصية ITU-R P.525).
- الانعراج حول أرض ملساء. بالنسبة لتنبؤات الإشارة المطلوبة في مجالات أبعد من مسافة خط البصر، قد يكون من المستنسب مراعاة انحناء الأرض. وتتناول البرمجية الحاسوبية GRWAVE هذه الحالة كما أن التوصية ITU-R P.526 تتناول أيضاً معالجة الانتشار بالانعراج (انظر أيضاً كتيب القطاع ITU-R – منحنيات انتشار الموجات الراديوية بالقرب من سطح الأرض).
- الانتشار فوق مناطق محددة في العالم أو فوق أرض وعرة معينة. التوصية ITU-R P.1546 مناسبة للتنبؤ بشدة المجال من نقطة إلى بقعة من أجل الخدمات الإذاعية والبرية المتنقلة والبحرية المتنقلة وبعض الخدمات الثابتة (كتلك التي تستخدم الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط (P-MP)) في مدى التردد MHz 30 إلى MHz 3 000. وهي مخصصة للاستخدام في الدارات الراديوية عبر مسارات برية وبحرية و/أو مسارات برية بحرية مختلطة يصل طولها إلى km 1 000 وهوائيات إرسال بارتفاع فعال يقل عن m 3 000. وهي تقدم نتائج متوافقة مع نموذج Okumura-Hata للخدمات المتنقلة في بيئة حضرية. وبالإضافة إلى ذلك، هناك المزيد من المتغيرات من مجرد المسافة وارتفاع الهوائي المكافئ. ويشتمل هذا النموذج على عوامل تصحيح للتنبؤ بالتوهين في مناطق الضواحي والمناطق المفتوحة. ويستخدم هذا النموذج كمرجع في التقرير ITU-R SM.2028-1. ولكنه غير محدد لاستقطاب معين وليس كاملاً في مسيرات أقل من 1 كم. وبما أنه لا يناسب السيناريو القصير المدى المطلوب، ينبغي إجراء تعديلات ملائمة لمراعاة الآثار مثل الانتشار في أخاديد الشوارع ومداخل المباني والأقسام داخل المباني من المسير، أو آثار الجسم.
- الانتشار عبر تضاريس معينة. التوصية ITU-R P.1812 مناسبة للتنبؤات من أجل أنظمة الاتصالات الراديوية التي تستخدم دارات للأرض يتراوح طول مسيراتها من 0,25 كيلومتر حتى مسافة 3 000 كيلومتر، ويكون كلا المطرافين ضمن حوالي 3 كيلومترات فوق سطح الأرض. ويوصى باستخدامها فيما يتعلق بخدمات الأرض من نقطة إلى بقعة في نطاقات الترددات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF). ويمكن استخدامها للتنبؤ بكل من منطقة الخدمة والتيسر من أجل سوية إشارة (تغطية) مرغوبة، والتخفيضات في منطقة الخدمة هذه والتيسر الناجمة عن إشارات (تداخل) غير مرغوبة في نفس القناة و/أو في قناة مجاورة. وتتألف التنبؤات من نقطة إلى بقعة التي تستعمل هذه الطريقة من سلسلة من العديد من تنبؤات من نقطة إلى نقاط متعددة (أي من نقطة مرسل إلى نقاط مستقبل متعددة) موزعة بانتظام عبر مناطق خدمة وطنية. وينبغي أن يكون عدد النقاط كبيراً بما يكفي لضمان أن تكون القيم المتوقعة لخسارة الإرسال الأساسية أو قيم شدة المجال الناتجة عبارة عن تقديرات معقولة للقيم المتوسطة، بالنسبة للمواقع، للمقادير المقابلة للمناطق الأساسية التي تمثلها. ومن الممكن عند الضرورة القيام بحسابات مفصلة بشأن الانتشار فوق أرض محددة الملامح اعتماداً على قاعدة بيانات طبوغرافية. وعليه، يُفترض أن يكون مستعملو هذه التوصية قادرين على تحديد التضاريس المفصّلة للأرض (أي الارتفاعات فوق متوسط مستوى البحر) كدوال في المسافة على امتداد مسيرات الدائرة العظمى (أي المنحنيات الجيوديسية) بين الأجهزة المطرافية، بالنسبة للعديد من مواقع هذه الأجهزة (نقاط المستقبل) المختلفة. وبالنسبة لمعظم التطبيقات

العملية لهذه الطريقة على التغطية من نقطة إلى بقعة وعلى تنبؤات التداخل، يقتضي هذا الافتراض وجود قاعدة بيانات رقمية لارتفاع تضاريس الأرض مرجعها إلى إحداثيات العرض والطول بالنسبة لبيان جيوديسي متسق يمكن استخراج جانبيات تضاريس الأرض منه بوسائل مؤتمتة. ونموذج Longley-Rice لإشارة اختبار الإدراج (ITS) لم تعد تغطيه الآن التوصية ITU-R P.1812. ونموذج إشارة اختبار الإدراج بالنسبة للترددات الواقعة بين 20 MHz و20 GHz، الذي يعتمد على نظرية كهرمغنطيسية وعلى تحليلات إحصائية لملامح الأرض والقياسات الراديوية على حد سواء، يتنبأ بمتوسط توهين إشارة راديوية كدالة تتبع المسافة كما يتنبأ باحتمال تغير الإشارة عبر الزمن والمسافة.

وعلاوة على ذلك، قد يكون من الضروري أيضاً أن تؤخذ في الحسبان آليات انتشار أخرى قد تؤدي إلى التداخل. ومن هذه الآليات:

- *الانتشار الأيونوسفيري.* أثناء بعض الفصول وبعض أوقات النهار قد تمكّن أساليب الانتشار الأيونوسفيرية، كتلك التي تلاحظ عبر طبقة E المتفرقة، من الانتشار على مسافات طويلة عند ترددات قد تصل إلى نحو 70 MHz (انظر التوصية ITU-R P.534)؛
- *الانكسار الشديد وظاهرة الجريان.* تتناول التوصيتان ITU-R P.834 وITU-R P.452 هذين التأثيرين.

التردد SHF وما فوقه (f > 3 GHz)

تكون عوامل الانتشار الموصوفة آنفاً (عدا ما يتناول الموجة السماوية) ملائمة حتى في ترددات أعلى. ولكن من الضروري النظر في مسائل التوهين والانتثار وتقاطع الاستقطاب الناجمة عن الهواطل وغيرها من الجزيئات في الغلاف الجوي. وبالنسبة لأي تردد يتجاوز نحو 15 GHz تزداد الضرورة إلى أن يؤخذ في الحسبان توهين الإشارة بفعل الغازات في الغلاف الجوي.

فمن شأن تساقط الأمطار وغيرها من الهواطل التي تحدث على امتداد مسير الانتشار أن تتسبب في عدة مشاكل. فعند ترددات تزيد على نحو 10 GHz قد يلحق التوهين الناجم عن قطرات المطر ضرراً جدياً في نوعية الإشارة. وتعتمد طرائق تقدير التوزيع الاحتمالي للتوهين عموماً على مقدار شدة هطول المطر $R_{0,01}$ (mm/h) الذي يتم تجاوزه خلال 0,01% من الوقت. وينبغي أن تعتمد هذه القيمة على مراقبة هطول المطر لفترة طويلة باستعمال أجهزة لقياس المطر يكون فيها حساب الزمن دقيقاً حتى نحو دقيقة واحدة. فإذا لم تتوفر هذه البيانات طويلة الأجل للمنطقة موضوع النظر عندئذ يمكن تقدير القيمة من النموذج الوارد في الخرائط المعروضة في التوصية ITU-R P.837. وبالنسبة للتردد والاستقطاب موضوعي الاهتمام فإن التوهين "النوعي" يمكن حسابه عندئذ تبعاً لما ورد في التوصية ITU-R P.838. وتتناول التوصية ITU-R P.530 طريقة لتقدير سوية التوهين بالنسبة لنسب مئوية أخرى من الزمن على امتداد مسير خط البصر.

وقد يتعرض الانتشار على سطح الأرض، في ظروف الجو الصافي، لظاهرة الخبو بسبب الانعراج وتعدد المسيرات في الغلاف الجوي وعلى السطح وإلى تأثيرات الانكسار (انتشار الحزمة وزوال الإحكام البؤري) والتوهين بسبب الغازات في الغلاف الجوي، وفي بعض المناطق بسبب العواصف الرملية والغبار. وتحتوي التوصية ITU-R P.530 على معلومات بشأن كيفية معالجة هذه التأثيرات. وتتوفر بيانات قابلية الانكسار في التوصية ITU-R P.453. وعندما لا تتوفر المعلومات المحلية فإن التوصية ITU-R P.836 توفر الإرشاد فيما يتعلق بمتوسط كثافات بخار الماء في الغلاف الجوي وتفاوت هذه الكثافات فصلياً بالقرب من سطح الأرض حيث يغلب احتمال أن تتناول الأنظمة العاملة في ترددات تفوق 20 GHz.

الانتشار من الأرض إلى الفضاء

في المسيرات من الأرض إلى الفضاء تكون أبرز تأثيرات الانتشار هي توهين الإشارة والخبو بسبب التلألؤ وزوال استقطاب الإشارة، حيث تعتمد أهمية كل من هذه التأثيرات على هندسة المسير والمناخ ومعلمات نظام الاتصالات. وهنالك معلومات إضافية في كل من التوصية ITU-R P.679 (الإذاعة الساتلية) والتوصية ITU-R P.680 (المتنقلة الساتلية البحرية) والتوصية ITU-R P.681 (المتنقلة الساتلية البرية) والتوصية ITU-R P.682 (المتنقلة الساتلية للطيران).

ولدى النظر في مسألة الإشارات غير المطلوبة لا بد من إيلاء الاهتمام إلى تقاطع الاستقطاب بسبب المياه الجوية (التوصية ITU-R P.618) وتدوير الاستقطاب في الأيونوسفير وتأثيرات التلألؤ الأيونوسفيري (التوصية ITU-R P.531). وبتضاؤل زاويا ارتفاع المسير تتجاوز خسائر المسير القيمة المقترنة بالفضاء الحر كما تتزايد بالطبع إمكانية الحجب من جراء العوائق.

وتوفر التوصية ITU-R P.618 المصدر الأساسي لبيانات الانتشار والمشورة الهندسية بشأن تأثيرات التروبوسفير على الإشارة المطلوبة وذلك من أجل تصميم الوصلات بين الأرض والفضاء. وهي تحتوي على طرائق لتقدير خسائر الإشارة جراء الامتصاص الغازي والتوهين بالمطر. كما تشتمل أيضاً على تقنيات لتدريج إحصاءات التوهين من حيث التردد والاستقطاب بينما تشتمل التوصيتان ITU-R P.581 وITU-R P.841 على تقديرات لإحصاءات الشهر الأسوأ. وأي زيادة في درجة حرارة ضوضاء السماء تصاحب أي خسارة في المسير قد تتسبب أيضاً في انحطاط عامل نوعية المستقبل بالنسبة لمحطة أرضية، ويمكن تقدير هذا الانحطاط من معادلة واردة في التوصية ITU-R P.618. ومن شأن تنوع موقع الاستقبال أن يخفض إلى حد كبير من سوية التوهين المقابلة لنسبة مئوية معينة من الزمن سنوياً في مسيرات تخضع لتوهين شديد، كما أنها تخفض من تأثيرات التلألؤ وزوال الاستقطاب. وتتناول التوصية ITU-R P.618 أيضاً إجراءات الحساب لتقدير الأداء بحكم التنوع.

وتلألؤ الإشارة هو التذبذب السريع في اتساع الإشارة الذي ينجم عن تفاوتات في دليل الانكسار التروبوسفوري. وتحتوي التوصية ITU-R P.618 على طريقة تنبؤ لتقدير عمق خبو التلألؤ لنسب مئوية من الزمن تتراوح بين 0,01 و50 في المائة من السنة.

وأسباب التناثر اللامتناظر (قطرات المطر وبلورات الجليد) على مسير انتشار ما تؤدي إلى زوال استقطاب الإشارة في أنظمة الاتصالات مزدوجة الاستقطاب ومعيدة استعمال التردد. وتوفر التوصية ITU-R P.618 طريقة لتقدير تمييز تقاطع الاستقطاب (XPD) بالنسبة لترددات تتراوح بين 8 و35 GHz (وتدريج التردد إلى 6/4 GHz) وزوايا ارتفاع مسير من 60º أو ما دون. وهنالك أيضاً تصويب تجريبي لزوال الاستقطاب بسبب الجليد كعامل من تمييز تقاطع الاستقطاب المقدر.

2.3.5 البيانات الطبوغرافية

في العديد من الحالات، قد يؤدي وجود تضاريس الأرض إلى اختلاف واسع في سويات كلّ من الإشارات الراديوية المطلوبة وغير المطلوبة (المتداخلة). وينبغي أن تتوفر معرفة التضاريس من أجل تطبيق بعض طرائق تقدير خسارة الانتشار. ومن مختلف صنوف التضاريس المفيدة في هذا الشأن نذكر البحر وغيره من الكتل المائية والصحراء والغابة الكثيفة والغابة العادية والمناطق الريفية والضواحي والمناطق الحضرية. ولمزيد من المعلومات انظر التوصية ITU-R P.1058 – قواعد البيانات الطبوغرافية الرقمية من أجل دراسات الانتشار.

وكانت عملية استخلاص جانبيات المسير من الخرائط الطبوغرافية تجري تقليدياً يدوياً. وهي عملية مضنية مكلفة تستغرق وقتاً طويلاً. ولكن مؤسسات رسم الخرائط قامت بقدر مستفيض من العمل لتوفير خرائط رقمية لمناطق جغرافية مختارة. ومن هذه الخرائط يمكن استخلاص تضاريس هامة من أجل التنبؤ بالانتشار الراديوي. ومن الملامح التي يمكن استخدامها أيضاً ارتفاع الأرض والغلاف النباتي وارتفاع المباني وكثافتها وعرض الشوارع وجيولوجيا المكان، ولكن العملية قد تكون مكلفة. ويمكن الحصول على معلومات الأرض الموصوفة أعلاه من الصور الفوتوغرافية الجوية أو من الصور التي تلتقطها السواتل بما في ذلك استعمال الرادار ذي الفتحة التركيبية متعدد الترددات.

وأكثر الطرائق استعمالاً في قواعد بيانات التضاريس تولد بيانات ارتفاع على مسافات منتظمة التباعد في هيئة شبكة متعامدة. وتتوقف درجة استبانة البيانات على قدرة التخزين الرقمية وعلى دقة بيانات المسح. كما تتوقف درجة استبانة بيانات التضاريس المطلوبة على نطاق التردد قيد الدراسة. وقد يتراوح من أقل من متر واحد للترددات SHF/UHF إلى أكثر من كيلومتر واحد للترددات HF. وينبغي أن تكون دقة البيانات (الارتفاعات والعوائق) في حدود 1 m إلى 1000 m، وذلك أيضاً تبعاً لنطاق التردد. وباستخدام بيانات التضاريس المختزنة يمكن توليد جانبية مسير للارتفاع المطلوب بين أي نقطتين جغرافيتين مشمولتين في قاعدة بيانات التضاريس. وهذه الجانبيات مفيدة في تحديد نقاط خط البصر أو تأثيرات الحجب من جراء التضاريس المحيطة. وإذا كانت ملامح التضاريس هامة فإنه لا ينبغي إهمال ارتفاع المباني، ولا سيما في المناطق الحضرية وشبه الحضرية. وبإمكان تقنيات الحاسوب التي تتناول حسابات خسارة الانتشار النفاذ تلقائياً إلى قاعدة بيانات التضاريس [Chan, 1991 و Palmer, 1981]. وقد أدى مؤخراً تجميع بيانات رسم خرائط

وغيرها من البيانات في وضع مجموعة بيانات طبوغرافية تعرف باسم GLOBE. وثمة صيغة من هذه المجموعة هي الأساس الذي تقوم عليه خريطة العالم المرقمنة الصادرة عن الاتحاد (IDWM) وتبلغ استبانة هذه المجموعة نحو 30 ثانية قوسية (نحو كيلومتر واحد عند خط الاستواء). وقد قامت الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) بإطلاق بعثة تصوير بواسطة رادار ذي فتحة تركيبية (SAR) في عام 2000 قادر على إنتاج صور طبوغرافية عالية الاستبانة (ثلاث ثوان قوسية) مشفوعة ببيانات الارتفاع وبعض بيانات التضاريس. وتعرف هذه المهمة باسم GLOBE 2 وهي مجموعة بيانات أكثر تجانساً.

3.3.5 انتقاء نموذج الانتشار

كثيراً ما يُلجأ في تحليل مشكلات إدارة الطيف إلى استخدام نماذج هندسة الطيف وقواعد البيانات الملائمة. ويتمتع النموذج الهندسي لعملية فيزيائية بعدد من المزايا، فهو نموذج يمكن استخدامه بسرعة وتعديله بسهولة. وتتوقف دقة نموذج لمحاكاة عملية ما على تصميمه واستعماله. ويتطلب حل مشكلة بعينها تتسم بخصائص غير مألوفة قدراً من البراعة والمرونة والحدس في إجراء التحليل.

وعلى هذا الأساس فإن الغرض من البيانات والنماذج الموصوفة هو توفير مواد أساسية يمكن استخدامها مرة بعد مرة أو تكييفها حسبما يكون ملائماً.

4.3.5 الهوائيات ومخططات الاشعاع المرجعية

جاء في التقرير ITUR F.2059 ان أداء إشعاع الهوائي هو عامل مهيمن في تحديد مدى احتمال إعادة استخدام الترددات أو "كفاءة الطيف". ويستمد هذا الاستنتاج بعد الدراسات الإحصائية باستخدام العديد من نماذج الهوائيات التجارية في الخدمة اللاسلكية الثابتة من نقطة إلى نقطة. وعلاوة على ذلك، يمكن تمديد هذه النتيجة لتشمل معظم خدمات الاتصالات الراديوية.

وتُستخدم أنماط الإشعاع المرجعي المعرّفة في توصيات القطاع ITU-R في غياب معلومات معينة عن الهوائيات الفعلية المستخدمة في دراسة تخطيط. وهي نماذج رياضية تبين كسب هوائي افتراضي في كل اتجاه من الفضاء. وتستمد هذه النمذجة عادة إما من نماذج نظرية أو أنماط إشعاع تجريبية تقاس من الهوائيات التجارية.

1.4.3.5 مثال مقتضب في الخدمة اللاسلكية الثابتة

في الخدمة اللاسلكية الثابتة (FWS) من نقطة إلى نقطة، تستخدم أساساً الهوائيات المكافئية. والخصائص الأساسية لهذه الهوائيات هي الاتجاهية العالية والاستقطاب الخطي.

وبالنسبة لدراسات التنسيق وتقييم التداخل المتبادل بين الأنظمة اللاسلكية الثابتة، وبين محطات هذه الأنظمة والمحطات الأرضية لخدمات الاتصالات الراديوية الفضائية التي تتقاسم نفس نطاق التردد، قد يكون من الضروري استخدام مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات الخدمة اللاسلكية الثابتة. ومن أمثلة هذه الضرورة الحالة التي تكون فيها المعلومات عن مخطط الإشعاع للهوائيات الفعلية المشاركة في الدراسة غير متوفرة.

وهكذا تبين التوصية ITU-R F.699 أن المخططات المرجعية في مدى التردد من 100 MHz إلى 70 GHz، حيث الكسب نسبة إلى هوائي متناحٍ، في زاوية معينة خارج المحور، هو دالة تتبع قطر الهوائي (D) وطول الموجة التشغيلي (λ). وكذلك يُصار إلى نمذجة كسب هوائي الفص الرئيسي وعرض الحزمة كدالة تابعة للعلاقة D/λ.

وتعطي التوصية ITU-R F.699 قيمة الذروة الغلافية لمخططات الفصوص الجانبية، ومع ذلك فإن استعمال هذه المخططات في تقييم إجمالي التداخلات التي تتألف من مصادر عديدة للتداخلات والتداخل المتنبأ به سيفضى إلى قيم أكبر من القيم التي تسجل عملياً. وفي التوصية ITU-R F.1245، ثمة نموذج رياضي لمتوسط مخطط الإشعاع، وهو ضروري في الحالات التالية:

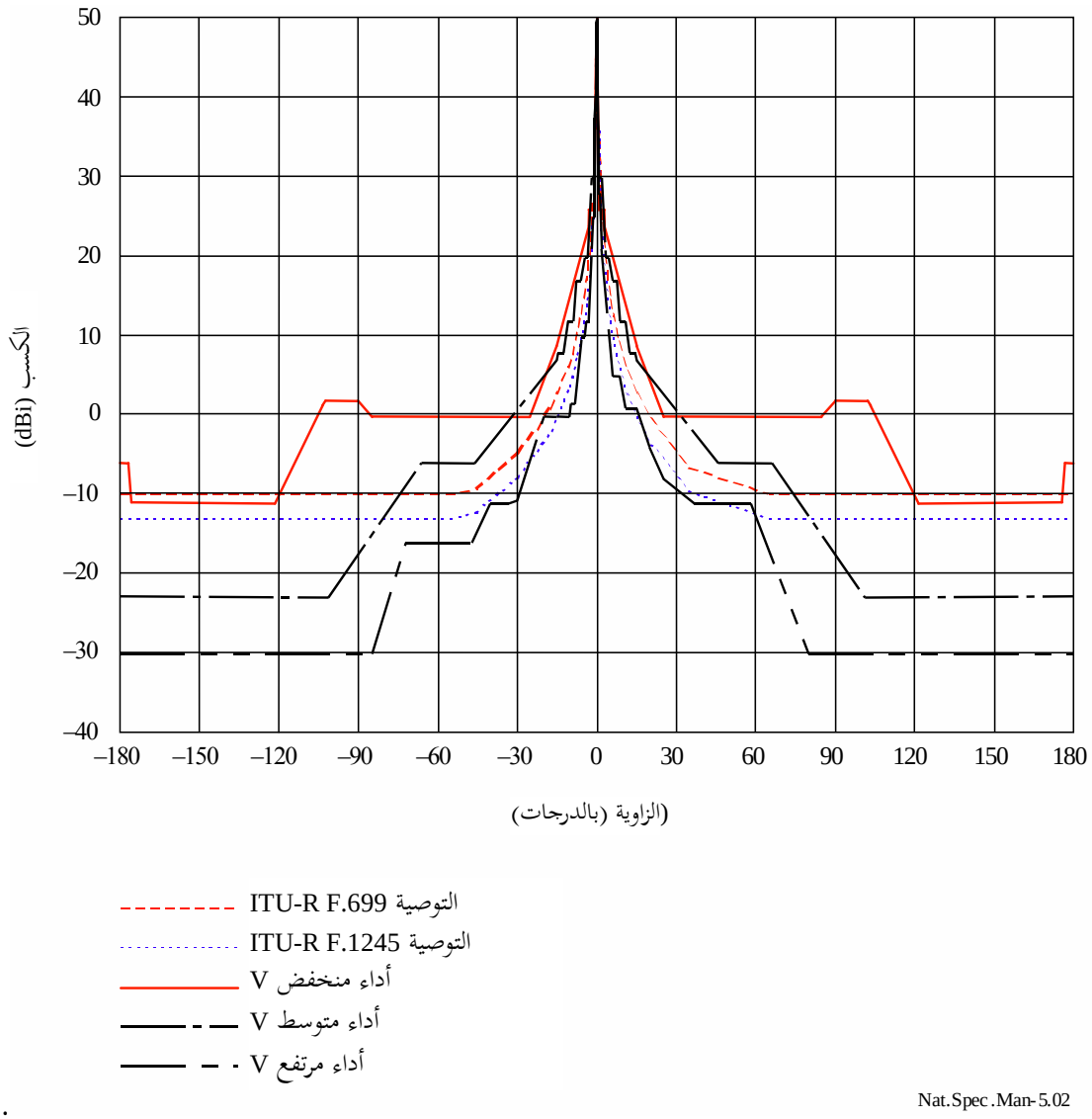
- التنبؤ بالتداخل الكلي الذي تسببه محطات ترحيل راديوي عديدة على ساتل مستقر أو غير مستقر بالنسبة إلى الأرض؛
- التنبؤ بالتداخل الكلي الذي تسببه سواتل كثيرة مستقرة بالنسبة إلى الأرض على محطة ترحيل راديوي؛

- التنبؤ بالتداخل على محطة ترحيل راديوي من ساتل أو أكثر غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في ظل زاوية متغيرة باستمرار ينبغي توسيطها.

ويبين الشكل 2.5 مقارنة بين بعض أغلفة مخططات الهوائيات العملية والمخططات المرجعية المقابلة المستمدة من التوصية ITUR F.699 والتوصية ITU-R F.1245.

الشكل 2.5

هوائي بتردد GHz 10,7 من نقطة إلى نقطة قطره 3 أمتار (D/λ=114؛ الكسب=dBi 49,8)
(H: استقطاب أفقي، V: استقطاب رأسي)



2.4.3.5 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية التي تعرّف مخططات الاشعاع المرجعية وغير ذلك من مسائل الهوائيات

يلخص الجدول 5-3 المجموعة الواسعة من توصيات القطاع ITU-R التي تحدد مخططات الاشعاع المرجعية التي يجب أن تؤخذ في الحسبان في دراسات التقاسم والتنسيق، وتقييم التداخل من مصادر تداخل فرادى أو متعددة.

وتحدد بعض توصيات القطاع ITU-R المدرجة أهداف التصميم (من قبيل التوصية ITU-R S.580 التي تحدد مخططات الإشعاع الواجب توفرها في هوائيات المحطات الأرضية الجديدة التي تعمل من خلال ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض). وتضع التوصية ITU-R S.1717 تفاصيل نسق يمكن به للإدارات تقديم بيانات الكسب بشأن هوائيات محطات أرضية محددة في الخدمة الساتلية الثابتة في شكل إلكتروني. وقد يحتاج الأمر إلى هذه المعلومات في بعض الدراسات حيث لا توفر المخططات المرجعية ما يكفي من التفاصيل، أو عندما يتعين صقل أو تطوير المخطط المرجعي.

3.4.3.5 ممارسات مقترحة للإدارات

يوصى بأن تحتفظ الإدارات بسجلات تضم مخططات إشعاع مقيسة مستمدة من هوائيات قائمة، وذلك من أجل تمكين تطوير واقتراح استخدام مخططات إشعاع مرجعية جديدة ومحسنة في دراسات التنسيق وتقييم التداخل.

وفضلاً عن ذلك، من الضروري أن يبذل كل جهد ممكن لاستخدام مخطط الهوائي الفعلي في دراسات التنسيق وتقييم التداخل. وبالتالي، ينبغي استخدام مخططات الإشعاع المسجلة هذه لإجراء الدراسات حيثما أمكن وحيثما يحتاج الأمر إلى معلومات أكثر تفصيلاً.

الجدول 5-3

ملخص توصيات القطاع ITU-R المتعلقة بمخططات الإشعاع المرجعية و/أو خصائص الهوائيات التي يتعين النظر فيها في دراسات التقاسم والتنسيق والتخطيط و/أو تقييم التداخل

الرقم	العنوان	الخدمة	نطاق التردد	الهوائي/نمط المخطط	المسائل
BO.652	مخططات مرجعية لهوائيات محطات أرضية وسواتل للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12 ولوصلات التغذية المصاحبة في النطاقين GHz 14 و GHz 17	إذاعية–ساتلية	GHz 12 و GHz 14 و GHz 17	هوائي محطة أرضية (مستقبل)، هوائي ساتل (مرسل)	مخططات مرجعية متحدة الاستقطاب ومتقاطعة الاستقطاب لهوائيات محطات أرضية مستقبلة وهوائيات إرسال ساتلية.
BO.1213	مخطط مرجعي لهوائي استقبال محطة أرضية للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12,75–11,7	إذاعية–ساتلية	GHz 12,75-11,7	هوائي محطة أرضية	مخططات هوائيات محطات أرضية مرجعية متحدة الاستقطاب ومتقاطعة الاستقطاب للخدمة الإذاعية الساتلية.
BO.1296	المخططات المرجعية لهوائي المحطة الفضائية للاستقبال التي يجب أن تستعمل من أجل التخطيط في حالة حزم إهليلجية عند مراجعة خطط التذييل 30A (Orb-88) من لوائح الراديو عند GHz 14 و GHz 17 للإقليمين 1 و3	إذاعية–ساتلية	GHz 14 GHz 17	هوائي محطة فضائية	مخططات هوائيات مرجعية مستقطبة دائرياً متحدة الاستقطاب ومتقاطعة الاستقطاب، من أجل حزم إهليلجية لأغراض التخطيط.
BO.1443	مخططات مرجعية لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية من أجل استخدامها لتقييم التداخل من خلال سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات التردد المذكورة في التذييل 30 من لوائح الراديو	إذاعية–ساتلية		هوائي محطة أرضية	مخططات هوائيات محطات أرضية مرجعية ثلاثية الأبعاد للخدمة الإذاعية الساتلية التي يمكن استخدامها لحساب التداخل المتولد عن السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية في هوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية.

الجدول 5-3 (*تابع*)

الرقم	العنوان	الخدمة	نطاق التردد	الهوائي/نمط المخطط	المسائل
BO.1445	مخططات محسنة لهوائيات الإرسال الساتلي سريعة الانخفاض مستعملة في خطة التذييل S30 من لوائح الراديو فيما يتعلق بالخدمة BSS في الإقليمين 1 و3	إذاعية–ساتلية		هوائي ساتلي	مخططات محسنة لهوائيات ساتلية متحدة الاستقطاب ومتقاطعة الاستقطاب سريعة الانخفاض في الحزمة الرئيسية، من أجل الحزم الإهليلجية سريعة الانخفاض عندما تكون هذه الهوائيات سريعة الانخفاض مطلوبة في دراسات عملاً بالقرار 532 (WRC-97).
BO.1900	مخطط مرجعي لهوائي محطة أرضية للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 22-21,4 في الإقليمين 1 و3	إذاعية–ساتلية	GHz 22-21,4	هوائي محطة أرضية	مخططات هوائيات مرجعية محطات أرضية مستقبلة متحدة الاستقطاب ومتقاطعة الاستقطاب للخدمة BSS لدراسات التقاسم.
BS.80	هوائيات الإرسال في الإذاعة بالموجات الديكامترية (HF)	إذاعية	HF	غير إتجاهي إتجاهي	إرشاد بشأن اختيار هوائي إرسال HF مناسب ومخططات هوائيات HF لتصميم النظام وتخطيطه.
BS.599	اتجاهية هوائيات استقبال الإذاعة الصوتية في النطاق 8 (VHF)	إذاعية	VHF		خصائص الاتجاهية في هوائيات الاستقبال لتخطيط الإذاعة الصوتية في الموجات VHF.
BS.705	خصائص ومخططات هوائيات الإرسال والاستقبال على الموجات الديكامترية (HF)	إذاعية	HF	صفائف، لوغاريتمية دورية، معينية، ستارية وحيدة القطب، ستارية رباعية، ثنائية القطب متقاطعة	علاقات رياضية لتقييم أداء هوائيات الإرسال والاستقبال لأغراض التخطيط.
BS.1195	خصائص هوائيات الإرسال على الموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF)	إذاعية	VHF UHF	صفائف، أنظمة هوائيات	حساب مخطط هوائي الإرسال والجوانب العملية وبرمجية الحساب.
BS.1386	خصائص ومخططات هوائيات الإرسال على الموجات الكيلومترية (LF) والموجات الهكتومترية (MF)	إذاعية	LF MF	أنظمة هوائيات، وحيدة القطب، صفائف وغيرها	الخصائص والرسوم البيانية لهوائيات الإرسال المستخدمة لتقييم أداء هوائيات الإرسال LF وMF، وخاصة لأغراض التخطيط. جوانب عملية
BT.419	اتجاهية وتمييز الاستقطاب للهوائيات عند استقبال الإذاعة التلفزيونية	إذاعية	TV Bands I, III, IV, V (Rec. ITU-R BT.417)		خصائص اتجاهية هوائيات الاستقبال المستخدمة لتخطيط الخدمة التلفزيونية للأرض؛ المزايا المتوخاة من استخدام استقطابات الموجة المتعامدة؛ استقطاب الارسال في البث التلفزيوني.
BT.1195	خصائص هوائيات الإرسال على الموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF)	إذاعية	VHF UHF	صفائف، أنظمة هوائيات	حساب مخطط هوائي الإرسال، الجوانب العملية وبرمجية الحساب.

الجدول 3-5 (تابع)

الرقم	العنوان	الخدمة	نطاق التردد	الهوائي/نمط المخطط	المسائل
F.162	استعمال هوائيات إرسال اتجاهية في الخدمة الثابتة تشتغل في نطاقات تقل عن حوالي 30 MHz	ثابتة	4-28 MHz	إتجاهي	الأداء: الاتجاهية، الكسب، قطاع الخدمة، عامل إتجاهية الهوائي.
F.699	مخططات الإشعاع المرجعية لأنظمة الهوائيات اللاسلكية الثابتة التي يجب استعمالها في دراسات التنسيق وفي تقييم التداخل في مدى الترددات الذي يتراوح بين 100 MHz ونحو 70 GHz	ثابتة من نقطة إلى نقطة	100 MHz-70 GHz	إتجاهي	مخططات الاشعاع المرجعية (غلاف الذروة للفصوص الجانبية) لدراسات التنسيق وتقييم التداخل.
F.1245	النموذج الرياضي لمخططات الإشعاع المتوسطة وذات الصلة من أجل هوائيات نظام لاسلكي ثابت في خط البصر من نقطة إلى نقطة، والذي يجب استعماله في بعض دراسات التنسيق وفي تقييم التداخل في مدى الترددات الذي يتراوح ما بين 1 GHz و70 GHz تقريباً	ثابتة من نقطة إلى نقطة	1-70 GHz	اتجاهي	(متوسط) مخططات الاشعاع المرجعية لبعض دراسات التنسيق وتقييم التداخل المتعدد أو المتغاير مع الزمن
F.1336	مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات شاملة الاتجاه وهوائيات أخرى في الخدمتين الثابتة والمتنقلة، والتي يجب أن تستعمل في دراسات التقاسم في مدى التردد من 400 MHz إلى 70 GHz تقريباً	ثابتة من نقطة إلى نقطة متنقلة برية	400 MHz-70 GHz	شامل الاتجاهات وقطاعي	مخططات الاشعاع المرجعية (الذروة والمتوسط) لدراسات التقاسم.
			1-3 GHz	اتجاهي منخفض الكسب	
M.694	مخطط الإشعاع المرجعي لهوائيات المحطات الأرضية على السفن	متنقلة ساتلية	1 518-1 660,5 MHz	هوائي محطة أرضية على سفينة	مخطط الإشعاع المرجعي لهوائيات محطة أرضية على سفينة يستخدم لدراسات التنسيق وتقييم التداخل بين المحطات الأرضية في الخدمة الساتلية المتنقلة ومحطات الأرض والفضاء التي تتقاسم نطاقات التردد نفسها.
M.1091	مخططات إشعاع مرجعية خارج المحور لهوائيات محطات أرضية متنقلة تعمل في الخدمة المتنقلة الساتلية البرية في مدى الترددات من 1 إلى 3 GHz	متنقلة ساتلية برية	1-3 GHz	هوائيات محطات أرضية منقولة أو على متن مركبات	مخطط الإشعاع المرجعي المستخدم في التقييم الإحصائي للتداخل وللاستخدام في التنسيق بين المحطات الأرضية المتنقلة البرية والمحطات الفضائية في مختلف الأنظمة الساتلية التي تتقاسم نطاقات التردد نفسها.
M.1851	نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي يتعين استخدامها في الدراسة التحليلية للتداخل	أنظمة الرادار للاستدلال الراديوي	420-400 MHz 33	شامل الاتجاهات، صفيفة عنصر ياغي، عاكس تكافؤي، صفيفة طورية	مخططات هوائيات أنظمة رادار الاستدلال الراديوي (الذروة والمتوسط) لاستخدامها في مدخل واحد وتحليل التداخل الكلي.

الجدول 5-3 (*تابع*)

الرقم	العنوان	الخدمة	نطاق التردد	الهوائي/نمط المخطط	المسائل
RA.1631	مخطط الإشعاع المرجعي لهوائي محطة الفلك الراديوي ينبغي استعماله في تحليل الملاءمة بين أنظمة سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطات خدمة الفلك الراديوي على أساس مفهوم كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)	الفلك الراديوي	-150 MHz 5 000 GHz 43,5-10,6		النموذج الرياضي لمخطط الاشعاع المتوسط المستخدم لتحليلات التوافق بين الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطات خدمة الفلك الراديوي.
RS.1813	مخطط الهوائي المرجعي للمحاسيس المنفعلة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) الذي يتعين استعماله في تحليلات التوافق في مدى الترددات GHz 100-1,4	خدمة استكشاف الأرض الساتلية	GHz 100-1,4		مخطط الهوائي المرجعي للمحاسيس المنفعلة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية الذي يتعين استعماله في دراسات التوافق
S.465	مخطط إشعاع مرجعي لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية للاستخدام في التنسيق وتقييم التداخلات في مدى الترددات من 2 إلى 31 GHz	ثابتة ساتلية	GHz 31-2	هوائي محطة أرضية	مخطط إشعاع مرجع مستخدم في دراسات التنسيق وتقييم التداخل بين المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية والمحطات في الخدمات الأخرى التي تتقاسم في نفس نطاق التردد وكذلك دراسات التنسيق وتقييم التداخل بين الأنظمة في الخدمة الثابتة الساتلية.
S.580	مخططات الإشعاع الواجب استعمالها كأهداف للتصميم بالنسبة إلى هوائيات المحطات الأرضية العاملة مع سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض	ثابتة ساتلية		هوائي محطة أرضية	هدف تصميم لهوائيات جديدة لمحطة أرضية تعمل مع ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض.
S.672	مخطط الإشعاع الذي يستعمل كهدف من أهداف تصميم هوائيات السواتل في الخدمة الثابتة الساتلية التي تستعمل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض	ثابتة ساتلية		حزم دائرية/إهليلجية وحيدة التغذية. حزم مقولبة متعددة التغذية	مخططات إشعاع مرجعية لهوائيات ساتلية تستعمل كهدف تصميم.
S.731	مخطط إشعاع الاستقطاب المتقاطع المرجعي لمحطة أرضية يستخدم في تنسيق الترددات وفي تقدير التداخلات داخل مدى الترددات بين 2 و30 GHz تقريباً	ثابتة ساتلية	GHz 30-2	هوائي محطة أرضية	مخطط إشعاع استقطاب متقاطع المرجعي لهوائيات محطات أرضية، يستخدم لدراسات تنسيق الترددات وتقييم التداخل بين المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية ومحطات الخدمات الأخرى التي تتقاسم نفس النطاق، ودراسات التنسيق وتقييم التداخل بين الشبكات في الخدمة الثابتة الساتلية.

الجدول 5-3 (*تابع*)

الرقم	العنوان	الخدمة	نطاق التردد	الهوائي/نمط المخطط	المسائل
S.732	طريقة المعالجة الإحصائية لذرى الفصوص الجانبية لهوائيات المحطات الأرضية لتحديد التجاوز فيما يتعلق بالمخططات المرجعية للهوائي وشروط قبول أي تجاوزات	ثابتة ساتلية		هوائي محطة أرضية	طريقة المعالجة الإحصائية لذرى الفصوص الجانبية لهوائيات المحطات الأرضية لتحديد نسبة ذرى الفصوص الجانبية التي تتجاوز المخططات المرجعية للهوائيات الواردة في التوصيات ITU-R ذات الصلة؛ والشروط التي لا تزال تعتبر بموجبها مخططات الفصوص الجانبية لهوائيات المحطات الأرضية التي تتجاوز ذراها الأغلفة الموصى بها متوافقة مع توصيات ITU-R التي تسمح لنسبة معينة من ذرى الفصوص الجانبية بأن تتجاوز الأغلفة الموصى بها.
S.1428	مخططات الإشعاع المرجعية لمحطة أرضية في الخدمة الثابتة الساتلية للاستخدام في تقدير التداخل الذي يفترض سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاق الترددات الواقعة بين GHz 10,7 وGHz 30	ثابتة ساتلية	GHz 30-10,7	هوائي محطة أرضية	مخطط الإشعاع المرجعي لمحطة أرضية يستخدم لحسابات التداخل التي تنطوي على نقل مصادر التداخل و/أو المستقبلات المتضررة من التداخل في الخدمة FSS.
S.1528	مخططات إشعاع هوائي ساتلي لهوائيات ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض تعمل في خدمة ثابتة ساتلية تحت GHz 30	ثابتة ساتلية	تحت GHz 30	هوائيات متعددة الحزم غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (حزم دائرية أو إهليلجية)	مخططات إشعاع تستخدم كهدف تصميم أو لأداء تحليل التداخل.
S.1717	نسق ملفات البيانات الإلكترونية لمخططات هوائيات المحطات الأرضية	ثابتة ساتلية		هوائيات محطة أرضية	النسق الذي يمكن فيه للإدارات تقديم بيانات في شكل إلكتروني عن هوائيات محطات أرضية محددة في الخدمة FSS.
S.1844	مخطط الكسب المرجعي متقاطع الاستقطاب لمطاريف ذات فتحة صغيرة جداً (VSAT) مستقطبة خطياً للترددات في المدى من 2 إلى GHz 31	ثابتة ساتلية	GHz 31-2	هوائيات محطة أرضية لها مطاريف VSAT	مخطط الكسب المرجعي المتقاطع الاستقطاب المستخدم لحسابات التداخل بشأن المحطات الأرضية بمطاريف VSAT في الخدمة الثابتة الساتلية ومحطات الخدمات الأخرى التي تتقاسم نفس النطاق الترددي، وكذلك دراسات التنسيق وتقييم التداخل بين الأنظمة في الخدمة الثابتة الساتلية.

الجدول 5-3 (*تابع*)

الرقم	العنوان	الخدمة	نطاق التردد	الهوائي/نمط المخطط	المسائل
S.1855	مخطط إشعاع مرجعي بديل لهوائيات المحطات الأرضية المستعملة في السواتل الموجودة في المدارات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض من أجل استعمالها في التنسيق و/أو تقييم التداخل في مدى التردد من 2 إلى31 GHz	الثابتة الساتلية	GHz 31-2	هوائيات المحطات الأرضية	مخططات الإشعاع المرجعي لهوائيات تستخدم السواتل في المدارات GSO للتنسيق و/أو تقييم التداخل بين المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية وأي محطة في الخدمات الأخرى التي تتقاسم نفس نطاق التردد، أو بين الأنظمة في الخدمة الثابتة الساتلية.
SA.509	مخطط إشعاع الهوائي المرجعي لمحطة أرضية في خدمة الأبحاث الفضائية وخدمة الفلك الراديوي من أجل الاستعمال في حسابات التداخل، بما في ذلك إجراءات التنسيق، من أجل ترددات تحت 30 GHz	البحوث الفضائية والفلك الراديوي	GHz 30-1	تكافؤية كبيرة	مخططات إشعاع هوائي مرجعية للتنبؤ بالتداخل من مصدر واحد أو مصادر متعددة.
SA.1345	طرائق التنبؤ بمخططات الإشعاع للهوائيات الكبيرة المستعملة في البحوث الفضائية وعلم الفلك الراديوي	البحوث الفضائية والفلك الراديوي			طرائق النمذجة الكهرمغنطيسية: تحليل باستخدام البيانات التجريبية.
SA.1811	مخططات الهوائي المرجعية للمحطات الأرضية واسعة الفتحة لخدمة الأبحاث الفضائية الواجب استعمالها لتحليلات التوافق في وجود عدد كبير من مصادر التداخل الموزعة في النطاقين GHz 32,3-31,8 و GHz 38,0-37,0	البحوث الفضائية	GHz 32,3-31,8 GHz 38-37	هوائي محطة أرضية واسع الفتحة	مخطط هوائي مرجعي تحديدي وحيد (ذروة) لتحليل التوافق، ونموذج كسب (متوسط) لتحليل التوافق الإحصائي في وجود عدد كبير من مصادر التداخل الموزعة.

4.5 تحليل التداخل

تعتمد كفاءة استخدام الطيف على التحليل الفعال للمعلمات البيئية ومعلمات النظام، وهي إحصائية في طابعها، وذلك لتضييق مساحة التداخل إلى الحد الأدنى. وبما أن التداخل ينتقص من أداء النظام ومن كفاءة الطيف فلا بد من دراسة المعلمات التقنية لتصميم الأنظمة الراديوية ومواصفاتها، والتي يرخص لها بالتشغيل في خدمة معينة وفي نطاق تردد معين، بحيث لا يتعرض المرخص لهم للتداخل كما أنهم لا يتسببون في تداخل ينال من أنظمة المستعملين الآخرين.

ومن بين المعلمات الهامة التي ينبغي أن تخضع للدراسة لمنع حدوث التداخل تعاريف الترددات المركزية وفصل ترددات الموجة الحاملة واستقرار التردد وأنماط الإرسال (الرقمي أو التماثلي والتشكيل المستخدم) وسوية قدرة المرسل أو قدرة الموجات الحاملة والحد الأقصى للقدرة المشعة المتناحية المكافئة (e.i.r.p.) لكل قناة في عرض نطاق محدد، وأخيراً سويات الإرسال خارج عرض النطاق. وقد يدعو

الأمر أيضاً إلى النظر في خصائص الهوائي من قبيل الارتفاع الفعال وإمكانية توجيه مخطط الإشعاع من أجل الاستقطاب والحد الأدنى من نسبة الأمام إلى الخلف والزاوية بين الفص الرئيسي والمستعملين الآخرين مثل السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

وتتعرض الإشارة المطلوبة عند دخل المستقبل للانحطاط بالدرجة الرئيسية بسبب أربعة أنماط من أنماط التداخل: من نفس القناة ومن قناة مجاورة ومن إزالة الحساسية ومن التشكيل البيني. ويمكن وصف الأنماط الثلاثة الأولى للتداخل بمعادلة عامة واحدة.

إن سوية التداخل عند المستقبل هي أساساً تابع للمتغيرات التالية: P_t، قدرة المرسل المسبب للتداخل، وG_t، كسب الهوائي الدخيل باتجاه المستقبل (dBi)، وG_r، كسب هوائي المستقبل باتجاه مسبب التداخل (dBi)، و$L_b(d)$، الخسارة الأساسية لمسافة فصل قدرها d بين المستقبل والدخيل، والرفض التابع للتردد (FDR) (Δf)، الذي يعتمد على قيمة Δf، ويعبر عن ذلك كما يلي:

$$I = P_t + G_t + G_r - L_b(d) - FDR(\Delta f) \quad (1)$$

والرفض المعتمد على التردد هو تابع لقيمة Δf وهو الفرق بين التردد الموالف للدخيل والتردد الموالف للمستقبل. كما أنه يعتمد على خصائص المستقبل. وثمة مزيد من المعلومات في التوصية ITU-R SM.337. ويلاحظ أن في الإمكان استخدام المعادلة (1) لحساب سوية الإشارة المطلوبة أيضاً شريطة أن تحسب خسارة الانتشار باستعمال نموذج الانتشار الملائم.

ومن الخصائص العامة الأخرى فيما يتعلق بالتداخل الراديوي في بيئة تداخل متعدد المصادر هي أن مجموع قدرة التداخل هو حاصل مجموع كل قدرة من قدرات التداخل:

$$I = I_1 + I_2 + ... + I_K \quad (2)$$

وفي الأقسام التالية وصف موجز لأنماط التداخل هذه. وقد ورد وصف أنماط أخرى من التداخل، مثل التوافقيات والإرسالات الهامشية والإرسالات الطفيلية والتشكيل المتقاطع، في البند 2.2.5.

1.4.5 التداخل في نفس القناة

يتسبب التداخل في نفس القناة عن وجود إشارات مطلوبة وإشارات دخيلة تعمل في نفس القناة داخل عرض نطاق مضخم التردد الوسيط (IF). ونظراً لتراكب كلتا الإشارتين المطلوبة والدخيلة، فإن قيمة $FDR(\Delta f)$ في المعادلة (1) تساوي صفر، ومن ثم لا يمكن التخلص من الإشارة الدخيلة بالترشيح باستخدام الأساليب الاعتيادية. وتتوقف سوية التداخل في نفس القناة على خصائص الرفض في نفس القناة في المستقبل وعلى خصائص الإرسال في المرسل.

ويختلف حساب التداخل في نفس القناة باختلاف الخدمات الراديوية. ففي الخدمة المتنقلة البرية تكون المحطات المشتركة في نفس القناة مفصولة بعضها عن بعض بمسافة تبلغ 120 km في أسوأ الأحوال. وتتفاوت هذه المسافة باختلاف ظروف التضاريس وترددات التشغيل. أما في الأنظمة الراديوية الخلوية فإن مسافة الفصل بين المحطات في نفس القناة أقصر بكثير مما يمكّن من إعادة استعمال الأقنية داخل المدينة ذاتها. وفي الخدمة الثابتة تسهم إمكانية توجيه الهوائي بدور بارز في حساب سويات التداخل في نفس القناة. وهذا أمر على درجة من الأهمية عندما تعمل محطات للأرض ومحطات أرضية في نفس نطاق التردد.

ومن الأسباب الأخرى للتداخل في نفس القناة الأحوال التي تفتقر إلى تنسيق تقاسم التردد. وفي هذه الأحوال قد لا يكون في الإمكان معرفة عدد وموقع مصادر التداخل الممكنة، مثال ذلك عندما يأتي الإشعاع الدخيل من تجهيزات منزلية.

2.4.5 التداخل من القناة المجاورة

قد يحدث التداخل من القناة المجاورة بسبب إشارة دخيلة تعمل في القناة المجاورة أو بسبب الإرسالات الهامشية في المرسل. وتتوقف سوية التداخل من القناة المجاورة على خصائص رفض التردد الراديوي (RF) في المستقبِل.

وتكون الآثار الرئيسية للتداخل من القناة المجاورة نتيجة التفاعل بين خصائص الإشارات المطلوبة والتداخل والمستقبل لمختلف الترددات والمسافات الفاصلة. ويمكن التعبير عن ذلك في شكل نسبة التردد إلى المسافة (FD) أو الرفض المعتمد على التردد (FDR) أو الحماية النسبية للتردد الراديوي. ومسافة التردد (FD) هي مسافة الفصل الدنيا المطلوبة بين مستقبل ما ودخيل ما كتابع للفرق

بين تردد التوليف لكل منهما. ويكون الرفض المعتمد على التردد (FDR) هو مقدار رفض إرسال غير مطلوب من مرسل من خلال انتقائية المستقبل. وتتوقف سوية التداخل من القناة المجاورة على قيمة $FDR(\Delta f)$ في المعادلة (1). ونسبة الحماية هي الحد الأدنى المطلوب من نسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة غير المطلوبة، ويعبر عنها عادة بوحدة dB عند دخل المستقبل، عندما تكون للموجة الحاملة للمرسلات المطلوبة والمرسلات غير المطلوبة نفس التردد أو فرق تردد بمقدار Δf. وقد جاء الحديث بالتفصيل عن نسب الحماية في البند 6.5 من هذا الكتيب.

وعندما تحدد قيمة عظمى، I_M، من قدرة التداخل المقبول لمستقبل ما فإن أداء المستقبل يكون مقبولاً فقط عندما تكون:

$$L_b(d) + FDR(\Delta f) \geq P_t + G_t + G_r - I_M \quad (3)$$

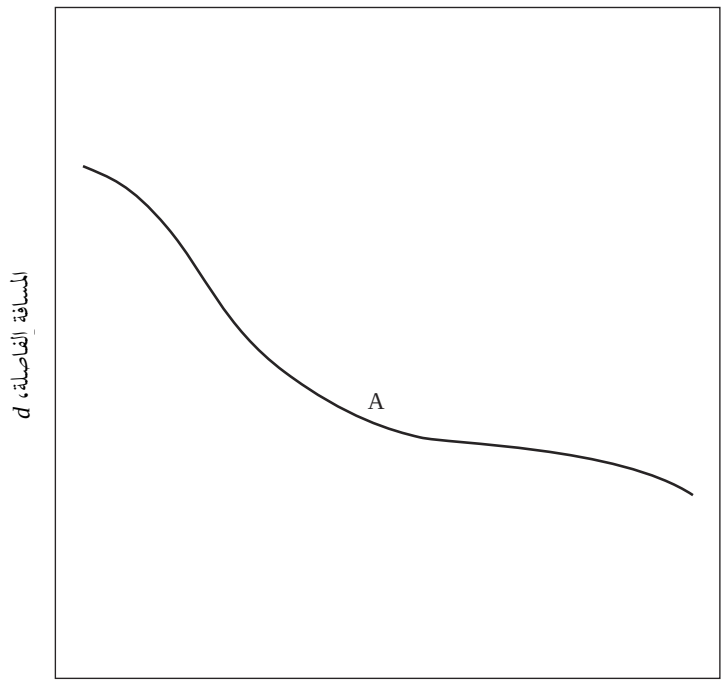
وفيما يلي أدناه منحنٍ يمثل مختلف مسافات الفصل ويحدد مساحة الأداء المقبول للمستقبل. والمعادلة التي تصف المنحني A هي:

$$L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi \quad (4)$$

وتمثل المساحة فوق المنحني الأداء المقبول للمستقبل. وتقع دون المنحني مساحة الأداء غير المقبول للمستقبل.

الشكل 3.5

الفواصل من حيث التردد والمسافة. المعادلة التي تصف المنحني A هي $L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi$. فوق المنحني منطقة الأداء المقبول للمستقبل. دون المنحني منطقة الأداء غير المقبول للمستقبل



ويمكن حساب الرفض المعتمد على التردد FDR ومسافة التردد FD ونسبة الحماية باستخدام حاسوب صغير وذلك اعتماداً على الطرائق لحساب القدرة في النطاقات المجاورة والقنوات الموصوفة. ومن الممكن أيضاً تحديد عناصر مكونات التداخل بصورة منفصلة في القناة المجاورة والناجم عن الموجة الحاملة والنطاقات الجانبية.

3.4.5 إزالة الحساسية

قد تحدث عملية إزالة الحساسية عندما يعمل مرسل دخيل على مقربة من مستقبل. فإذا كانت الإشارة الدخيلة قوية بما فيه الكفاية فقد يتعرض المستقبل للإشباع. وتتوقف سوية إزالة الحساسية على خصائص رفض التردد الراديوي (RF)، أي الرفض المعتمد على التردد $FDR(\Delta f)$ في المستقبل. وفي مواصفات النظام يُنصح المستعملون عموماً باختيار خصائص انتقائية المستقبل التي تمكّن من رفض مثل هذا التداخل الضار. ومن الطرائق الشائعة المستخدمة لتجنب التداخل في إزالة الحساسية تركيب المراشيح وتغيير مواضع المحطات وتخفيض القدرة المفرطة للمرسل من المحطة المسببة للتداخل.

4.4.5 احتمال التداخل

يعرّف الرقم 166.1 من لوائح الراديو *التداخل* كما يلي: "هو الأثر الذي تتركه الطاقة غير المطلوبة على الاستقبال في نظام *اتصالات راديوية*...، ويظهر هذا الأثر في انحطاط جودة الإرسال أو في تشوه أو ضياع معلومات كان يمكن استخراجها في غياب هذه الطاقة غير المطلوبة".

وسعياً إلى تقدير مدى التداخل جرى تطوير عمليات محاكاة بالحاسوب ووضعت نماذج انتشار ونماذج حركة لحساب قدرة التداخل ونسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة الدخيلة. وبحكم تنوع التجهيزات الراديوية وخسائر الإرسال وكثافة الحركة فلا يمكن تصور الواقع إلاّ من خلال تقديرات احتمالية للتداخل.

ويتوقف احتمال التداخل على عدد من العوامل وليس باستطاعة معادلة عامة سوى تصوير الطابع الإحصائي للتداخل. أما الاحتمال الفعلي للتداخل فلا بد من تقييمه على أساس كل فئة بعينها.

مثال ذلك، يتبين من القسم السابق الذي يتناول التشكيل البيني أن نواتج التشكيل البيني من الرتبة الثالثة قد تسبب التداخل في مستقبل ما عندما تنخفض ترددات المنتج دون نطاق التردد المتوسط (IF) في المستقبل. ويتوقف احتمال التداخل بسبب التشكيل البيني على عدد من العوامل. ففي حالة التشكيل البيني في المستقبل (RIM) تكون هذه العوامل هي خصائص تمييز المستقبل ومضخم التردد الراديوي (RF) في المستقبل وحساسية المستقبل إزاء نسبة محددة من الإشارة إلى الضوضاء وكذلك سويات تشتت قدرة الإشارة المطلوبة والإشارة الدخيلة عند دخل المستقبل. وبالنسبة للتشكيل البيني في المرسل (TIM) فإن احتمال التداخل بسبب التشكيل البيني هو تابع لعامل التوهين في دارات الهوائي في المرسل المتأثر وخسائر تحويل التشكيل البيني في المرسل ونسبة الحماية في القناة نفسها وقدرة المرسل مسبب التداخل في مطاريف الخرج وتوهين نواتج التشكيل البيني في المسير بين المرسل والمستقبل. ويمكن تخفيض احتمال التداخل الناجم عن التشكيل البيني تخفيضاً كبيراً في مرحلة تصميم الأنظمة الثابتة من نقطة إلى نقطة ولكن من الأصعب تخفيض هذا الاحتمال في الخدمة المتنقلة البرية.

وتتناول مسألة احتمال التداخل في مستوى النظام، لأنظمة الاتصالات المتنقلة مثلاً، تأثير كل من:

- الإشعاع خارج النطاق من المرسل على قناة المستقبل الرئيسية في الجهاز الراديوي؛
- الإشعاع التوافقي من المرسل على القناة المستقبلة؛
- الإشعاع الأساسي من المرسل على القناة الهامشية المستقبلة؛
- الإشعاع التوافقي على القناة الهامشية المستقبلة؛
- تداخل التشكيل البيني من المرتبة الثالثة.

ويستوجب احتمال الاستقبال المقبول ألاّ يتسبب أيٌّ من أساليب التداخل في مشكلة ما. ومن الممكن حساب وظائف التوزيع التراكمي لأساليب التداخل، ويمكن بالتالي مقارنة تأثيرات أحد أساليب التداخل على أسلوب آخر من حيث الاحتمال الإجمالي للاستقبال. وكذلك يمكن تقييم تكاليف تخفيض أحد أساليب التداخل مقارنة بأسلوب آخر لتحسين نوعية استقبال إشارة ما. ومن شأن ذلك توفير المعلومات عما إذا كان ينبغي تحسين معلمات الملاءمة الكهرمغنطيسية (EMC) في المستقبل والمرسل والوصول بها إلى الحد الأمثل بالنسبة إلى معيار التكلفة الإجمالي للتجهيزات الراديوية.

ويصف التقرير ITU-R SM.2028 منهجية محاكاة إحصائية مناسبة لتقييم السيناريوهات المعقدة، وهي تعتمد على تقنية "مونت كارلو" وقد وضعت الطريقة أصلاً من أجل إعادة تقييم حدود الإرسالات غير المطلوبة في إطار التذييل **3** من لوائح الراديو. غير أن هذه المنهجية ملائمة أيضاً لتناول المسائل التالية في هندسة الطيف:

- دراسات التقاسم والتوافق بين مختلف الأنظمة الراديوية العاملة في نفس نطاقات التردد أو المجاورة لها على التوالي؛
- تقييم أقنعة المرسل والمستقبل؛
- تقييم الحدود من أجل معلمات من قبيل سويات الحجب أو التشكيل البيني، بالإضافة إلى الإرسالات غير المطلوبة.

بإمكان طريقة مونت كارلو أن تتناول جميع سيناريوهات التداخل الراديوي تقريباً. وتعزى هذه المرونة إلى الطريقة التي تحدد بها معلمات النظام. إذ إن شكل كل معلمة متغيرة تؤخذ في الحسبان (مخطط الهوائي أو القدرة المشعة أو مسير الانتشار...) هو دالة التوزيع الإحصائي لتلك المعلمة. ولذلك من الممكن نمذجة حالات قد تكون معقدة جداً باستخدام دالات مبدئية بسيطة نسبياً. ومن الممكن تناول عدد لا بأس به من الأنظمة المتنوعة، مثل:

- الإذاعية (للأرض والساتلية)؛
- المتنقلة (للأرض والساتلية)؛
- من نقطة إلى نقطة؛
- من نقطة إلى عدة نقاط، وغيرها.

وأفضل ما يفسر المبدأ هو المثال التالي الذي يقتصر على اعتبار الإرسالات غير المطلوبة بأنها سبب التداخل. وبصفة عامة تتناول طريقة مونت كارلو أيضاً تأثيرات أخرى موجودة في البيئة الراديوية ومنها مثلاً الإرسالات خارج النطاق وحجب المستقبِل والتشكيل البيني. ومن أمثلة تطبيقات هذه المنهجية:

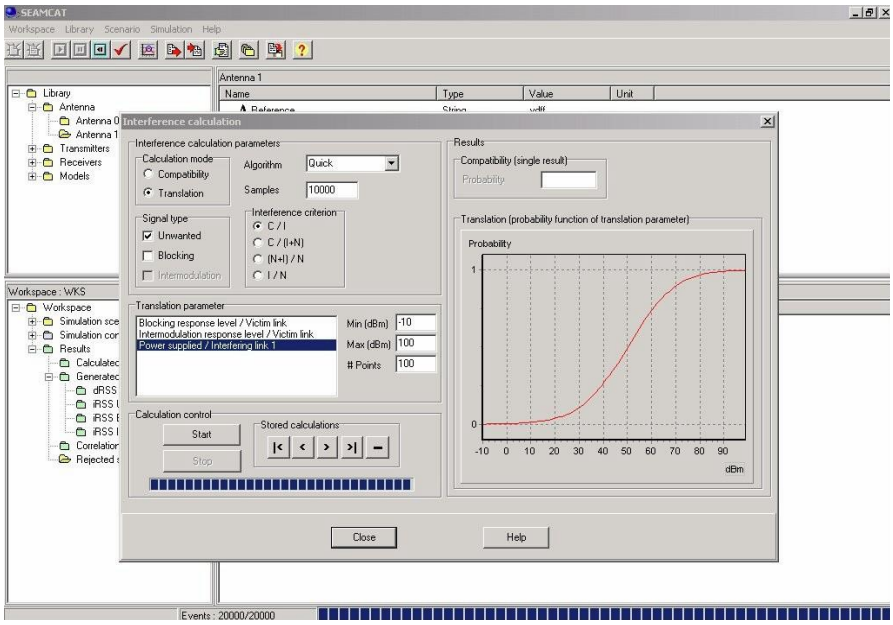
- دراسة التوافق بين الأنظمة الراديوية الرقمية المتنقلة لأغراض خاصة أو مهنية (PMR) (تقاسم القنوات الراديوية عبر البلدان الأوروبية، TETRA) والنظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM) عند تردد 915 MHz؛
- دراسة التقاسم بين الخدمة الثابتة والخدمة الثابتة الساتلية؛
- دراسة التقاسم بين الأجهزة قصيرة المدى (Bluetooth) وشبكات المناطق المحلية الراديوية (RLAN) في النطاق المخصص للصناعة والعلوم والطب (ISM) عند تردد 2,4 GHz؛
- دراسة التوافق للاتصالات المتنقلة الدولية IMT-2000 وخدمات الاتصالات الشخصية PCS1900 حوالي 1,9 GHz؛
- دراسة التوافق لأنظمة النطاق الواسع الفائقة وغيرها من الأنظمة الراديوية العاملة في نطاقات التردد هذه.

وقد جرى تنفيذ المنهجية الواردة في التقرير ITU-R SM.2028 في أداة تحليل مونت كارلو المتطورة لهندسة الطيف (SEAMCAT®). ويمكن الحصول على هذه الأداة مجاناً من المكتب الأوروبي للاتصالات (ECO) ويمكن تنزيلها مباشرة من موقع المكتب على الشبكة: www.cept.org.

وتوفر الأداء SEAMCAT جميع الوظائف الموصوفة آنفاً في هذا القسم من خلال برمجية مستعمل بيانية الرسوم ميسورة الاستعمال. ويبين الشكلان 4.5 و5.5 عينات من نواتج البرمجية.

الشكل 4.5

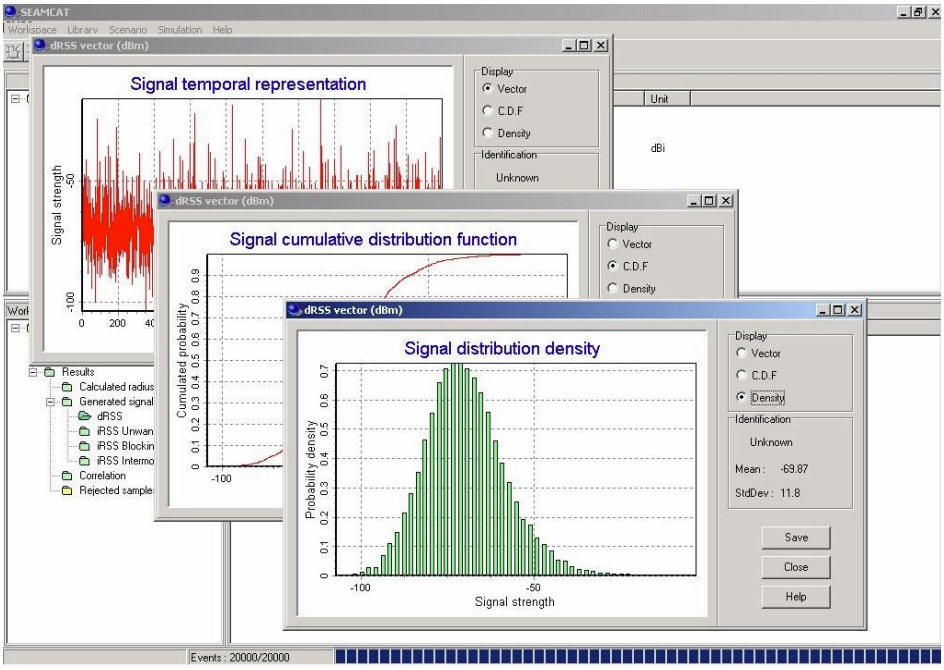
مثال للاستعمال البيني لبرمجية SEAMCAT



Nat.Spec.Man-5.04

الشكل 5.5

مثال آخر للاستعمال البيني لبرمجية SEAMCAT



Nat.Spec.Man- 5.05

5.5 تقاسم نطاقات التردد

إن الطلب المتزايد على خدمات الاتصالات الراديوية الجديدة وتوسيع الخدمات القائمة يولي أهمية كبيرة إلى تطوير السبل التقنية للتمكن من زيادة استخدام الطيف عن طريق التقاسم.

ويتحقق التقاسم بين الخدمات عندما تتمكن خدمتان أو أكثر من خدمات الاتصالات الراديوية من استخدام نفس نطاق التردد استخداماً فعالاً. وتحدد المادة **1** من لوائح الراديو (الأرقام **166.1–167.1**) المعلمات التي ينبغي أن تؤخذ في الحسبان لدى تقاسم الترددات. وتقاسم الترددات طريقة فعالة في تحسين استخدام الطيف، ومن ثم ينبغي النظر في إمكانية تقاسم ترددات قائمة قبل تخصيص أي تردد جديد.

يتوقف استخدام الطوف الراديوي على التردد والزمن والموقع والتشكيل/التشفير والفصل المتعامد بين الإشارات. ولا بد لأي تقاسم للطيف من أن يأخذ في الحسبان واحداً أو أكثر من هذه الأبعاد الأربعة. ويمكن أن يتحقق التقاسم بطريقة بسيطة مباشرة عندما يكون أي زوج من هذه الأبعاد مشتركاً بينما يختلف البعد الثالث أو الرابع بدرجة كافية بما يضمن أن جميع الخدمات (اثنتان أو أكثر) الضالعة في الأمر يمكنها أن تعمل على نحو مرض. ويمكن تحقيق التقاسم أيضاً عندما تشترك الخدمات في الأبعاد الأربعة كلها. وفي هذه الحالة يكون التقاسم بتطبيق الشروط التقنية التي لا تفرّط بمتطلبات الأداء لدى الخدمات الضالعة في الأمر.

1.5.5 الأساس التقني لتقاسم توزيعات التردد (التقاسم بين خدمات مختلفة)

لقد تزايد مقدار تقاسم الطيف بمرور الزمن وذلك من أجل استيعاب خدمات جديدة ومن أجل استخدام موارد الطيف بقدر أعلى من الكفاءة. ويبين الجدول 5-4 بعض الطرائق التقنية التي يمكن استخدامها لتيسير التقاسم. وقد جمعت طرائق التقاسم في أعمدة اعتماداً على الأبعاد الأربعة: التردد والزمن والموقع والفصل بين الإشارات. وبعض هذه الطرائق جديد أو مبتكر وبإمكانها زيادة كفاءة استعمال الطيف أو توفير المزيد من المرونة في استعماله. والعديد من هذه الطرائق ناجم عن تقنيات جديدة في صنع التجهيزات وعن حوسبة التحليل فضلاً عن تسخير أفكار جديدة. وبعض الطرائق يتسم بالتعقيد ويستدعي إدارة الترددات حاسوبياً في الوقت الفعلي. وغالباً ما يكون من الضروري توصيف المعلمات التقنية المحددة من أجل التجهيزات وذلك لتنفيذ طرائق التقاسم الواردة في الجدول 5-4. ومن أمثلة بعض هذه المعلمات ما يلي:

- تحديد مسافة الفصل الجغرافي بين تجهيزات الخدمات المتقاسمة؛
- تحديد خصائص التشكيل للخدمات المتقاسمة، من قبيل التشكيل الرقمي وانتشار الطيف؛
- حدود قدرة المرسل وحدود كثافة تدفق القدرة (pfds) وزوايا تسديد هوائي المرسل؛
- إرسالات من نقطة إلى نقطة فقط؛
- استخدام الهوائيات الاتجاهية والتكييفية؛
- القيود المفروضة على تجهيزات خدمة التقاسم من حيث دورة التشغيل ونمط الرسالة، من قبيل الاستعمال المتقطع فقط، والإشارات التماثلية فقط، والبيانات فقط؛
- معايير تداخل محددة، أي معايير نسبة الخطأ في البتات وتصحيح الخطأ المطلوب؛
- معايير تقاسم تقنية لينة متفق عليها لتيسير التقاسم.

الجدول 5-4

طرائق تيسير التقاسم

الفصل من حيث التردد	الفصل من حيث الموقع	الفصل من حيث الزمن	الفصل من حيث الإشارة
	نفاذ متقاسم مرخص قاعدة بيانات الطيف مراقب النفاذ إلى الطيف قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي منارة استحساس		
خطط ترتيب القنوات تقطيع النطاق أنظمة خفة انتقاء التردد – إنتقاء تردد دينامي (DFS) تقاسم دينامي: تخصيص تردد دينامي في الوقت الفعلي[1] التحكم في خصائص طيف الإرسال تجزيء متغاير دينامي الحد من فرق التردد المسموح به قناة دليلية	توزيعات متقاسمة جغرافياً فصل بين المواقع خصائص أنظمة الهوائيات: – هوائي متكيف (هوائي ذكي) – تمييز استقطاب الهوائي – تمييز مخطط الهوائي – الهوائي القطاعي – ميل الهوائي نحو الأسفل – تنوع زاوية أو مخطط الهوائي نفاذ متعدد بتقسيم الفضاء (SDMA) حواجز مادية وحجب الموقع التحكم في قدرة الإرسال (TPC)	التحكم في دورة التشغيل تخصيص تردد دينامي في الوقت الفعلي[1] النفاذ المتعدد بتحسس الموجة الحاملة (CSMA)	تشفير الإشارة ومعالجتها تصحيح أمامي للأخطاء (FEC) رفض التداخل انتشار الطيف: – تتابع مباشر – قفز في التردد – تشكيل تردد (FM) نبضي تعديلات قدرة/عرض نطاق التداخل: – القناة نفسها – مراقبة دينامية لسوية المرسل – تحديد كثافة تدفق القدرة (pfd) وتحديد كثافة القدرة الطيفية (psd) (تشتت الطاقة) تعقد التشكيل إستقطاب الهوائي [النظام الراديوي المعرف بالبرمجيات (SDR)]

[1] من شأن تخصيص التردد الدينامي في الوقت الفعلي تيسير التقاسم وذلك بالعمل في آن واحد على استخدام مجالي التردد والزمن. لذلك فإن هذه الطريقة ترد في كلا العمودين.

يلاحظ في داخل الجدول 5-4 أن بعض الطرائق جديد أو مبتكر وقد يؤدي إلى الزيادة في كفاءة استعمال الطيف أو يوفر المزيد من المرونة. والعديد من هذه الطرائق ينتج عن الأخذ بتكنولوجيات جديدة في صنع التجهيزات وعن حوسبة التحليل وعن الأخذ بأفكار جديدة، وبعض الطرائق تتسم بالتعقيد وتستدعي إدارة الترددات حاسوبياً في الوقت الفعلي.

1.1.5.5 الفصل من حيث التردد

خطط ترتيب القنوات

من الممكن ترتيب قنوات التشغيل على أساس متجانس أو غير متجانس بحيث يمكن موقعياً تشكيل نظام أو أكثر من أنظمة الاتصالات. وينبغي تنسيق هذا الأسلوب من تجنب التداخل في وقت مبكر بحيث يمكن فصل القنوات فصلاً ملائماً للاستفادة من نمط التشكيل.

تقطيع النطاق

إن تجميع عدد من القنوات، أو استحداث نطاق فرعي للأنظمة التي لا تستخدم القنوات، لمختلف مستعملي الطيف أو استعمالات الطيف هي عملية مماثلة لاستعمال خطط ترتيب القنوات. وهذا أمر مرغوب فيه في بعض الأحوال إذ من مزاياه تقليل أو تجنب الحاجة إلى التنسيق وفي الوقت ذاته التمكين من استعمال النطاق استعمالات متعددة.

أنظمة خفة انتقاء التردد

تقوم هذه الأنظمة بانتقاء ترددات التشغيل في أي مكان داخل نطاق محدد على أساس الوقت الفعلي، باستخدام أساليب الاستماع قبل الإرسال. وهي لا تعتمد على عملية التنسيق المتبادل أو على قرار مشغل أي أنظمة أخرى. وإنما تلتمس أي حيز غير مستخدم في الطيف لتمرير اتصال ما. وقد لا تكون أنماط هذه الأنظمة مناسبة للاتصالات العمومية أو لنقل بيانات حساسة وذلك نظراً لارتفاع إمكانية التداخل.

التقاسم الدينامي

عندما يلجأ مديرو الطيف إلى استخدام أساليب الحوسبة المتطورة فإنهم يتمتعون بقدر أوفر من فرص تقاسم الترددات وبالتالي بمزيدٍ من فرص تقليص أحوال قلة الكفاءة الناجمة عن صرامة الحدود بين الخدمات. فالتقاسم الدينامي للترددات بين مختلف الأنظمة في نفس مجموعة الخدمات المتشابهة يمكّن أكثر من نظام من استعمال نفس الترددات، ولكن في أوقات مختلفة، في نفس المنطقة الجغرافية.

النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)

يتمثل هذا الأسلوب في تخصيص جزء من عرض النطاق لكل مستعمل واقتصار نفاذه على النطاق الفرعي المخصص له. ويتم تحقيق التعامد في مجال التردد.

التحكم في خصائص طيف الإرسال

من شأن التحكم في خصائص طيف الإرسال أن يزيد من كمية الطيف المتوفر للاتصالات الراديوية وذلك بالحد من كمية الطيف التي تُهدر في الإرسالات غير المطلوبة (الإرسالات الهامشية والإرسالات خارج النطاق على حد سواء).

التجزيء المتغاير الدينامي

هذه طريقة أخرى من طرائق التقاسم تتمخض عن استعمال مرن للطيف. وطريقة التجزيء المتغاير الدينامي هي بمثابة تقاسم في الوقت الفعلي لقسم من الطيف بين خدمتين يكون لإحداهما أولوية على الأخرى.

الحد من فرق التردد المسموح به

يعرّف فرق التردد المسموح به بأنه الحد الأقصى من الابتعاد المسموح به من جانب التردد المركزي في نطاق التردد الذي يشغله إرسال من التردد المخصص أو من جانب التردد النموذجي لإرسال ما من التردد المرجعي. ومن شأن الحد من فرق التردد المسموح به أن يخفض مقدار الهدر في الطيف عن طريق التحكم بشرود إشارة الإرسال من حيث التردد وذلك بزيادة عدد الأنظمة التي يمكنها أن تعمل داخل حيز معين من الطيف.

النفاذ المتعدد المخصص حسب الطلب (DAMA)

إن المأخذ الرئيسي على التخصيص مسبق التحديد للقنوات هو صعوبة مجاراة التغير العشوائي للحركة. وفي حالة المسير ضعيف الحركة بالنسبة لكل محطة وحين تضم الشبكة أو النظام عدداً كبيراً من المحطات فإن استخدام تكنولوجيا DAMA هو الأنسب لزيادة كفاءة الطيف. ومن الأمثلة النموذجية لهذا النوع من التطبيق نظام القناة الواحدة لكل موجة حاملة (SCPC) في النفاذ المتعدد

المخصص حسب الطلب (DAMA) ونظام أجهزة التخصيص على الطلب لتعدد النفاذ بتشكيل الشفرة النبضي (PCM) على أساس قناة واحدة لكل موجة حاملة (SPADE).

تنوع التردد

عندما يتفاوت خبو الانتشار الراديوي بتفاوت التردد وعندما تختلف سوية الخبو في مواقع تردد مختلفة بمقدار ضئيل أو مهمل فإن من شأن استعمال تنوع التردد أن يعود بمكاسب تنوع واضحة مقترنة بتبديل كامل للقنوات (دون أخطاء). ويعتمد الكسب من تنوع التردد على خصائص تشتت الخبو وعلى عامل علاقة الترابط بين مواقع الترددات بالنسبة للتنوع وكذلك بالنسبة لأداء التبديل الكامل (دون أخطاء).

2.1.5.5 الفصل من حيث الموقع

التوزيعات المتقاسمة جغرافياً

بإمكان المستعملين في مناطق جغرافية مختلفة إعادة استعمال نفس التردد إذا كانت تفصلهم مسافات واسعة بما فيه الكفاية. وتقاسم الترددات جغرافياً أو حسب المنطقة هو أسلوب ثابت بالتجربة طالما أخذ به في التطبيق العملي.

الفصل بين المواقع

يتناول انتقاء الموقع بالدرجة الأولى تحديد مكان التشغيل الذي يوفر القدر الكافي من الفصل في المسافة عن محطات تشغيل أخرى تعمل في نفس التردد.

خصائص أنظمة الهوائيات

هنالك عدد من الإمكانات المختلفة من أجل استخدام خصائص أنظمة الهوائيات لتيسير تقاسم الترددات أو للحد من التداخل. ومن الواضح في هذا الشأن أن أفضل سبيل هو استعمال الهوائيات التوجيهية بقدر ما تسمح به التكنولوجيا.

النفاذ المتعدد بتقسيم الفضاء (SDMA)

هنالك تقنيات أمكن تطويرها تمكن من تمييز الإرسال على أساس الوجهة المكانية وذلك بالتحكم بتغيير مخططات الهوائيات. ولهذه التقنية أهمية خاصة بالنسبة للتطبيقات الجديدة الساتلية والعروة المحلية اللاسلكية وجهاز الراديو المتنقل الخلوي.

الحواجز المادية وحجب الموقع

من شأن ظاهرة الحجب أن تحد من الاتجاه الذي يمكن لإشعاع مرسل ما أن يصل إليه ومن ثم فإنه يتسبب في التداخل في أنظمة أخرى كما قد يتعرض مستقبل ما إلى التداخل. ومن شأن هذه الحواجز أن تمكّن من التماس قدر أكبر من التقاسم بحيث يمكن تجميع الأنظمة جغرافياً التي قد تتعرض لولا ذلك للتداخل فيما بينها. ويمكن القيام بحجب الموقع طبيعياً بواسطة غطاء نباتي أو بحكم التضاريس أو المباني.

3.1.5.5 الفصل من حيث الزمن

تقاسم التردد

يمكن للمستعملين تقاسم الطيف من حيث الزمن عندما يستخدم سائقو سيارات الأجرة مثلاً نفس الترددات بالتناوب أو عندما يتقاسم الترددات مشغلو أجهزة الراديو في النطاق المخصص للمواطنين (CB).

التحكم في دورة التشغيل

دورة التشغيل هي جداء فترة استغراق النبضة ومعدل تكرار النبضة. وهي أيضاً نسبة خرج متوسط القدرة إلى خرج ذروة القدرة.

تخصيص التردد الدينامي في الوقت الفعلي

من طرائق التقاسم الأخرى التي تؤدي إلى المرونة في استعمال الطيف هي التجزيء المتغاير الدينامي، وهو عبارة عن تقاسم في الوقت الفعلي لحيز من الطيف بين خدمتين يكون لإحداهما أولوية على الأخرى. وفي التجزيء المتغاير الدينامي هنالك حاجز يقسم القنوات الموجودة في جزء من الطيف إلى قسمين.

النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)

تشتمل هذه التقنية على تخصيص فتحات زمنية في القنوات محددة ومقررة سابقاً لكل مستعمل. وبإمكان المستعمل النفاذ إلى عرض النطاق بأكمله ولكن أثناء الفتحات الزمنية المخصصة له فقط.

4.1.5.5 الفصل من حيث الإشارة

تشفير الإشارة ومعالجتها

هنالك عدة تقنيات تصنف عموماً في إطار تشفير الإشارة (أو التشكيل المشفر) ومعالجتها. وقد يكون التشفير جزءاً من عملية التشكيل (تشفير القناة كما هو الحال في النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)) كما قد يحدث التشفير في الإشارة الأصلية قبل الإرسال (التشفير عند المصدر، عندما تُضغط سلاسل البيانات مثلاً).

التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC)

في هذه الطريقة يستخدم التصحيح الأمامي للأخطاء في الوصلات الرقمية لتخفيض النسبة المطلوبة $C/(N + I)$. ويمكّن تصميم هذه العملية من تضييق هوامش القدرة إما على حساب التدفق أو على حساب عرض النطاق. وفي هذه الحالة تستخدم تقنيات التشفير عند المصدر لتحري الأخطاء والتحكم في المرسل بحيث يتطلب إعادة إرسال فدرات البيانات الخاطئة.

رفض التداخل

ثمة تقنية متطورة للتخفيف من التداخل وهي رفض التداخل غير الخطي باستخدام خوارزميات متطورة لمعالجة الإشارات، وهي تستغل خصائص علاقة الترابط الطيفي لدى كل من الإشارة المطلوبة وإشارة التداخل.

النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)

إن تشكيل انتشار الطيف أو ما يسمى النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) يوفر مزايا لا بأس بها لتقاسم منتظم إما في نفس النظام أو في عدة أنظمة.

وتمكّن تقنية CDMA من تراكب الإرسال سواءً من حيث التردد أو من حيث الزمن. وهي تحقق الفصل من حيث الإشارة باستعمال شفرات تشوير مختلفة بالاقتران مع مراشيح مقابلة (أو عملية مكافئة هي تحري علاقة الترابط) عند المستقبلات المقصودة. ويخصص لكل مستعمل متوالية شفرة محددة يجري تشكيلها على الموجة الحاملة وتأتي فوقها البيانات الرقمية المشكّلة. وهنالك شكلان شائعان أحدهما التشكيل بقفزات التردد والآخر التشكيل بتشفير الطور. ففي التشكيل الأول يتغير التردد دورياً تبعاً لنمط معروف محدد؛ وفي الحالة الثانية يكون تشكيل الطور في الموجة الحاملة باستخدام متوالية البيانات الرقمية ومتوالية الشفرة. وتكون الشفرات المتعامدة المتعددة على حساب زيادة متطلبات عرض النطاق (وذلك من أجل نشر الأشكال الموجية).

انتشار الطيف

تقوم المرسلات التي تستخدم تقنيات انتشار الطيف بنشر الإشارة في عرض نطاق يبلغ عدة أضعاف عرض نطاق الإشارة الأصلي وذلك باستخدام شفرة متكررة محددة مسبقاً. ويستخدم المستقبِل نفس الشفرة لكي يعيد الإشارة إلى شكلها الأصلي.

ومن فوائد انتشار الطيف هو القضاء على التداخل. ومن بين التطبيقات التجارية لهذا الأسلوب الاتصالات الشخصية والهواتف الخلوية وأنظمة الإنذار اللاسلكي وشبكات المنطقة المحلية وأنظمة الاستدعاء.

وإذا كان من شأن تنضيد أنظمة انتشار الطيف فوق نطاقات التردد تحسين كفاءة الطيف (كما في الأجهزة منخفضة القدرة غير المرخصة) فإن إمكانية التداخل تزداد بازدياد عدد أنظمة انتشار الطيف. كما أن كثافة انتشار أنظمة المتواليات المباشرة قد ترفع بمقدار لا بأس به عتبة الضوضاء مما يؤدي إلى انحطاط تشغيل جميع أنظمة النطاق الضيق. وإذا ما ازداد عدد أنظمة قفز الترددات زيادة هائلة فإن حالات حدوث التداخل، مهما كان عابراً، قد تصبح كثيرة الوقوع مما يؤدي إلى انحطاط التشغيل.

ضبط قدرة التداخل/تعديل عرض النطاق

إذا أمكن الافتراض بأن الضوضاء والتداخل يتساويان في التأثير على أداء المستقبِل، كما هو الحال في بعض الأنظمة، فمن الممكن عندئذ استخدام أسلوب ضبط القدرة أو تعديل عرض النطاق لاستغلال الطابع غير الخطي لنسبة مقبولة من الموجة الحاملة إلى التداخل (C/I)، كدالة لنسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (C/N) بالنسبة لثابت قدره $C/(N + I)$. وينطوي الأسلوب المطبّق على زيادة قدرة المرسِل في النظام المعرّض للتداخل. ولدى زيادة قدرة المرسِل في نظام محدود الضوضاء بمقدار صغير، 3 dB مثلاً، فإن مقدار التداخل الذي يمكن تحمله عند المستقبِل يزداد بمقدار أكبر بكثير، قد يبلغ 10 dB.

تعقيد عملية التشكيل

إن استعمال التشكيل الاتساعي الترابعي (M-QAM) على أساس أعداد كبيرة من الأحوال وتصميم إشارة متطور يمكّن من زيادة معدل البتات ضمن عرض نطاق قناة ثابت أو عرض نطاق متناقص بالنسبة لمعدل بتات ثابت، بالإضافة إلى تحسين أداء استخدام القدرة/الطيف. وتتطلب زيادة تعقيد التشكيل عادة زيادة الاعتماد على استعمال شفرات تصحيح الأخطاء، ومن أجل الوفاء بأهداف أداء الإرسال قد يتطلب الأمر معالجة القناة معالجة دينامية أكثر تعقيداً.

التشكيل المشفر

بمقدور تكنولوجيا التصحيح الأمامي للأخطاء أن تحسّن من استعمال القدرة، ولكنها تقلل من كفاءة الطيف بسبب إدراج التكرار في مجال الزمن. وثمة تكنولوجيا هامة لتحسين استخدام القدرة دون الانتقاص من كفاءة الطيف وهي التشكيل المشفر الذي يجمع ما بين التشكيل وتكنولوجيا التشفير وذلك بتحويل التكرار إلى معلمات في إشارة التشكيل.

معالجة الإشارة تكيفياً

إن التكنولوجيا المتطورة لمعالجة الإشارة تكيفياً هي وسيلة هامة لجني الفوائد من الجيل الجديد للإرسال الرقمي اللاسلكي عالي السرعة. وتعمد هذه التكنولوجيا إلى الاستفادة من:

- الموازنة التكيفية في مجال التردد و/أو الزمن؛
- ضبط قدرة المرسِل التكيفية؛
- تنوعات الهوائيات، بما في ذلك التنوع الفضائي الرأسي و/أو التنوع الفضائي الأفقي مع مختلف تجميعات التنوع التكيفية؛
- تنوع التردد، بما في ذلك استعمال التبديل الكامل (دون أخطاء) مقابل تفاوت تأخر الانتشار في الوقت الفعلي؛
- إلغاء أو كبت التداخل/الصدى وتحري تعدُّد المستعملين إزاء التداخل في الوقت الفعلي؛

- الإرسال المتوازي متعدد الموجات الحاملة (المتعامد) (أو تعدُّد الإرسال المتعامد بتقسيم التردد OFDM) إزاء تشوُّه قوي في التشتت بالنسبة لإشارات النطاق العريض؛
- تكنولوجيات الموازنة قبل التشوه أو غير الخطية إزاء التشوه غير الخطي؛ وغير ذلك.

وتوفر هذه التكنولوجيا تدابير قوية إزاء تفاوت بيئة الإرسال في الوقت الفعلي، من قبيل تغايُر سوية الإشارة المتلقاة وتشتُّت الإشارة.

استقطاب الهوائي

كما ذُكر آنفاً فإن أداء استقطاب الهوائي، مثل أداء الاستقطاب المتعامِد، على قدر بالغ الأهمية عملياً من أجل تعزيز قدرة إعادة استعمال التردد في الاتصالات الراديوية الرقمية للأرض والاتصالات الساتلية والعروة المحلية اللاسلكية ضيقة النطاق/عريضة النطاق وكذلك الاتصالات المتنقلة. وتتناول التوصية ITR-R SM.1132 بمزيد من التفصيل وصف الطرائق المدرجة في الجدول 5-4.

في البند 2.5.5 يناقَش عدد من طرائق التقاسم مشفوعة بأمثلة.

2.5.5 التقاسم بين الخدمات المتنقلة البرية والخدمات الإذاعية

إن تقاسُم الفصل المكاني بين الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الإذاعية في كلٍّ من نطاق الموجات المترية VHF والموجات الديسيمترية UHF موصوف في التوصيات ITU-R SM.851 وITU-R M.1767 وITU-R F.1670 . وحرصاً على توفّر التشغيل المرضي لكلتا الخدمتين يعيَّن الحد الأقصى لشدة مجال التداخل عند المستقبلات.

ولحماية الخدمات التلفزيونية التماثلية وخدمات الإذاعة الصوتية من الخدمة المتنقلة البرية التي تستخدم التشكيل الزاوي فإن متوسط شدة المجال الذي ينبغي أن تتوفر له الحماية من التداخل في حالة الإذاعة التلفزيونية ينبغي أن يراعي أحكام التوصية ITU-R BT.417. وهذه القيم هي السويات العظمى المستقاة من شتى القيم في أنحاء العالم فيما يتعلق بمتوسط شدة المجال المشمول بالحماية.

الجدول 5-5

شدة المجال التي يتوفر لها الحماية من أجل الإذاعة

نطاق التردد (MHz)	شدة المجال (µV/m)	
108-44	48	
108-66	54	لخدمة الإرسال المجسم بتشكيل التردد (FM)
254-137	56	
582-470	65	
960-582	70	

وتنطبق هذه القيم بالنسبة لهوائي يرتفع عشرة أمتار عن سطح الأرض. ويحتاج الأمر إلى مزيد من الدراسة لمعرفة قيم شدة المجال المقابلة بالنسبة لبعض مناطق المدينة حيث ترتفع المباني أكثر من عشرة أمتار بكثير وبالنسبة لمرحّلات الإرسال حيث يكون من الملائم اعتماد قيم أعلى من شدة المجال. ويُحسب احتمال التداخل لمحطة قاعدة في الخدمة المتنقلة البرية من مجال الاضطراب:

$$F_i = E\,(50,T) + A + B.E\,(50,T) \quad (5)$$

وهو شدة المجال في المرسِل سبب التداخل التي يجري تجاوزها بمقدار 50 في المائة من المواقع بالنسبة لمقدار $T\%$ (من 1 إلى 10) من الزمن عندما يكون ارتفاع الهوائي 10 أمتار وهي تتحدد في ضوء التوصية ITU-R P.370 (انظر التوصية ITU-R P.1546). حيث A (dB) هي نسبة الحماية المطلوبة من أجل الإذاعة التلفزيونية وهي موصوفة بمزيد من التفصيل في البند 3.2.3 من هذا الكتيب. وحيث B هي تمييز الهوائي (dB). وبالنسبة للاستقطاب المختلط تكون $B = 0$؛ وبالنسبة للإذاعة التلفزيونية ذات

الاستقطاب الأفقي تكون B = – 15، فيما عدا بعض البلدان في الإقليم 2 حيث B = – 9؛ وبالنسبة للإذاعة الصوتية ينبغي أن تُحسب B من التوصية ITU-R BS.599. ويُحسب تأثير التداخل المتعدد من المحطات القاعدة من خلال حاصل جمع القدرات.

وبالنسبة لحماية الخدمة المتنقلة البرية التي تستخدم التشكيل الزاوي في نطاقات تردد مشتركة فيما يتعلق بالتداخل من الخدمات الإذاعية يكون متوسط شدة المجال المرغوب باستخدام تباعُد بين القنوات بمقدار 25 أو 30 kHz عند المستقبِل المتنقل الأرضي كما يلي:

الجدول 5-6

شدة المجال من أجل حماية الخدمة المتنقلة البرية

نطاق التردد (MHz)	شدة المجال (µV/m)	
	تداخل مزعج (رتبة 3)	تداخل ملحوظ (رتبة 4)
68-44	16	19
87,5-68	15	20
108-87,5	14	20
254-137	14	21
582-470	20	24
960-582	30	38

وكلما انخفضت الرتبة تطلّب الأمر مزيداً من الجهد لفهم الكلام، ومن ثم فإن تأثير التداخل عند الرتبة 5 يكاد يكون معدوماً وعند الرتبة 4 يولِّد تداخلاً "ملحوظاً" وعند الرتبة 3 يولِّد تداخلاً "مزعجاً". وبالنسبة لتباعد بين القنوات قدره 12,5 و15 kHz ينبغي أن تكون القيم الواردة أعلاه أعلى بمقدار 3 dB. ويحتاج الأمر إلى مزيد من الدراسة عندما يتجاوز تباعد القنوات 30 kHz.

وتُحسب القدرة المتلقاة عند مستقبِل متنقل باستخدام العلاقة:

$$P_r\,(\text{dBm}) = E - 20\log F - L_c + G_r - 77.2 \qquad (6)$$

حيث:

E: شدة المجال الكهربائي (dB(µV/m))

F: التردد (MHz)

L_c: خسارة الكبل بين الهوائي والمستقبِل (dB)

G_r: كسب هوائي المستقبل (dBi).

ويمكن تحديد شدة مجال المرسِل سبب التداخل الذي يتم تجاوزه في 50 في المائة من المواقع لمدة 10% من الوقت وذلك من التوصية ITU-R P.370 (انظر التوصية ITU-R P.1546). ويكون تمييز الهوائي إزاء إرسالات إذاعية تلفزيونية أفقية الاستقطاب بمقدار 18 dB لمحطات القاعدة و8 dB للمحطات المتنقلة البرية. ولا يُفترض أي تمييز هوائي بالنسبة لإرسالات الاستقطاب العمودي أو المختلط.

وفي حالة التقاسُم بين خدمة متنقلة برية من رتبة 3 وخدمة إذاعية صوتية لفواصل ترددات مختلفة بين الموجات الحاملة لدى الخدمتين تكون نسب الحماية للخدمة المتنقلة البرية التي تستخدم قناة تردد 12,5 kHz على النحو التالي:

الجدول 5-7

نسب الحماية لخدمة متنقلة برية

فاصل التردد (kHz)	نسبة الحماية (dB)
0	8
25	6
50	5,5–
75	17,5–
100	27,5–

ويرد وصف نسب الحماية لأنظمة البث الفيديوي الرقمي (DVB) المطلوبة بوجود المحطات القاعدة (BS) في التطور الطويل الأجل (LTE) وتجهيزات المستعمل (UE) في النطاق المتري/الديسيمتري VHF/UHF في التوصية ITU-R BT.2033.

ويستدعي الأمر مزيداً من الدراسة بالنسبة لرتب أخرى من الخدمة ومسافات مباعدة أخرى بين القنوات.

3.5.5 التقاسم بين الخدمات الثابتة وخدمات الإذاعة

تتناول التوصية ITU-R SM.851 الإجراءات المستخدمة لتحديد معايير التقاسم بين الخدمة الإذاعية (الصوت والتلفزيون) والخدمة الثابتة عندما تعملان في آن واحد في نفس النطاقات المترية VHF أو الديسيمترية UHF أو في النطاقات المجاورة لها (بالنسبة للأنظمة التماثلية).

4.5.5 التقاسم مع أنظمة الرادار

تؤدي أنظمة الرادار عديداً من الوظائف ومنها تعيين المواقع بالراديو والملاحة الراديوية وقياس الارتفاع والأرصاد الجوية وعلم الفلك الراداري واستشعار الأرض. ونظراً لسعة تنوع الوظائف التي يقدمها الرادار بصفة عامة فإنه يمثل واحدة من أكبر مجموعات المستعملين لطيف التردد الراديوي.

كما أن تنوُّع خصائص الرادار من حيث التردد والقدرة ومواصفات الهوائي وأشكال الموجات يحدد معالم بيئة كهرمغنطيسية معقدة كل التعقيد. وغالبية أنظمة الرادار تعمل في أسلوب المسح وتشمل حجم تداخل ثلاثي الأبعاد. وبما أن أنظمة الرادار علاوة على ذلك تعمل من مواقع برية ثابتة ومتنقلة ومن على متن السفن والطائرات ومن المركبات الفضائية، فإن احتمال التداخل بين أنظمة الرادار وغيرها من أنظمة خدمات الاتصالات أمر لا مفرّ منه. وثمة عامل مشترك وهو أن عناصر الانتشار في السماء وعلى سطح الأرض مهمَلة في النطاق الذي يتراوح بين 200 MHz و40 GHz. بيد أن مسألة التداخل في الغلاف الجوي، لا سيما الهواطل، تصبح مسألة هامة في الترددات التي تتراوح بين نحو 5 GHz و40 GHz.

ولا يكون تقاسم خدمات الرادار عادة إلا مع خدمات تعمل على أساس ثانوي أو لا يتمتع بالحماية. ولا بد من الاحتراس لدى النظر في مسألة التقاسم مع أنظمة غير رادارية. ومردّ ذلك بالدرجة الأولى القدرة العالية لأنظمة الرادار والاحتمال الكامن للتداخل بين الأنظمة. ومع ذلك هنالك العديد من الأمثلة التي تشهد بنجاح التقاسم بين خدمات الرادار وخدمات أخرى.

وأحد أمثلة نجاح التقاسم بين أنظمة الرادار وخدمات أخرى يكون في نطاقات تردد قدرها 5 GHz. والقواعد التنظيمية الوطنية في العديد من البلدان تمكّن من تشغيل شبكات المنطقة المحلية الراديوية بنجاح في مدى التردد 5 GHz المخصَّص لتحديد المواقع راديوياً على أساس أولي والذي يُستخدم في مختلف التطبيقات الرادارية. ومن شأن انتقاء التردد الدينامي (DFS) الذي يمكّن شبكات المنطقة المحلية الراديوية من تجنب الترددات التي تستخدمها الرادارات أن يسهل من إمكانية التقاسم.

5.5.5 التقاسم مع خدمة الفلك الراديوي

يكشف علماء الفلك الراديوي عن إشارات أضعف بمقدار 10^{6}–10^{12} مرة إرسالات الأجهزة النشطة. ولهذا السبب، من المستحيل عموماً لخدمة الفلك الراديوي أن تقاسم بنجاح أي خدمة نشطة لها أجهزة إرسال ضمن خط بصر هوائي الفلك الراديوي. ولذلك يتم اختيار مواقع الفلك الراديوي خصيصاً للحد من التداخل من المرسلات المقامة على الأرض. وتكون مواقع عادة على مسافة كبيرة من المصادر الثابتة الرئيسية للتداخل من الأرض ويمكن أن تحجب جراء التضاريس المرتفعة المجاورة. وفي بعض الحالات، اعتمدت الإدارات أيضاً مناطق هدوء راديوي حول المراصد الراديوية لحمايتها من الإرسالات من الأرض.

وفي بعض النطاقات المدرجة في الرقم **340.5** من لوائح الراديو، تحظر جميع الإرسالات، وبالتالي، يتم تقاسم هذه النطاقات فقط بين الخدمات المنفعلة (غير المرسلة). ويجب أن يتحقق التقاسم الناجح في نطاقات الفلك الراديوي على أساس أولي من خلال الفصل الجغرافي أو الفصل الزمني أو كليهما. وفي النطاقات الأولية المتقاسمة، فإن أي فقدان للبيانات بنسبة 2% من أي خدمة واحدة أو 5% من جميع الخدمات يعتبر مقبولاً لخدمة الفلك الراديوي على النحو الوارد في التوصية ITU-R RA.1513. وعلى الرغم من أن الفصل الجغرافي يتطلب أنصاف أقطار كبيرة مع عدم وجود أجهزة إرسال، هناك عدد قليل نسبياً من التلسكوبات الراديوية التي تعمل في أي نطاق معين في جميع أنحاء العالم، وبالتالي ما زال التقاسم ممكناً.

والتقاسم مع أجهزة الإرسال المحمولة جواً وبشكل خاص المحمولة بالسواتل غير ممكن لمحطات الفلك الراديوي، إلا في بعض ترتيبات تقاسم الزمن.

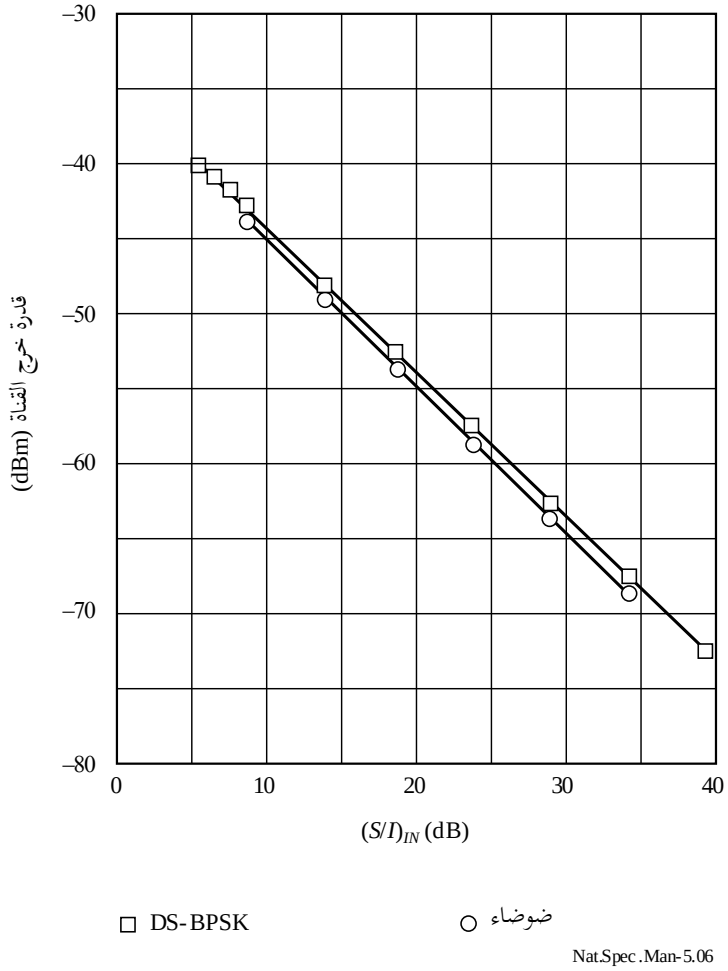
6.5.5 التقاسم باستخدام تقنيات انتشار الطيف

يعرَّف نظام انتشار الطيف بأنه نظام ينتشر فيه متوسط قدرة الإشارة المرسَلة على امتداد عرض نطاق أوسع بكثير من عرض نطاق المعلومات. وتقايض هذه الأنظمة عادة عرض نطاق الإرسال الأوسع مقابل قدر أخفض من متوسط كثافة القدرة الطيفية وزيادة في رفض الإشارات المتداخلة العاملة في نفس نطاق التردد. ولذلك فإنها تنطوي على إمكانية تقاسم الطيف مع أنظمة تقليدية ضيقة النطاق بحكم القدرة الأخفض التي يُحتمل أن ترسَل في نطاق تمرير المرسِل ضيق النطاق. ولكن لا بد من الإشارة إلى أن تقاسم أنظمة انتشار الطيف مع أنظمة أخرى قائمة في نفس النطاق من شأنه أن يرفع سوية عتبة الضوضاء في القناة وقد يؤثر ذلك على أداء أنظمة النطاق الضيق.

وتحتوي التوصية ITU-R SM.1055 على مزيد من المعلومات فيما يتعلق باستعمال تقنيات انتشار الطيف بما في ذلك أمثلة عن تقاسم النطاق من خلال تطبيق مثل هذه التقنيات والإجراءات من أجل تحليل التداخل الذي تتعرض له المستقبِلات التقليدية. والمثال 1 في التوصية ITU-R SM.1055 الذي يعتمد على بيانات مقيسة ونتائج محاكاة محوسبة يبيّن أن أداء إشارات الصوت بتشكيل الاتساع (AM) أو الصوت بتشكيل التردد (FM) أو الصوت متعدد الإرسال بتقسيم التردد/بتشكيل التردد (FDM/FM) سوف يكون نفس الأداء بوجود إشارة تتابع مباشر (DS) أو ضوضاء غوسية بيضاء. ويبيّن الشكل 6.5 نتائج القياسات في قناة علوية في نظام محاكاة FDM/FM قوامه 600 قناة بوجود ضوضاء وبوجود تداخل تتابع مباشر في أسلوب إبراق بزحزحة الطور (PSK). والفارق الضئيل بين المنحنيين ناجم عن كثافة القدرة الطيفية لإشارة التتابع المباشر التي تتجاوز قليلاً كثافة الضوضاء. وأداء إشارات الصوت بالتشكيلات AM وFM وFDM/FM العاملة بوجود إشارات قفز التردد (FH) أو إشارة نبضية يبقى على حاله، ويمكن تطبيق هذه النتائج كذلك في حالة إشارة هجينة بتشكيل التردد وتتابع مباشر (FH/DS). ولأغراض اختبارات إمكانية الفهم الوضعية، يجري تنويع تردد تكرار النبضة وعرض النبضة في الإشارة النبضية. وهذه النتائج قابلة للمقارنة مع النتائج في حالة إشارة التردد بالقفز (FH) العشوائية. وهنالك في المرجع [Hatch *et al.*, 1971] خلاصة للاتجاهات تدلل عليها بيانات مقيسة وعمليات محاكاة محوسبة بالنسبة لحالة التشكيل بالاتساع (AM).

الشكل 6.5

القدرة المقيسة لخرج القناة مقابل نسبة الإشارة إلى التداخل *(S/I)*
بتشكيل FDM/FM وDS/PSK والضوضاء



واعتماداً على ما يتبين من نتائج تتحدد نسب الحماية من حيث الإشارة إلى التداخل ومن ثم تُستخدم لحساب الحد الأدنى المطلوب من خسائر الانتشار، الواردة في الجدول 5-7، بالنسبة لكل نظام يُرتقب أن يعمل في بيئة تقاسم. وجدير بالملاحظة أن هذه النتائج ينبغي ألا تُستخدم في مقارنة الصوت في أي من تشكيلات AM وFM وFDM/FM فيما بينها وذلك نظراً لاختلاف سويات الإشارة المطلوبة المستخدمة في الحالات الثلاث. ويبدو من الجدول 5-7 أن إمكانية التقاسم قائمة بين أنظمة انتشار الطيف (SS) في نفس القناة، أي أنظمة تتابع مباشر بأسلوب إبراق بزحزحة الطور (DS/PSK) بمقدار 10 Mbits/s وأنظمة صوت بتشكيل الاتساع (AM) إذ إن خسارة الانتشار المطلوبة بمقدار 127 dB أقل من خسارة الانتشار المطلوبة بمقدار 144 dB بين أنظمة الصوت بتشكيل AM في نفس القناة.

الجدول 5-8

الحد الأدنى من خسائر الانتشار المطلوبة (dB)

عرض نطاق الإرسال[1] (kHz)	التداخل		الإشارة المطلوبة					
			A3E		F3E		F8E	
	AI		0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9
1,4[2]	A3E (AM)		144	150				
1,5[2]	F3E (ЧМ)				163	177		
400[2]	F8E (FDM/ЧМ)						143,6	148,6
9 000	DS/PSK 10 Мбит/с		127	134	137	144	141,6	147,6
6 000	DS/MSK 10 Мбит/с		129,1	136,1	139,1	146,1	141,6	147,6
36 000	DS/PSK 40 Мбит/с		121	128	131	138	139	145
24 000	DS/MSK 40 Мбит/с		123,1	130,1	133,1	140,1	141,2	147,2
180 000	FH/DS/PSK (40, 100, 250, 5, 4,5)		111,7	123,7	134,7	145,7	131,7	137,7
120 000	FH/DS/MSK (40, 100, 250, 5, 3)		113,7	125,7	136,7	147,7	133,7	139,7
90 000	FH/DS/PSK (40, 100, 250, 2,5, 2,25)		114,7	126,7	137,7	148,7	134,7	140,7
60 000	FH/DS/MSK (40, 100, 250, 2,5, 1,5)		116,7	128,7	139,7	150,7	136,7	142,7

[1] عرض نطاق إرسال بمقدار 3 dB (عرض نطاق الإرسال الواجب استخدامه في تقرير عرض النطاق الذي يكون على امتداده المرسِل والمستقبِل في نفس القناة).

[2] ترتبط هذه القيمة بذروة كثافة القدرة الطيفية في النطاق الجانبي.

وتبيِّن بعض الاختبارات التي أجريت على تأثيرات التداخل في نفس القناة وفي القناة المجاورة في خمسة مستقبلات معيارية للتلفزيون في شمال أمريكا في النطاقات 50-88 MHz باستخدام التشكيل المعتمد من قبل اللجنة الوطنية لأنظمة التلفزيون (NTSC) إمكانية التقاسم بين أنظمة قفز التردد في انتشار الطيف (FH SS) وخدمة الإذاعة التلفزيونية. ويحتاج الأمر إلى مزيد من الدراسة لتحديد العلاقات بين النسب المطلوبة من الإشارة إلى التداخل *S/I* وعدد الإرسالات بقفز التردد (FH).

وفي مثال آخر يستغل تقاسم النطاق بين نظام الملاحة الجوية/تجهيزات قياس المسافة (AN/DME) ونظام انتشار الطيف بالنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (SS TDMA) عدداً من العوامل بالإضافة إلى كثافة الطيف المنخفضة. والقدرة المرسَلة من نظام النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) تنتشر على كامل النطاق AN/DME الذي يمتد من 960 MHz إلى 1 215 MHz مقارنة بعرض نطاق مستقبِل AN/DME قدره 300 kHz. وقد أدت بعض التعديلات الطفيفة على كلا النظامين، بعد أن تبينت جدوى التقاسم، إلى قدر أعلى من كفاءة استخدام الطيف.

7.5.5 موجز توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن التقاسم بين الخدمات

الجدول 5-9

توصيات القطاع ITU-R التي تتناول التقاسم بين الخدمات

	جهة التداخل:									
الضحية:	**الإذاعة**	**الثابتة**	**المتنقلة**	**EESS/ SR/SO**	**خدمة متنقلة ساتلية**	**خدمة ثابتة ساتلية**	**ملاحة راديوية**	**تحديد موقع راديوي**	**سواتل أرصاد/ معينات أرصاد**	**بين السواتل**
الإذاعة		SM.851	SM.851							
الثابتة	SM.851		F.1402	SA.1258 SA.1277 F.1502	M.1469 M.1472 M.1473 M.1474	SF.1006 SF.1486				
المتنقلة	SM.851	F.1402		SA.1154 SA.1277						
EESS/SR/SO		F.761 F.1247 SA.1277	SA.1154 SA.1277			S.1069 SA.1277 SA.1449			SA.1277	
خدمة متنقلة ساتلية				SA.1277					SA.1264	
خدمة ثابتة ساتلية		SF.1006 SF.1486	S.1426 S.1427 M.1454	SA.1277			S.1068 S.1151 S.1340			
ملاحة راديوية					S.1341	S.1151				
تحديد موقع راديوي										
سواتل أرصاد/ معينات أرصاد					SA.1158 SA.1264					
بين السواتل										
خدمة ساتلية للملاحة بالراديو				SA.1347	M.1470					
الفلك الراديوي[1]										
ملاحة جوية	SM.1009									

[1] تتناول التوصية ITU-R RA.1031 حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاقات التردد التي تتقاسمها مع خدمات أخرى.

6.5 نسب الحماية

في المادة 1 من لوائح الراديو يعرِّف الرقم **170.1** *نسبة الحماية* بأنها: "القيمة الدنيا لنسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة غير المطلوبة عند دخل مستقبِل. ويعبَّر عنها بالديسيبل عامة، وتحدَّد في ظروف معينة تسمح بالحصول على نوعية استقبال معينة للإشارة المطلوبة عند خرج المستقبِل". ويعبَّر عن النوعية المحددة بقدر معين من الأداء مثل معدل الأخطاء في البتات أو درجة تشوه نوعية الصورة أو قابلية فهم الكلام وذلك تبعاً لنوع الإرسال.

ويشتمل الجدول 5-10 على بعض نسب الحماية بما في ذلك الشروط المعيَّنة لمختلف سويات الأداء. وينظر هذا الجدول أيضاً في الحالات الواقعة في نفس القناة (عندما يكون لحاملات موجة المرسِلات نفس التردد) وخارج القناة (عندما يكون فرق التردد قدره Δf بين الموجات الحاملة في المرسلات المطلوبة وغير المطلوبة) كما هي معروضة في القسم الذي يتناول تحليل التداخل في القناة المجاورة.

وتشتمل التوصيتان ITU-R BS.559 وITU-R BS.560 على معلومات إضافية بشأن نسب الحماية في خدمة الإذاعة الصوتية.

ويمكن تحديد نسب الحماية بالنسبة لصنف من الإرسالات وبالنسبة لجميع الأصناف الأخرى من إرسالات الإشارة المتداخلة بما في ذلك تداخل الضوضاء. ويعتمد تحديد نسبة الحماية على حسابات وقياسات ويتوقف على النوعية المعيَّنة للاستقبال المرغوب بالنسبة للخدمة التي تشملها الحماية. ويبدو من الجدول 5-10 أيضاً أن نسب الحماية بين بعض الخدمات ما زالت بحاجة إلى تحديد.

وتتناول التوصية ITU-R SM.1009 التعقيدات الناشئة بين خدمات الاتصالات للأرض وخدمات الإذاعة بتشكيل التردد FM العاملة في نطاقات متجاورة. ويحتوي الملحق 10 لاتفاقية شيكاغو لدى منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) على مواصفات وخصائص تتعلق بحماية خدمات الملاحة الجوية ومنها مثلاً أنظمة الهبوط بالأدوات (ILS) والمدى الراديوي في جميع الاتجاهات (VOR) لموجات التردد المترية VHF وكذلك تجهيزات الملاحة والاتصالات.

الجدول 5-10

نسب الحماية (dB)

ضوضاء			1M32P0N			726KF8E			16K0F3E			1K10F1B			7M00C3F-8M00C3F			5M00C3F			3K00A3E			6K00A3E			6K00A2B			500HA1B			صنف الإرسال	تداخل ←	
ضوضاء غوسية بيضاء			PW = 5 µs PRF = 300 pps			24 قناة						50 Bd PW = 10 ms			625 خطاً			525 خطاً						m_t = 0.3			m_t = 1			100 Bd PW = 10 ms			معلمات	إشارة مطلوبة ↓	
ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	ملاحظة	OFF	CO	سوية الأداء(1)	معلمات	صنف الإرسال
									4		8	3		12							4		14	4		6				3		11	$P_E = 10^{-2}$	BW_{IF} = 500 Hz, 50 Bd $(S/N)_t$ = 18 dB	500HA1B
									4		11	3		13										4		7				3		12	$P_E = 10^{-4}$		
									4		13	3		14										4		8				3		13	$P_E = 10^{-6}$		
1	–	6							1		4													1		5				1		4	$P_E = 10^{-2}$	BW_{IF} = 8 kHz m_s = 1,0 $(S/N)_t$ = 18 dB	6K00A2B
1	–	9							1		4													1		5				1		4	$P_E = 10^{-4}$		
1	–								1		4													1		5				1		4	$P_E = 10^{-6}$		
			1	10	20				1		48	1	55	47							1	50	50	1	48	43				1	61	44	MINIT	BW_{IF} = 8 kHz Δ f = 0,5 kHz m_s = 0.3 $(S/N)_t$ = 45 dB	6K00A3E(2)
1	–	21	1	–22	–17				1		19	1	8	3							1	14	17	1	8	7				1	8	4	0,7 AI		
1	–	10	1	–37	–30				1		8	1	4	–2							1	3	6	1	3	2				1	–2	–7	0,3 AI		
2	–	41	2	–2	–3				2		40	2	41	37							2	43	44	2	42	32				2	35	39	GCQ		
2	–	23	2	–20	–15				2		22	2	23	19							2	25	26	2	24	14				2	20	21	MCQ		
2	–	14	2	–28	–24				2		13	2	15	10							2	16	17	2	15	5				2	11	12	JUQ		
–	–		1		1	1		38	1		35	1	40	30							1	41	42	1	20	20				1	42	25	MINIT	BW_{IF} = 2,7 kHz Δ f = 0,5 kHz $(S/N)_t$ = 35 dB	3K00J3E or 3K00R3E
1	–	9	1		–38	1		0	1		3	1	–12	–25							1	4	3	1	–5	–14				1	–8	–14	0,7 AI		
1	–	–3	1		–52	1		–12	1		–10	1	–37	–43							1	–16	–12	1	–19	–28				1	–24	–28	0,3 AI		
2	–	32	2		–15	2		26	2		27	2	30	21							2	32	31	2	30	13				2	27	10	GCQ		
2	–	14	2		–33	2		8	2		9	2	12	3							2	14	13	2	12	–5				2	9	–8	MCQ		
2	–	5	2		–42	2		–1	2		0	2	3	–6							2	5	4	2	3	–14				2	0	–17	JUQ		
									5	15	50							5	25	47				5	15	50	5	15	50				TASO 2,5	BW_{IF} = 6 MHz, 525 خطاً $(S/N)_t$ = 46 dB	5M00C3F
															6	–	52							6	–	58							ITU-R 4	BW_{IF} = 6 MHz, 625 خطاً $(S/N)_t$ = 46 dB	7M00C3F-8M00C3F
															6	–	45							6	–	51							ITU-R 3		
1	–	9	1		–50				1		0.5	3		6							4		10	1		2				1 & 3		0	$P_E = 10^{-2}$	BW_{IF} = 1 050 Hz D_{PK} = ± 425 Hz 50 Bd $(S/N)_t$ = 18 dB	1K10F1B
1	–	13	1		–49				1		1	3		7							4		13	1		3				1 & 3		0	$P_E = 10^{-4}$		
1	–	15	1		–48				1		2	3		8							4		15	1		3				1 & 3		1	$P_E = 10^{-6}$		
–	–	–1	1		–11	1	32	32	1	31	31	1	33	33																1	38	38	MINIT	BW_{IF} = 16 kHz D_{PK} = 5 kHz Δ f = 0,5 kHz تخفيف $(S/N)_t$ = 22 dB	16K0F3E(2)
1		1	1		–24	1	4	4	1	2	2	1	2	2																1	0	0	0,7 AI		
1	–	0				1	0	0	1	–5	–5	1	0	0																1	0	0	0,3 AI		
2	–	11				2	16	16	2	14	14	2	15	15																2	13	13	GCQ		
2	–	5				2	4	4	2	1	1	2	3	3																2	2	2	MCQ		
2	–	2				2	1	1	2	0	0	2	1	1																2	–1	–1	JUQ		
–	–	–	1	20	25	1	57	46	1	60	55	1	60	55										1	64	55				1	60	47	MINIT	24 قناة قناة عليا Δ f = 44,5 kHz $(S/N)_t$ = 45 dB	726KFBE(3)
1	–	9	1	–34		1	5	2	1	18	12	1	14	6										1	14	4				1	12	3	0,7 AI		
1	–	1	1	–39		1	–3	1	1	6	2	1	6	2										1	4	0				1	–15	0	0,3 AI		
2		31				2		29				2		29										2		25				2		24	GCQ		
2	–	13				2		9				2		11										2		7				2		6	MCQ		
2	–	4				2		4				2		5										2		2				2		2	JUQ		

ملاحظات تتعلق بالجدول 5-10:

(1) P_E: احتمال الخطأ

MINIT: الحد الأدنى لعتبة التداخل

AI: دليل النطق

GCQ: نوعية تجارية جيدة

MCQ: نوعية تجارية هامشية

JUQ: نوعية تكاد تكون قابلة للاستعمال

TASO: درجات تصنيف من وضع منظمة دراسات التوزيعات التلفزيونية

ITU-R: لجنة الدراسات 6: تدريج التشوه 1-5

CO: نفس القناة حيث فصل التردد يساوي صفر

OFF: فصل خارج القناة يقدَّر بقيمة Δf

Δf: فصل الترددات بين الإشارات المطلوبة وإشارات التداخل.

(2) من أجل الخدمة الإذاعية، انظر مراجع نسبة حماية أخرى. الأرقام في هذا الجدول بالنسبة إلى A3E وJ3E مقابل الضوضاء هي أعلى بمقدار 2 dB من القيم الواردة في التوصية ITU-R F.339 *، وذلك بسبب اختلاف مواصفات التشكيل.

(3) وصلة منفردة فقط، من أجل المرحّلات الراديوية للموجات الصغرية للأرض متعددة الوصلات، انظر توصيات السلسلة F لدى القطاع ITU-R.

الملاحظة 1 – OT/ECAC [August, 1975] Communications/Electronics Receiver Performance Degradation Handbook. The Frequency Management Support Division, Office of Telecommunications (OT), United States Departement of Commerce (DOC) and the Electromagnetic Compatibility Analysis Center (ECAC), ESD-TR-75-013. (Available from US DOC National Technical Information Service (NTIS), Springfield, VA, USA, Order No. AD-A016400.)

الملاحظة 2 – مستخرج من منحنيات النقل المستخدمة في الكتيب الموصوف في الملاحظة 1.

الملاحظة 3 – مستخرج بالاستكمال من التوصية ITU-R F.240*.

الملاحظة 4 – MAYHER, R. [1972] Interference Performance Degradation to Digital Systems. Record of the 1972 IEEE International EMC Symposium.

الملاحظة 5 – مستخرج بالاستكمال من توصية اللجنة CCIR سابقاً رقم 3-418 (جنيف، 1982).

الملاحظة 6 – مقيَّم في ضوء التوصيتين ITU-R BT.500* وITU-R BO.600*.

m_I: دليل تشكيل الإشارة المتداخلة

PW: عرض النبضة

PRF: تردد تكرار النبضة

BW: عرض النطاق

m_S : دليل تشكيل الإشارة المطلوبة.

* التوصيات 240 و339 و500 و600 الصادرة عن اللجنة الاستشارية الدولية للاتصالات الراديوية (CCIR) سابقاً.

الجدول 5-11

مراجع نسب الحماية من توصيات لجان دراسات أخرى

التوصية[1]	ملاحظات
ITU-R F.240	العديد من نسب الحماية بما في ذلك الخبو
ITU-R M.589	نسب حماية الملاحة الراديوية
ITU-R M.441	الخدمات المتنقلة للطيران (R) (ICAO، الملحق 10)
ITU-R BS.638	نسب حماية الصوت RF/AF
ITU-R BS.560	نسب حماية الصوت LF وMF وHF
ITU-R BS.641	نسب حماية الصوت FM
ITU-R BS.412	نسب حماية الصوت FM/VHF
ITU-R BT.655	نسب حماية AM TV

[1] يرجى التأكد من الحصول على التوصية في أحدث صيغة لها.

7.5 سويات الضوضاء

تؤثر أنواع الضوضاء الخارجية، مثل ضوضاء الغلاف الجوي وضوضاء المجرّة وضوضاء السماء والضوضاء من صنع الإنسان، تأثيراً ينال من تشغيل أي نظام من أنظمة الاتصالات الراديوية. وتحدد التوصية ITU-R P.372 الحد الأدنى للضوضاء الخارجية المرتقبة في مواقع المستقبِلات للأرض من مصادر طبيعية أو من صنع الإنسان (باستثناء الإشارات غير المطلوبة) في مدى التردد من 0,1 Hz إلى 100 GHz. ورقم الضوضاء الخارجية، $F_a = 10 \log f_a$، معروض لمختلف نطاقات التردد في الشكلين 7.5 و8.5، معبَّر عنها بشكل منحنٍ مستمر. أما أشكال الضوضاء الأخرى موضع الاهتمام فهي مبينة في شكل منحنيات متقطعة. ويكون عامل ضوضاء التشغيل الإجمالي، f هو:

$$f = f_a + (l_c - 1)(t_c/t_0) + l_c(l_t - 1)(t_c/t_0) + l_c l_t(f_r - 1) \quad (7)$$

حيث:

f_a: عامل الضوضاء الخارجية

f_r: عامل الضوضاء في المستقبِل

l_c: خسارة دارة الهوائي

l_t: خسارة خط الإرسال

t_0: حرارة مرجعية قدرها 288 K

t_c: الحرارة الراهنة للهوائي والأرض المجاورة له

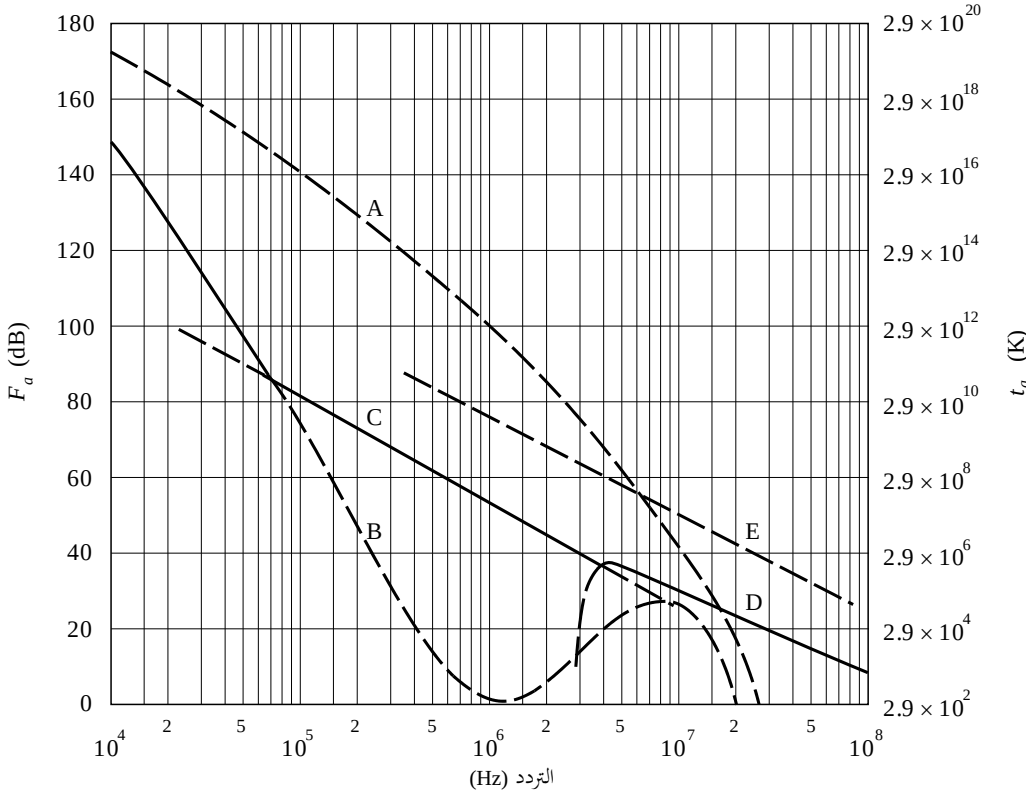
t_t: حرارة خط الإرسال.

وجدير بالملاحظة أن العديد من أشكال الضوضاء الخارجية تلقائية في طبيعتها. ولا يقتصر الأداء على مدى قدرة الضوضاء الدخيلة وإنما يعتمد أيضاً على الخصائص الإحصائية المفضَّلة لهذه الضوضاء.

وتشير هذه الدراسة إلى أن منشآت توليد الطاقة الكهربائية ومحطات التوزيع قد تكون مصدر تداخل شديد في الاتصالات الراديوية ومن ثم فإن الصيانة الوقائية المنتظمة ضرورية لتخفيض تداخل الضوضاء في خدمات الاتصالات الراديوية.

الشكل 7.5

الضوضاء الخارجية F_a مقابل التردد (10^4 إلى 10^8 Hz)

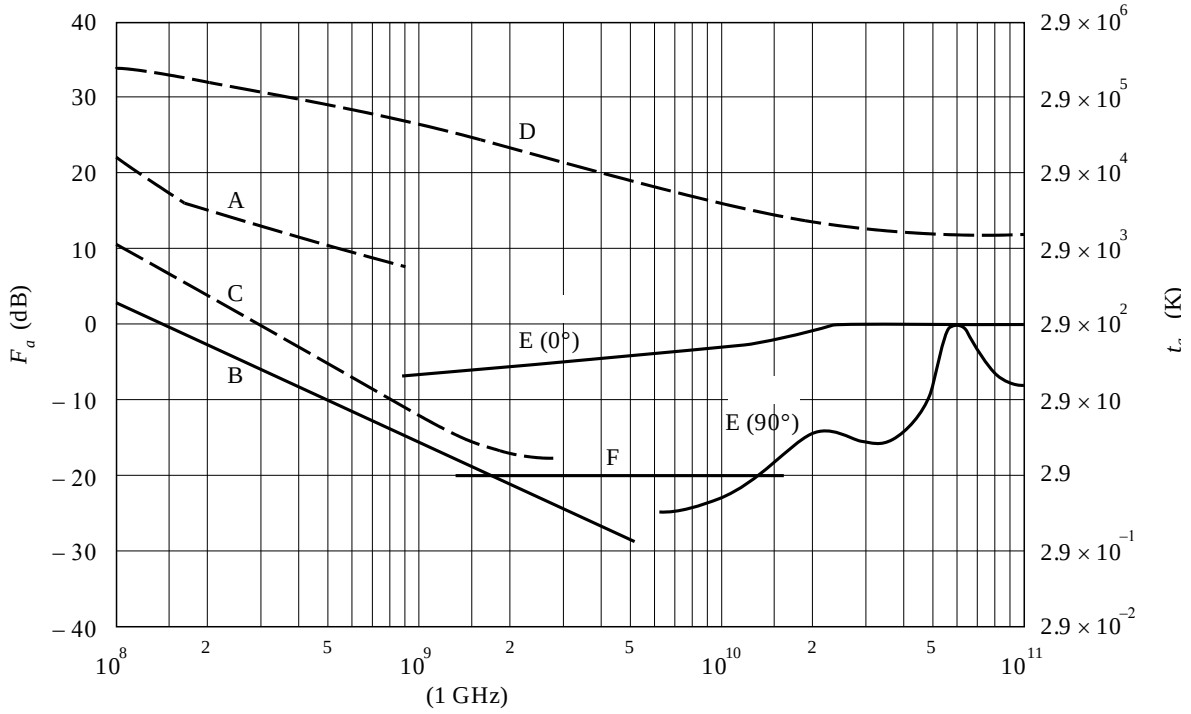


A: ضوضاء الغلاف الجوي، قيمة تجاوزت 0,5% من الزمن
B: ضوضاء الغلاف الجوي، قيمة تجاوزت 99,5% من الزمن
C: ضوضاء من صنع الإنسان، موقع استقبال هادئ
D: ضوضاء المجرة
E: متوسط الضوضاء من صنع الإنسان في منطقة تجارية
الحد الأدنى من سوية الضوضاء المرتقبة

Nat.Spec.Man-5.07

الشكل 8.5

الضوضاء الخارجية F_a مقابل التردد (10^8 إلى 10^{11} Hz)



A: تقدير متوسط ضوضاء من صنع الإنسان في منطقة تجارية
B: ضوضاء المجرة
C: ضوضاء المجرة (نحو مركز مجرة وعرض حزمة ضيقة جداً جداً)
D: شمس هادئة (عرض حزمة بمقدار نصف درجة موجهة نحو الشمس)
E: ضوضاء سماوية بسبب الأكسجين وبخار الماء (حزمة هوائي ضيقة جداً؛ المنحني الأعلى، زاوية الارتفاع 0°؛ المنحني الأدنى، زاوية الارتفاع 90°
F: جسم أسود (خلفية كونية)، K 2,7
الحد الأدنى من سوية الضوضاء المتوقعة

Nat.Spec.Man-5.08

8.5 حدود الإشعاع

1.8.5 الحدود التي وضعتها اللجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل اللاسلكي (CISPR)

يتناول هذا القسم حدود الإشعاع المنبثق عن تجهيزات تولِّد أو تستخدم طاقة التردد الراديوية لأغراض لا تشمل الاتصالات كأنظمة الحاسوب وخطوط التغذية الكهربائية عالية الطاقة. وهذا يشمل التطبيقات الصناعية أو العلمية أو الطبية (ISM) حيث تُستخدم طاقة التردد الراديوي لتوليد الحرارة في علاج النسيج البشري وفي تجهيز المواد وتصنيع المنتجات.

وتشمل الترددات المستخدَمة حالياً في التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية وفي غيرها من التطبيقات عدا الاتصالات طيفاً واسعاً جداً. والهيئات المعترَف بها دولياً في وضع المعايير هي اللجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل اللاسلكي (CISPR) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) وهي تشمل اللجنة التقنية 77 ولجنتيها الفرعيتين 77A و77B. ومن مختلف الهيئات الوطنية لوضع المعايير هنالك الهيئة الأوروبية CENELEC والهيئة الأمريكية FCC (الجزء 18، CFR، المجلد 1).

تتقرر حدود شدة المجال في الترددات الراديوية من القياسات وتُقدَّر إحصائياً لمعرفة خصائص الانتشار وإمكانية التداخل. والحدود التي تقترحها اللجنة CISPR معروضة في الجدولين 5-10 و5-11. وتُقسَم التجهيزات إلى مجموعتين وتُقسَم كل مجموعة بدورها إلى صنفين.

المجموعة 1 تشمل جميع تجهيزات ISM التي يجري فيها عمداً توليد طاقة الترددات الراديوية و/أو تُستخدم توصيلياً مقترنة بطاقة الترددات الراديوية اللازمة للتشغيل الداخلي للتجهيزات.

المجموعة 2 تشمل جميع تجهيزات ISM التي تتولّد فيها عمداً طاقة الترددات الراديوية و/أو تُستخدم في شكل إشعاع كهرمغنطيسي من أجل معالجة المواد وكذلك التجهيزات التي ترسِل الشرر.

الصنف B يشمل التجهيزات الملائمة للاستعمال في المنشآت المنزلية وفي المنشآت الموصولة مباشرة بشبكة لتزويد الطاقة منخفضة التوتر تزود المباني المستخدَمة للأغراض المنزلية.

الصنف A يشمل التجهيزات الملائمة للاستعمال في جميع المنشآت عدا المنشآت المنزلية وتلك الموصولة مباشرة بشبكة لتزويد الطاقة منخفضة التوتر تزود المباني المستخدَمة للأغراض المنزلية.

إن تقرير حدود الإشعاع المرضي لتجهيزات ISM مسألة معقدة بحكم اختلاف السياسات الوطنية من بلد لآخر. مثال ذلك أن بعض السياسات ترتبط بالموقع الجغرافي أو بكثافة السكان، وتتّبع بعض الإدارات قواعد صارمة بينما تتساهل إدارات أخرى بالنسبة للحدود المفروضة على جهات الصناعة، وبعض الإدارات تضع الحدود لجميع المستعمِلين بينما تطبق إدارات أخرى معايير لا تسري إلا في حالات التعرض للتداخل. وبعض الإدارات تعتمد الحدود التي وضعتها اللجنة CISPR بينما تمضي إدارات أخرى في تطبيق الحدود التي وضعتها لنفسها.

وفي بعض نطاقات التردد، ورغم سويات الإشعاع المرتفعة نسبياً، يلاحظ أن عدد الشكاوى المحققة بشأن التداخل من تجهيزات ISM ضئيل في جميع البلدان، لا من حيث الأرقام المطلقة فحسب وإنما مقارنة بالعدد الإجمالي لمنشآت ISM أيضاً. والمصدر الرئيسي للتداخل من تجهيزات ISM هو توافقيات الترددات المصمَّمة خصيصاً لمنشآت ISM بالإضافة إلى تجهيزات ISM التي تعمل خارج النطاقات المخصصة لهذه المنشآت، كتلك التي تعمل بالقرب من ترددات الإغاثة. ولكن الأمر يستدعي المزيد من التقصي إذ لا يمكن في بعض الأحوال معرفة مصدر التداخل كما أن بعض ضحايا التداخل لا تتقدم بشكوى.

2.8.5 تأثيرات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية على الصحة

لقد أُجري قدر لا بأس به من البحوث على امتداد عدد من السنين في مجال الوقوف على تأثير تعرّض الجسم البشري للمجالات الكهرمغنطيسية. والآثار المباشرة للتعرّض قصير الأمد معروفة وقد وُضعت لها حدود ملائمة، لحماية العمال مثلاً. أما الآثار طويلة الأمد فإنها ليست معروفة تماماً وما زالت موضوع بحوث جارية. ويرتبط كل من التوصية ITU-T K.52 التي تنطوي على مبادئ إرشادية بشأن التقيّد بالقيم الحدية لتعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية والتوصية ITU-T K.70 التي تتناول تقنيات التخفيف للحد من تعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية بالقرب من محطات الاتصالات الراديوية، ارتباطاً وثيقاً بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية.

معايير السلامة: لقد اعتُمدت مبادئ توجيهية ومعايير دولية شتى ترمي إلى درء الآثار الضارة بالصحة من جراء تعرُّض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية وإلى توفير سلامة الأجهزة التي تولّد المجالات الكهرمغنطيسية من صنع الإنسان. وتوضع مثل هذه المعايير بعد استعراض جميع الكتابات العلمية من قبل مجموعات من العلماء بحثاً عن أدلة عن تأثيرات متسقة الحدوث ولها عواقب ضارة بالصحة. ثم تعمد هذه الجماعات إلى التوصية بمبادئ توجيهية من أجل معايير للعمل تضطلع بها الهيئات الوطنية والدولية الملائمة. وثمة منظمة غير حكومية، تعترف بها رسمياً منظمة الصحة العالمية في مجال الحماية من الإشعاع غير المؤيَّن، وهي اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع المؤين (ICNIRP). وقد وضعت هذه اللجنة مبادئ توجيهية دولية بشأن حدود التعرُّض البشري لجميع المجالات الكهرمغنطيسية، بما فيها الأشعة فوق البنفسجية (UV) والضوء المرئي والأشعة فوق الحمراء فضلاً عن مجالات التردد الراديوية والموجات الصغرية.

ويمكن الحصول على المزيد من المعلومات من منظمة الصحة العالمية (WHO) (انظر موقع المنظمة: www.who.int/).

9.5 اعتبارات هندسة الموقع

لقد أدى نمو الخدمات الراديوية إلى زيادة في عدد المواقع الراديوية المطلوبة وفي عدد المستعملين الذين يتقاسمون هذه المرافق. ويتعين أن يكون تصميم الأنظمة الراديوية بحيث يتسم كل منها بدرجة من الكفاءة وأن يعمل بما يضمن الحد الأدنى من التداخل في الأنظمة الأخرى. وقد يكون من الضروري أيضاً بيان الاستعمال الأمثل لمنشأة مقترحة من أجل الوفاء بالمعايير الجمالية للأجهزة الراديوية ومراعاة دواعي القلق البيئية في المجتمعات التي تُستخدم فيها هذه الأجهزة. ويوفر المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) في المنشورات الخاصة به إرشادات للمهندسين المعنيين بتصميم أجهزة الراديو ووضع مواصفاتها وتركيبها وتشغيلها وصيانتها. وهي تتناول بصفة خاصة الأنظمة التي تعمل في نطاقي الموجات المترية VHF والديسيمترية UHF في الخدمة المتنقلة.

1.9.5 هندسة تقاسم المواقع

يتسبب تقارُب موقع المرسِلات في أشكال مختلفة من لاخطيّة الإرسال مع ما تتمخض عنه من أسباب التداخل في تجهيزات الاستقبال. وتتفاوت مشكلات التداخل بحكم تقارُب الموقع من أسباب إزعاج طفيفة إلى إحداث اضطراب خطير في النظام. وهنالك ثلاثة أنواع أساسية من التداخل:

- تداخل الترددات الراديوية (RFI)؛
- التداخل الكهرمغنطيسي (EMI)؛
- التداخل جرّاء التشكيل البيني.

ويكون تداخل الترددات الراديوية (RFI) نتيجة أجهزة أخرى ترسِل ترددات راديوية، مثل مرسلات الراديو والتلفزيون وغيرها، تولّد طاقة ترددات راديوية كجزء من عملياتها. أما التداخل الكهرمغنطيسي (EMI) فهو يتسبب عن الحواسيب والمعدات الرقمية والتجهيزات الكهربائية وأنظمة الإضاءة والتجهيزات الطبية (المعالجة بالإحرار الكهربائي)، وغير ذلك. وأخيراً فإن التشكيل البيني هو نوع من التداخل نتيجة الذبذبة الداخلية في أجهزة الإرسال الراديوي من جراء مصدر داخلي أو خارجي. وعندما يجتمع عدد من أنظمة الاتصالات في مكان واحد فإن إمكانية التداخل جراء التشكيل البيني تزداد زيادة كبيرة.

ويمكن معالجة مشكلة تقاسم الموقع بتحسين:

- الإدارة الفعالة للموقع
- سجلات قاعدة بيانات مفصلة للأجهزة المشتركة في موقع واحد ومعلمات التداخل الخاصة
- القدرة على تحليل التداخل عند تقاسم موقع واحد.

وتتوقف القدرة على النجاح في تلقي الإشارة الراديوية المطلوبة في المستقبِل الثابت على توفير أفضل بيئة ممكنة من الترددات الراديوية في الموقع.

ولتحقيق ذلك لا بد من تخفيض سوية الطاقة غير المطلوبة التي تحدث عند تلقي الترددات. وفي غالبية الحالات فإن تخفيض سوية الطاقة غير المطلوبة التي تنبعث من المرسلات المحلية، بالإضافة إلى ترشيح الإشارات غير المطلوبة الواردة إلى المستقبِل، من شأنه أن يزيل التداخل الوارد إلى بيئة المستقبِل. ومن الأرجح أن يصبح التداخل مشكلة في المواقع التي تكثر فيها الهوائيات. فإذا ما اتخذت التدابير اللازمة وما زال المستقبل يلتقط الضوضاء عندئذ لا بد من التعرّف إلى مصادر التداخل في البيئة المجاورة والعمل على إزالتها.

ومن الأسباب الشائعة للمشكلة والحلول المقابلة:

- الصدأ – يجب أن تكون جميع المواد خالية من الصدأ (لمنع آلية لاخطية من الحدوث)؛
- ينبغي عدم استعمال الأسلاك المضفورة لأنها قد تتآكل وتتسبب في إشارات التشكيل البيني؛
- يجب أن تكون التوصيلات بين المعادن صلبة متينة؛
- ينبغي إزالة أي معادن سائبة من الموقع؛

- ينبغي تغليف مادة سياج التوصيل في شكل سلسلة بمادة الفينيل؛
- يتعين القيام بتوصيل المعادن المختلفة بعد مراجعة جدول غلفاني لكل معدن من المعادن. ويتعين أن تكون التوصيلات متينة وثابتة؛
- ينبغي تجنب خطوط الإرسال غير المغمدة؛
- ينبغي عدم استعمال روابط الكبل المعدنية العارية؛
- من المحتمل جداً أن يتسبب تشقق عوازل خطوط الطاقة (من النوع الزجاجي) في ضوضاء في النطاق العريض؛
- ينبغي التأكد من أن جميع هوائيات الإرسال التوجيهية مسددة نحو الهوائيات المستقبِلة أو بعيداً عنها وذلك لتجنب ما يدعى ظاهرة "الاحتراق". ولتجنب هذه المشكلة تراعى مسافة فاصلة قدرها 20 متراً؛
- من الأمور الأخرى التي تستحق الاهتمام أماكن تركيب الهوائيات والمباعدة فيما بينها. إذ كثيراً ما تهمَل معايير التصميم التي تقضي بحد أدنى من المباعدة وبالتالي قد تكون الأبراج أو الأسطحة مزدحمة بهوائيات إضافية. ولذلك ينبغي إعادة النظر في المعايير المتصلة بقدرات تحميل الأبراج والأسطحة والعمل بها كلما اقتضى الأمر؛
- يجب تطبيق معايير التجهيزات على جميع منشآت المواقع لإبقاء مشكلات التداخل في حدها الأدنى.

ولئن كان من المتعذر ضمان خلو العمليات من التداخل بعد مراعاة جميع المعايير وحُسن إدارة الموقع فإن احتمال المشكلات سوف ينخفض كما ينخفض الوقت اللازم لحل مشكلة التداخل.

من شأن وضع نموذج لتحليل تقاسم الموقع (COSAM) أن يمكّن من تقييم التداخل المتبادل في موقع واحد حيث يجتمع عدد كبير من المرسِلات والمستقبِلات. ويتضمن التقرير ITU-R M.2244 حسابات عزل الفواصل الأفقية والرأسية والمائلة بين هوائيين وذلك من أجل تصميم تشكيل الهوائي لمحطات قاعدة متقاسمة الموقع للاتصالات المتنقلة الدولية في الخدمة المتنقلة البرية.

2.9.5 مثال لبنية تحتية متقاسَمة: شبكات خلوية من الجيل الثالث

تتألف البنية التحتية لشبكات الجيل الثالث (3G) من أربعة أجزاء رئيسية:

- مواقع لتركيب التجهيزات الراديوية، بما في ذلك التجهيزات الانفعالية المطلوبة (المباني وتزويد الطاقة والسواري وغيرها)؛
- الهوائيات الراديوية؛
- تجهيزات النفاذ الراديوية، المحطات القاعدة؛
- تجهيزات الشبكة الأساسية.

ويمكن اللجوء إلى تقاسُم البنية التحتية بغية تخفيض الاستثمارات الأولية التي يتطلبها مشغلو شبكات الجيل الثالث وبغية تغطية مناطق حرجة (مثل الأنفاق والمواقع المصنَّفة) ولتمكين تغطية المناطق الريفية أو المناطق منخفضة الكثافة بطريقة فعالة من حيث التكلفة. ويمكّن هذا الحل من التطور باتجاه شبكات منفصلة لتلبية الاحتياجات المتزايدة من حيث السعة والنوعية. ويخطَّط لمثل هذه الترتيبات في ألمانيا والسويد والمملكة المتحدة. وليس من شأن وكالات التنظيم عموماً تحديد هذه الوظيفة بالتفصيل وإنما تحديدها من حيث المبدأ.

ويتمخض تحليل مختلف إمكانيات تقاسم البنية التحتية عن النتائج التالية:

- الحلول المتاحة (مستويات التقاسم) تسهم في تحقيق هدف التخفيض المبدئي في الاستثمار والوصول بالتغطية إلى الحد الأمثل في ضوء انتشار شبكات الجيل الثالث. وهي متاحة تقنياً في إطار المعايير الدولية (الاتصالات المتنقلة الدولية، IMT).
- تمكّن هذه الحلول من التطور نحو شبكات منفصلة، في مراحل لاحقة من النشر، تستجيب إلى الاحتياجات المتطورة من حيث حركة المرور والخدمات.

- يقتصر تأثيرها على مختلف عناصر البنية التحتية، تصميم الشبكات وإدارتها التشغيلية، دون أي تداعيات محددة تنال من مطاريف المستعملين.
- فيما يتعلق بمستوى التقاسم المكيَّف فإن تقاسم عناصر البنية التحتية يتطلب التنسيق وكذلك التعاون بين المشغّلين أصحاب الشأن. وفضلاً عن توفّر هيكل تنظيمي يفي بالغرض فإن التقاسم يستوجب كفاءة التعاون بين المشغلين.
- من الضروري توفر تنسيق مفصل جداً بين المشغلين المعنيين.
- يترتب على جميع حلول التقاسم، بدرجات متفاوتة، تداعيات فيما يتعلق بتنفيذ الشبكات ووظائفها التشغيلية، وعلى وجه الخصوص:
- تزامن عمليات الرقابة والصيانة؛
- القدرة على الامتثال لمطالب كل مشغّل، من حيث الأداء التقني ونوعية الخدمة، والتي لا بدّ من تطويرها في إطار التقاسم؛
- تخصيص الموارد المتاحة في بيئة تنافسية.
- يمكن الافتراض بأن نشر الاتصالات المتنقلة الدولية IMT يقوم على أساس فردي حيث يمتزج تقاسم الشبكات بدرجات متفاوتة تبعاً للمناطق المشمولة.

إن أعلى درجة من كفاءة الإدارة هي تلك التي تمكّن، تبعاً للبيئة والظروف، من تحقيق الآثار الاقتصادية المرغوبة بينما تحافظ على نطاقات التردد المخصصة لمشغلي هذه الخدمات. وبناء على ذلك فإن سياسة التقاسم ينبغي أن تأخذ في الحسبان الحالة على المستوى الوطني وأن تشتمل على المرونة التي تضمن الحلول المكيفة على أساس كل حالة في حد ذاتها. كما يتوقف تقاسم البنية التحتية على الحالة التنظيمية السائدة.

المراجع

BEM, D. J. [November 1979] Propagation aspects in the planning of radiocommunicaiton services, *Telecomm. J.*, Vol. 46, **XI**, p. 680-688.

CHAN, G. K. [November 1991] Propagation and Coverage Prediction for Cellular Radio Systems, *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 40, **4**.

ETSI [1991] Radio site engineering for radio equipment and systems in the mobile service, Version 0.0.7, European Telecommunications Standards Institute, Valbonne Cedex, France.

HATCH, W., HINKLE, R. and MAYHER, R. [1971] Modelling of pulse interference in amplitude modulated receivers, IEEE International Electromagnetic Compatibility Symposium Record, Philadelphia, PA, United States of America.

PALMER, F. H. [1981] The Communication Research Center VHF/UHF Propagation Prediction Program: An Overview. *Can. Electron. Eng. J.*, Vol. 6, **4**.

بيبليوغرافيا

BERNOSKUNI, YU. V., BYKHOVSKY, M. A., PLEKHANOV, V. V. and TIMOFEEV, V. V. [1984] Effektivny method podavleniya impulsnykh pomwkh v troposfernykh sistemah svyazi (Effective method of suppressing pulse interference in trans-horizon communications systems). *Elektrosviaz*, 9, p. 11-14.

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

كتيب القطاع ITU-R – الأيونوسفير وتأثيراته على انتشار الموجات الراديوية للأرض ومن الأرض إلى الفضاء من الترددات VLF حتى الترددات SHF (1997).

كتيب القطاع ITU-R – انتشار الموجات الراديوية في الأنظمة المتنقلة البرية للأرض في النطاقات UHF/VHF (2002).

كتيب القطاع ITU-R – معلومات عن انتشار الموجات الراديوية من أجل التنبؤ فيما يتعلق بالاتصالات على المسير أرض–فضاء (1996).

التوصية 66 (المراجعة في المؤتمر WRC-2000) دراسات السويات القصوى المسموح بها للإرسالات غير المطلوبة

التوصية ITU-R BS.412 معايير التخطيط للإذاعة الصوتية للأرض بتشكيل التردد (FM) في الموجات المترية (VHF)

التوصية ITU-R BS.559 القياس الموضوعي لنسب حماية التردد الراديوي RF في الإذاعة على الترددات LF وMF وHF

التوصية ITU-R BS.560 نسب حماية التردد الراديوي في الإذاعة على الموجات الكيلومترية (LF) والهكتومترية (MF) والديكامترية (HF)

التوصية ITU-R BS.638 المفردات والتعاريف المستعملة في تخطيط الترددات من أجل الإذاعة الصوتية

التوصية ITU-R BS.641 تحديد نسب حماية التردد الراديوي (RF) للإذاعة الصوتية بتشكيل التردد

التوصية ITU-R BT.417 القيم الصغرى لشدة المجال التي قد يضطر عندها إلى تقدير حماية عند التخطيط لخدمة تلفزيونية تماثلية للأرض

التوصية ITU-R BT.500 منهجية التقدير الشخصي لنوعية الصور التلفزيونية

التوصية ITU-R BT.655 نسب حماية التردد الراديوي من أجل أنظمة تلفزيون للأرض ذات تشكيل اتساع بنطاق جانبي متبق تتعرض للتداخل من إشارات صورة تماثلية غير مطلوبة وما يرتبط بها من إشارات صوتية

التوصية ITU-R BT.656 السطوح البينية من أجل إشارات الفيديو الرقمية بمكونات في أنظمة التلفزيون ذات 525 خطاً و625 خطاً العاملة عند السوية 4:2:2 للتوصية ITU-R BT.601 (الجزء A)

التوصية ITU-R BT.2033 معايير التخطيط للجيل الثاني من أنظمة الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF)، بما في ذلك نسب الحماية

التوصية ITU-R F.240 نسب حماية الإشارة إلى التداخل لمختلف أصناف البث في الخدمة الثابتة أدنى من حوالي 30 MHz

التوصية ITU-R F.1670 حماية الأنظمة اللاسلكية الثابتة من الأنظمة الفيديوية والصوتية الرقمية للأرض التي تتقاسم نطاقي الموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF)

التوصية ITU-R M.441 نسب الإشارة إلى التداخل وأدنى قيم لشدة المجال المطلوبة في الخدمة المتنقلة للطيران (R) فوق 30 MHz

التوصية ITU-R M.589 الخصائص التقنية لطرائق إرسال البيانات والحماية من التداخل الذي تتعرض له خدمات الملاحة الراديوية في النطاقات الواقعة بين 70 kHz و130 kHz

التوصية ITU-R M.1767 حماية الأنظمة المتنقلة البرية من الأنظمة الفيديوية الرقمية للأرض والأنظمة الإذاعية السمعية في النطاقات المتقاسمة للموجات VHF وUHF الموزعة على أساس أولي

التوصية ITU-R P.368 منحنيات انتشار الموجة الأرضية للترددات ما بين 10 kHz و30 MHz

التوصية ITU-R P.372 الضوضاء الراديوية

التوصية ITU-R P.452 إجراء التنبؤ لتقدير التداخل في الموجات الصغرية بين المحطات على سطح الأرض عند ترددات تفوق 0,7 GHz تقريباً

التوصية ITU-R P.453 دليل الانكسار الراديوي: عباراته ومعطيات الانكسارية

التوصية ITU-R P.525 حساب التوهين في الفضاء الحر

التوصية ITU-R P.526 الانتشار بالانعراج

التوصية ITU-R P.530 معطيات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة راديوية للأرض في خط البصر

التوصية ITU-R P.531 بيانات الانتشار الأيونوسفيرية وطرائق التنبؤ لتصميم الخدمات والأنظمة الساتلية

التوصية ITU-R P.533 طريقة التنبؤ بأداء الدارات العاملة بالموجات الديكامترية (HF)

التوصية ITU-R P.534 طريقة حساب شدة مجال الطبقة E المتفرقة

التوصية ITU-R P.581 مفهوم "أسوأ شهر"

التوصية ITU-R P.618 معطيات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات أرض–فضاء
التوصية ITU-R P.679 معطيات الانتشار المطلوبة لتصميم أنظمة الإذاعة الساتلية

التوصية ITU-R P.680 معطيات الانتشار المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات المتنقلة البحرية أرض – فضاء

التوصية ITU-R P.681 معطيات الانتشار المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات المتنقلة البرية أرض–فضاء

التوصية ITU-R P.682 معطيات الانتشار المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات المتنقلة للطيران أرض – فضاء

التوصية ITU-R P.832 الأطلس العالمي لإيصالية الأرض

التوصية ITU-R P.834 آثار الانكسار التروبوسفيري على انتشار الموجات الراديوية

التوصية ITU-R P.836 بخار الماء: الكثافة عند سطح الأرض والمحتوى الإجمالي لعمود هوائي

التوصية ITU-R P.837 خصائص الهواطل لنمذجة الانتشار

التوصية ITU-R P.838 نموذج التوهين الخاص الناتج عن المطر المعد للاستعمال في طرائق التنبؤ

التوصية ITU-R P.841 تحويل الإحصائيات السنوية إلى إحصائيات الشهر الأسوأ

التوصية ITU-R P.1147 التنبؤ بشدة مجال الموجة الأيونوسفيرية عند ترددات بين 150 و700 1 kHz تقريباً

التوصية ITU-R P.1239 الخصائص الأيونوسفيرية المرجعية للقطاع ITU-R

التوصية ITU-R P.1240 طرائق القطاع ITU-R للتنبؤ بالتردد الأساسي الأقصى المستعمل MUF والتردد MUF التشغيلي ومسير الأشعة

التوصية ITU-R P.1546 طريقة التنبؤ بالانتشار من نقطة إلى منطقة بالنسبة إلى خدمات الأرض في مدى الترددات بين 30 MHz و3000 MHz

التوصية ITU-R P.1812 طريقة تنبؤ بانتشار خاصة بمسير لخدمات الأرض من نقطة–إلى–منطقة في نطاقات الموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF)

التوصية ITU-R RA.1031 حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاقات الترددات المتقاسمة مع خدمات أخرى

التوصية ITU-R RA.611 حماية خدمة الفلك الراديوي من البث الهامشي

التوصية ITU-R SM.326 تحديد وقياس القدرة المشكلة بالاتساع للمرسلات الراديوية

التوصية ITU-R SM.328 أطياف وعرض نطاق البث

التوصية ITU-R SM.329 إرسالات غير مطلوبة في المجال الهامشي

التوصية ITU-R SM.331 ضوضاء وحساسية المستقبلات

التوصية ITU-R SM.332 انتقائية المستقبلات

التوصية ITU-R SM.337 فصل التردد والمسافة

التوصية ITU-R SM.851 التقاسم بين الخدمة الإذاعية والخدمتين الثابتة و/أو المتنقلة في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF)

التوصية ITU-R SM.852 حساسية المستقبلات الراديوية لصنف البث F3E

التوصية ITU-R SM.853 عرض النطاق اللازم

التوصية ITU-R SM.1009 المواءمة بين الخدمة الإذاعية الصوتية في نطاق الترددات 87-108 MHz تقريباً والخدمات الطيرانية في النطاق 108-137 MHz

التوصية ITU-R SM.1045 نطاق التسامح في ترددات المرسلات

التوصية ITU-R SM.1055 استخدام تقنيات تمديد الطيف

التوصية ITU-R SM.1056 تقييد الإشعاع الصادر عن التجهيزات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)

التوصية ITU-R SM.1132 المبادئ العامة وطرائق التقاسم بين خدمات الاتصالات الراديوية أو بين المحطات الراديوية

التوصية ITU-R SM.1134 حسابات تداخلات التشكيل البيني في الخدمة المتنقلة البرية

التوصية ITU-R SM.1138 تحديد عروض النطاق اللازمة وأمثلة عن كيفية حسابها وأمثلة مصاحبة عن تسمية الإرسالات

التوصية ITU-R SM.1140 إجراءات الاختبار لقياس خصائص المستقبلات على متن الطائرات المستخدمة من أجل تحديد المواءمة بين الخدمة الإذاعية الصوتية في النطاق MHz 108-87 تقريباً وخدمات الطيران في النطاق MHz 118-108

التوصية ITU-R SM.1235 وظائف الأداء لأنظمة التشكيل الرقمي في بيئة تداخلية

التوصية ITU-R SM.1446 تعريف وقياس نواتج التشكيل البيني في مرسِل يستخدم تقنيات تشكيل التردد أو الطور أو تقنيات تشكيل معقدة أخرى

التوصية ITU-R SM.1448 تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية في نطاقات التردد بين MHz 100 وGHz 105

التوصية ITU-R SM.1535 حماية خدمات الأمان من الإرسالات غير المطلوبة

التوصية ITU-R SM.1539 تفاوت الحدود بين المجالات خارج النطاق والمجالات الهامشية المطلوب في تطبيق التوصيتين ITU-R SM.1541 وITU-R SM.329

التوصية ITU-R SM.1540 الإرسالات غير المطلوبة في المجال خارج النطاق الواقعة في النطاقات الموزعة المجاورة

التوصية ITU-R SM.1541 الإرسالات غير المطلوبة في المجال خارج النطاق

التوصية ITU-R SM.1542 حماية الخدمات المنفعلة من الإرسالات غير المطلوبة

التوصية ITU-R SM.1633 تحليل المواءمة بين خدمة منفعلة وخدمة فاعلة موزعة في نطاقات مجاورة وقريبة

التقرير ITU-R M.2244 العزل بين هوائيات المحطات القاعدة في الخدمة المتنقلة البرية بما في ذلك الاتصالات المتنقلة الدولية

التقرير ITU-R SM.2021 نشوء نواتج التشكيل البيني في المرسِل والحد منها

التقرير ITU-R SM.2022 تأثر أنظمة الاتصالات الرقمية من التداخل الناجم عن خطط تشكيل أخرى

التقرير ITU-R SM.2028 منهجية محاكاة مونتي كارلو للاستخدام في دراسات التقاسم والمواءمة بين خدمات أو أنظمة راديوية مختلفة

التقرير ITU-R SM.2153 المعالم التقنية والتشغيلية واستعمال الطيف لأجهزة الاتصالات القصيرة المدى

التقرير ITU-R SM.2180 أثر المعدات الصناعية والعلمية والطبية على خدمات الاتصالات الراديوية

نصوص قطاع تقييس الاتصالات ITU-T

التوصية ITU-T K.52 مبادئ إرشادية بشأن التقيّد بالقيم الحدية لتعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية

التوصية ITU-T K.70 تعيين مواضيع الدراسة التي تتناولها لجان دراسات قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والتي تتسم بأهمية خاصة للبلدان النامية

التوصية ITU-T K.91 مبادئ إرشادية لتقدير وتقييم ومراقبة التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للتردد الراديوي

الفصل 6

اقتصاديات الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.6 مقدمة 179
2.6 الآليات التقليدية لتمويل إدارة الطيف 179
1.2.6 التمويل من الميزانية الوطنية 180
2.2.6 الترخيص باستعمال الطيف ورسوم استعماله 180
1.2.2.6 الرسم البسيط 180
2.2.2.6 استرداد التكاليف 181
3.2.6 الرسوم الأخرى 182
4.2.6 أساليب بديلة لدعم أنشطة إدارة الطيف 183
3.6 نُهُج إصدار التراخيص الخاصة بالطيف 184
1.3.6 من يأتي أولاً يُخدم أولاً 184
2.3.6 مسابقة أفضل العروض 184
1.2.3.6 مسابقة أفضل العروض مشفوعة بعطاء مالي (العطاءات المقارنة) 185
3.3.6 المزادات 185
4.3.6 عمليات القرعة 188
4.6 تسعير الطيف 189
1.4.6 رسوم الطيف التشجيعية 189
1.1.4.6 رسوم الطيف التشجيعية القائمة على تكاليف الفرصة البديلة 191
2.1.4.6 رسوم الطيف التشجيعية القائمة على أساس الدخل الإجمالي للمستعملين 191
5.6 حقوق استعمال الطيف 192
1.5.6 كيف تعرّف حقوق استعمال الطيف 192
2.5.6 دور الإدارة في تحديد حقوق استعمال الطيف 194
3.5.6 مدة الترخيص 194
4.5.6 حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل 194
5.5.6 السوق الثانوية 195

الصفحة

6.5.6 إدارة التحول في تمويل الطيف 196
7.5.6 تكاليف إعادة توزيع الطيف (كطريقة في إدارة الطيف) 196
الملحق 1 – تطبيق لتسعير الطيف (نيوزيلندا) 197
الملحق 2 – تكلفة إعادة توزيع الطيف (فرنسا) 198
1 المصالح التي تسوِّغ قرار إعادة توزيع الطيف 198
2 تكلفة إعادة التوزيع 198
3 حساب تكلفة إعادة التوزيع باستخدام القيمة المحاسبية المتبقية..... 199
1.3 تقدير التكلفة التي يتحملها المستعمل عند تركه نطاق التردد 199
2.3 القيمة المحاسبية المتبقية 199
3.3 تكاليف التجديد 199
4.3 حساب تكلفة إعادة التوزيع 199
4 حساب تكلفة إعادة التوزيع باستخدام القيمة الاقتصادية المتبقية 200
5 صندوق إعادة التوزيع وإجراءات إعادة التوزيع..... 201
1.5 صندوق إعادة التوزيع..... 201
2.5 إجراءات إعادة التوزيع 202
الملحق 3 – مثال لمزاد الطيف (جمهورية كوريا) 203
1 مقدمة 203
2 لمحة تاريخية 203
3 طريقة المزاد..... 204
4 عملية مزاد الطيف ونتائجه..... 204
1.4 الإجراء الأول لمزاد الطيف 204
2.4 هدف التخصيص 204
3.4 تاريخ التخصيص..... 204
4.4 السعر التنافسي الأدنى 204
5.4 يعتبر تنفيذ نظام المزاد ناجحاً في كوريا،
وهو يعتبر أيضاً بمثابة أساس لسياسة تخصيص الترددات التجارية في المستقبل. 205
5 الخلاصة..... 205
بيبليوغرافيا 206

1.6 مقدمة

يعالج هذا الفصل المسائل المتعلقة بتمويل برنامج وطني لإدارة الطيف. وهو يقدم بعض المعلومات عن استعمال أدوات تستند إلى اقتصاديات الطيف لمعالجة المسائل التي نشأت في عدد من الإدارات، وبصفة أساسية في البلدان المتقدمة بسبب زيادة الطلب على الطيف عقب تحرير الاتصالات. وتؤدي زيادة الطلب إلى نشوء مشاكل في تخصيص الترددات التي تبيّن لدى الكثير من الإدارات صعوبة حلها باستعمال الأدوات التقليدية لإدارة الطيف. ونجم عن هذه المشاكل بدورها اهتمامات باستحداث واستعمال أدوات جديدة لإدارة الطيف تستند إلى استخدام اقتصاديات الطيف. ويرد أدناه عدد من الأفكار التي نوقشت في التقرير ITU-R SM.2012 (الجوانب الاقتصادية لإدارة الطيف) لتفادي أخذ النظرية المتضمنة في ذلك التقرير خارج سياق النص التالي الذي يركّز على أنماط الرسوم وآليات تسعير الطيف المختلفة. ويرجى الاطلاع على التقرير للحصول على تحليل مفصّل لاقتصاديات الطيف.

ويرد في الجدول 6-2 دليل موجز لأماكن المواضيع التي تتناول رسوم الترددات.

وبالإضافة إلى ذلك، قامت لجنة الدراسات 2 التابعة لقطاع تنمية الاتصالات في الاتحاد، لدى معالجتها للمسألة 21/2 "حساب رسوم الترددات"، (WTDC-02)، بوضع الصيغة النهائية لعملها المتعلق بما يلي:

- تحليل مختلف الأساليب والقواعد والنُهج التي يطبقها مختلف البلدان حالياً في حساب رسوم الترددات مصحوباً بدراسة مقارنة تُبرز بجلاء ما يلي:
  - النُهج والمبادئ المتعلقة بحساب رسوم الترددات؛
  - المبررات والأساس المنطقي لكل نهج؛
  - كيفية إسهام كل نهج في تعزيز إدارة الطيف وتحقيق فعاليته؛
  - مزايا كل نهج والعوائق التي تعترضه (الاعتبارات الاجتماعية الاقتصادية والتقنية وغيرها).
- العوامل الأساسية التي يمكن أخذها في الاعتبار لدى وضع قواعد جديدة أو مراجعة قواعد قائمة.
- كيفية تحقيق الاتساق والتكامل بين عمليات إعادة ترتيب تخصيص الطيف وتحقيق الفوائد الاقتصادية المثلى من الترددات.

ونتائج هذا العمل متيسرة على موقع لجنة الدراسات 2 التابعة لقطاع تنمية الاتصالات على شبكة الويب.

2.6 الآليات التقليدية لتمويل إدارة الطيف

حسبما أشير في فصول أخرى من هذا الكتيب، تنطوي إدارة الطيف الراديوي على أداء أنشطة كثيرة مختلفة، كما أن المدى الذي يؤدَّى فيه أي نشاط يتوقف على متطلبات فرادى الإدارات. كما يعتمد المدى الذي تؤدى في نطاقه أنشطة إدارة الطيف على مستوى الموارد المتيسرة، ويتطلب هذا الأمر وضع آليات للتمويل. ولئن كان هناك عدد من آليات التمويل المختلفة (انظر أدناه)، فإنها تستند دوماً بالضرورة إلى القوانين الوطنية الملائمة. بينما تستند إدارات كثيرة في أغلب الأحيان إلى ما يلي:

- التمويل من الميزانية الوطنية؛
- تحصيل الرسوم المقررة؛
- نُهج طرح العطاءات من أجل استعمال الطيف.

وفي مرحلة ما من تطور تنظيم إدارة الطيف، يستخدم معظم الإدارات أحد هذه النُهج أو مزيجاً منها لتمويل جميع وظائفها الخاصة بإدارة الطيف.

ويُعرض مزيد من الأمثلة على نماذج التمويل الأساسية في التقرير ECC 53 المعنون "أنظمة توزيع ومحاسبة التكاليف المستخدمة في تمويل الإدارات الراديوية في البلدان الأعضاء في المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات السلكية واللاسلكية (CEPT)". ويمكن تنزيل هذا التقرير من الموقع الإلكتروني http://www.cept.org/ecc/ تحت البند deliverables/reports.

1.2.6 التمويل من الميزانية الوطنية

لعل هذا التمويل هو أول نهج لتمويل إدارة الطيف تستعمله جميع الإدارات. وفي إطار هذا النظام يُخصص جزء من الميزانية السنوية للدولة لتمويل إدارة الطيف ولا تُفرض رسوم على المرخَّص له. ويعتمد مستوى التمويل المقدَّم على أولويات الحكومة الوطنية وعلى مجموع مواردها الضريبية. ولدى إدخال إدارة الطيف في بلد ما قد يكون تمويله من قبل الدولة هو أسهل نهج يُستخدم في هذا السبيل. إلا أنه مع تزايد استعمال الطيف يتزايد أيضاً الطلب على إدارة الطيف وتترتب على ذلك زيادات في التكاليف المرتبطة بهذه الإدارة، مما يتطلب من الإدارة في نهاية المطاف استرداد بعض أو جميع هذه التكاليف من المرخَّص لهم.

2.2.6 الترخيص باستعمال الطيف ورسوم استعماله

لئن كان استخدام التمويل من الميزانية الوطنية بسيطاً من الوجهة الإدارية فإن الأكثر إنصافاً هو تحميل مستعملي الراديو رسوم طلب إصدار الترخيص وإلا فإن جميع دافعي الضرائب يدفعون من أموالهم لأغراض إدارة الطيف حتى وإن كانوا لا يستفيدون من استعمال الطيف الراديوي[35]. ومن ثم، وفي إدارات كثيرة، أدت تكلفة توفير إدارة الطيف على نحو ملائم إلى فرض رسم لمرة واحدة فقط عند إصدار الترخيص الذي يخصِّص الحق في استعمال تردد ما. ويمكن أن يطبّق الرسم على بعض مستعملي الطيف الراديوي أو على جميع هؤلاء المستعملين. والشكلان الأكثر شيوعاً بالنسبة لرسوم استعمال الطيف فيما يتعلق بالرسوم الوحيدة المرة أو الرسوم المنتظمة هما:

- الرسم البسيط؛
- الرسم القائم على استرداد التكاليف.

ويمكن من الناحية العملية اعتبار الرسم البسيط بمثابة متغير للرسم القائم على استرداد التكاليف نظراً لأن الإدارة هي التي تحدد السعر الذي يتعين على المرخّص له أن يدفعه، بيد أنه ينبغي إجراء تمييز بسبب تأثر بنية التسعير وتنفيذه تأثراً شديداً بالمتطلبات التشريعية الوطنية والمتطلبات الدستورية. وتقوم بلدان كثيرة بتمويل برامج إدارة الطيف لديها تمويلاً كاملاً أو جزئياً من خلال استعمال رسوم كما يقوم كثير منها بتنفيذ بعض أشكال نظام استرداد التكاليف.

ويمكن الاطلاع على أمثلة لتطبيق رسوم الترددات في بلدان كثيرة في موقع لجنة الدراسات 2 في قطاع تنمية الاتصالات على شبكة الويب[36].

ومن مآخذ الرسوم الإدارية هو أن الرسوم التي تفرض بشكل عام لا تعكس قيمة الطيف، ونتيجة لذلك يمكن أن تولد حوافز خاطئة للمرخص لهم فيما يتعلق بكمية الطيف التي يريدون الحصول عليها أو استخدامها.

1.2.2.6 الرسم البسيط

تحدد الإدارة في حالة الرسم البسيط سعراً للترخيص، ويمكن أن يستند هذا السعر إلى سعر موحد لجميع التراخيص أو يمكن أن يختلف تبعاً لمعايير محددة. ويتسم الرسم الموحَّد بنفس المستوى لجميع التراخيص بأنه رسم يسهل استعماله وتنفيذه لكنه لا يميز بين المستعملين، ولذلك فإن صغار مستعملي الطيف يمكن أن يُفرض عليهم الرسم ذاته الذي يُفرض على كبار مستعمليه. وقد يرى بعض فئات المستعملين أن هذا الرسم 'تعسفي' وقد يعرّض للخطر الثقة في النظام.

ومن ثم يعتبر فرض رسم متغيّر تبعاً لمعايير محددة مثل القدر المشغول من الطيف أو نطاق التردد المستعمَل، أو المنطقة الجغرافية المغطاة نهج أكثر إنصافاً.

ويوصى بأن توضع هذه الرسوم من خلال عملية مفتوحة وشفافة، فذلك يفي جزئياً بالتعريف المقصود من الرسم الإداري. وتخضع الرسوم الإدارية لإطار قانوني صارم (انظر شرح مبدأ تغطية التكاليف). إلا أنه إذا أضيفت الرسوم إلى الميزانية العامة للدولة فإنها

---

[35] من الناحية الأخرى يمكن القول بأن الاقتصاد ككل يستفيد من استعمال الطيف الراديوي. وأثبتت دراسات التأثير الاقتصادي التي أُجريت في المملكة المتحدة أن استعمال الطيف الراديوي (بآثاره المباشرة وغير المباشرة) يولّد زهاء 2% من الناتج المحلي الإجمالي للمملكة المتحدة.

[36] http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp.

ينبغي أن تُعتبر بمثابة ضرائب. ويندرج في إطار السيادة الكاملة للدولة تحديد ما هي الأشياء (الإيرادات، الثروات) والأنشطة التي تخضع للضرائب وتحديد سوية هذه الضرائب.

2.2.2.6 استرداد التكاليف

يتمثل الغرض من هذا النظام في استرداد تكاليف إدارة الطيف التي تتكبدها الإدارة. وتحدَّد رسوم استعمال الترددات، ومن ثم الرسوم المتعلقة بمنح ترخيص تردد راديوي، وفقاً للتكاليف المتكبدة من أجل إصدار الترخيص وفي عملية توزيع أو تخصيص الترددات المصاحبة له (من قبيل تخصيص الترددات وإخلاء الموقع وتنسيقه) بما في ذلك أي مهام ضرورية أخرى تتعلق بإدارة الطيف (وهذه التكاليف يتم تكبدها لمرة واحدة عند إصدار الترخيص). وبالإضافة إلى هذه التكاليف، يُفرض غالباً رسم سنوي للتكاليف المتعلقة بحماية الترددات من التداخل (تكاليف الإنفاذ)، انظر أيضاً البند 3.2.6. وهكذا تنظم رسوم الترخيص عادة على أساس مبدأ استرداد التكاليف الذي يعود بشكل مباشر أو غير مباشر إلى فئة الترخيص (الإذاعية والمتنقل، والساتلية، وغيرها).

ومن وجهة نظر المرخص لهم، يمكن أن يكون نظام استرداد التكاليف نظاماً منصفاً لأنه يوزع تكاليف إدارة الطيف على من يستعملونه. كما أن عملية فرض الرسوم تتسم بالشفافية. على أن استرداد التكاليف يتطلب موارد إدارية لمراقبة تكاليف إدارة الطيف وتسجيلها. ولضمان أقصى حد من الشفافية فيما يتعلق برسوم التراخيص، قد يكون من المفيد القيام بشكل مستقل بإصدار حسابات مثبتة الصحة، أي قيام مراجع وطني بمراجعتها لضمان أن التكاليف التي يستند إليها تحديد رسوم الترخيص ملائمة ومبرَّرة. وتزيد هاتان النقطتان على السواء من التكاليف الإدارية العامة، وقد تتطلبا وضع أنظمة مالية أساسية بحيث تكون التكاليف متناسبة مع الرسوم.

كما ينبغي الإشارة إلى أن التعريف والتنفيذ الدقيقين لاسترداد التكاليف يمكن أن يختلفا تبعاً للإدارة الوطنية للطيف وللمتطلبات التشريعية والدستورية. وقد يكون لهذه الاختلافات تأثير على تنفيذ استرداد التكاليف في كل بلد، كما تؤثر على الكيفية التي يمكن بها تسويغ التكاليف والرسوم. وهناك أسباب عديدة لهذه الاختلافات:

أ) يفسَّر استرداد التكاليف على أن مجموع الرسوم المطبقة على المستفيدين من نشاط إداري يساوي مجموع التكاليف الناجمة عن نشاط قطاع الإدارة المعني. والواقع، من وجهة نظر قانونية بحتة، أن مبدأ تغطية التكاليف يعني ببساطة أن مجموع الرسوم المطبَّقة على المستفيدين من نشاط تجاري لا يتجاوز مجموع التكاليف الناجمة عن نشاط قطاع الإدارة المعني. وبناء عليه فإن قرارات السلطة التنفيذية، أو التشريعية حسبما يمكن أن تعدلها السلطة القضائية، يمكن أن تنص أيضاً على استرداد جزئي فقط للتكاليف، حيث يموَّل الفرق من الميزانية العامة للدولة.

ب) في بعض البلدان، يحدث تمييز تبعاً لما إذا كانت الإيرادات الإجمالية للإدارة تماثل مصروفاتها أو مجرد اقترابها من قيمة هذه المصروفات. وفي الحالة الأولى، لا يُسمح للإدارة بتقديم إعانة مالية إلى المرخص له أو بفرض رسوم مفرطة عليه حيث يتعين أن تُردّ له أي مبالغ زائدة مفروضة عليه. وفي الحالة الأخيرة، يسلَّم بأن الرسوم تستند إلى تقدير للتكاليف المتوقعة ومن ثم يمكن أن تكون الإيرادات أعلى أو أدنى من التكاليف الفعلية للإدارة (ملاحظة – في البلدان التي تعمل وفقاً للنظام الأخير لا يزال في الإمكان تطبيق مراجعة دقيقة للحسابات) كذلك يمكن أن تؤدي الرسوم المرتفعة أكثر من اللازم إلى تكوين فائض يمكن أن يُستعمل في خفض الرسوم في السنوات اللاحقة والعكس بالعكس.

ج) تستند الرسوم المحددة لاسترداد التكاليف، بشكل مباشر أو غير مباشر، إلى العمل المؤدَّى بترخيص فردي أو إلى المتوسط الخاص بتلك الفئة من التراخيص (مثال ذلك الفئة 'الإذاعية').

د) أما تعقُّد عملية تخصيص الترددات، وعدد وظائف إدارة الطيف التي يتعين أداؤها من أجل إصدار ترخيص ما، فيمكن أن تختلف تبعاً لما يلي:

- الخصائص الوطنية — من قبيل عدد المستعملين أو التضاريس الجغرافية التي تتطلب استعمال قاعدة بيانات طبوغرافية مفصَّلة؛
- التنسيق على النطاق الدولي — مثال ذلك، نتيجة لالتزامات بموجب المعاهدات الثنائية أو المتعددة الأطراف وما يتعلق بها من حواشٍ في لوائح الراديو أو متطلبات التنسيق.

- تكاليف أخرى ذات صلة (الدراسات المتعلقة بالترددات الراديوية، والمشاركة في المؤتمرات المعنية بالاتصالات الراديوية، وما إلى ذلك).

وتؤثر العوامل المذكورة آنفاً في إعداد رسوم الترخيص وفي الآليات التي يمكن للإدارة أن تنشئها لمراقبة إيراداتها ومصروفاتها. ويمكن أن تحدث الاختلافات أيضاً في تقسيم التكاليف بين تكاليف مباشرة وتكاليف غير مباشرة على الرغم من الاتفاق العام بشأن التعاريف، وذلك بسبب اختلاف التفسيرات فيما يتعلق بالتكاليف المحددة التي ينبغي أن تخصَّص لكل فئة. وبوجه عام، تُعرَّف التكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة كما يلي.

- *التكاليف المباشرة*

وهي تغطي التكاليف المباشرة والتي يمكن تعيينها لإصدار التراخيص من أجل تطبيقات محددة. وهي تشمل على سبيل المثال: تكاليف الوقت الذي يخصصه الموظفون لعملية تخصيص الترددات، وإخلاء المواقع، وتحليل التداخل حيثما يرتبط ارتباطاً مباشراً بصنف معين من الخدمات – وحماية القنوات العمومية للأنباء وقنوات التسلية من التداخل، وإجراء عمليات تنسيق إقليمية أو دولية ومع الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن خدمة معينة. كما أنها تشمل، في بعض نطاقات الترددات وفي بعض الخدمات أو إذا كانت المرسِلات قريبة من بلدان مجاورة، تكاليف عمليات التنسيق الدولية ذات الصلة.

- *التكاليف غير المباشرة*

وهي تغطي تكاليف وظائف إدارة الطيف المستخدمة في دعم عملية تخصيص الترددات التي تضطلع بها الإدارة والنفقات العامة لتنفيذ إجراءات الإدارة المتعلقة بإدارة الطيف. وهي تمثل التكاليف التي لا يمكن تحديد تحميلها على خدمات أو تراخيص محددة من مثل عمليات التنسيق الدولية العامة، وتكاليف أنشطة البحوث المتعلقة بالانتشار التي تغطي نطاقات ترددات وخدمات كثيرة، وتكاليف المراقبة العامة للطيف وعمليات الاستقصاء بشأن التداخل الناجم عن شكاوى المستعملين الشرعيين، وتكاليف موظفي وتجهيزات الدعم، فضلاً عن تكاليف التحضير لمؤتمرات الاتصالات الراديوية والمشاركة فيها ومن ثم متابعة ما تتخذه من إجراءات.

إلا أن تعريف التكاليف المباشرة تقييدي جداً في بعض الإدارات ويقتصر على التكاليف التي يتحملها فرادى طالبي التراخيص ولا تشمل التكاليف المتعلقة بفئة التراخيص. وهناك بعض الإدارات التي قد لا تفرض أي رسم لقاء التكاليف غير المباشرة. وفي هذه الحالة لا بد من استرداد التكاليف غير المباشرة من الميزانية العامة.

ويتمثل أحد عيوب نظام يقوم على استرداد التكاليف في أنه يعيق فرض رسوم على المستعملين تستند إلى استعمالهم التناسبي للطيف ومستوى ازدحام الطيف القائم (أو 'قيمة' الطيف) الذي يمكن أن يترتب عليه أن كبار مستعملي الطيف يستفيدون على حساب صغار المستعملين. ويجعل هذا من الصعب للغاية استخدام الرسوم في تعزيز استعمال الطيف استعمالاً تتوفر فيه الكفاءة عن طريق تشجيع المستعملين على التحول نحو تكنولوجيات أكثر كفاءة أو التحول إلى نطاقات تردد أقل ازدحاماً. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التكاليف المستندة إلى فئات التراخيص قد لا تأخذ في الحسبان قدرة المستعملين على الدفع أو رغبتهم فيه مما يضر ببعض المستعملين (مثال ذلك، المستعملون الذين يعيشون في مناطق ريفية نائية الذين يدفعون في نظام يقوم على التكاليف أكثر نسبياً مما يدفعه المستعملون في المناطق المزدحمة، حيث يكاد لا يختلف عبء العمل في إصدار رخصة ما). بل إن الأكثر صعوبة هو تسجيل التكاليف المتكبدة لدى إصدار ترخيص إفرادي.

3.2.6 الرسوم الأخرى

بالإضافة إلى التكاليف الناجمة عن إصدار رخصة وإنفاذ الترددات التي تشملها، هناك وظائف معينة للإدارة مرتبطة بأنشطة إدارة الطيف يجب دفع تكاليفها. ويرد فيما يلي بعض الأمثلة على ذلك.

- *رسم الموافقة النمطية أو القبول النمطي (لا يشمل بلدان التوجيه الخاص بالتجهيزات المطرافية للراديو والاتصالات (R&TTE))*

تفرض هذا الرسم الإدارات على الموافقة النمطية أو القبول النمطي لمطراف أو تجهيزات راديوية. فما أن يتم اختبار التجهيزات في مختبر معتمد أو تُقبل مواصفات التجهيزات فإنها تتلقى شهادة من الإدارة أو السلطة المختصة، ومن ثم يمكن طرح التجهيزات

في السوق. وفي بعض الأقاليم يستند تقييم التوافق إلى إجراءات الإعلان الذاتي التي تتخذها الجهات المصنّعة. وبالتالي، قد تكون الإيرادات المتحصلة من هذه الرسوم غير ذات شأن أو معدومة.

– *رسم الاعتماد*

تقوم في بعض البلدان بأداء اختبارات التجهيزات المطرافية والراديوية مختبرات مستقلة معتمدة لا تشكل جزءاً من الإدارة. ويجب أن تدفع رسوم الاختبار مباشرة إلى المختبرات المعتمدة، وهي لا تشكل أي جزء من دخل الإدارات في هذه الحالة.

– *رسوم الملاءمة الكهرمغنطيسية*

لقد أدى تنظيم الملاءمة الكهرمغنطيسية (EMC) إلى تكاليف تتحملها الإدارة في مجال مراقبة السوق. ولذلك اختارت بعض الإدارات فرض رسم على الملاءمة الكهرمغنطيسية بالنسبة للتجهيزات التي يغطيها هذا النمط من التنظيم، أو فرض رسم على الجهات المصنّعة.

– *رسوم التفتيش*

تضطلع الإدارات في بعض الحالات بتفتيش المنشآت قبل أن يستخدم حامل الترخيص التجهيزات أو بعد أن يستخدمها. ويمكن أن يكون ذلك بطريقة منهجية أو عشوائية. وفي بعض الحالات، يغطي رسم الترخيص العادي الرسم الخاص بالتفتيش، وفي بعض الحالات يكون رسم التفتيش مستقلاً.

– *الرسوم الخاصة بمعالجة الشكاوى من التداخل*

تحقق الإدارات عادة في الشكاوى الخاصة بالتداخل المقدَّمة من حاملي التراخيص أو غيرهم من عامة الناس. وبغية الحيلولة دون تقديم شكاوى غير صحيحة، أو لتغطية التكاليف الإدارية، يمكن فرض رسم إما بالنسبة لجميع الحالات وإما فقط عندما يتبين أن الشكوى لا مبرَّر لها.

– *الرسوم الخاصة بشهادات المشغلين (هواة الراديو، والامتحانات البحرية)*

فيما يتعلق بهواة الراديو والمستعملين البحريين، يتعين على طالبي الشهادات أن ينجحوا في أداء امتحان كي يحصلوا على الشهادة اللازمة قبل أن يُسمح لهم بتشغيل تجهيزاتهم. ويجوز أن تفرض الإدارات رسماً على الامتحان، وعلى إصدار شهادة جهة مشغِّلة.

4.2.6 أساليب بديلة لدعم أنشطة إدارة الطيف

يمكن للإدارات أن تنظر في بدائل للأنظمة الوطنية للإدارة المركزية للطيف التي تضطلع الحكومات بتنفيذها وتمويلها. فمع أن الإدارة الوطنية للطيف تظل نشاطاً حكومياً في المقام الأول، فإن النُهُج البديلة التي تستعمل الموارد المتأتية من خارج الإدارة الوطنية للطيف، من أجل أداء أو تمويل بعض وظائف إدارة الطيف، يمكن أن تعزز كفاءة وفعالية الجهد الوطني.

وقد استخدم عدد من الإدارات موارد إدارة الطيف داخل البلد وخارج العملية الوطنية لإدارة الطيف، بما في ذلك ما يلي:

– مجموعات الاتصالات ذات المصلحة المباشرة فيما يتعلق بالطيف، مثل اللجان الاستشارية والرابطات التجارية والمنظمات المهنية والرابطات شبه الحكومية؛

– منسقو الترددات (ومجموعات التنسيق) ومديرو الطيف المعيَّنون؛

– الخبراء الاستشاريون في مجال إدارة الطيف، والمقاولون المساعدون.

ويمكن استخدام هذه البدائل في دعم الإدارة الوطنية للطيف. ويمكن أن يختلف النهج المتبع باختلاف نطاق الترددات والخدمات الراديوية و/أو التطبيقات الراديوية الخاصة، والمقدرة والموارد المتاحة لدى المؤسسة الوطنية لإدارة الطيف، والخبرة المتخصصة المتيسرة من مصادر أخرى. ويمكن للمدير الوطني للطيف أن يضع حدود المسؤولية والسلطة الممنوحة لهذه المجموعات بالاستناد إلى المهام التي يتعين دعمها. وقد ترى الإدارات أيضاً أنه قد يتعين الجمع بين عدة نُهُج من أجل النهوض بالمهمة الإجمالية لإدارة الطيف.

وتتمثل الأهداف المتوخاة من استعمال كيانات وطنية أخرى لمساندة عملية الإدارة الوطنية للطيف فيما يلي:

- الاقتصاد في الموارد المالية أو البشرية الحكومية؛ إلا أنه إذا قامت بمعالجة أنشطة إدارة الطيف أطراف ثالثة موجهة نحو تحقيق الربح خارج الإدارة فإن مشكلة تمويل أنشطة إدارة الطيف تظل قائمة لأنه يتعين دفع قيمة الخدمات التي تقدمها الأطراف الثالثة هذه؛
- زيادة كفاءة استعمال الطيف؛
- تحسين كفاءة تخصيص التردد وعمليات التنسيق؛
- تدعيم الخبرة المتخصصة لدى المدير الوطني للطيف.

3.6 نُهُج إصدار التراخيص الخاصة بالطيف

يتعين اتباع نهج مختلفة لإصدار التراخيص الخاصة بالطيف لمعالجة الاحتياجات المتميزة لفرادى مستعملي الطيف الراديوي والفترة الزمنية التي يمكن أن يُفتح فيها نطاق تردد من أجل الحصول على الترخيص الخاص به. وإذا تجاوز عدد مقدمي الطلبات القدر المتيسر من الطيف فإن خيار "من يأتي أولاً يُخدم أولاً" قد لا يكون مناسباً، وعندئذ تصبح آليات من قبيل إجراءات تقديم العطاءات والعطاءات المقارنة والمزادات وعمليات القرعة ضرورية.

1.3.6 من يأتي أولاً يُخدم أولاً

تتمثل أكثر آليات تخصيص الطيف استعمالاً من قبل الإدارات في آلية من يأتي أولاً يُخدم أولاً. ويخصَّص الطيف وفقاً لترتيب ورود الطلبات ويستند إلى الترددات المتيسرة، واستكمال أداء الوظائف الملائمة لإدارة الطيف، وتلبية مقدمي الطلب لمعايير تقديم الطلبات. وهذه الآلية ملائمة عندما لا يكون هناك نقص في الطيف وعندما يكون هناك احتمال لتخصيصه لعدد كبير من المستعملين أو على مدى فترة طويلة من الزمن. وهذه الآلية هي أكثر الآليات المستعملة شيوعاً مع التمويل من الميزانية الوطنية أو رسوم استعمال الطيف، ومن المحتمل أن تظل أكثر الآليات فعالية في المستقبل المنظور وإن كان يمكن ربطها (مع استرداد التكاليف أو بدونها) بالأساليب الخاصة بتنظيم الطلب (من قبيل التسعير الإداري).

2.3.6 مسابقة أفضل العروض

تُستخدم هذه الآلية لتحديد أي مقدمي الطلبات ينبغي منحه سبيلاً للنفاذ إلى قدر محدود من الطيف وربما، وهو الأغلب، إلى أنظمة إذاعية أو أنظمة متنقلة عمومية. وتستند هذه الآلية إلى مقدمي الطلبات المتنافسين الذين يقدمون مقترحاتهم من أجل تشغيل هذه الخدمة، وبعدئذٍ تضطلع الإدارة بتقييم هذه المقترحات. وتشمل المقترحات عادة معلومات عن التغطية السكانية وجودة الخدمة وسرعة التنفيذ وخطة عمل الجهة المشغلة. وبالنسبة للإذاعة، تقدَّم المعلومات عن البرامج: عدد الساعات المخصصة لبرامج الأطفال؛ والبرامج التعليمية؛ والخدمات المتعلقة بإذاعة الأنباء، وما إلى ذلك. وتُعد المقترحات عادة استجابة لمعايير وضعتها ونشرتها الإدارة. وليس على الإدارة التزام بتخصيص الطيف لأي من مقدمي الطلبات إذا لم يكن ممتثلاً للمعايير.

ويمكن أن تكون مراجعة المقترحات عملية مستنفدة للوقت وكثيفة استهلاك الموارد وقد لا تكون عملية صنع القرار شفافة. وقد تكون عملية المراجعة غير موضوعية، وإذا لم تكن أسباب رفض الطلبات واضحة ومتفقة مع المعايير التي نشرتها الإدارة يجوز لمقدمي الطلبات المرفوضين أن يطلبوا إعادة النظر من جانب هيئة قضائية. وقد يترتب على أي طعن قانوني أثر هام على الجداول الزمنية للإدارات فيما يتعلق بتشغيل الخدمة وقد يتطلب من الإدارة تكرار عملية طرح العطاءات بأكملها.

وقد يكون تنفيذ إجراءات العطاءات عالي التكلفة ومستنفداً للوقت حتى بصرف النظر عن احتمال الطعن القانوني. ولا تُستعمل هذه الآلية إلا عندما يكون هناك عدد صغير من مقدمي الطلبات بالنسبة لعدد محدود من التراخيص. وبالإضافة إلى ذلك، ولئن كانت إجراءات العطاءات تأخذ في الاعتبار مؤهلات الفائز بالترخيص وتستهدف منح الترخيص للمؤسسة المجهزة أفضل تجهيز للوفاء بمتطلبات الترخيص، فإنها قد تؤدي أيضاً إلى حالة يكون فيها الفائز قد بالغ بعناصر التقنية والجودة من أجل الفوز بالعطاء،

ومن ثم يتعين عليه أن يطوِّر خدمة قد تتجاوز فيها جودة أو قدرة النظام المتطلبات التشغيلية أو يتبين له فيما بعد أن النظام عاجز على الوفاء بمتطلبات الترخيص.

1.2.3.6 مسابقة أفضل العروض مشفوعة بعطاء مالي (العطاءات المقارنة)

تستند هذه الآلية إلى إجراءات المناقصة، ولكن بدلاً من أن تخصص الإدارة الطيف مجاناً، أو مقابل رسم محدد، يطلب من المتسابقين تقديم عطاء نقدي بالإضافة إلى الوفاء بمتطلبات المعايير التي تنشرها الإدارة. وبالتالي، يحدد مقدمو العروض بأنفسهم القيمة النقدية للطيف.

ويوفر أسلوب التقييم النقدي من جانب المتقدمين مؤشراً محدوداً لقيمة الطيف ولكنه قد لا يمثل القيمة السوقية الحقيقية ذلك لأن أجزاء من العروض، المدرجة استجابة للمعايير التي تنشرها الإدارات، قد يكون لها تأثير كبير على العطاء النقدي. ولمنع المتقدمين من تشكيل تكتل لتخفيض العنصر النقدي في عرضهم، قد يكون من الحكمة أن تقوم الإدارة بأبحاث للوقوف على قيمة الطيف رغبة في وضع حد أدنى (عطاء أدنى) للعنصر النقدي في العرض.

وعلى غرار إجراءات المناقصة، فإن من مزايا العطاءات المقارنة هو أنها يمكن أن تأخذ في الاعتبار مؤهلات الجهة التي سوف يرخص لها وأن تأخذ جزئياً قيمة الطيف بعين الاعتبار.

وكذلك على غرار إجراءات المناقصة، تقوم الإدارة باستعراض جميع العروض. ومرة أخرى لا يقع أي التزام على عاتق الإدارة لإصدار ترخيص لأي من المتقدمين. وقد تصبح عملية الاستعراض بسيطة إذا تقدم عدد من المتقدمين يساوي عدد التراخيص المتاحة بعرض من الواضح أنه يتجاوز كل المعايير التي وضعتها الإدارة ويمثل أفضل تقييم نقدي. ومع ذلك، فإن إجراءات الاستعراض أكثر تعقيداً في معظم الحالات، ذلك لأن العطاء النقدي ما هو إلا عنصر واحد من عناصر العطاء ولا ضمان لفوز أعلى عطاء نقدي. وبالإضافة إلى ذلك فإن إدخال العنصر النقدي يتطلب تقييماً أعمق لنشاط أعمال المتقدمين، ولا سيما الخطط المالية. وقد لا تقل عملية استعراض العطاءات المقارنة استنفاداً للوقت والموارد عما تستنفده إجراءات المناقصة. وما لم يكن هناك فائزون دون منازع، يمكن القول بأن قرار الإدارة قد لا يقل ذاتية عما هو في حالة إجراءات المناقصة بل قد يكون أكثر عرضة للطعن القانوني، نظراً لضرورة تقييم عناصر مختلفة (مالية وغيرها).

3.3.6 المزادات

تمثل المزادات آلية تخصيص يحدد فيها المتسابقون في نهاية المطاف مبلغ المال الذي يتعين دفعه. وبهذه الطريقة يحدَّد سعر الطيف في نهاية الأمر بفعل قوى السوق وتخصص الترددات إلى الفائز في المزاد. وفي غالب الأحيان تحدد الإدارات معايير الدخول للمتسابقين. ويمكن أن تكون هذه المعايير مماثلة لنمط شروط الدخول المحدد في العطاءات المقارَنة (أو سحب القرعة، انظر الفقرة التالية). والملامح الرئيسية للمزادات، التي تفسر اعتمادها على مقياس واسع في شتى أنحاء العالم، هي:

- بصفة عامة، تعزز المزادات كفاءة استعمال الطيف بتزويد الفائزين بحوافز لاستعماله بسرعة والاستفادة منه إلى أقصى حد ممكن. وقد أُعرب عن بعض الشواغل من أن المزادات تفرض عبئاً على المشغلين في بداية الخدمة، ولكن من الواضح أنه ينبغي أن يدرك المتسابقون احتياجاتهم من التدفقات النقدية كما ينبغي للممارسات التجارية الجيدة أن تمنعهم من 'فرط العطاء'؛
- بصفة عامة، تكون المزادات سريعة وتتسم بالكفاءة في تخصيص الطيف مقارنة بإجراءات العطاءات التقليدية أو العطاءات المقارنة. والمزادات قادرة على معاملة أعداد كبيرة من المتقدمين ويمكن اعتبارها بمثابة إجراءات ترخيص موضوعية وشفافة. ونتيجة لذلك تحد المزادات من فرص المحاباة. ومن شأن شفافية عملية المزاد أن تحد من إمكانية الطعن قانوناً؛
- كلما ازداد تطبيق المعايير والشروط المقيدة كجزء من عملية المزاد ازداد تأثيرها على قيمة التراخيص (وقد ينخفض سعر المزاد). وقد يتعين على الإدارات، في بعض الحالات ومن خلال توضيح القيود التشغيلية للترخيص، وضع أنماط من تسهيلات إدارة الطيف كانت تعتبرها من قبل غير ضرورية. من قبيل أنشطة المراقبة المتخصصة وقواعد بيانات التضاريس والمقدرات الأوتوماتية على تحليل التداخل.

ولكي يجري المزاد بطريقة سلسة ينبغي أن تُعرف قواعد وإجراءات المزاد وأن يفهمها جميع المشاركين قبل بدئه. ويوجَّه النصح لأي إدارة تعتزم إجراء مزاد بشأن الطيف بأن تطلع على القدر المتزايد من المؤلفات في هذا الموضوع وأن تستعرض تجارب الإدارات الأخرى، وأن تستفيد من أوجه النجاح والمشكلات التي صودفت فيما يتعلق بتصميم وتنفيذ المزاد ومدى تأثيره على المشغلين ومصنعي تجهيزات الاتصالات والمستعملين النهائيين.

وتبعاً لتعقّد المزاد قيد النظر، قد يكون من المستصوب الاستعانة بنظام مزاد مؤتمت. ومن ثم قد يستدعي الأمر بنية تحتية تقنية لإجراء المزاد. وقد يلزم أيضاً توفير التعليم والتدريب لكل من مديري الطيف ومقدمي العطاءات المحتملين لضمان توفر المستوى الكافي من "الخبرة بالمزادات".

ويمكن أن تتخذ المزادات عدداً من الأشكال، ومن أمثلتها:

- المزاد "الإنكليزي"

يزيد فيه الدلال السعر حتى لا يبقى سوى مزايد واحد؛

- مزاد العطاءات بالظرف المختوم على أساس أول سعر

يتقدم المزايدون بعطاءاتهم المختومة ويفوز أعلاها سعراً؛

- مزاد العطاءات بالظرف المختوم على أساس السعر الثاني

يتقدم المزايدون بعطاءاتهم المختومة ويفوز أعلى العطاءات ولكن الفائز يدفع ثاني أعلى مبلغ في العطاءات؛

- المزاد "الهولندي"

يبدأ الدلال بسعر عالٍ ثم يخفّضه حتى يعلن أحد المشاركين قبوله بكلمة "أنا"؛

- المزاد المتزامن المتعدد الجولات

ينطوي هذا المزاد، الذي تطبقه لجنة الاتصالات الاتحادية في الولايات المتحدة، على جولات متعددة لطرح العطاءات في عدد معين من القُرَع التي تُعرض على نحو متزامن. ويُكشف أعلى عطاء في كل قُرعة لجميع أصحاب العطاءات قبل الجولة التالية عندما تُقبل جميع العطاءات من جديد في جميع القُرَع. ويجوز أن تُكشف أو لا تُكشف هوية صاحب العطاء العالي بعد كل جولة، لكن هويته تُكشف عند اختتام المزاد. وتستمر العملية حتى جولة لا تقدَّم فيها أي عطاءات جديدة أو لا تجري فيها أي قُرَع. وهذا النمط أكثر تعقيداً من مزادات الجولة الواحدة لكنه يتيح للمزايدين قدراً أكبر من المرونة لتجميع القُرَع بطرق شتى، ونظراً لأن هذا المزاد أكثر انفتاحاً من عملية عطاءات الظرف المختوم فإنه يحد من أثر ما يسمى 'لعنة الفائز' ويمكّن أصحاب العطاءات من تقديم عطاءاتهم بقدر أكبر من الثقة.

- المزاد المتزامن التجميعي المتعدد الجولات

هو أساساً نفس الأسلوب الموضح في بند 'المزاد المتزامن المتعدد الجولات'، سوى أن في هذا النوع من المزاد يمكن للمشاركين التقدم بعطاءات 'تجميعية'. أي أنه يمكنهم التقدم بعطاء وحيد في مجموعة من القُرع. وفي حالة القُرع المتآزرة يمكن أن يوفر ذلك ميزة كبيرة لصاحب العطاء. ومن الآثار الجانبية لهذه الإمكانية هو أن تصميم المزاد يزداد تعقيداً ويصبح من الضروري الاستعانة بالحاسوب والخوارزميات الخاصة.

- مزاد الميقاتية التجميعية

سرعان ما أصبحت مزادات الميقاتية التجميعية (CCA) أسلوب المزاد المفضل للعديد من هيئات تنظيم الطيف لترخيص شتى أنواع الطيف (المتنقل في الغالب) في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. ومن البلدان التي استخدمت هذا الأسلوب المملكة المتحدة وهولندا والنمسا وسويسرا والدانمرك. ويسعى هذا المزاد إلى تدارك واحد من أهم عيوب المزاد المتزامن المتعدد الجولات (SMR) والمزاد الإنكليزي، ذلك أساساً لأن أي عطاء جديد في هذه المزادات يبطل كل عطاء سابق من صاحبه. وبالإضافة إلى ذلك، قد يرسى المزاد على مزايد في موقف أو بسعر لا يرضى عنه. والمزاد CCA يتغلب على ذلك بجعل كل عطاء في كل جولة عطاءً ملزماً (تسري جميع العطاءات في جميع الجولات)، وبإعطاء المزايدين فرصة

أخيرة لتقديم عطاء بعد انتهاء المزاد في المرحلة الأولى. والمزاد CCA هو في الواقع مزيج من مزاد الميقاتية ومزاد الظرف المختوم بجولة واحدة. وتستخدم المرحلة الأولى من المزاد لتحديد الأسعار التقديرية والطلب من جانب مقدمي العطاءات (مرحلة الميقاتية). ويلي ذلك جولة عطاءات تكميلية تجميعية بالظرف المختوم (المرحلة الثانية) تكون فيها العطاءات مقيدة بالسلوك السابق في المرحلة الأولى. وهذا النهج يلغي شعور الندم لدى صاحب عطاء الجولة الأخيرة، ويقدم أيضاً تقديرات فعالة لأسعار المزايدين. أما الجانب السلبي الرئيسي لهذا الشكل من المزاد فهو تعقيده الفائق الذي قد يتعذر فهمه على مقدمي العطاءات. ويحتاج الأمر إلى برمجية لتحديد الفائزين في المرحلة الثانية (العطاء التجميعي بالظرف المختوم، الذي يأخذ أيضاً في الاعتبار سلوك العطاءات في المرحلة الأولى من المزاد). ويتعين أن يكون لدى مقدمي العطاء الاطمئنان والثقة في نسق المزاد ونظامه من حيث أنهم، عندما يتقدمون بالقيمة الحقيقية الخاصة بعطائهم للحصول على الترخيص (أو التراخيص)، لن يدفعوا قط أكثر من اللازم. وسوف تحدد الخوارزميات والنظام الفائزين ذوي أعلى تقييم للتراخيص. لذلك، ليس هناك أي حافز لتقديم عطاءات 'أعلى' من التقييم الصحيح لدى صاحب العطاء للفوز بالعطاء الأخير (كما هو الحال في المزاد الإنكليزي أو المزاد المتزامن المتعدد الجولات). كما أن الجانب التجميعي يجعل من الممكن أيضاً المزايدة بشأن رزمة من التراخيص في عطاء وحيد لكمية معينة من الطيف.

مزايا المزادات

تتمتع المزادات بميزة منح التراخيص إلى من يقدّرونها أعلى تقدير والعمل في الوقت ذاته على توليد الإيرادات. ولكن هذا لا يعني أن هذه الإيرادات ستكون كبيرة، ذلك لأن قيمة العطاءات تعتمد على عوامل كثيرة. وعندما تُستعمل المزادات لتخصيص التراخيص في بنية توزيع معينة، فإن التراخيص لا تُمنح لمن يقدّمون أعلى قيمة لها إلا ضمن حدود بنية التوزيع. وعلى سبيل المثال، إذا قُيّمت فدرة خاصة من الطيف في مجال معين أعلى تقييم من جانب الخدمة الراديوية المتنقلة ولكنها وُزعت لخدمات إذاعية ، فإن الإيرادات والفوائد الاقتصادية المتولدة من ذلك الطيف ستكون أقل مما لو سُمح لمشغلي الخدمة الراديوية المتنقلة بالمشاركة في المزاد.

ومن شأن التوسيع على المستوى الوطني لمدى الاستعمالات المسموح بها في إطار ترخيص يتم الحصول عليه في مزاد ما أن يتيح أيضاً استعمال الطيف للخدمات التي يكون الطلب عليها مرتفعاً جداً. بيد أن من عيوب تعريف الخدمات بشكل إجمالي أنها تتسبب في زيادة تكاليف تنسيق التداخلات بين حاملي الرخص في الأطياف والمناطق المتجاورة. وتنطبق هذه الحجج المتعلقة ببنية التوزيع كذلك على نظام حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل بعد التخصيص الأولي للطيف. وفي المستقبَل، عندما يتزايد التقارُب في استعمال الطيف، سوف يتضاءل هذا الأثر السلبي الجانبي.

مآخذ المزادات

المزادات ليست حلاً شمولياً لكل المشكلات وهي لا تناسب إلا تراخيص وظروف محددة. وهي غير مناسبة إذا لم يتسنَّ تحديد حقوق استعمال الطيف تحديداً سليماً. كما أنها لا تناسب التراخيص التي تغطي قدراً كبيراً من الطيف أو التراخيص المنخفضة القيمة أو التطبيقات المتعلقة بالخدمات المرغوبة اجتماعياً (الأغراض العسكرية والإذاعة العامة، وما إلى ذلك)، أو حيثما لا توجد منافسة أو تكون المنافسة محدودة. وفي الواقع إن أهم عامل وحيد لعرض ترخيص في المزاد هو أن خدمات الفائزين ينبغي أن تواجه المنافسة، ولذلك فإن شرطاً أساسياً لإجراء المزادات هو وجود تشريع فعال خاص بالمنافسة لضمان ألا يضع مقدمو العطاءات ترتيبات لتحديد السعر.

وقد تكون المزادات غير ذات كفاءة أو غير عملية بالنسبة لبعض الخدمات أو الأحوال. وثمة حالة سبق ذكرها وهي غياب المنافسة على الطيف. ويمكن أن يحدث هذا مثلاً بالنسبة لأنظمة الموجات الصغرية الثابتة التي تتسم بقدر كبير من الوصلات الفردية ذات عروض الحزم الضيقة والمواقع المحددة بدقة عالية، أو حيث لا يتوقع المشغلون المحتملون تحقيق عائد حقيقي لاستثماراتهم ضمن فترة زمنية معقولة. وثمة حالة ثانية يستصعب فيها مقدمو الخدمات المرغوبة اجتماعياً والتي تستعمل الطيف، من قبيل الدفاع الوطني أو البحوث العلمية، إضفاء قيمة مالية على الطيف. وقد يؤدي ذلك إلى نقص في توفير هذه الخدمات للمجتمع إذا تعين على جميع مقدمي الخدمات التي تستعمل الطيف المشاركة في مزادات. ويمكن التغلب على هذه الصعوبة من خلال العطاءات الحكومية

للحصول على الطيف بطريقة تنافسية. ذلك أن الحكومة تعمد إلى شراء السلع والخدمات الأخرى للأنشطة الاجتماعية المرغوب فيها المعروضة في السوق، مثل شراء سيارات الشرطة ودفع إيجارات المباني الحكومية.

وإذا عقدت مزادات بغرض منح تراخيص لأنظمة ساتلية عالمية أو دولية في عدد من البلدان فإنه يتعين، على الأرجح، على مقدمي الخدمات المحتملين أن ينفقوا موارد هامة لمجرد المشاركة في كل مزاد، ويمكن أن تؤدي هذه العملية المرهقة إلى التأخير في تنفيذ الخدمات المنشودة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن من شأن المزادات المتعاقبة أن تسبب عدم تيقن كبير لدى مقدمي الخدمات المحتملين لأنهم لن يكونوا واثقين من الفوز في المزادات في جميع البلدان التي يتوخون تقديم الخدمات فيها. وإذا كان عدم التيقن هذا على قدر من الشدة فإنه يمكن أن يعيق تقديم الأنظمة الساتلية الدولية وتطويرها. ومن ناحية أخرى، يلاحظ عدم التيقن هذا أيضاً في جميع الأساليب الأخرى البديلة لترخيص الطيف. وكذلك هو الحال في مسابقات المنافسة حيث لا يكون مقدم الخدمة المحتمل متأكداً من أنه يمكن أن يفوز بالترخيص في جميع البلدان التي يود أن يفوز فيها. بل يمكن القول إن مقدم الخدمة في مزاد لديه قدر أكبر من التحكم في النتيجة (أعلى عطاء) مما هو الحال في مسابقة تنافسية غير مؤكدة.

القيود المفروضة على المزادات

إذا قررت إدارة ما استخدام المزادات فينبغي أن تدرك عموماً أنه كلما ازداد عدد اللوائح أو الشروط أو القيود المفروضة على استعمال الطيف الذي يتعين طرحه في المزاد انخفض الإيراد المالي المتوخى من المزاد. ومن ثم قد ترغب الإدارات، تبعاً لأولوياتها، في الموازنة بين مزايا ومآخذ العملية. وفي نفس السياق، قد تختار الإدارات تقييد جانب العرض من الطيف الأمر الذي يؤدي بوجه عام إلى إيرادات أعلى من المزاد. ولكن هناك موازنة هنا أيضاً بمعنى أن تقييد جانب العرض من الطيف يؤدي إلى مدى أضيق من الخدمات التي تقدم إلى المستهلكين وأسعار استهلاك أعلى وانخفاض إجمالي في الكفاءة الاقتصادية.

ورغبة في تعزيز المنافسة، قد يكون من الضروري فرض ضمانات إضافية بشأن الخدمات المطروحة في المزاد. ففي بعض الأحوال قد يكون بعض أو جميع المزايدين المحتملين مقدمي خدمات مهيمنين يسعون إلى تعزيز أوضاعهم الاحتكارية أو أوضاعهم القائمة على احتكار القِلّة (محدودية عدد المتنافسين). ومن شأن القيود المفروضة على التأهيل للمشاركة في مزاد ما أو القيود المفروضة على القدر من الطيف الذي يمكن لأي كيان أن يفوز به أن تخفف من حدة هذه المشكلة، وإن كان يحتمل أن يحد ذلك من عدد المشاركين.

وبصفة عامة، تذهب حصيلة المزاد إلى الميزانية العامة حيث يتقرر في عملية الميزانية غرض جديد لإنفاق المال الذي جُمع. وفي بعض الحالات قد يفضي ذلك إلى خفض الدين الوطني أو إلى الاستثمار في قطاعات أو أنشطة جديدة.

4.3.6 عمليات القرعة

يمكن أن تكون هذه الآلية ملائمة عندما يكون هناك عدد كبير للغاية من مقدمي الطلبات، كما أنها تستند إلى انتقاء الفائزين عشوائياً من بين مقدمي الطلبات المتنافسين. والتخصيص بالقرعة في أبسط أشكاله أمر بسيط وسريع وشفاف لكنه يمكن أن يخصص الطيف لمن لا يقدّره حق قدره. ونظراً لعدم تطلب إصدار أي قرار ذاتي لتخصيص الطيف ولعدم ضرورة إجراء أي فحص لمقدمي الطلبات، فإنه من غير المحتمل أن يوجَّه طعن قانوني في القرار المتخذ في هذا الصدد. ومع ذلك، وما لم يكن هناك نوع ما من رسم الدخول، فإن الفائزين يُمنحون الطيف مجاناً. وبناء عليه، يمكن للإدارة أن تقرر فرض رسم على المشاركة في القرعة وربما فرض معايير دخول أخرى لضمان أن يكون مقدم الطلب الفائز قادراً على تقديم الخدمة المنشودة. ويمكن لهذه القيود الإضافية أن تحد من عدد المشاركين كما يمكنها أن تسترد جزءاً من قيمة الطيف. والعيب الحقيقي في عمليات القرعة هو عندما تمثل الأوراق الرابحة (التراخيص) قيمة سوقية حقيقية. حيث يمكن للفائزين عندئذ تحقيق أرباح عن طريق بيع تلك التراخيص في السوق الثانوية. وقد يتسبب ذلك في مشاكل، ذلك لأن القيمة السوقية يمكن أن تكون قد دخلت أيضاً إلى الخزينة العامة، إذا وقع الاختيار على إجراء تخصيص مختلف. وجدير بالذكر أن آلية القرعة لم تستخدم كثيراً في الممارسة العملية.

4.6 تسعير الطيف

نظراً لأن الطيف الراديوي مورد محدود لكنه قابل للاستعمال من جديد فإنه ينبغي استعماله بكفاءة وفعالية لتفادي حدوث تداخل غير مرغوب فيه، وتعزيز الفوائد المتحققة من استعماله بالنسبة لكل إدارة، وضمان نفاذ جميع المستعملين الحاليين والمحتملين إلى الطيف. إلا أن تحرير الاتصالات والتطورات التكنولوجية الجارية قد فتحت الباب أمام طائفة متنوعة من تطبيقات الطيف الجديدة، ومع أن هذه التطورات غالباً ما تجعل استعمال الطيف أكثر كفاءة، فإنها حفزت على زيادة الاهتمام والطلب على موارد الطيف المحدودة. ونتيجة لذلك، وفي بعض المناطق الجغرافية، وبالنسبة لبعض الخدمات ونطاقات التردد المعينة، تجاوز الطلب على الطيف العرض المتيسر منه. وفي الوقت ذاته فإن الاتجاه المتزايد نحو دورات التطور الأقصر زمناً زاد من الضغط على مديري الطيف من أجل اتخاذ القرارات على نحو أسرع بشأن الجهة التي ينبغي لها الحصول على سبيل للنفاذ إلى الطيف وما هي التكنولوجيا التي ينبغي لها النفاذ إلى الطيف.

وفي هذه الظروف، قد لا تكون سياسات التسعير القائمة على التكلفة وآليات التخصيص غير القائمة على آليات السوق الحل الأمثل لإدارة النفاذ إلى الطيف لأنها لا تتضمن بصفة أساسية حوافز لبلوغ بعض أهداف الإدارة. والغرض من الرسوم التي ورد وصفها في هذا الفرع على وجه التحديد هو التأثير على سلوك مستعملي الطيف. وإذا أُحسن استخدام هذه الرسوم فإنها:

- توفر في حد ذاتها آلية شفافة لتعزيز استعمال الطيف على نحو تتوفر فيه الكفاءة؛
- تحول دون احتفاظ المستعملين بالطيف الذي لا يحتاجون إليه فعلياً؛
- توفِّر حافزاً للانتقال إلى نطاقات بديلة عندما يكون هذا الانتقال مرغوباً فيه؛
- توفِّر وسيلة للتخصيص السريع لقدر محدود من الطيف عندما يكون مستوى الطلب عالياً والمنافسة قوية بين المشاركين.

وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض آليات التخصيص التقليدية يصعب تشغيلها بسبب عدد المشاركين، كما أنها أكثر عرضة للطعن القانوني نظراً لأن عملية صنع القرار في الإدارة (وخصوصاً عملية المقارنة، مسابقة التنافس) ليست شفافة بما فيه الكفاية.

وقد أدت هذه الشواغل إلى استحداث نُهج إضافية لإدارة الطيف بما في ذلك، ضمن نُهج أخرى، المعايير الاقتصادية كأداة لإدارة الطيف بالنسبة لبعض الخدمات وكوسيلة لحساب بنى رسوم التراخيص. وتستعمل المعايير الاقتصادية إلى جانب أدوات أخرى أكثر تقليدية لإدارة الطيف بغرض تحسين هذه الإدارة وإتاحة إمكانية إدارة الطيف الراديوي على أساس أكثر إنصافاً لمنفعة جميع مستعملي الطيف الراديوي ولصالح الاقتصاد العام.

1.4.6 رسوم الطيف التشجيعية

إن أحد المجالات التي تتأثر باعتبارات تسعير الطيف هو النهج المتبع تجاه رسوم استعمال الطيف التي تُدخل مفهوم القيمة الاقتصادية للطيف في بنية هذه الرسوم.

وتسعى الرسوم التشجيعية إلى تسخير الأسعار لتحقيق أهداف إدارة الطيف، ومن ثم لتقديم بعض الحوافز لاستعمال الطيف استعمالاً تتوفر فيه الكفاءة. وتتسم صيغ الرسوم التشجيعية بميزة التعبير، إلى حد ما، عن ندرة الطيف وإيجاراته التفاضلية (القيمة الاقتصادية). ومن ثم، وفي إطار هذا النهج، فإن مستويات رسوم التخصيص لا تتوقف على التحديدات القائمة على التكاليف، وتُعدّ بنية للرسوم تقترب من القيمة التجارية للطيف في السوق. والغاية الإجمالية من الرسوم التشجيعية هو حفز زيادة استعمال الطيف بكفاءة من أجل موازنة جانب الطلب على الطيف مع جانب العرض منه، وذلك من خلال:

- تشجيع المستعملين على استخدام تجهيزات أكثر كفاءة من حيث استعمال الطيف؛
- إعادة الطيف الذي لا يحتاجون إليه؛
- الانتقال إلى جزء أقل ازدحاماً من أجزاء الطيف.

ولذلك يمكن لصيغ الرسوم التشجيعية أن توفر أيضاً آلية لدعم انتهاج سياسة عامة بشأن إعادة توزيع الطيف.

ويحتسب الرسم انطلاقاً من صيغة تحاول أن تعكس قيمة ندرة الطيف. ويمكن أن تؤخذ عناصر شتى من عناصر استعمال الطيف في الاعتبار لدى وضع صيغة ما، وقد تلزم صيغ مختلفة لنطاقات وخدمات الترددات المختلفة بغية إعداد بنية مرنة للرسوم التشجيعية. ويمكن أن تشمل الصيغة عادة عدداً من المعايير، منها مثلاً:

- *نطاق التردد*

يختلف قدر الرسوم المفروضة باختلاف التردد المستعمل لتشجيع المستعملين على استعمال خدمات جديدة في تلك الأجزاء من الطيف الأقل تعرضاً للضغط أو نقل الخدمات القائمة إلى نطاقات تتوفر فيها قدرات احتياطية. ولكن ينبغي أن تدرك الإدارة أيضاً أن بعض الخدمات يحتاج إلى ترددات خاصة أو إلى نطاقات تردد خاصة بالوظيفة المعنية، من قبيل الاتصالات على الموجات الديكامترية (HF) وخدمات الأرصاد الجوية.

- *عرض النطاق المستعمل*

يختلف مقدار الرسوم باختلاف القدر من الطيف الذي يشغله المستعمِل. ويُستعمل ذلك الرسم لإقناع جميع المستعملين باستعمال تجهيزات أكثر كفاءة من حيث استعمال الطيف، وإقناعهم بالتخلي عن الطيف الذي لا يحتاجونه، وإقناع المستعملين الجدد بأن يسعوا فقط إلى الحصول على الحد الأدنى من الطيف الذي يحتاجونه. وهذه طريقة مستخدَمة فعلياً من حيث المبدأ من خلال تحديد الرسم حسب الوصلة في مجال الخدمة الثابتة أو حسب القناة في خدمة الاتصالات الراديوية المتنقلة لأغراض خاصة (PMR).

- *الرسوم الحصرية*

لهذا المعيار جانبان: الأول هو أنه نظراً لأن جميع المعايير الأخرى للتطبيقات الراديوية متطابقة فإن الرسم المطبق على مستعملي الطيف النافذين إلى قناة حصرية ينبغي أن يكون أعلى من الرسوم التي تُطلب من المستعملين الذين يكتفون بتقاسم النطاقات. والجانب الثاني، في النطاقات المتقاسَمة ونظراً لأن جميع المعايير الأخرى للتطبيقات الراديوية متطابقة، هو إن الرسم المطبَّق على مستعملي الطيف الذين يستخدمون عدداً كبيراً من تجهيزات الاتصالات الراديوية ينبغي أن يكون أعلى من الرسوم التي تُطلب من المستعملين الذين يكتفون بعدد أقل من التجهيزات، لأن الأرجح هو أن تشغَلْ الطيف تجهيزات المجموعات الأولى وليس تجهيزات المجموعة الأخيرة (وبالتالي تستبعد هذه الأخيرة من إمكانية استعمال الطيف).

- *الموقع الجغرافي*

يكون الرسم أعلى بالنسبة للمشغلين العاملين في المناطق المزدحمة إلى حدٍ كبير (مناطق وسط المدن) وتكون أخفض بالنسبة للمشغلين العاملين في المناطق الأقل ازدحاماً (المناطق الريفية مثلاً). ملاحظة: يمكن أن يكون استعمال الطيف في بعض المناطق الريفية عملياً أكثر ازدحاماً منه في بعض المدن، كما أن استعمال الطيف يختلف باختلاف نوع الخدمة ونطاق التردد.

- *التغطية*

يختلف الرسم تبعاً للمساحة التي يغطيها الإرسال (يشير هذا التعبير إلى المساحة "العقيمة" أي المنطقة التي لا يمكن أن يستعملها آخرون بسبب استعمال حامل الترخيص لها وهي تساوي مساحة التغطية بالإضافة إلى مساحة فاصلة). ويمكن أيضاً استعمال مساحة التغطية تبعاً لعدد الأشخاص الذين يراد تغطيتهم (المشاهدون أو المستمعون المحتملون).

- *تقاسم القنوات الراديوية*

هناك اختلاف في الرسوم بين استعمال أنظمة تقاسم القنوات التي تتسم بالكفاءة وفرادى الأنظمة الراديوية.

ويتمثل العيب الذي يشوب الرسوم التشجيعية في أنه لا يمكن لأي صيغة، مهما كانت معقدة، أن تأخذ في الاعتبار جميع الاختلافات القائمة في السوق.

وهذا يتطلب قدراً كبيراً من العناية لدى تحديد رسوم الترخيص إذا كان الغرض المنشود هو تفادي حدوث تفاوت كبير بين الرسم والقيمة السوقية. وبالإضافة إلى ذلك، قد لا يكون وضع صيغة رسوم تشجيعية مهمة بسيطة إذا كان لها أن تعكس بدقة الاختلاف في استعمال الطيف عبر البلد. وأخيراً، قد لا تكون الرسوم التشجيعية مناسبة لجميع الخدمات.

1.1.4.6 رسوم الطيف التشجيعية القائمة على تكاليف الفرصة البديلة [37]

ثمة أسلوب غالباً ما يستخدم لتحديد قيمة جزء من الطيف، في حال تسعيره، وهو رسم يقوم على مفهوم 'تكلفة الفرصة البديلة'. وتسعى رسوم تكلفة الفرصة البديلة إلى محاكاة القيمة السوقية للطيف من خلال حساب قيمة *ثاني أفضل بديل* لذلك الطيف. مثال ذلك، قد تكون تكلفة الفرصة البديلة لترخيص سيارات الأجرة باستعمال شبكة اتصالات راديوية متنقلة خاصة (PMR) هي اشتراك في ترخيص النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM). ولذلك يمكن بناء قيمة ترخيص PMR على أساس ثاني أفضل بديل لهذا الترخيص، أي اشتراك GSM. وقد تتطلب هذه العملية تحليلاً مالياً أو تقديرات للطلب أو دراسات للسوق من أجل إجراء التقييم، كما تتطلب خبرة متخصصة كبيرة. وتتسم عمليات إعداد الرسوم القائمة على تكلفة الفرصة البديلة بميزة أنها موجهة مباشرة نحو تحقيق الهدف المنشود وهو محاكاة القيمة السوقية، وبذلك فهي تشجع نظر المستعملين الحاليين في وسائل بديلة للاتصال واسترداد الطيف الفائض من المستعملين القائمين.

وعلى غرار الصعوبة الفائقة في وضع قاعدة لتحديد الرسم التشجيعي تأخذ في الاعتبار جميع المتغيرات ذات الصلة التي تؤثر على سعر الطيف في مكان معين، فإنه من الصعب للغاية أيضاً محاكاة أي مزاد عمومي بدقة، فضلاً عن أن الجهد اللازم لاستكمال التحليل قد يتجاوز تكاليف إجراء مزاد عمومي. ويتوقف إجراء محاكاة من هذا القبيل على تقييم قرارات فرادى المستهلكين وعلى إدماج هذه المعلومات على نحو ما في نموذج قابل للاستعمال. وقد يكون إجراء دراسات مالية أو تقديرات استقرائية مفيداً إلى حدٍ ما، لكن محاكاة السوق تبقى على الدوام عملاً تعوزه الدقة إلى حدٍ كبير. ومع ذلك يمكن أن تمتاز هذه النُهج على النُهج البديلة القائمة على التكاليف من حيث إدارة الطيف من أجل الموازنة بين العرض والطلب وتعزيز الرفاه الاقتصادي إلى أقصى حد. وكذلك، وبالمقارنة مع المزادات، يمكن تطبيق الرسوم التشجيعية على التراخيص العامة على مدى فترة أطول من الزمن بينما تطبَّق المزادات عادة على تخصيص عدد معين من التراخيص في وقت معين، أثناء فترة ترخيص محددة.

2.1.4.6 رسوم الطيف التشجيعية القائمة على أساس الدخل الإجمالي للمستعملين

هنالك بديل آخر لرسوم قائمة على التكلفة، وهو الرسوم القائمة على نسبة مئوية من الدخل الإجمالي لمؤسسة ما. ويجب أن تكون قيمة الدخل الإجمالي المستخدمة في حساب الرسوم ذات صلة مباشرة باستخدام المؤسسة للطيف، وذلك لتجنب أي صعوبة في عمليات المحاسبة والمراجعة وربط الدخل الإجمالي بأنشطة الطيف. وكلما ازداد ارتباط الرسوم القائمة على الدخل الإجمالي للمستعملين بالقيمة الاقتصادية الحقيقية للطيف، ازدادت إمكانية بلوغ الأهداف المذكورة في إطار رسوم الطيف التشجيعية.

ويعرض الجدول 6-1 الجوانب الإيجابية والسلبية للنُهج التقليدية القائمة على التكلفة والنهج الأحدث عهداً للرسوم القائمة على السوق.

[37] انظر التقرير النهائي (الوثيقة 3)، ITU-D 1998 (SG 2).

الجدول 6-1

النُهج	المزايا	العيوب
الرسوم البسيطة	يمكن تطبيقها على جميع المستعملين. ويمكن تنفيذها بدون إجراء تحليلات ودراسات استقصائية مطولة بغية وضع نموذج حسابي للرسوم وتحديد مبلغ مختلف الرسوم تبعاً لتطبيق الاتصالات الراديوية. يسهل تنفيذها وتسترد بعض أو جميع تكاليف إصدار الترخيص	لا تعكس الرسوم تكاليف الإدارة ولا القيمة التي يعلّقها المستعمِل على الطيف. لا تؤدي إذا طُبقت لوحدها إلى تعزيز الكفاءة التقنية أو الاقتصادية لدى استعمال الطيف.
استرداد التكاليف	الضمان لمستعملي الطيف بأنهم لن يدفعوا سوى التكاليف التي تحملتها عنهم الهيئة القائمة بإدارة الطيف. لا تُستخدم الضرائب المحصَّلة من دافعي الضرائب العموميين في تمويل أنشطة الإدارة التي يمكن تحديد المستفيدين منها تحديداً واضحاً.	لا تعزز إذا طُبقت لوحدها الكفاءة التقنية أو الاقتصادية لدى استعمال الطيف. عملية معقّدة للغاية لا يتسنى معها توزيع جمي التكاليف المباشرة وغير المباشرة لسلطة إدارة الطيف عن طريق نماذج وتعريفات حساب الرسوم. قد يحدث، نتيجة لقيود قانونية أو تقييدات عملية (في حالة إعفاء من الترخيص أو ترخيص عام)، ألاّ يتسنى تمويل جميع أنشطة هيئة إدارة الطيف من رسوم استرداد التكاليف.
الرسم القائم على الدخل الإجمالي للمستعملين	تربط تكلفة الطيف بقيمة الأنشطة التجارية التي تستعمله. يمكن حسابها ببساطة.	لا يمكن تطبيقها إلا على المستعملين الذين ترتبط إيراداتهم ارتباطاً مباشراً باستعمال الطيف. لا تشجع الكفاءة الطيفية إذا لم تكن الإيرادات متناسبة مع القدر المستعمَل من الطيف. يمكن أن تُعتبر بمثابة رسوم إضافية.
الرسوم التشجيعية	تعزِّز استعمال الطيف بكفاءة. تسترد بعض أو جميع تكلفة إصدار الترخيص وإن لم يكن ذلك هو الهدف المنشود من هذا الرسم.	يمكن أن تتطلب جهداً كبيراً لتحديد قيم تقترب من قيم السوق. قد لا تكون مناسبة لجميع الخدمات.
الرسم القائم على تكلفة الفرصة البديلة	تقترب بصورة جيدة من القيمة السوقية للطيف. تعزِّز استعمال الطيف بكفاءة. وهي رسوم تشجيعية.	يمكن أن تتطلب قدراً هائلاً من البيانات والتحليلات. لا تطبَّق إلا على جزء محدود من الطيف (وهي لا تراعي سوى المستعملين والاستعمالات التي تتنافس على نطاق ترددات معيَّن).

5.6 حقوق استعمال الطيف

أدى تسعير الطيف ببعض الإدارات وأصحاب التراخيص إلى إعادة النظر في الحقوق أو التصاريح المرتبطة بالترخيص: ما هي الحقوق التي تدرج في الترخيص وكيف ينبغي تحديدها وما إذا كانت قابلة للتداول. وبصفة عامة، إما هناك طيف معفي من الترخيص، حيث لا حاجة إلى ترخيص إفرادي، أو هناك طيف يتطلب ترخيصاً. وفي هذه الحالة الأخيرة فقط يمكن تداول التراخيص وأن تشفع بها حقوق طيف محددة، مثل المدة وحقوق معينة لاستخدام الترددات بالقرب من الحدود، وفي بعض الحالات التزامات الانتشار، وما إلى ذلك. بل يمكن أيضاً وضع شروط والتزامات بتقاسم الطيف المرخص مع مستعملين آخرين.

1.5.6 كيف تعرّف حقوق استعمال الطيف

يمكن تشبيه الطيف، من بعض الوجوه، بأرض عقارية من حيث أنه يمكن تقسيمه إلى "قطع" يمكن أن تخلَّى أو تؤجَّر، ومع ذلك، فإن الطيف لا يسهل تعريفه أو تحديده مثل أرض عقارية نظراً لأن الانتشار الراديوي غير محدد بحدود مادية. وبالإضافة إلى ذلك،

لئن كان تعبير "بيع الطيف" يُستخدم غالباً فيما يتعلق بالمزادات العمومية فإنه ليس في الواقع سوى فكرة مفاهيمية. وفي الممارسة العملية، فإن الترخيص هو الذي يصدر، والمزاد العمومي ليس إلا آلية للسوق تُستعمل لتخصيصه.

ويتوقف مدى الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف التي يحصل عليها المستعمِل على فرادى التراخيص ذات الشروط والاستثناءات المرتبطة بها. وتُمنح هذه الحقوق للمستعمِل عندما يخصَّص الطيف. وتغطي الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف عادة تفاصيل تبيِّن الخصائص التقنية والتشغيلية المحددة للنظام الراديوي الذي سوف يُستعمل انطلاقاً من مكان محدد أو ضمن منطقة معينة.

وقد أُقرَّ، في إطار آليات منح التراخيص التقليدية، بأن تحتفظ الإدارة، ضمن أشياء أخرى، بحقوق تعديل شروط الترخيص، وتسوية الشكاوى المتعلقة بالتداخل، واتخاذ القرارات في المسائل المتعلقة بالطيف على المستوى الدولي. وقد أدى استحداث تسعير الطيف، أي من خلال المزادات، بمقدمي طلبات التراخيص المتنافسين إلى التشكك في مدى الشروط التي يتعين عليهم أن يخضعوا لها. وقد نشأت هذه المسائل للأسباب التالية:

- بالنسبة لمستعمل الطيف، يُعتبر الترخيص بمثابة أحد الأصول[38] (بغض النظر عن مدة الترخيص، غير أنه كلما كانت المدة أطول كانت قيمة الترخيص أعلى) ويمكن أن يُستخدم في تمويل البرامج الإنمائية للمستعملين. وكلما قلت القيود المفروضة على استعمال الطيف زادت قيمة الترخيص، والعكس كلما زادت القيود على استعمال الطيف انخفضت قيمة الترخيص؛
- لكل مزاد عمومي عادة مجموعة من المعايير التي تحدد الشروط التي يُطرح على أساسها ترخيص استعمال الطيف في المزاد ويمكن أن تكون هذه المعايير مضافة إلى بيان يوضح الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف التي يمنحها الترخيص وإلى الحقوق التي تحتفظ بها الإدارة. فإذا ناقضت المعايير البيان المتعلق بحقوق استعمال الطيف أو لم تعكس بدقة حقوق استعمال الطيف المرتبطة بالترخيص فإنها يمكن:
  - أن تحول دون إجراء المزاد العمومي،
  - أو إذا أصبحت هذه الحقوق فيما بعد موضع تنازع بين المرخَّص له والإدارة، أن تثير الشكوك في قيمة الترخيص – ويمكن أن يفضي ذلك أيضاً إلى توجيه طعن قانوني للإدارة أو إلى المطالبة بتعويض.

ومن المهم جداً وضع تعريف واضح لحقوق الطيف ولعملية المزاد والتداول. ومن المرغوب فيه طبعاً التحلي بدرجة من المرونة في تحديد حقوق المرخص له في استعمال الطيف، على الرغم من وجود قيود على هذا الاستعمال. وبوجه خاص، فإن قدرة المرخص له على تغيير الخدمة التي يقدّمها يمكن أن تتسبب في مشاكل، لا سيما عندما يكون هناك عدد من البلدان ذات حدود متعددة، وتتعلق هذه المشاكل بما يلي:

- المشاكل التقنية ومشاكل التداخل المحتملة الناجمة عن اختلاف أنماط الخدمات التي تعمل في نطاق التردد ذاته أو على التردد ذاته؛
- أثر تغيير المرخَّص له للخدمة التي يقدمها (للاستفادة من التغيرات في ظروف السوق) على مستعملي خدمته القائمة.

وفي الحالة الأولى، وعلى الرغم من إمكانية تشغيل بعض الخدمات على نطاق التردد ذاته، يتعين أن تُبحث المسألة على أساس كل حالة على حدة. وهناك أيضاً مسألة الحماية من التداخل العابر للحدود الذي ينشأ من توزيع وطني لا يتفق مع المادة **5** من لوائح الراديو.

وفي الحالة الثانية، يمكن أن يواجه المرخَّص له بمشاكل عملية لدى تغييره الخدمة المقدمة، فقد يكون من الضروري أن يسترد المرخَّص له أي استثمار في خدمته الأولى/نظامه الأول، كما أن أي تغير نحو تقديم خدمة جديدة ينبغي أن يأخذ هذا في الاعتبار بالإضافة إلى عدد السنوات المتبقية للترخيص. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن لعوامل أخرى أن تؤثر على استرداد الاستثمار (سواء بالنسبة للخدمة القائمة أو الاستثمار المتوقع بالنسبة للخدمة البديلة)، مثل تيسُّر أي تجهيزات جديدة لتقديم الخدمة البديلة والوقت اللازم لأداء هذه الخدمة وأي تجهيزات جديدة تخصَّص للمستعملين. ولكن صاحب الرخصة بالذات، في بيئة تنافسية تسعى إلى تعزيز الربح، هو أقدر من يكون على اتخاذ هذه القرارات.

---

[38] لا تُستخدم 'أصول' في هذا البند بمعناها المحاسبي الشائع.

2.5.6 دور الإدارة في تحديد حقوق استعمال الطيف

تتسم حقوق استعمال الطيف التي تحتفظ بها أي إدارة بالأهمية بالنسبة لها ولأي من المتنافسين على الطيف. وتتسم هذه الحقوق أيضاً بالأهمية بالنسبة للبلدان المجاورة[39]. ومن ثم يتعين على الإدارة، لدى تزويد المرخَّص له بحقوق أوسع نطاقاً وربما بالقدرة على تغيير جوانب الخدمة التي يقدمها أو خصائصها التقنية، أن تحرص على أنها، من خلال تحديد حقوق استعمال الطيف، تضمن حقوق البلدان المجاورة. وهذا ينطبق أيضاً على مستعملي الترددات المجاورة في البلد نفسه. وينبغي للإدارة، من المنظور الدولي، أن تحتفظ بحقوق استعمال الطيف اللازمة لما يلي:

- توفير نقطة الاتصال الدولية بشأن المسائل الخاصة بالاتصالات الراديوية؛
- تحمل المسؤولية عن جميع الإشارات الراديوية الصادرة من أقاليمها؛
- الوفاء بالتزاماتها بموجب الاتفاقات والمعاهدات الدولية (من قبيل دستور الاتحاد الدولي للاتصالات) وإدراج حق المطالبة باسترداد الطيف قبل انتهاء مدة الترخيص إذا تعيَّن عليها مثلاً الوفاء بمتطلبات اتفاق دولي بإعادة توزيع الطيف على أساس إقليمي أو عالمي.

ولعل حقوق استعمال الطيف المذكورة أعلاه تمثل الحد الأدنى الذي ترغب أي إدارة في الاحتفاظ به، كما أنه يمكن أن يكون هناك، من الناحية العملية، متطلبات إضافية تبعاً للتشريعات الوطنية وبنية وتنظيم العملية الوطنية لإدارة الطيف.

3.5.6 مدة الترخيص

تختلف مدة الترخيص من بلد لآخر. وتتراوح فترة الترخيص عادة من سنة إلى 5 أو 10 أو 15 سنة أو حتى 20 سنة وإن كانت مدة بعض التراخيص الخاصة أقصر زمنياً من ذلك. كما أنه يمكن، في بعض البلدان، إصدار التراخيص لمدة غير محددة رهناً بدفع الرسم سنوياً. ودفع الرسم سنوياً لا يجعل من الترخيص ترخيصاً سنوياً. كما لا تنطوي مدد التراخيص الأطول تلقائياً على قدر أكبر من الأمن فيما يتعلق بحيازة الترخيص، لأن هذه الحيازة تتوقف على الشروط المتعلقة بالترخيص. إلا أن التجديد السنوي للترخيص يمكن أن يجعل من الأسهل أو الأكثر ملاءمة للإدارة إنهاء الترخيص مقارنة بإجراءات فسخ عقد استعمال الطيف قبل عدة سنوات من انتهاء مدة الترخيص. ولكن نظام الترخيص الدائم، في نظام المزادات والتسعير التشجيعي وإمكانية التداول، يتسم في النهاية بأفضل الخصائص، كما هو الحال في عملية سوق لامركزية جارية، حيث تريد الحكومة أن تتدخل بأقل قدر ممكن في هذه العملية.

4.5.6 حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل

ليس من آلية تخصيص يمكنها أن تمنح الترخيص لمن يأتي في تاريخ لاحق ويدَّعي أنه يمكنه أن يستعمل الطيف استعمالاً أفضل، ولذلك تحتاج الإدارات إلى آلية تضمن مواصلة استعمال الطيف بكفاءة. وقد بُحث في عدد من البلدان حلاّن لهذه المسألة.

- *حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل* – أي نقل حقوق المرخص له في استعمال الطيف إما كلياً أو جزئياً إلى طرف ثالث.
- *حقوق استعمال الطيف المرنة* – أي السماح للمرخَّص له بتعديل حقوقه فيما يتعلق باستعمال الطيف ومن ثم إتاحة إمكانية إجراء تغييرات في تقنيات التشكيل والكثافات الديمغرافية وقوى الإرسال والترددات، وما إلى ذلك.

أو توليفة من هذين النهجين.

ويمكن أن نشهد في بعض البلدان قابلية نقل حقوق استعمال الطيف أو مرونتها بإذن من الإدارة في إطار تشريعاتها القائمة. إلا أن هذا يشرك الإدارة على نحو مباشر في عملية صنع القرار ومن المحتمل أن يؤدي إلى عمليات تأخير وتقييد.

---

[39] يتوقف معنى تعبير البلدان المجاورة في هذا الخصوص على مسافات الانتشار ويمكن أن تمتد إلى 000 1 ميل أو ربما أكثر تبعاً للترددات ولما إذا كان مسير الانتشار فوق الأرض أو فوق البحر.

ولتفادي أي تقييدات لا داعي لها في عملية حقوق استعمال الطيف، ولضمان أن تكون فعالة اقتصادياً على نحو كامل، ينبغي أن يكون تعريف حقوق استعمال الطيف واضحاً قدر الإمكان ولكنه غير تقييدي (مرن) أيضاً قدر الإمكان. ويتيح أقل التعاريف تقييداً للمرخص له أن يختار الخدمات التي يود أن يقدمها إلى المستعملين النهائيين طالما هناك ضمان بعدم التسبب في حدوث تداخل لدى المستعملين الآخرين للطيف. وعلى الطرف الآخر من التقييم، فإن أكثر أشكال حقوق استعمال الطيف تقييداً تحدّ من إمكانية نقل حقوق استعمال الطيف ضمن توزيع معيّن وفي مجموعة من المعلمات التقنية المحددة تحديداً محكماً، لكن ذلك لا يمكن أن يوفر قدراً كافياً من المرونة لتحقيق الكفاءة الاقتصادية. ويكمن الحل المقبول في موقع وسط بين طرفي النقيض فيما يتعلق بتحقيق موازنة مقبول بين الكفاءة الاقتصادية والمعلمات التقنية التقييدية ،كما أن هذا يمكن أن يتحقق في بعض الظروف من خلال السماح للمرخص لهم بالتفاوض بشأن حقوقهم المتعلقة بالبث.

5.5.6 السوق الثانوية

من الممكن، بفضل حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل ضمن شروط الترخيص الممنوح والمنطقة الجغرافية، استحداث سوق ثانوية. وهذا يتوقف على العرض والطلب على الترددات والتراخيص في مدى ترددات معين وبنية السوق في تلك البلدان، تبعاً لما إذا كانت هذه السوق دينامية جداً أم ساكنة. ومن الواضح أن السوق الثانوية تحتاج على السواء إلى حقوق طيف قابلة للنقل وترخيص مشفوع بضمانات كافية بشأن مدة الترخيص ومدة التشغيل. ومن شأن القدرة على تداول الطيف أن تشجع كفاءة الاستخدام من خلال توفير آلية لحصول أصحاب التراخيص على عائد اقتصادي على أي طيف لم يعودوا بحاجة إليه أو يمكن بيعه لتحقيق ربح أعلى مما يمكن تحقيقه باستغلال الترخيص الخاص بهم.

ويتعين تسجيل أي نقل للحقوق لدى هيئات إدارة الطيف في نوع من 'سجل التردد وصاحب الحقوق' وعلى غرار أي سوق أخرى يحتاج الأمر إلى 'هيئة لمكافحة الاحتكار' لضمان المنافسة العادلة وتجنب القوة السوقية المهيمنة. وعلى وجه الخصوص، هناك حاجة لتشريعات المنافسة لمنع القوة السوقية لدى أصحاب التراخيص (الاحتكارات) مما قد يؤدي إلى اكتناز الطيف وتحديد الأسعار. وعندما تتطور سوق في الطيف فمن المرجح أن تكون هناك حاجة إلى إنشاء منظمات جديدة لتوفير إعادة بيع الترددات، وربما خدمات تسويق للطيف.

الجدول 6-2

تحديد سعر الطيف

المواضيع	المواضيع الفرعية	رقم الفقرة
التسعير التشجيعي للطيف ("قيمة" الطيف)	– "المتغيرات الاقتصادية" لحساب الرسوم (قاعدة تحديد الرسوم): – عرض النطاق – الحصرية – الموقع الجغرافي – التغطية – غير ذلك. – الرسوم القائمة على الدخل الإجمالي – الرسوم القائمة على تكلفة الفرصة	4.6؛ 1.4.6 1.4.6ب) 1.4.6أ) 1.4.6ج)
الرسوم القائمة على التكاليف	– قائمة على جميع أنواع أنظمة/حسابات توزيع التكاليف	2.2.6 3.2.6
الرسوم البسيطة	رسوم بسيطة على امتياز استعمال مورد عمومي	1.2.6 4.3.6
المزادات العلنية العطاءات المقدمة في إطار "العطاءات المقارنة" العطاءات ومسابقات المنافسة	السعر الذي عرضه الفائزون بالعطاء	2.4.6 2.3.6
التداول الثانوي	"حقوق استعمال الترددات" المنقولة عقب مدفوعات من مستعمِل جديد إلى المستعمل السابق	3.5.6 4.1.5.6 5.1.5.6

وجدير بالملاحظة أن المسألة ليست بالضرورة اختيار *بين* مختلف أنواع التسعير المبيَّنة أعلاه. فقد *يتعايش* في بلد ما أنواع مختلفة من التسعير أو يمكن تجميع عناصر تسعير مختلفة معاً.

6.5.6 إدارة التحول في تمويل الطيف

يتوقف ما إذا كان مستوى الفوائد الاقتصادية العائدة من استعمال الطيف الراديوي يرتفع أو ينخفض على استعمال الطيف بكفاءة وإدارته على نحو فعّال. ويمكن أن يكون لتنفيذ عملية تسعير الطيف أو الحقوق المتعلقة باستعماله أثر كبير على عمليات إدارة الطيف.

وفي الواقع إن نظام طرح الطيف في المزاد وتسعير الطيف وتداوله هي نتيجة التحول من نظام تقليدي لإدارة التردد غالباً ما يسمى 'التحكم والسيطرة' إلى نظام قائم على آليات السوق. وفي النهاية فإن الهدف الرئيسي من هذا التحول هو تمكين صاحب الترخيص من اتخاذ قرار بشأن نوع الاستخدام وكمية الطيف التي يحتاج إليها لتحقيق أقصى قدر من الأرباح في بيئة تنافسية موجهة نحو السوق ('التوزيع اللامركزي'). وهذا يتطلب طريقة مختلفة في التفكير داخل الإدارات وثقافة جديدة للحد من دور الإدارات والتخلي عن التحديد بالتفصيل لمن يستطيع استخدام الترددات وفي أي ظروف وملابسات. ويعتبر هذا النهج والتغيير الجديد ضرورياً في سوق تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التنافسية العالمية، حيث تدور عجلة التطورات والابتكارات التقنية بسرعة عالية. ومن شأن نهج لإدارة الترددات أكثر مرونة وموجه نحو السوق أن يؤدي إلى فوائد اقتصادية كبيرة تعود على المجتمع.

7.5.6 تكاليف إعادة توزيع الطيف (كطريقة في إدارة الطيف)

تمثل إعادة التوزيع أداة لإدارة الطيف تجعل في الإمكان الالتزام بالجدول الزمني الموضوع لتيسير الترددات إلى الوافدين الجدد. وتضطلع بدراسة هذه المسألة لجنة دراسات الاتصالات الراديوية 1 (انظر التوصية ITU-R SM.1603). ويستند مثال لعملية إعادة توزيع الطيف إلى التجربة الفرنسية. إلا أن المبادئ العامة المحددة يمكن أن تنطبق تماماً على بلدان أخرى (انظر الملحق 2). كما يجب ألا يغرب عن البال أن من شأن أداة إعادة توزيع الطيف من قبل الحكومة المركزية، في إطار نظام متغير يتزايد فيه الأخذ بإمكانية التداول، أن تفقد بعضاً من أهميتها النسبية.

الملحق 1

للفصل 6

تطبيق لتسعير الطيف
(نيوزيلندا)

أقامت نيوزيلندا، بموجب قانون الاتصالات الراديوية لعام 1989، نظاماً لإدارة الطيف يعتمد اعتماداً كبيراً على مبادئ السوق الحرة. وعمدت وزارة التجارة من خلال مزادات عمومية إلى تأجير "حقوق إدارة" على النطاق الوطني لنطاقات ترددات مختارة لمدة 20 عاماً. وحقوق الإدارة هذه يمكن المتاجرة بها وتقسيمها فرعياً أو تجميعها. ويستأجر الحائز على حقوق الإدارة "الحقوق الواردة في التراخيص" لمدة معينة سواء لنفسه أو لأي مستعملين محتملين آخرين لأنه يحق لحائز الحقوق الواردة في الترخيص أن ينشئ مرسلات راديوية ذات ترددات حاملة وقوة بث ونوعية محددة في أماكن محددة يستعملها حائز الحقوق الواردة في الترخيص في أي غرض يختاره. ويدفع حائزو الحقوق الواردة في الترخيص رسماً سنوياً لتغطية التكاليف التي تتكبدها الوزارة وتقع على عاتقه مسؤولية ضمان ألاّ يتجاوز الإشعاع حدود الترددات المبيّنة في عقد إيجار صاحب حقوق الإدارة. والحقوق الواردة في التراخيص هذه قابلة أيضاً للتداول. أما نطاقات التردد التي لا تندرج ضمن هذا النظام، بما في ذلك النطاقات التي يُعتقد أن مشاكلها الخاصة بالتداخل الدولي مشاكل مرهقة، فإنها لا تزال تخضع لإدارة وزارة التجارة.

بيد أن النهج الجذري الذي اتبعته نيوزيلندا لم يُتّبع في أي مكان آخر حتى الآن. فالواقع أن العُزلة الجغرافية لنيوزيلندا قد تسمح بتنفيذ ممارسات هناك لا تكون قابلة للتطبيق في مكان آخر. إلا أن طائفة متنوعة من مبادرات تسعير الطيف الأكثر تحديداً بكثير والتي تربط الضغوط الاقتصادية بنهج أكثر تقليدية لإدارة الطيف قد استُحدثت في بلدان عديدة فيما يتعلق، مثلاً، بالأنظمة الراديوية الخاصة.

الملحق 2

للفصل 6

تكلفة إعادة توزيع الطيف
(فرنسا)

1 المصالح التي تسوِّغ قرار إعادة توزيع الطيف

ينبغي للمجتمع بأكمله أن يستخلص فوائد كافية من إعادة توزيع نطاقات الترددات الراديوية لكي يكون من حقه الحصول على تصريح في هذا الصدد. وتنعكس هذه الفوائد من الناحية الاقتصادية من خلال تحقيق حدّ أقصى من الفائض للمجتمع. وبعبارة أخرى، ينبغي للمرء أن يصل إلى نقطة توازن بحيث لا يتسنى لأي استعمال آخر للطيف أن يحسّن الفائض الذي يحققه المجتمع، وفقاً لمعيار Pareto لتحقيق النتائج المثلى.

ولإيجاد نقطة التوازن هذه من المفيد مقارنة الأفضليات (المنافع) التي توفرها مختلف الجهات الفاعلة المعنية. ويعبَّر عن المهام المحققة للمنفعة من حيث القيمة الخاصة والقيمة الاجتماعية التي تعود على المجتمع. وتتمثل القيمة الخاصة في المنافع التي يمكن أن يستخلصها المجتمع من استعمال نطاقات الترددات، بينما تتناسب القيمة الاجتماعية مع أهمية الخدمات المقدَّمة إلى المجتمع بوجه عام. وحساب القيمة الخاصة بسيط تماماً في حين أن تقدير كمّ القيم الاجتماعية معقد نسبياً. ومن الممكن الاستعانة بمفهوم "الفرصة البديلة" في محاولة تقييم القيمة الاجتماعية للخدمات، وبعبارة أخرى من خلال حساب التكاليف التي يتعين على المجتمع تحملها في حالة عدم تقديم هذه الخدمة.

وفيما يتعلق بعملية إعادة توزيع الطيف، من الضروري مقارنة المنافع من حيث القيمة الخاصة والقيمة الاجتماعية بالنسبة للوكيل الذي يُطلب منه التخلي عن نطاقات التردد والمنافع بالنسبة للوكيل الوافد أو الداخل.

لنفترض أن $U_{\text{المشغّل الخارج}}$ و$U_{\text{المشغّل الداخل}}$ تشيران إلى المنافع الخاصة بكل منهما (بما يشمل القيمة الخاصة والقيمة الاجتماعية) للمشغّل الذي يترك الطيف والمشغّل الذي يحل محله. أما $C_{\text{تكلفة الانتقال}}$ فتشير إلى تكلفة إعادة توزيع الطيف التي يتحملها المشغّل الخارج:

إذا كان $U_{\text{المشغل الداخل}} > U_{\text{المشغّل الخارج}} + C_{\text{تكلفة الانتقال}}$ يكون الانتقال عندئذ أمثل من الوجهة الاجتماعية والاقتصادية،

وإذا كان $U_{\text{المشغل الداخل}} < U_{\text{المشغّل الخارج}}$ فلا يكون الانتقال عندئذ أمثل من الوجهة الاجتماعية والاقتصادية،

وإذا كان $U_{\text{المشغل الخارج}} < U_{\text{المشغّل الداخل}} < U_{\text{المشغل الخارج}} + C_{\text{تكلفة الانتقال}}$ فإنه يتعين عندئذ إجراء اختيار.

2 تكلفة إعادة التوزيع

يُفترض، نتيجة لإعادة توزيع الطيف، أن يُلزم مستعمل نطاق الترددات بالتخلي عن النطاق ومواصلة نشاطه على نطاق تردد مختلف أو اللجوء إلى حل غير راديوي حيثما يكون ذلك ممكناً. وبالنسبة لهذا المستعمل فإن الالتزام بترك نطاق الترددات يمكن أن تترتب عليه تكاليف إضافية لم تكن لتحدث لو لم يكن هذا الالتزام قائماً. وفيما يلي ستُعرف هذه التكلفة الإضافية باسم "تكلفة إعادة التوزيع". أما تكلفة الانتقال $C_{\text{تكلفة الانتقال}}$ التي نوقشت من قبل فتشكل جزءاً من تكلفة إعادة التوزيع.

وفي قطاع الاتصالات بوجه خاص، لا تُعرف في معظم الحالات قيمة إعادة بيع التجهيزات المشمولة في عملية الانتقال. وتسمى الاستثمارات المنفذة في هذه الشبكات غالباً "تكاليف متكبَّدة" بالنسبة للمستعملين. ويعني هذا أنه إذا توقف النشاط فإنه لا يمكن للمستعملين أن يستردوا استثماراتهم. ومن شأن حساب القيمة المتبقية أن يجعل في الإمكان تحديد القيمة النظرية لهذه التجهيزات عندما لا يتسنى بيعها من جديد. ومن المفيد التمييز بين القيمة المحاسبية المتبقية والقيمة الاقتصادية المتبقية. ولهذا السبب يُتوخى اتباع نهجين يُعرضان أدناه من أجل حساب تكلفة إعادة التوزيع:

- الحساب باستخدام القيمة المحاسبية المتبقية؛
- الحساب باستخدام القيمة الاقتصادية المتبقية.

3 حساب تكلفة إعادة التوزيع باستخدام القيمة المحاسبية المتبقية

يطبَّق نهج القيمة المحاسبية بوجه خاص عندما يكون للمشغل الخارج حسابات عادية. وبالإضافة إلى ذلك، وفي حالة النشاط التجاري فإن هذا النهج يأخذ في الاعتبار المزايا الضرائبية التي تمتّع بها المشغل الخارج فيما يتعلق بقيمة استهلاك تجهيزاته.

1.3 تقدير التكلفة التي يتحملها المستعمل عند تركه نطاق التردد

الانتقال إلى جزء آخر من الطيف أو الخروج من الطيف

ينبغي أن يحدَّد أولاً ما إذا كان المستعمِل الخارج ملزماً باستعمال ترددات راديوية إذا أراد مواصلة أداء نشاطه. فإذا كان الحال كذلك (كما هو مثلاً بالنسبة لمشغّل الخدمات المتنقلة) فإن المستعمِل الخارج ينتقل إلى نطاق تردد آخر وتُقيّم التكلفة "Cd" لهذا الانتقال إلى جزء آخر من الطيف. وإذا لم يكن الحال كذلك (كما هو مثلاً بالنسبة لهيئة تمتلك وصلات راديوية ثابتة) فإنه ينبغي النظر في الافتراضين التاليين:

- انتقال المستعمِل إلى نطاق تردد مختلف وتقييم التكلفة Cd لهذا الانتقال؛
- تخلّي المستعمِل عن استعمال ترددات معيّنة من أجل استعمال نظام سلكي بديل وإجراء تقييم لتكلفة الانتقال Cs تناسب الخروج من الطيف الراديوي.

ويؤدي الاختيار بين هذين الافتراضين ومراعاة المعيار الاقتصادي فقط إلى اعتماد أقل الافتراضين تكلفة.

لنفترض أن Ci تمثل التكاليف التي يتكبدها المستعمِل لدى تركه نطاق تردد. وتكون Ci مساوية إما لCd إذا أُلزم المستعمِل بشغل نطاق تردد مختلف أو مساوية لأصغر القيمتين Cd وCs إذا أتيحت للمستعمل إمكانية اعتماد حل سلكي.

2.3 القيمة المحاسبية المتبقية

تراعي هذه الطريقة عمر تجهيزات المستعمِل الخارج، بأخذ القيمة المحاسبية المتبقية "Vcr" لهذه التجهيزات. ويمكن التوصل إلى التعريف العادي للقيمة المحاسبية المتبقية لبند من بنود التجهيزات على النحو التالي:

Vcr = سعر شراء التجهيزات الجاهزة للاستعمال منقوصاً منه قيمة استهلاكها

وتمثل Vcr قيمة الجزء من التجهيزات المتبقي للاستهلاك. وإذا لم يتسنَّ للمالك في هذه المرحلة من الاستهلاك أن يستعمل التجهيزات فإنه يتعين على المالك وفقاً للنظرية المحاسبية أن يتحمل خسارة مساوية للقيمة Vcr.

3.3 تكاليف التجديد

في ضوء التطور التكنولوجي وتقادُم التجهيزات يُدعى مشغِّل نطاق التردد إلى تجديد تجهيزاته حتى بدون حدوث أي تغيّر في النطاق. ولنفترض أن Cr هي تكلفة تجديد التجهيزات، بخصائص مماثلة وفي نفس نطاق التردد. وتمثل Cr في هذه الحالة التكلفة التي يتعين على مشغل النطاق هذا تحملها حتى في حالة عدم إعادة توزيع أي طيف.

4.3 حساب تكلفة إعادة التوزيع

يؤخذ في هذا الصدد مَثَل مستعمِل نطاق تردد معين يحدد لتجهيزاته الحالية قيمة محاسبية متبقية Vcr ويتعين عليه أن يخلي هذا النطاق بسبب إعادة توزيع النطاق. ويعني تركه النطاق أنه يتعين عليه أن ينفق مبلغاً مساوياً لـ Ci (انظر البند 1.3) ليتمكن من مواصلة أنشطته.

وقد يعني إخلاؤه للنطاق أن من المستحيل عليه أن يستعمل تجهيزاته الحالية مما يسبب بالتالي خسائر مساوية لـ Vcr (انظر البند 2.3). وإذا كان عليه أن يبقى في النطاق، فإنه يتعين عليه أن ينفق مبلغاً مساوياً لـ Cr (انظر البند 3.3). ونصل من ذلك إلى العلاقة التالية:

تكلفة إعادة الاستعمال = تكلفة إضافية على المستعمِل الملزَم بترك نطاق التردد

$$Cr - Vcr + Ci =$$

ملاحظات:

- إذا أدت نتيجة الحساب إلى تكلفة سلبية لإعادة التوزيع، يعني هذا أن المستعمِل له مصلحة في أن يترك بإرادته الحرة نطاق التردد الذي يشغله حالياً؛
- يتطلب حساب تكلفة إعادة توزيع نطاق التردد، في كل حالة، تقييماً يجريه خبير لتحديد التكاليف الفعلية للشبكة القائمة والشبكة الجديدة.

وتتسم نتائج الحساب بحساسيتها الشديدة لمستوى استهلاك التجهيزات ولمعمارية الشبكة القائمة.

4 حساب تكلفة إعادة التوزيع باستخدام القيمة الاقتصادية المتبقية

يجعل النهج الاقتصادي في الإمكان، ضمن أمور أخرى، إغفال الجانبين التاليين:

- أن عمر الخدمة الفعلي للتجهيزات قد يختلف عن العمر المستخدم لأغراض المحاسبة[40] (الذي يحدَّد على أساس فترات الاستهلاك)؛
- إمكانية عدم تطبيق المستعمِل الخارج لنظام استهلاك.

تحليل قيمة الشبكات

حالما يدرك المشغل الداخل مصلحته في استعمال موجات راديوية لتقديم خدمته، وعندما يثبُت أن القيمة للمشغل الداخل أكبر من القيمة للمشغل الخارج زائد تكلفة الانتقال (بعبارة أخرى $U_{\text{المشغل الداخل}} > U_{\text{المشغل الخارج}} + C_{\text{تكلفة الانتقال}}$)، تكون أمام المشغل الخارج خمسة خيارات:

- *إيقاف المشغل الخارج لنشاطه*: يقدِّم المشغل الخارج خدمة ضئيلة القيمة للمجتمع تقادمت تكنولوجيتها أو لم يعد لاستعمالها أي مبرر؛ وكل هذه حالات يفضَّل فيها أن يوقِف المشغِّل الخارج نشاطه.
- *تقاسم نطاقات التردد من أجل خدمة واحدة*: يستعمل المشغل الحالي ترددات ولكن على نحو قاصر الكفاءة أو أنه غير قادر على تبرير الكمية التي في تصرفه؛ وفي هذه الحالة يمكنه، دون عائق تقني، الموافقة على أن يضطلع مشغل آخر بتقديم الخدمة ذاتها.
- *تقاسم نطاقات التردد بين خدمات مختلفة*: يمكن للمشغل الداخل أن يستغل نطاق التردد المضيف دون أن يتعين على المشغل القائم الانتقال إلى نطاق آخر، ويمكن للمشغل الأخير أن يواصل استغلال الطيف دون تداخل من المشغل الداخل. وهذا هو الحل في تقاسم نطاقات التردد من أجل توفير استعمالات مختلفة.

---

[40] يختلف تقدير استهلاك التجهيزات لأغراض مسك الدفاتر (المحاسبة) عن تقدير استهلاك التجهيزات الاقتصادي. فالتجهيزات التي نقصت قيمتها تماماً نتيجة للاستهلاك يمكنها في أكثر الأحيان أن تُستعمل لعدة سنوات قبل استبدالها. ومن الناحية العملية، فإن الاستهلاك الاقتصادي هو مجموع قيمة الاستهلاك (الخسارة في القيمة الاسمية للتجهيزات على مدى سنة) والقيمة التي تمثل مكافأة رأس المال الثابت بسعر خصم k (أو تكلفة رأس المال). ولا يُدرج في الخصوم المالية المسجلة في الحسابات إلا المكافأة لذلك الجزء من رأس المال التي تموَّل بالاقتراض (الدين). ونتيجة لذلك، فإن حساب الاستهلاك للأغراض المحاسبية المقابل لتكلفة الاستعمال المستمر (الاستثمار مقسوماً على عُمر التجهيزات المستخدم في الحسابات) والخصوم المالية المتناقصة، يمثل فرقاً في التغطية مقارنة بالحساب الاقتصادي للاستهلاك. وبالنسبة للحساب الأخير، تطبّق المكافأة على مجموع قيمة رأسمال الاستثمار المعني، نظراً لأن جزءاً من التمويل تم الحصول عليه في الواقع داخلياً. ولذلك فهو يغطي ما يكافئ الخصوم المالية فضلاً عن المكافأة على الاستثمار من الموارد الذاتية (مكافأة أصحاب الأسهم، وما إلى ذلك).

- *نقل المشغل الخارج نشاطه إلى نطاق تردد مضيف آخر*: للمشغل الداخل حق حصري في استعمال نطاق التردد بأكمله، وينبغي للمشغل القائم أن ينقل نشاطه إلى نطاق تردد آخر.
- *نقل المشغل الخارج نشاطه إلى منصة مختلفة تماماً*: يرغب المشغل الداخل في الاستفادة من حق استعماله الحصري لنطاق التردد بأكمله أما المشغل القائم فينبغي أن ينقل نشاطه. وتبيَّن بعد ذلك أن تكلفة تنفيذ نشاط المشغل الخارج على نطاقات تردد أخرى أعلى من تكلفة تنفيذ النشاط ذاته على شبكة سلكية (كبل، ألياف بصرية، وما إلى ذلك). ومن الأفضل بالنسبة لخدمة لم تتغير أن يخلي المشغل الخارج نطاقات التردد وأن ينتقل إلى منصة بديلة.

ويمكن معالجة كل من هذه الحالات من خلال إجراء دراسة اقتصادية لمختلف الخيارات الاستثمارية.

وفيما يتعلق بالعمل المنفَّذ في فرنسا بشأن فك ترزيم العرى المحلية وحساب تكاليف الشبكات، تُبحث تكلفة إعادة توزيع الطيف من خلال مقارنة مختلف الخيارات (المشار إليها أيضاً باسم "تشكيلات"). لنأخذ حالة المشغل الذي يتعين عليه إخلاء نطاق تردده (كلياً أو جزئياً) والانتقال إلى نطاق تردد مختلف أو منصة مختلفة (أو ببساطة تعديل استعمال نطاق تردده لاستيعاب مشغّل آخر). في هذه الحالة، يجب ألا يعود انتقال المشغّل (ويدعى المشغّل الخارج) بالضرر عليه. وينبغي أن ينطوي الانتقال على حافز للمشغل الخارج، وإلا فإنه لن يخلي نطاق تردده أو سيحاول تأخير تركه لهذا النطاق. وكذلك، ينبغي ألاّ يعوج انتقال المشغل عليه بالأرباح. ونتيجة لذلك، ينبغي إيجاد نقطة توازن من خلال حساب تقديم تعويض "منصف". ويتحقق هذا من خلال إجراء مقارنة بين حالة المشغل الخارج الذي يتعين عليه أن يتحمل تكاليف الانتقال وحالة المشغل ذاته إذا لم يكن يتعين عليه الانتقال إلى نطاق آخر وكان عليه أن يتحمل تكاليف تجديد معداته فقط.

5 صندوق إعادة التوزيع وإجراءات إعادة التوزيع

1.5 صندوق إعادة التوزيع

تدير الصندوق هيئة مسؤولة عن إدارة الطيف (AFNR: الوكالة الوطنية للترددات) لها ميزانية خاصة منفصلة تماماً عن ميزانية الوكالة AFNR العامة. ويمكن أن تموَّل هذه الميزانية بعدة وسائل تشمل تقديم مساهمات من كيانات عمومية من أجل تلبية متطلبات إعادة التوزيع. وحتى الآن كانت المساهمات من وزارة المالية فقط.

وتقدِّم وزارة المالية الحصة الأولى في الصندوق، على أساس سنوي بمبلغ 3 ملايين يورو، يزداد بمبلغ إضافي يحدَّد كل عام على أساس كل حالة على حدة في ضوء الحالات التي يتم معالجتها. وفي الفترة من 1997 إلى 2001 بلغت قيمة المساهمات الصادرة من وزارة المالية 65 مليون يورو بسبب عمليات الانتقال المطلوبة لاستيعاب الاتصالات GSM 1800 وIMT-2000 وتطبيقات الأجهزة القصيرة المدى SRD (بما في ذلك Blue Tooth). وفي مرحلة لاحقة، ستأتي المساهمات أيضاً من أشخاص من القطاع الخاص. وقد يُدعى المستعملون إلى دفع مساهماتهم في الصندوق في الوقت الذي يحصلون فيه على نطاق التردد الجديد. مثال ذلك، يساهم مشغلو النظام العالمي للاتصالات المتنقلة GSM في عام 2002 لقاء ترددات إضافية في النطاق GHz 1,8، ويدفع مشغلو الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2000 المساهمات بمجرد منحهم التصاريح، أي في سبتمبر 2001.

وتوقّع الوزارات والسلطات المستقلة (أو الكيانات المفوَّضة لهذا الغرض) المستفيدة من صندوق إعادة التوزيع اتفاقية لإعادة التوزيع مع الوكالة الوطنية للترددات AFNR.

ويقرّ هذه الاتفاقيات مجلس الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات الذي تمثَّل فيه جميع الوزارات والسلطات المعنية. وبلغ المجموع التراكمي لقيمة الاتفاقيات التي وُقّعت حتى 30 يونيو 2002 مبلغ 59 مليون يورو. ومن الكيانات التي استفادت فعلياً من صندوق إعادة التوزيع، يذكر بصفة رئيسية France Telecom ووزارة الدفاع. ومن أبرز المستفيدين الآخرين مؤسسة الكهرباء EDF والمؤسسة الوطنية للسكك الحديدية SNCF.

2.5 إجراءات إعادة التوزيع

استهلَّ الإجراءات الجزء من الإدارة المسؤول عن تخصيص الترددات قبل إعادة تخصيص نطاق التردد. وفي فرنسا، تُعرف الهيئات المسؤولة عن تخصيص الترددات باسم "affectataires".

وبناء على طلب هذه الهيئة فإن المهام التي أوكلتها الدولة إلى الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات هي:

- إعداد تقييم مختلف عناصر التكلفة ومبادئ إعادة التوزيع؛
- اقتراح جدول زمني لعملية إعادة التوزيع؛
- تنظيم الإشراف على الإجراءات؛
- إدارة صندوق إعادة التوزيع.

وتعتمد الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات في تنفيذ هذه المهام على عدد من اللجان تعمل على أساس توافق الآراء. واللجان المشاركة في عملية إعادة التوزيع هي:

لجنة تخطيط الترددات (CPF).

تتلقى هذه اللجنة طلبات الحصول على الترددات الصادرة من الهيئة المسؤولة عن التخصيص وتفحصها وتنسقها.

وتضطلع بالمهام التالية:

- إعداد الجدول الوطني لتوزيع الترددات وتحديثه بصفة مستمرة، والقيام عند الضرورة، بتحقيق التناسق في استعمال نطاقات التردد؛
- بحث جميع المسائل المتعلقة باستعمال الترددات ذات الآثار الوطنية أو الدولية وتوزيعها؛
- إصدار التوجيهات إلى لجنة تخصيص الترددات CAF المسؤولة أمامها والتي تعمل من أجلها بمثابة هيئة استئناف.

لجنة التحليل التجميعي والمستقبلي للاتصالات الراديوية (CSPR).

تسهم هذه اللجنة في التحليلات المستقبلية لطيف الترددات الراديوية بغية تحقيق أمثل استخدام له من قبل عامة الناس والمستعملين الخاصين، وتتقدم بمقترحات تتعلق بقواعد الملاءمة الكهرمغنطيسية وهندسة الطيف والمعايير اللازمة لضمان الاستعمال السليم للأنظمة الراديوية.

وتضم اللجنة ممثلي الإدارات المعنية فضلاً عن مشغلي الشبكات المفتوحة لعامة الناس ودوائر الصناعة المعنية.

وتستعين اللجنة بأربع لجان فرعية:

- لجنة الملاءمة الكهرمغنطيسية (CCE).
- لجنة تثمين الطيف (CVS).
- لجنة إعادة النظر في تخصيص الطيف (CRDS).
- لجنة صندوق إعادة استعمال الطيف (CFRS).

وتُتخذ القرارات عادة بتوافق الآراء. وإذا تعذر ذلك يتخذ القرار مجلس الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات، وهو الهيئة العليا لاتخاذ القرارات في المسائل المتعلقة بطيف الترددات. ويمكن بعدئذ اتخاذ إجراءات الاستئناف لدى مكتب رئيس الوزراء بناء على طلب أحد أعضاء مجلس الوكالة.

وقد تمت معالجة جميع حالات إعادة التوزيع حتى تاريخه باستخدام الإجراءات العادية، وتم التوصل إلى توافق الآراء في اللجان المعنية مع ضمان توفر الشفافية التامة.

الملحق 3

للفصل 6

مثال لمزاد الطيف
(جمهورية كوريا)

1 مقدمة

مزاد الطيف هو وسيلة لتحديد سعر تخصيص التردد للاتصالات المتنقلة التجارية في السوق القائمة على المنافسة من خلال تطبيق طريقة مزاد على تخصيص تردد عندما يكون من الصعب تحديد سعر قياسي في السوق.

وفي الماضي، كان يجري تخصيص الترددات للاتصالات المتنقلة عن طريق رسوم تخصيص الطيف، ولكن هذا لا يعكس تماماً القيمة الاقتصادية والسوقية. وهكذا، اتبعت طريقة المزاد بمثابة طريقة لتخصيص التردد تقوم على السوق نظراً لتزايد الطلب على موارد الطيف المحدودة.

وقد تبين من التقييم أن طرح الطيف بالمزاد لشركات الاتصالات المتنقلة عملية فعالة عند تخصيص موارد الطيف النادرة في سوق قائمة على المنافسة.

وترغب جمهورية كوريا في تقاسم تجربتها المتنوعة في تخصيص الطيف لخدمة الاتصالات المتنقلة، والتي أجريت في فترة قصيرة نسبياً من الزمن، مع البلدان الأخرى.

2 لمحة تاريخية

تمت الموافقة على خطة لإعادة النظر في قانون الموجات الراديوية تشتمل على إدخال نظام طرح الطيف في المزاد في يوليو 2010 ودخلت حيز النفاذ في 1 يناير 2011.

وفي القانون المنقح، أصبحت تخصيصات التردد على أساس المنافسة في الأسعار، من قبيل المزاد، الطريقة ذات الأولوية الأولى. ومع ذلك، من الممكن تخصيص ترددات لشركات الاتصالات المتنقلة ليس عن طريق المزاد وإنما عن طريق رسوم تخصيص الطيف في ظروف خاصة أخرى حيث لا يتوفر الطلب التنافسي على الترددات ذات الصلة.

وفي حالة رسوم تخصيص الطيف، ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار القيمة الاقتصادية للطيف المتوقعة من قيمة نطاق التردد وعرض النطاق في النظام. كما ينبغي النظر في الأمور التالية:

- كفاءة استخدام الموارد الراديوية؛
- القدرة المالية لدى صاحب الطلب؛
- القدرة التقنية لدى صاحب الطلب؛
- الخصائص التقنية للترددات المزمع تخصيصها وتأثير توزيع الترددات المقابلة على قطاع أعمال الاتصالات وغير ذلك من الخصائص اللازمة.

3 طريقة المزاد

فيما يتعلق ببيع النطاقات الثلاثة: 800 MHz و1,8 GHz و2,1 GHz بطرحها في المزاد، يجب أن يتم المزاد للنطاقات الثلاثة في آن واحد وينبغي أن تكون طريقة المزاد هي المزاد التصاعدي المتزامن. وتفضي الطريقة إلى تحديد الفائز من خلال أكثر من إجراء (جولة) مزايدة ،كما هو موضح في البند 1.4.6.

ويعني سعر العطاء الأدنى عتبة ضمن مجموعة من احتمالات تقديم العطاءات، وهي ترتفع بالارتقاء إلى جولة المستوى التالي.

وسعر العطاء الأدنى هو سعر محجوز في الجولة الأولى، ويحتسب اعتباراً من الجولة الثانية بإضافة زيادة العطاء إلى سعر العطاء الأول في الجولة السابقة.

وبعد الانتهاء من كل جولة، يدوّن أعلى سعر لكل من نطاقات التردد. ومن ثم يتم إبلاغ جميع الأطراف المشاركة في العطاءات بسعر العطاء الأدنى لكل نطاق تردد في بداية الجولة التالية .

4 عملية مزاد الطيف ونتائجه

1.4 الإجراء الأول لمزاد الطيف

أغسطس، 2011.

2.4 هدف التخصيص

كانت الترددات المستهدفة هي: النطاق 800 MHz (عرض نطاق 10 MHz) والنطاق 1,8 GHz (عرض نطاق 20 MHz) والنطاق 2,1 GHz (عرض نطاق 20 MHz).

ولا يجوز لعرض نطاق تخصيص التردد المستهدف أن يتجاوز 20 MHz لكل مشغل.

3.4 تاريخ التخصيص

تم تخصيص النطاق 800 MHz في 1 يوليو 2012. وسوف يتم تخصيص النطاقين 1,8 GHz و2,1 GHz في تاريخ إبلاغ النتيجة. وفترة استخدام الترددات هي 10 سنوات اعتباراً من تاريخ الإبلاغ بتخصيص التردد.

4.4 السعر التنافسي الأدنى

كانت أسعار العطاءات الدنيا هي 261 مليار وون كوري للنطاق 800 MHz و445,5 مليار وون كوري للنطاق 1,8 GHz و445,5 مليار وون كوري للنطاق 2,1 GHz. ويلخص الجدول 1 ترددات التخصيص المستهدفة ونتيجة المزاد.

الجدول 1

ترددات التخصيص المستهدفة ونتيجة المزاد

النطاق	تردد التخصيص المستهدف [MHz]		تاريخ التخصيص	فترة التخصيص	أسعار العطاء الفائز
	الأعلى	الأدنى			
MHz 800	819-824	864-869	1 يوليو 2012	10 سنوات	261 مليار وون كوري (الشركة A)
GHz 1,8	1755-1765	1850-1860	تاريخ الإبلاغ	10 سنوات	995 مليار وون كوري (الشركة B)
GHz 2,1	1920-1930	2110-2120	تاريخ الإبلاغ	10 سنوات	445,5 مليار وون كوري (الشركة C)

5.4 يعتبر تنفيذ نظام المزاد ناجحاً في كوريا، وهو يعتبر أيضاً بمثابة أساس لسياسة تخصيص الترددات التجارية في المستقبل.

5 الخلاصة

بعد استعراض عملية المزاد ونتيجته، أقرت الحكومة بأن المزاد جرى في عملية مستقرة وعزز الإنصاف والفعالية في تخصيص الترددات.

بيبليوغرافيا

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

تقرير قطاع الاتصالات الراديوية ITU-R SM.2012 – الجوانب الاقتصادية لإدارة الطيف

نصوص المؤتمر CEPT

ECC Report 53 on "Cost Allocation and Accounting systems used to finance the radio administration in CEPT countries"

الفصل 7

أتمتة أنشطة إدارة الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.7 مقدمة 209

2.7 تطبيقات أنشطة إدارة الطيف 209

1.2.7 عندما تكون أتمتة عملية إدارة الطيف لازمة 210

2.2.7 مزايا أتمتة عملية إدارة الطيف 211

3.7 العناصر الرئيسية لنظام مؤتمت لإدارة الطيف 212

4.7 الانتقال من الأنظمة اليدوية إلى الأنظمة الحاسوبية 214

5.7 الخلاصة 216

الملحق 1 – النظام المحوسب لإدارة الطيف لدى الاتحاد الدولي للاتصالات 218

1 مقدمة 218

2 تطوير البرمجية SMS4DC ومزاياها 218

3 الوظائف الرئيسية في البرمجية SMS4DC 219

الملحق 2 – إدارة الطيف الراديوي في ماليزيا (دراسة حالة) 220

الملحق 3 – وصف نظام إدارة الطيف ومراقبته (SAAGER) 222

1 مقدمة 222

2 نظام إدارة الطيف 223

3 مراقبة الطيف 227

4 استعمال النظام في الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا 231

5 تجارب الآخرين في النظام المؤتمت لإدارة الطيف الذي تستعمله الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا 233

الملحق 4 – مثال لبرمجيات وأتمتة إدارة الطيف في وسط وشرق أوروبا 235

الملحق 5 – الإدارة الوطنية للترددات في تركيا 239

الملحق 6 – تحديث أنظمة إدارة الطيف القديمة 249

1 نظرة عامة 249

الصفحة

2 التحدي 249
3 الوضع القائم 250
4 نحو نظام متكامل وموحد وحديث 251
5 النظام المتقدم لإدارة الترددات 255
6 الانتقال إلى نظام إدارة الترددات 256
7 المستقبَل 257
8 خلاصة 257
الملحق 7 – نظام الإدارة والمراقبة الوطنية للطيف في بيرو 258
1 مقدمة 258
2 عرض نظام إدارة الطيف 260
الملحق 8 – نظام إدارة الطيف ومراقبته على الصعيد الوطني في جمهورية بوتسوانا 269
1 مقدمة 269
2 وصف نظام إدارة الطيف 270
3 وصف نظام مراقبة الطيف 276
الملحق 9 – الأدوات المحوسبة والأنشطة المؤتمتة المتناسقة التي يستخدمها المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) 282
1 مقدمة 282
2 أداة تحليل مونت كارلو المتقدمة لهندسة الطيف (SEAMCAT) 282
3 نظام معلومات التردد لدى مكتب الاتصالات الأوروبي (EFIS) 284
بيبليوغرافيا 288

1.7 مقدمة

تصبح تقنيات الأتمتة ضرورة عندما تكون كمية البيانات كبيرة وتكون متطلبات الدراسات التحليلية معقدة ومتنوعة. كذلك يمكن أن تساعد الأتمتة على تحسين تنفيذ تقنيات التحليل وقواعد البيانات المحدودة. وتوفر الأنظمة الحاسوبية أدوات لتخزين البيانات في صورة من السهل استرجاعها والتعامل مع البيانات وتوليد تقارير عن البيانات وإجراء الدراسات التحليلية.

وقد أصبحت الأنظمة الحاسوبية الفعالة من حيث التكلفة والقادرة على التعامل مع كميات كبيرة من البيانات أو إجراء دراسات تحليلية معقدة متاحة منذ فترة من الوقت. وساعدت التطورات التكنولوجية على الحد من تكاليف الأنظمة الحاسوبية وزيادة قدرتها على إجراء العمليات الحسابية ،كما أنها جعلت تطبيق التقنيات الحاسوبية على إدارة الطيف في متناول الإدارات المعنية، بما في ذلك الإدارات التي تكون متطلبات إدارة الطيف فيها محدودة نسبياً أو التي تكون قواعد البيانات لديها محدودة. وقد تبنى مكتب تنمية الاتصالات في الاتحاد تطوير نظام لإدارة الطيف لصالح البلدان النامية يعرف باسم SMS4DC، وهو الآن متاح بعدة لغات. ويوفر الملحق 1 بهذا الفصل وصفاً موجزاً لهذا النظام، كما يوفر الملحق في كتيب الاتحاد بشأن تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب المزيد من التفصيل بشأن البرمجية SMS4DC.

ويقوم مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد بفحص التخصيصات المقررة للترددات وتحليل مشاكل التداخل المحتملة، وفي حالة ما إذا كانت النتائج إيجابية يقوم بتسجيل التخصيصات في السجل الأساسي الدولي للترددات (MIFR) أو بتحديث الخطط. ومن المهم جداً أن تمارس الإدارات منفردة نفس هذه الأنشطة. وينبغي بصفة خاصة أن تكون ملفات البيانات المعيارية وطرائق التحليل متاحة لجميع الإدارات حتى يمكن تحقيق الكفاءة في استعمال طيف الترددات الراديوية.

والغرض من هذا الفصل هو تقديم هذا الموضوع والإشارة إلى الوثائق الحديثة التي تتناوله. وليس المقصود أن يكون بديلاً للكتيب الذي أصدره قطاع الاتصالات الراديوية حول هذا الموضوع بعنوان تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب (2015) أو للتوصيات التي سبق أن أعدتها لجنة الدراسات 1 لقطاع الاتصالات الراديوية في هذا الموضوع.

2.7 تطبيقات أنشطة إدارة الطيف

بغض النظر عن حجم عملية إدارة الطيف أو وتيرة إجرائها ومدى تعقيدها، ينبغي استعمال الحواسيب في أجزاء من أنشطة الإدارة الوطنية للطيف أو في هذه الأنشطة بالكامل. وتختلف متطلبات إدارة الطيف اختلافاً كبيراً من إدارة لأخرى، ومن المهم أن تقوم كل إدارة بتطوير قواعد البيانات والتطبيقات الهندسية اللازمة لتلبية متطلباتها المحددة في مجال إدارة الطيف. ولدى تحديد هذه المتطلبات، ينبغي للإدارة أن تضع في اعتبارها الاحتياجات الوطنية وكذلك الاتفاقات الدولية في هذا الخصوص.

ويمكن للأتمتة أن توفر الدعم للعديد من الوظائف التي تندرج ضمن إدارة الطيف. وتشمل هذه الوظائف ما يلي:

- تخطيط التردد؛
- توزيع التردد؛
- تخصيص التردد وإصدار الترخيص؛
- تنسيق التردد؛
- التبليغ الدولي؛
- المعايير والمواصفات والترخيص باستعمال المعدات؛
- أنشطة الرصد؛
- تصنيف بيانات إدارة الطيف وتحديثها؛
- إصدار التقارير الإحصائية والتقارير المتقدمة؛
- توفير واجهة للرد على الاستفسارات؛

- الرسوم والتبليغ الأوتوماتي عن التجديدات؛
- حساب التوافق الكهرمغنطيسي بما في ذلك الانتشار.

وتعد قاعدة البيانات التي تشمل مختلف المعلومات أحد الأجزاء شديدة الأهمية في نظام إدارة الطيف. وكثير من بنود هذه البيانات موصوف في قاموس بيانات الاتصالات الراديوية (التوصية ITU-R SM.1413). ومن المستصوب، لدواعي السرعة والوفر في تطبيقات أتمتة إدارة الطيف، أن تعنى الإدارة فقط بعناصر البيانات وملفات البيانات وقواعد البيانات التي تعتبر ضرورية لتلبية متطلبات إدارة الطيف. ومن الضروري الاهتمام بقائمة عناصر البيانات المطلوبة للتنسيق الدولي. وفي سياق وضع نهج مشترك للحصول على البيانات وتحديثها واسترجاعها، يمكن أن تشمل بيانات إدارة الطيف الفئات التالية:

- بيانات توزيع التردد؛
- بيانات تخصيص التردد؛
- بيانات أصحاب التراخيص؛
- بيانات مواصفات المعدات؛
- الرسوم؛
- بيانات التضاريس الجغرافية؛
- بيانات تنسيق التردد؛
- بيانات التبليغ عن التردد؛
- بيانات مراقبة التردد؛
- بيانات الإنفاذ.

1.2.7 عندما تكون أتمتة عملية إدارة الطيف لازمة

يجب أن يكون السؤال الذي يُطرح عند النظر في أتمتة عملية إدارة الطيف في أي بلد هو: "هل من اللازم حقاً أتمتة عملية إدارة الطيف؟" والرد القاطع في كل حالة هو "نعم". ومع ذلك، إذا لم يصمم نظام الإدارة المؤتمتة للطيف بالشكل الملائم فإنه قد يتحول إلى عبء على الإدارة وليس حلاً لمشكلتها.

ولكي ينجح النظام المؤتمت لإدارة الطيف، يتعين على الإدارة التي تقترح تنفيذ هذا المشروع أن تتعامل مع العديد من المجالات وأن تدرسها بوضوح. وتشمل المجالات والأسئلة التي ينبغي دراستها ما يلي:

- وجود بنية تحتية تنظيمية لإدارة الطيف. وهذا يعني وجود سلطة مسؤولة عن إدارة الطيف ووحدات معاونة لها وأنها تعمل بشكل فعال. ومن بين هذه الوحدات، دون حصر، ما يتناول التشريعات واللوائح وسياسات وإجراءات التشغيل؛
- تعريف نطاق تنفيذ مشروع نظام إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب، والغرض منه. لماذا ينبغي النظر في أتمتة النظام؟ وكيف يتم إصدار التوجيهات الجديدة التي تتطلب إعادة توجيه الموارد إلى تنفيذ مهام معينة في حدود اختصاص الإدارة؟ وهل يُنظر إلى الأتمتة كأداة لتحمل أعباء العمل المتزايدة؟ وما هي أجزاء العمليات أو المهام التي يتجه التفكير إلى أتمتتها داخل وحدة إدارة الطيف؟ وهل من الأفضل ترك بعض العمليات اليدوية دون تغيير؟؛
- تحديد توزيع الموارد الداخلية والخارجية. يجب إجراء تقدير للموارد المالية والبشرية اللازمة والمخصصة للمشروع. كذلك، هل سيكون من اللازم الحصول على سلطة تمويل خاصة؟؛
- كيف سيتم تنفيذ النظام أو تطويره، هل سيكون ذلك بموارد من داخل الإدارة، أم بالتعاقد مع جهة خارجية، أم بشراء البرمجيات المتاحة في السوق، أم بالربط بين جميع هذه العناصر؟ وهل تملك الإدارة الخبرة التنظيمية والتقنية اللازمة لتنفيذ المشروع، أم تلزمها مساعدة من الخارج؟؛

- ما هي القيود أو الحدود التي ستخضع لها عملية الأتمتة إن وُجِدت؟ وهل تفرض ضخامة المشروع تنفيذه على عدة مراحل أو عدة سنوات؟؛
- وضع خطط العمل والجداول الزمنية التي توضح مراحل المشروع والمهام ومراحل تقديم التقارير عن سير العمل. ينبغي النظر في استعمال الرسومات البيانية التي توضح خطة العمل والجدول الزمني، مثل رسومات Gantt البيانية؛
- تعريف مواصفات المستعملين. يجب تحديد احتياجات ومتطلبات المستعملين النهائيين بوضوح لضمان ترجمتها بالشكل المناسب في مواصفات التصميم. كما ينبغي تحديد نطاق وظائف إدارة الطيف التي ينبغي أتمتتها ومدى أتمتة كل منها بوضوح. ويجب أن يتضمن أي عقد توضيحاً شاملاً وواضحاً للعمل المطلوب؛
- تحديد المتطلبات التشغيلية. إذ تتضمن كل مهمة أو نشاط متطلبات التشغيل الخاصة به والتي يجب ترجمتها بسهولة إلى مجموعة من الخطوات المتتالية، من قبيل أشكال بيانية توضح تدفق العمليات أو شفرة وهمية؛
- تحديد المواصفات الوظيفية والتقنية. توضح هذه المواصفات تطور النظام وتمثل الأساس بالنسبة للتصميم التفصيلي للنظام؛
- توفر الوثائق التنظيمية والإجرائية عن الأنظمة والعمليات القائمة. وسيكون المكلفون بتطوير النظام في حاجة إلى الاطلاع على هذه الوثائق لأنهم سيكونون بكل تأكيد في حاجة إلى أن يتحولوا هم أنفسهم إلى أشباه خبراء في الجوانب التنظيمية والتقنية قبل أن يبدأوا في ترجمة العمليات والإجراءات القائمة؛
- إذا كان التفكير يتجه إلى إسناد عملية تطوير النظام إلى مقاولين خارجيين، يجب دراسة أعمالهم السابقة للتأكد مما إذا كان المقاول لديه المهارات أو الخبرات اللازمة لتنفيذ المشروع حتى نهايته. وينبغي النظر في العقود السابقة لتحديد وتقييم الخبرات ذات الصلة التي يمكن تطبيقها في العقد المقترح.

والبنود المبينة فيما سبق هي لاسترشاد الإدارة لدى النظر في اتخاذ قرارات بشأن إنشاء نظام حاسوبي لإدارة الطيف وتصميمه وتطويره وتنفيذه.

2.2.7 مزايا أتمتة عملية إدارة الطيف

أصبحت التقنيات التي تتم بالاستعانة بالحاسوب شائعة الاستعمال في الإدارات لكي تستطيع إدارة البيانات وإجراء الدراسات التحليلية المطلوبة المرتبطة بإدارة الطيف. وعلاوة على ذلك، ساعدت جوانب التطور التكنولوجي على تحقيق تخفيض مستمر في تكاليف الأنظمة الحاسوبية، وخصوصاً تكاليف الحواسيب الصغيرة القوية، مما جعل تطبيق التقنيات الحاسوبية في مجال إدارة الطيف من الحلول العملية.

ولتعزيز المنافع المترتبة على إدخال الحلول الحاسوبية في إدارة الطيف، ينبغي أن تكون الخطوة الأولى هي تقييم تطبيق الأنظمة الحاسوبية في حالة معينة من حالات إدارة الطيف. وينبغي تحليل الأنماط المختلفة من المعدات والبرمجيات الحاسوبية المتاحة. كما ينبغي أن يكون استعمالها جزءاً من هيكل محدد بعناية لنظام الإدارة الوطنية للطيف له وظائف محددة بعناية.

ويمكن للإدارات، بعد الانتهاء من ذلك، أن تستفيد من هذا النظام المتكامل بفضل إجراء العمليات التالية في الوقت المناسب وبكفاءة:

- التحقق من مدى تقيد طلبات تخصيص الترددات بالجداول الوطنية والدولية لتوزيع الترددات والحواشي والملاحظات ذات الصلة؛
- التحقق من أن مجموعة المعدات (جهاز الإرسال وجهاز الاستقبال والهوائي) المقترح استعمالها في وصلة راديوية معينة قد سبق تقديمها وأنها مرت بعملية الاعتماد المناسبة وتنطبق عليها معايير الاتفاق الخاص بالاعتراف المتبادل؛
- الاستجابة بمزيد من الدقة واليقين لطلبات تخصيص الترددات، عن طريق اختيار القنوات الملائمة مع أخذ التفاصيل الدقيقة، مثل خواص التضاريس، في الاعتبار؛
- إصدار التراخيص وتجديدها بالطرق الإلكترونية المباشرة التي لا تخضع للرجوع إلى المركز، وكذلك إصدار الفواتير الخاصة بذلك (يجب أن يسمح القانون بالتوقيعات الإلكترونية)؛
- المعالجة المناسبة لبيانات المراقبة الراديوية (انظر كتيب مراقبة الطيف الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية (جنيف، 2002))؛

- إقامة نظام يحقق سرعة إصدار الفواتير المعززة بالمستندات لمستعملي الطيف؛
- توفير المزيد من الدقة في إعداد وتقديم نماذج التبليغ الإلكترونية التي يتم إرسالها إلى الاتحاد في ضوء عملية التحقق الأوتوماتي من صحة البيانات التي يمكن تنفيذها؛
- توفر التبادل الإلكتروني للبيانات فيما بين الإدارات أو مع إحدى الإدارات والاتحاد (انظر التوصية ITU-R SM.668).

ومجموع عدد عناصر البيانات التي تدعم جميع هذه الوظائف كبير نسبياً. والأهداف التي تتوخاها السلطة الوطنية تؤثر كثيراً على الحاجة إلى كثير من عناصر البيانات. وعلى سبيل المثال، فإن كمية البيانات المطلوبة لحساب التوافق الكهرمغنطيسي بطريقة مجدية وسليمة تزداد بتزايد ازدحام الطيف. وهي ترتبط بكثافة معدات الاتصالات الراديوية المستعملة في البلد وبالتالي بالبنية التحتية القائمة في البلد. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى مئات الحقول من البيانات لجميع الملفات طبقاً للملحق 1 بالكتيب الذي أصدره قطاع الاتصالات الراديوية – تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب (جنيف، 2015). ومع ذلك، يمكن في حالات كثيرة تقليل كمية البيانات اللازمة إلى عدد محدود من عناصر البيانات الأساسية.

ولقد أمكن أتمتة الكثير من أنشطة الاتحاد الدولي للاتصالات. ونظام تحليل الخدمات للأرض (Terasys) ونظام الشبكة الفضائية (SNS) هما الأداتان المحوسبتان اللتان يستعملهما مكتب الاتصالات الراديوية في معالجة بطاقات التبليغ التي تقدمها الإدارات عن تخصيص الترددات. ويُستعمل النظامان أيضاً في تحديث السجل الأساسي الدولي للترددات، وكذلك خطط تخصيص الترددات. وهذه البيانات متاحة في عدد من الأنساق، منها أقراص CD-ROM. وبذلك تكون البيانات متاحة في النسق المحدد للاستعمال الوطني في مجال الرد على الاستفسارات وفي شكل قاعدة بيانات. وهذه البيانات متوفرة أيضاً في نسق إلكتروني في النشرة الإعلامية الدولية للترددات التي يصدها مكتب الاتصالات الراديوية أسبوعياً (BR IFIC) والتي تتضمن معلومات عن التخصيصات المبلَّغة والمسجلة على قرص CD.

3.7 العناصر الرئيسية لنظام مؤتمت لإدارة الطيف

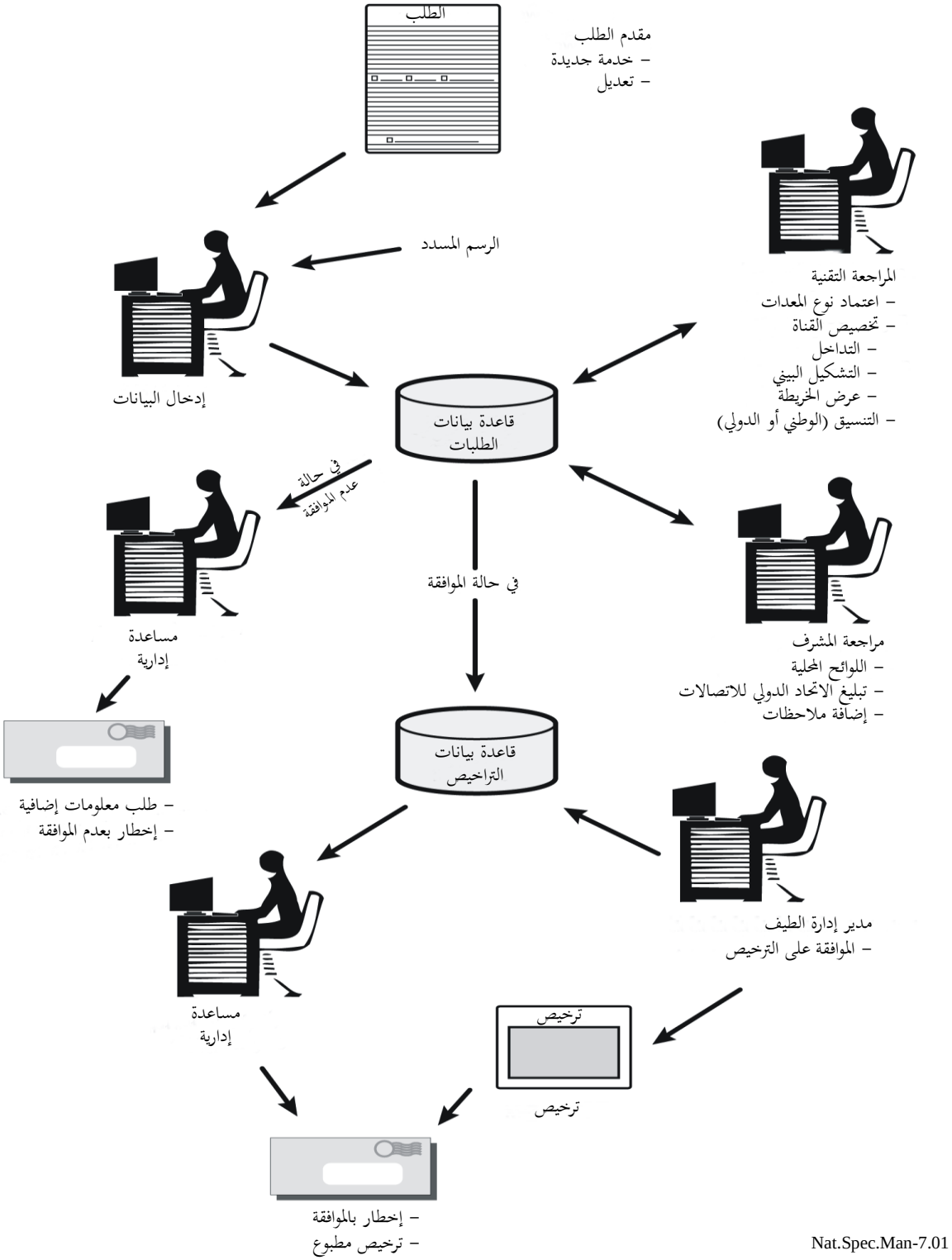
لتقييم تطبيق استعمال الأنظمة الحاسوبية في وضع معين من أوضاع إدارة الطيف، يجب تحليل الأنواع المختلفة من المعدات والبرمجيات الحاسوبية. ويتضمن الشكل 1.7 مثالاً على نظام لإدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب.

ويجب تحديد تدفق البيانات بعناية (يجب أن يكون من الواضح من أين تأتي البيانات، وما ينبغي عمله بها، وإلى أين تذهب). كذلك يجب تحديد هيكل ملفات البيانات والسجلات والحقول التي يجب حفظها في هذه الملفات. كما ينبغي تحديد حجم البيانات ووتيرة وإجراءات تحديثها.

ويجب أن تتوخى الإدارات التي تريد استعمال النماذج الهندسية لإدارة الطيف الدقة لضمان توفر البيانات الضرورية لاستعمال هذه النماذج والإبقاء عليها. ومن اللازم مراعاة العناية في تصميم البيانات وقواعد البيانات، بما في ذلك طريقة تحديث البيانات، لكي يمكن الحصول على نتائج يمكن الاستفادة منها من النماذج الهندسية المحوسبة لإدارة الطيف.

الشكل 1.7

مثال على معالجة طلب الحصول على الترخيص بالاستعانة بالحاسوب



Nat.Spec.Man-7.01

ولتسهيل إدخال الأتمتة في إدارة التردد الراديوي، ينبغي إضافة عناصر البيانات التي سيتم الاتفاق عليها في الاتفاقات والترتيبات الثنائية والمتعددة الأطراف في المستقبل. ولذلك، ينبغي أن يكون هناك اتفاق دولي على تعريف عناصر البيانات الأساسية وتحديد نسقها وإمكانية تشفيرها. وينبغي أيضاً تنسيق أنساق البيانات مع مكتب الاتصالات الراديوية (انظر التوصية ITU-R SM.668 والتوصية ITU-R SM.1413). وهذا يعني أيضاً أن قائمة عناصر البيانات المطلوبة لا يمكن أن تكون نهائية بل ينبغي تعديلها في ضوء النتائج والمتطلبات الجديدة. ويمكن بعد ذلك تطوير تطبيقات البرمجيات، وتعيين المهام وتحديد المسؤوليات. وهنا فقط، يمكن فحص مجموعة من المعدات والبرمجيات الحاسوبية المتوافقة والتحضير لإدخالها أو تطويعها. وينبغي أن يراعى، في عملية اختيار المعدات والبرمجيات، عنصر مهم آخر هو توفر خدمات الدعم والصيانة. وعلاوة على ذلك، يجب العمل على توفير الموظفين المؤهلين، وتدريبهم والمحافظة على استمرارهم في العمل لضمان الاستمرارية. وعندما ينتهي اتخاذ جميع هذه الإجراءات، يمكن وضع استراتيجية وخطة لإدخال الأتمتة في الإدارة الوطنية للطيف.

وتتضمن التوصية ITU-R SM.1370 مبادئ تصميم توجيهية لوضع أنظمة مؤتمتة لإدارة الطيف. وقد وضع كل من الشركات الخاصة ومكتب تنمية الاتصالات في الاتحاد برمجيات تراعي التوجيهات الواردة في التوصية ITU-R SM.1370. وكما ذكر أعلاه، تدعى البرمجية التي وضعها المكتب SMS4DC. وقد نظم المكتب حلقات دراسية لتوفير التدريب للإدارات في الاستخدام الفعال لهذه البرمجية.

وتشمل التسهيلات التي يمكن أن تتوقعها الهيئة التنظيمية من عملية الأتمتة ما يلي:

1. نظام يساعد على تسهيل معالجة الطلبات والتراخيص.
2. نظام محاسبي لإدارة تحصيل الرسوم.
3. أدوات للتحليل الهندسي تسمح بتلافي حدوث التداخل، حيث ربما يكون من اللازم تشجيع التقييس حتى يمكن لمختلف البلدان التوصل إلى نفس النتائج فيما يتعلق بتطبيق الخدمة في المناطق الواقعة على الحدود فيما بينها.
4. خرائط جغرافية ونظام للمعلومات الجغرافية لأغراض العرض.
5. واجهة واضحة وميسورة لتسهيلات مراقبة الطيف.

وللاطلاع على مزيد من التفاصيل الخاصة بالتسهيلات التي يتعين أتمتتها، انظر التوصية ITU-R SM.1370.

ومن التسهيلات التي لا ينبغي أن تتوقعها الهيئة التنظيمية من عملية الأتمتة ما يلي:

1. التخصيص الأوتوماتي للترددات.
2. التخطيط الأوتوماتي لموقع التردد.
3. جودة الخدمة في النظام الخلوي.

4.7 الانتقال من الأنظمة اليدوية إلى الأنظمة الحاسوبية

ينطوي الانتقال من تقنيات التحليل اليدوية إلى التقنيات المؤتمتة على مزايا عديدة، ويصبح أمراً لا مفر منه إزاء تزايد حجم البيانات الواجب معالجتها.

وينبغي مراعاة العوامل التالية قبل الانتقال إلى النظام المؤتمت:

- ضرورة تحليل البنية التحتية وتخطيطها وتنفيذها قبل البدء في النظام المؤتمت. ومن الخطوات اللازم اتخاذها لتخطيط ذلك:
  - أ) دراسة الطرائق التي يمكن أن تستعمل في تطويع الإجراءات اليدوية المتبعة بما يتفق مع النظام المؤتمت؛
  - ب) إمكانية قبول المستعملين للإجراءات الجديدة؛
  - ج) تدريب الموظفين المتخصصين الأساسيين على القيام بالعمليات المؤتمتة؛

د) توفر الاعتمادات المالية اللازمة لتطوير التطبيقات التي ستستعمل لفترات طويلة؛

هـ) توفر جهة لتوريد أجهزة الحاسوب تستطيع توفير الدعم المحلي طويل الأجل للأجهزة والبرمجيات؛

و) دراسة الجوانب المتصلة بالمفاضلة فيما يتعلق بمستوى البيانات المطلوبة.

- سيؤدي الانتقال من العملية اليدوية إلى العملية المؤتمتة في بداية الأمر إلى ظهور أنواع جديدة من المشاكل؛
- قد تكون الفترة الأولى من عملية تطوير وتنفيذ النظام مكلفة. وينبغي أن يدرك المستعمل أن الأمر يتطلب وقتاً قبل أن يصبح بوسعه التمتع بالمزايا التقنية والمالية للنظام المؤتمت.

وتعتمد كل إدارة على مجموعة فريدة من الوثائق (التراخيص ونماذج الطلبات وخطط التوزيع والفواتير، وغيرها) في عمليات إدارة الطيف. وكثيراً ما تكون هذه الوثائق ورقية يتم التعامل معها يدوياً، على الرغم من أن بعضها قد يكون متاحاً في نسق إلكتروني. ولكي يمكن تحقيق الانتقال الفعال إلى نظام مؤتمت لإدارة الطيف، من الضروري دراسة جميع هذه الوثائق المستعملة بعناية لكي يمكن الوفاء باحتياجات الإدارة فيما يتعلق بإدارة الطيف وتوفير هذه الوثائق والنماذج بالأنساق المطلوبة. والانتقال الناجح من النظام القائم إلى النظام المؤتمت الجديد يعتمد بدرجة كبيرة على تحديد المراحل الزمنية لفترة الانتقال والجهد المستثمر في تحقيق هذه المتطلبات المحددة وتحويل الوثائق الضرورية للاستعمال في النظام الجديد. ولا بد من فهم التغيرات المطلوب إدخالها على البيانات التي تستعملها الإدارة حتى يمكن تكرارها بنجاح في النظام المؤتمت. وينبغي أن تمثل هذه المتطلبات جزءاً من الإطار التعاقدي للشراكة بين الإدارة والمقاول، وهي الشراكة التي تعد شديدة الأهمية للنجاح في التنفيذ. ومن المحبذ، في أي عملية لطرح العطاءات، أن تُطلِع الإدارة المقاولين المحتملين على متطلباتها من حيث المدخلات والمخرجات وعلى سجلات البيانات الحالية حتى يمكن تقدير الجهد اللازم لإتمام عملية الانتقال بالشكل المناسب ومراعاة ذلك في تقديم العطاءات. كذلك ينبغي للإدارة أن تقوم بتقدير عدد موظفيها اللازمين لإتمام عملية الانتقال وأن تعمل على توفرهم، لأن ذلك يُمكنها من إجراء تقييم دقيق لقدرات المقاول ويزيد من قدرتها على تنفيذ الضمانات.

وقد حدث الكثير من المشاكل التعاقدية في هذه المشاريع في الماضي. وغالباً ما تؤدي الخلافات حول بنود العقد إلى مشاعر الامتعاض لدى الطرفين. ولذلك من الأفضل تصميم عملية الانتقال بالشكل الذي ينطوي على الاعتراف بالجهد الكبير اللازم بذله من الطرفين لضمان سلاسة الانتهاء من عملية الانتقال، لأن تبادل الاتهامات لا يجدي كثيراً في الوصول بالطرفين إلى نهاية ناجحة. ولهذه الأسباب من المهم التقيد بعملية رسمية لتوثيق عمليات جمع البيانات الموجودة وتحديد مصادرها على النحو التالي:

1. تحديد نوع ونسق جميع البيانات الموجودة، بما في ذلك بيانات التشغيل وبيانات الإدارة، مثل البيانات الإدارية العامة (الدائرة وشفرة المنطقة وقواعد الرسوم وخطوات تدفق العمل وأنواع التراخيص وأنواع شهادات المعدات وفئات أصحابها،....) وكذلك البيانات التقنية العامة (أنواع الخدمات وأنواع المحطات وأنواع المعدات وأنواع الهواتف المتنقلة وخطط الترددات ونسب الحماية ومنحنيات الرفض خارج القنوات،....). ومن الممكن عادة تحديد نوعين من البيانات:
   - البيانات غير المتكررة (تسمى أحياناً البيانات المرجعية) مثل خطط الترددات والتوزيعات، وما إلى ذلك...
   - البيانات المتكررة مثل البيانات الإدارية والتقنية.

2. وضع استراتيجية تفصيلية لنقل البيانات الموجودة بما في ذلك قائمة بالبيانات المقرر نقلها، ونسق تقديم الإدارة للبيانات، والجدول الزمني لتسليم الإدارة للبيانات، والجدول الزمني لقيام المقاول بتحويل البيانات، والاختبارات التي يتم إجراؤها للتأكد من نجاح عملية تحويل البيانات، والاختبارات التي يتم إجراؤها للتأكد من استكمال عملية تحويل البيانات.

وينبغي أن تشكل هذه المسؤولية المشتركة جزءاً من الاتفاق التعاقدي لتلافي سوء الفهم. وينبغي أن تحدد هذه الوثائق الأعمال الواجب القيام بها، وتوقيت القيام بها، وطبيعة المسؤوليات التي سيقوم بها كل طرف. ولا بد أن تكون البيانات الأساسية والتشغيلية قد تحددت في هذه المرحلة، وأن تقوم الإدارة بجمع البيانات بالنسق المناسب، وتقديمها للمقاول في بداية فترة الانتقال. وينبغي أن تكون البيانات التي تقدمها الإدارة سليمة مع استبعاد البيانات المتكررة. وكثيراً ما يتم تحويل البيانات المستقاة من سجلات يدوية

إلى نسق إلكتروني وسيط (EXCEL مثلاً)، ثم يتم إدخالها في النظام الجديد باستعمال لغة البرمجة التي سيحددها المقاول وفقاً لما تقتضيه طبيعة الوثيقة.

ويجب أن تتقيد الإدارة، أثناء عملية نقل البيانات، بعدم إدخال أي تعديلات على البيانات الأصلية المعطاة للمقاول لأن هذه التعديلات لن يأخذ بها المقاول في عملية نقل البيانات. وسوف يتعين على الإدارة أن تستعمل نظاماً جديداً لإدخال هذه التعديلات، بعد أن تكون البيانات قد نُقِلت بنجاح وتم التحقق من سلامتها. ويتم تنفيذ هذه العملية على أكمل وجه إذا كانت الشراكة بين الإدارة والمقاول مفهومة حق الفهم ومطبقة من جانب جميع الأطراف.

5.7 الخلاصة

كلما ارتفعت تكاليف الأنظمة اليدوية لإدارة الطيف، مع الزيادة في حجم البيانات وعدد المعاملات وعدد العمليات التحليلية ودرجة تعقيدها، أصبح استعمال الأنظمة المؤتمتة لإدارة الطيف من الأمور التي لا مناص منها. وهنالك أنظمة حاسوبية في الوقت الحاضر تتمتع بالقدرات اللازمة من حيث معالجة البيانات وتخزينها وتوفر أداء جيداً بتكلفة معقولة.

وقد وضعت لجنة الدراسات 1 لقطاع الاتصالات الراديوية توصية (ITU-R SM.1370) تتضمن مبادئ توجيهية لتصميم نظام مؤتمت لإدارة الطيف (ASMS)، من شأنها أن تكون بمثابة أساس لأي عطاءات تطرحها الإدارات الراغبة في تطوير هذه الأنظمة. والبرمجية الخاصة بنظام إدارة الطيف للبلدان النامية، SMS4DC، التي تمتثل لهذه التوصية، متاحة لدى مكتب تنمية الاتصالات.

وتتضمن الملحقات من 2 إلى 9 في هذا الفصل دراسات حالة يمكن أن تساعد الإدارات لدى النظر في الإقدام على مبادرات مماثلة في مجال الأتمتة. ومن المأمول أن تتضمن هذه الدراسات معلومات مفيدة تساعد على تلافي تكرار الأخطاء الشائعة التي ترتكب لدى شراء هذه الأنظمة أو تطويرها. وكل ما هو وارد هنا لا يتضمن أي تأييد أو نقد — صريح أو ضمني – لأي نظام. والمقصود هنا هو إلقاء الضوء على الخطوات الواجب اتخاذها في العمليات التي تضمن تحقيق النجاح أو تعويقه، وليس تحديد تفاصيل أنظم بذاتها.

المراجع

كتيب قطاع الاتصالات الراديوية – مراقبة الطيف (جنيف، 2011).

كتيب قطاع الاتصالات الراديوية – تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب (جنيف، 2015).

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

التوصية ITU-R SM.668 تبادل المعلومات إلكترونياً لأغراض إدارة الطيف

التوصية ITU-R SM.1047 الإدارة الوطنية للطيف

التوصية ITU-R SM.1370 مبادئ توجيهية لتصميم تطوير أنظمة مؤتمتة لإدارة الطيف

التوصية ITU-R SM.1413 قاموس بيانات الاتصالات الراديوية لأغراض التبليغ والتنسيق

التوصية ITU-R SM.1537 أتمتة أنظمة مراقبة الطيف وتكاملها مع إدارة الطيف المؤتمتة

الملحق 1

للفصل 7

النظام المحوسب لإدارة الطيف لدى الاتحاد الدولي للاتصالات

1 مقدمة

يوفر مكتب تنمية الاتصالات برنامجاً محوسباً لمساعدة إدارات البلدان النامية على النهوض بمسؤوليات إدارة الطيف على نحو أكثر فعالية. ويعرف هذا البرنامج باسم نظام إدارة الطيف للبلدان النامية (SMS4DC). والغرض منه هو أن يكون نظاماً لإدارة الطيف منخفض التكلفة عند مستوى الدخول، ومع ذلك فهو أداة برمجية معقدة للغاية ينطوي على العديد من المزايا والوظائف التقنية.

والغرض من هذه البرمجية SMS4DC هو تزويد البلدان النامية بأداة لإدارة الطيف الراديوي بكفاءة وفعالية، في المقام الأول لخدمات البث الراديوية الثابتة والمتنقلة البرية، وبالتالي العمل على تسريع عملية تطوير التكنولوجيا اللاسلكية في هذه البلدان.

2 تطوير البرمجية SMS4DC ومزاياها

صدرت في عام 1995 أول برمجية لإدارة الطيف شارك في وضعها القطاعان ITU-R وITU-D، وهي النظام الأساسي للإدارة الأوتوماتية للطيف (BASMS). وقد استخدمت لغة FoxPro وعملت على منصة MS-DOS. وكان إصدار Windows (1997) اللاحق (WinBASMS) متاحاً مجاناً للبلدان النامية. وقد صمم الإصدار WinBASMS لسهولة الاستخدام والصيانة من قبل مستعمل واحد وهو يدعم معظم الاحتياجات الوظيفية المحددة في كتيب الاتحاد بشأن إدارة الطيف على الصعيد الوطني.

وفي عام 2002، أقرت لجنة الدراسات 1 في قطاع الاتصالات الراديوية التوصية الجديدة ITU-R SM.1604 التي تدعو إلى تحسينات/ترقيات في البرمجية WinBASMS. وبالإضافة إلى ذلك قرر المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (WTDC-02) مواصلة تطوير نظام إدارة الطيف المحوسب. والبرمجية SMS4DC هي خلف البرمجية WinBASMS التي وُضعت وفقاً للمواصفات التي شارك في إعدادها مكتب تنمية الاتصالات ومكتب الاتصالات الراديوية على أساس التوصية السابقة ITU-R SM.1048.

وقد أسندت مسؤولية المساعدة والمراقبة والإبلاغ عن التقدم المحرز في هذا الجانب من البرنامج إلى الفريق المشترك بين القطاعين ITU-R وITU-D والمعني بالقرار 9 الصادر عن المؤتمر WTDC-02. واجتمع فريق خبراء طوعي في عدة مناسبات بصورة غير رسمية في محاولة لصوغ مواصفات لتحديث البرمجية. وفي إطار هذا الفريق، تم إعداد مواصفات تقنية تفصيلية تغطي أهداف نظام أساسي معزز والمتطلبات الأساسية لنظام متقدم. وقدمت المواصفات التقنية الموحدة إلى مكتب تنمية الاتصالات في نهاية عام 2004 للتنفيذ. وبناء على هذه المواصفات التقنية النهائية، وضعت البرمجية الجديدة SMS4DC وأصدرت لإدارة تخصيصات التردد لخدمات البث المتنقلة البرية والثابتة ولتنسيق تردد المحطات الأرضية (إجراءات التذييل 7 في لوائح الراديو).

ويمكن استخدام البرمجية SMS4DC لدعم معظم الاحتياجات الوظيفية المحددة في كتيّب الاتحاد بشأن إدارة الطيف على الصعيد الوطني.

ورغبة في نجاح تركيب وتشغيل البرمجية SMS4DC، لا بد من أن يكون لدى الإدارة آليات قانونية وتنظيمية وتقنية لإدارة الطيف على الصعيد الوطني. وكذلك، وبينما يعمل النظام على أتمتة العديد من العمليات التقنية، فإن الاختيار النهائي والقرار لتخصيص التردد يبقى في يد المهندس المعني بالأمر. لذلك يجب أن يتوفر لدى موظفي التشغيل المعرفة الكافية لفهم العمليات التنظيمية والتقنية التي هي الجوهر التشغيلي للبرمجية SMS4DC ولتفسير نتائج الخوارزميات على نحو صحيح حتى يتمكنوا من اتخاذ القرارات السليمة.

تشمل الملامح الرئيسية للبرمجية SMS4DC ما يلي:

- واجهة مستعمل رسومية (GUI) ميسورة الاستعمال
- تضمين خريطة العالم الرقمية (IDWM) التي وضعها الاتحاد للاتصالات

- قابلة للتركيب في البيئات الشبكية
- تَوفُّر مستويات مختلفة لنفاذ المستعمل
- استخدام نموذج التضاريس الرقمية (DTM) في المخدمات أو محطات العمل
- إدارة قاعدة بيانات إدارية تراتبية مشتركة
- تضمين عدة نماذج انتشار
- بيان نتائج الحساب على خارطة رقمية للتضاريس (DTM)
- توليد بطاقات تبليغ إلكترونية لمكتب الاتصالات الراديوية
- حساب التداخل
- تخصيص الترددات
- مراعاة جداول توزيع الترددات الإقليمية/الوطنية
- مراعاة الاتفاقات الإقليمية في الحسابات التقنية
- قدرات تخطيط الترددات
- الواجهة مع قواعد البيانات BR IFIC
- توليد تقارير إعلامية
- استخدام نمائط الاتحاد لتنسيق حساب الكفاف حول المحطات الأرضية
- إدارة فوترة طيف التردد
- حساب ميزانية الوصلات
- تسجيل المستعمل لعملية المراجعة
- واجهة البرمجية بالإنكليزية والفرنسية (قريباً بالإسبانية أيضاً)
- وصلات مع برمجيات المراقبة Argus (R&S) وEsmeralda (Thales)
- واجهة مع خرائط الأرض Google™
- الحسابات وفقاً لاتفاق جنيف GE06

3 الوظائف الرئيسية في البرمجية SMS4DC

- *الوظيفة الإدارية.* يتم تنفيذ هذه الوظيفة في إطار نظام ترابطي لإدارة قواعد البيانات يضمن سلامة واتساق البيانات الإدارية. وهي توفر شاشات مستعمل تؤدي جميع المهام الإدارية بما فيها: سجلات تطبيقات التردد، وسجلات تخصيص الترددات، وسجلات الترخيص، وسجلات التداخل، وسجلات قياس التردد، وسجلات رسوم الطيف. والبرنامج متوفر في الوقت الحاضر باللغة الإنكليزية. وسوف يتوسع في حينه ليشمل اللغات الفرنسية والإسبانية والروسية.
- *وظيفة التحليل الهندسي.* توفر هذه الوظيفة أدوات تحليل معززة لمعالجة تخصيصات التردد المقترحة من أصحاب الطلبات. كما يوفر القدرة على حساب التداخل بين واحد أو أكثر من المرسلات وجهاز استقبال متأثر وفقاً لشروط محددة.
- *واجهة المستعمل الرسومية.* واجهة ميسورة الاستعمال تعرض خارطة رقمية للتضاريس (DTM) وقادرة على استيراد أنساق رسم خرائط قياسية، بما في ذلك عرض خارطة الكرة الأرضية والخرائط الجغرافية، وتوفير وظائف النفاذ المتعدد، وبنود قائمة الاختيار، وتخصيص محطات جديدة على الخارطة والبحث عن محطة أو مجموعة من المحطات وعرضها على الخارطة.

وثمة معلومات مفصلة عن البرمجية SMS4DC متوفرة في كتيب الاتحاد بشأن تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب.

الملحق 2

للفصل 7

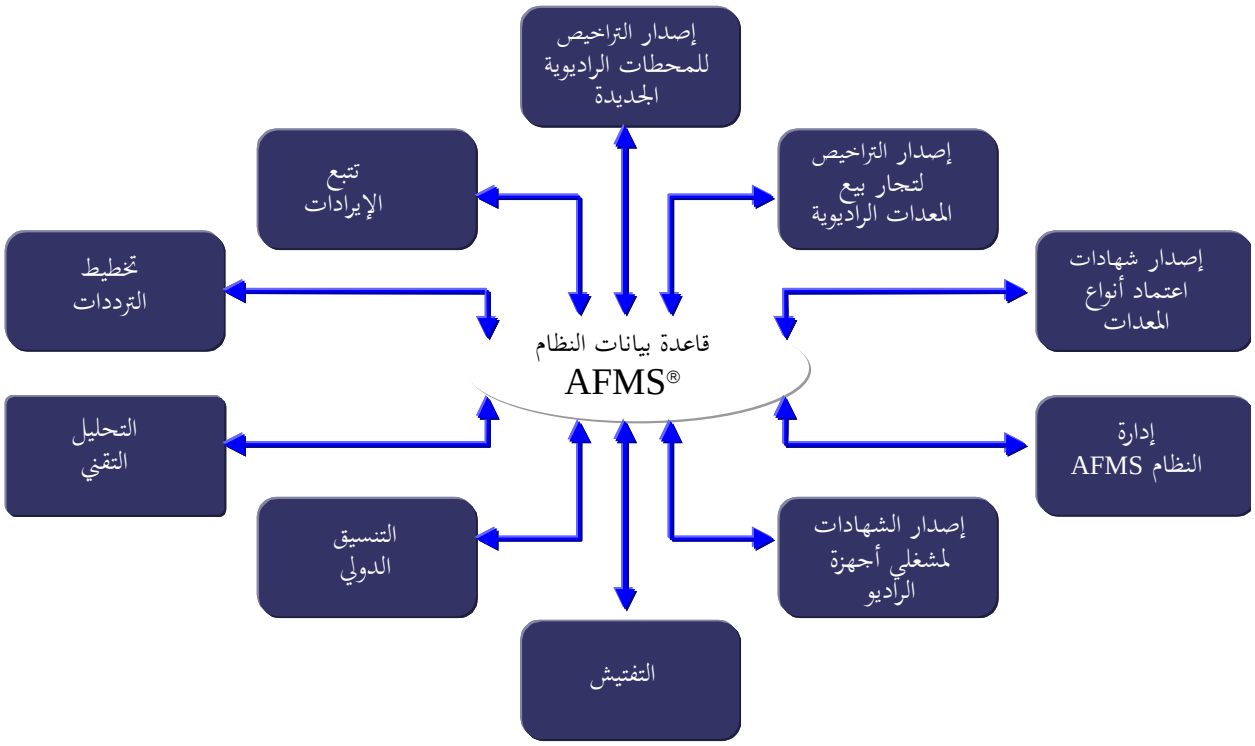
إدارة الطيف الراديوي في ماليزيا
(دراسة حالة)

النظام المؤتمت لإدارة الترددات (AFMS) هو نظام حاسوبي يعمل بنظام Windows ويضم جميع متطلبات إدارة كميات كبيرة من المعلومات المتصلة بترخيص المحطات الراديوية. ويقوم هذا النظام على المعايير والمواصفات الدولية. ويتضمن النظام وحدة لإدخال المعلومات من الطلبات الواردة من المحطات الراديوية. وكما هو موضح في الشكل 2.7، يتضمن النظام وحدات لإدارة الإيرادات ومراقبتها، وتخطيط الترددات، والتحليل التقني، وتنسيق الترددات والتبليغ عنها، ومراقبة الطيف، وإصدار التراخيص لتجار بيع المعدات الراديوية، وإصدار التصاريح وإصدار أو تجديد التراخيص المؤتمتة للمحطات الراديوية. وتعمل جميع هذه الوحدات استناداً إلى قاعدة بيانات تخصيص الترددات وقاعدة بيانات الترخيص طبقاً لهيكل ORACLE الخاص بقواعد البيانات.

وقد أبرمت حكومة ماليزيا عقداً لتطوير نظام مؤتمت لإدارة الطيف استناداً إلى النموذج الكندي لإدارة الطيف. وتم تطوير هذا النظام خصيصاً للوفاء بمتطلبات هيئة تنظيم الاتصالات في ماليزيا (JTM). وقد جاء هذا النظام متكاملاً ويتألف من نظام شامل لإدارة الطيف على شبكة VAX مركزية كائنة في كوالالمبور ويتضمن واجهة لنظام مراقبة الطيف.

الشكل 2.7

وحدات نظام AFMS



وحتى تاريخ تركيب نظام AFMS، كانت حكومة ماليزيا تحتفظ بجميع سجلات تخصيص التردد ومعلومات التراخيص المتصلة بها في ملفات ورقية. وقد ثبت عدم فعالية الملفات الورقية. فقد ثبت أن تخصيصات الترددات، وسجلات الإيرادات، وسجلات التراخيص المحفوظة في ملفات ورقية من الصعب إدارتها والتحكم فيها. كما أن التداخل الضار أصبح من القضايا الخطيرة مع انتشار مشغلي الأجهزة اللاسلكية في ماليزيا الذين يشعرون أن عملياتهم قد تتعرض لمخاطر من الصعب عليهم التحكم فيها. ومع زيادة عدد المحطات الراديوية في المجتمع الذي يشهد تطورات سريعة في ماليزيا، أصبح من الواضح أن عملية الأتمتة لا مفر منها.

وقد ثبت أن تركيب هذا النظام أصعب بكثير مما كان متوقعاً نظراً للافتقار إلى المعلومات الكاملة والدقيقة وعدم كفاية هيكل عملية تخصيص التردد. وتعد المعلومات الكاملة والدقيقة أمراً ضرورياً لإقامة قاعدة بيانات فعالة عن تخصيص التردد وإصدار الترخيص. وعلى الرغم من أن بعض المعلومات يمكن استخلاصها بالطرق التقليدية، فإن التطبيقات المؤتمتة تتطلب معلومات موثوقاً بها يمكن على أساسها استكمال العمليات بدقة.

وكما هو الحال في أي تكنولوجيا أخرى، يعد التقادم من الحقائق التي يلزم التعامل معها في أي إدارة تحرص على التقدم. وقد ظلت ماليزيا تبحث عن تحديث للتكنولوجيا المطبقة عندها، كما ظلت تبحث عن مشورة الخبراء وعن التدريب المناسب، وأبرمت لهذا الغرض عدداً من العقود طوال التسعينات من القرن الماضي. وفي عام 1999، أثناء معرض تليكوم – 1999 الذي نظمه الاتحاد في جنيف، سويسرا، وافقت ماليزيا على عقد بتحديث أنظمة الحاسوب في هيئة تنظيم الاتصالات، التي أعيد تنظيمها لتصبح هيئة الاتصالات والوسائط المتعددة في ماليزيا. وبفضل بُعد نظر حكومة ماليزيا، يتضمن العقد الحالي نصاً له دلالته عن إجراء المشاورات والتدريب على إدارة الطيف.

وكان من نتائج إقامة قاعدة بيانات فعالة لتخصيص الترددات وإصدار التراخيص، وإقامة عملية فعالة وحديثة لإدارة الطيف، أن ارتفعت إيرادات التراخيص في ماليزيا بشكل ملموس نتيجة اتساع المجتمع الراديوي. وفي نفس الوقت، أمكن الإبقاء على تكاليف التشغيل ثابتة نسبياً. واستناداً لمبدأ استرداد التكاليف، يمكن استخدام إيرادات الترخيص في تمويل برنامج إدارة الطيف.

ويعزى نجاح مبادرة إدارة الطيف في ماليزيا في المقام الأول إلى اعتراف الحكومة بضرورة التركيز على نقل المعارف بالإضافة إلى نقل التكنولوجيا.

وعنوان هيئة الاتصالات والوسائط المتعددة في ماليزيا على الويب هو: http://www.cmc.gov.my.

الملحق 3

للفصل 7

وصف نظام إدارة الطيف ومراقبته (SAAGER)

1 مقدمة

يحدد هذا الملحق النظام المؤتمت لإدارة طيف الترددات الراديوية (SAAGER) المطبق حالياً في الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا (CONATEL). ويلبي هذا النظام تماماً الاشتراطات التي وضعها الاتحاد الدولي للاتصالات فيما يتعلق بنظام إدارة ومراقبة الطيف، والاشتراطات الخاصة بالتجهيزات والمعدات تلبي أو تتجاوز الاشتراطات المنصوص عليها في التوصيات المبينة في كتيبات قطاع الاتصالات الراديوية عن إدارة الطيف ومراقبته. وقد قامت بتوريد هذا النظام شركة TCI الأمريكية (www.tcibr.com).

ويسمح هذا النظام لوزارة البنية التحتية، التي تعمل من خلال الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا (CONATEL)، بالاستفادة الفعالة من طيف الترددات الراديوية. ويتمتع النظام بالقدرات التالية:

تخطيط وإدارة طيف الترددات الراديوية

- توفير موارد لتخطيط الطيف.
- توفير أحدث تكنولوجيا متوافقة مع توصيات الاتحاد الدولي للاتصالات، مع القدرة على توسيعها لاستيعاب النمو في البينة التحتية للاتصالات في فنزويلا.
- توفير القدرة على التعاون مع البلدان المجاورة فيما يتعلق بتخصيص التردد وتلافي مشكلات التداخل.

مراقبة الإرسالات الراديوية والتحقق منها تقنياً

- تقوم بإجراء جميع القياسات الراديوية التي يوصي بها الاتحاد الدولي للاتصالات.
- تساعد على تلافي مشكلات التداخل أثناء تركيب وتشغيل الخدمات المهمة مثل الهواتف الخلوية، ووصلات الموجات الصغرية الراديوية للأرض، والتجهيزات الراديوية المتنقلة الخاصة، والعروة اللاسلكية المحلية، وعلى حل هذه المشكلات.
- تزود موظفي المراقبة بقائمة بالإشارات غير المطابقة وخصائصها.
- تحدد الجهات التي تعمل بشكل غير قانوني تمهيداً لمقاضاتها وتحصيل غرامات منها، وتحمي من التداخل الجهات التي تقوم بتشغيل الطيف بشكل قانوني.

التحديد الراديوي لمواقع الإرسالات الراديوية

- تحديد الاتجاهات الزاويّة ومواقع تداخل الإشارات غير القانونية أو غير المطابقة للمساعدة في إنفاذ اللوائح الراديوية الفنزويلية.

تقييس معدات الاتصالات

- الاحتفاظ بقاعدة بيانات عن أنواع معدات الاتصالات المعتمدة كي تصدر التراخيص في فنزويلا للأنواع المعتمدة فقط.

يتكون النظام من المواقع والمعدات التالية، والأعداد مبينة بين قوسين:

- *مركز المراقبة الوطني (1):* يوجد في كاراكاس، ويقوم بدور المحور الرئيسي للنظام، وفيه قاعدة بيانات نظام إدارة الطيف؛ وهو يحدد أوامر التشغيل، ويوجه الأنشطة التشغيلية لمحطات المراقبة ويتحكم فيها، ويتلقى البيانات الناتجة ويقوم بإدماجها.
- *مراكز المراقبة المساعدة (5):* توجد في كاراكاس، وماراكيبو، وكريستوبال، وسان فيليب وماتيورين، وتوفر قدرات على المراقبة والتحقق التقني في نطاقات الموجات UHF/VHF/HF.

– *الوحدات المتنقلة (10):* وحدتان في كل مركز من مراكز المراقبة المساعدة، وتوفر قدرات على مراقبة في نطاقات UHF/VHF/HF و DF UHF/VHF/HF (ثلاث وحدات) وDF UHF/VHF (سبع وحدات).

– *أجهزة محمولة (10):* توفر قدرات للتحقق التقني.

وأماكن المواقع محددة على خريطة فنزويلا المبينة في البند 5.3 من هذا الملحق.

2 نظام إدارة الطيف

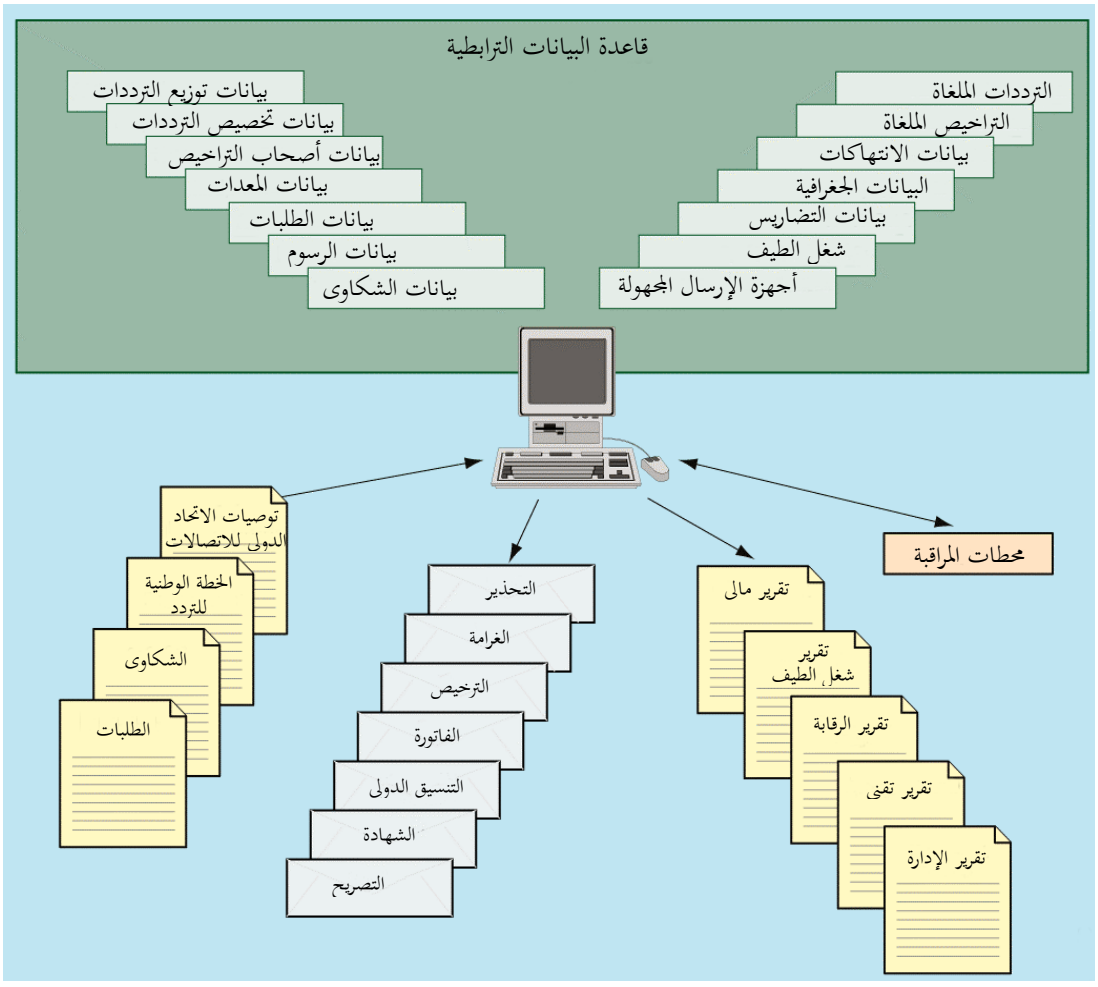
يتضمن هذا القسم وصف عمليات نظام إدارة الطيف. ويوضح الشكل 3.7 تدفق العمليات في برمجية الإدارة.

1.2 معالجة الطلبات

يتضمن الشكل 1.7 توضيحاً بيانياً لمثال نمطي لمعالجة طلب للحصول على ترخيص، بما في ذلك عملية تلقي الطلب وإدخاله في النظام، وتخصيص التردد وإصدار الترخيص. ويتضمن النظام نماذج لإدخال البيانات لمساعدة العمليات الإدارية بالنسبة لطلب تخصيص التردد وإصدار الترخيص. وتستعمل هذه النماذج في الخدمات الجديدة وكذلك في إدخال التغييرات والتعديلات على الترخيص القائم أو الطلب المعلق. ويوضح الشكل 4.7 شاشة إدخال بيانات الطلب.

الشكل 3.7

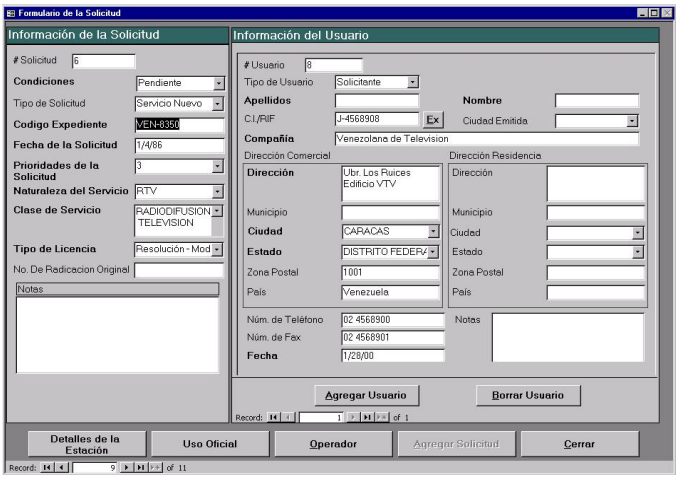
التدفق الوظيفي في برمجية إدارة الطيف



Nat.Spec.Man-7.03

الشكل 4.7

نموذج الطلب



Nat.Spec.Man-7.04

2.2 تخصيص الترددات

من حق جهة التشغيل النفاذ إلى مجموعة من الوظائف التي يقوم عليها النظام والتي تساعد في تخصيص التردد. وهذه الوظائف هي:

- إظهار القنوات التي يمكن أن يعمل عليها لجهاز معين أو خدمة معينة؛
- البحث في قاعدة بيانات الترخيص عن التخصيصات القائمة وعرضها لأغراض مختلف القنوات الممكنة؛
- إجراء حسابات التداخل بين التخصيص الجديد المقترح والتخصيصات القائمة؛
- إدخال التخصيصات الجديدة في قاعدة البيانات.

1.2.2 عملية تخصيص الترددات

يدعم النظام التخصيص الأوتوماتي للترددات، بما في ذلك تسميات الخدمات التي وضعها الاتحاد الدولي للاتصالات وأولويات الخدمة الوطنية والحواشي. والنظام مزود بخطة توزيع التردد التي وضعها الاتحاد لفنزويلا. ويستطيع القائم على تشغيل النظام عرض القنوات المتوافقة مع الخطة الوطنية لتوزيع التردد في فنزويلا، وأنواع المعدات المحددة، وأنواع الخدمات/العمليات المقررة، أو الفئات التي يحددها القائم على تشغيل النظام. ويستطيع النظام البحث في قاعدة البيانات عن التخصيصات القائمة على هذه القنوات وعرضها. ويمكن أيضاً إجراء حسابات عن التداخل بين التخصيصات القائمة والتخصيصات الجديدة المقترحة. ويستطيع القائم على تشغيل النظام بعد ذلك تخصيص التردد، ثم إدخاله في قاعدة البيانات. وإذا كان من غير الممكن العثور على قناة يمكن استعمالها في منطقة معينة، يمكن لأداة أو أكثر من أدوات التحليل الهندسي بالنظام المتطور لإدارة الطيف مساعدة القائم على تشغيل النظام في تحديد موقع القناة المتاحة استناداً إلى المنطقة الجغرافية أو إيجاد تردد داخل المنطقة يمكن تقاسمه استناداً إلى ساعات التشغيل.

2.2.2 الاتحاد الدولي للاتصالات والخطة الوطنية لتوزيع الترددات

يستطيع القائم على تشغيل النظام استعراض تخصيصات التردد وتحديثها للوصول إلى صنف كل محطة. وتشمل المعلمات مدى التردد، وصنف المحطة، واتساع القناة، والمعوقات التي تصادفها مثل المسافة الفاصلة في القنوات المشتركة.

3.2.2 التنسيق عبر الحدود

يتضمن النظام وحدة للتنسيق الدولي يستعملها مديرو النظام في معالجة جميع طلبات التنسيق (بما في ذلك الواردة والصادرة). ويمكن أن تكون هذه الطلبات من بلدان أخرى، أو من الاتحاد الدولي للاتصالات أو من وكالة أخرى داخل فنزويلا. ويتم الاحتفاظ

بجميع معلومات التراخيص في قاعدة بيانات واحدة. وتقوم وحدة التنسيق الدولي باستخلاص المعلومات اللازمة من قاعدة البيانات بالنسبة لكل طلب. وتشمل هذه المعلومات: تاريخ الترخيص، ورقم الترخيص، ونوع البيانات المطلوبة، والطرف الذي تلقى الاتصال، ونسق الإرسال (ورقي أو إلكتروني). وكجزء من الاستفسارات الخاصة بالتنسيق، يمكن إنشاء سجل دائم وإدخاله في قاعدة البيانات.

3.2 إصدار التراخيص

غالبية الوظائف المتصلة بمعالجة طلب الترخيص وإصدار الترخيص مؤتمتة في النظام. وهذا يسمح للنظام بإنشاء الترخيص بطريقة أوتوماتية بعد الموافقة على الطلب. ويوفر النظام نموذجاً يقوم على واجهة تدعم الأنشطة التالية:

- تجديد ترخيص قائم تكون جميع شروط تجديده مستوفاة؛
- تحويل ترخيص مؤقت إلى ترخيص دائم؛
- إنهاء ترخيص لعدم التقيد بالاشتراطات القائمة بالنسبة للتشغيل؛
- إصدار ترخيص أو إذن مؤقت.

4.2 هندسة الطيف

وفقاً لتوصيات الاتحاد الدولي للاتصالات، تم تطوير النظام المؤتمت لإدارة الطيف متضمناً مجموعة من أدوات التحليل الهندسي القوية لمساعدة المعنيين بتشغيل النظام. وتستعمل هذه الأدوات في دراسة الطيف الراديوي وهي تشمل حسابات التوافق الكهرمغنطيسي، وأداء الوصلة الراديوية وتغطية المحطة. وتستعمل أدوات التحليل في دراسة طلبات الحصول على التراخيص، وطلبات التنسيق، وشكاوى التداخل. ويوضح الجدول 7-1 الخوارزميات والنماذج التي يقوم عليها النظام، وأمداء التردد وأنواع الخدمات التي تغطيها.

الجدول 7-1

نماذج الانتشار في وحدة التحليل الهندسي

مدى التردد	نموذج الانتشار	التعليق
من 0,15 إلى 3 MHz	GRWAVE	يقوم نظام GRWAVE بحساب شدة المجال الكهربائي وخسارة المسير كلما زادت المسافة بالنسبة لانتشار الموجة الأرضية على امتداد أرض منحنية متجانسة وممهدة. ويستعمل أيضاً في تحليل التداخل في نطاق الموجات الهكتومترية (MF).
من 2 إلى 30 MHz	IONCAP, VOACAP	IONCAP هو اسم البرنامج الأصلي للتحليل الأيونوسفيري. ويسمى أحدث إصدار من هذا البرنامج VOACAP، وقد تم إدماجه في وحدة التحليل الهندسي. ويمكن لهذا البرنامج حساب أقصى تردد مستعمل، وأدنى تردد مستعمل، والتردد الأمثل للتشغيل بالنسبة للاتصالات بالموجات الديكامترية (HF) من نقطة إلى نقطة
من 30 إلى 1 000 MHz	TIREM (Version 3.04)	TIREM هو الاسم المختصر للنموذج المتكامل لتضاريس الأراضي الوعرة، الذي قامت بتطويره في الأصل الإدارة الوطنية للاتصالات في الولايات المتحدة (NTIA) كجزء من نظام الانتشار الرئيسي (MPS). ويضم هذا النظام مجموعة من النماذج التي تمتد من الموجات الميريامترية (VLF) إلى ترددات الموجات المليمترية (EHF).
من 30 إلى 1 000 MHz	Longley-Rice	تتضمن المذكرة التقنية رقم 101 الصادرة عن اللجنة الفدرالية للاتصالات في الولايات المتحدة طريقة استعمال نماذج الانعراج على حَدّ سكين وحيد وعلى حد سكين مزدوج حيث تكون الملامح الرئيسية للتضاريس معروفة بالنسبة لمسير انتشار معين.
حتى 40 GHz	SEAM	SEAM هو الاسم المختصر لنموذج تحليل جهاز بث وحيد، وهو يقوم بحساب خسارة الانتشار وشدة المجال بالنسبة لإشارات الموجات الصغرية باستعمال نموذج الفضاء الحر أ الأرض الممهدة
من 1 إلى 40 GHz	التذييل 7	حساب كفاف التنسيق لمحطات الأرض والسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض طبقاً للتذييل **7** في لوائح الراديو.
من 1 إلى 40 GHz	التذييل 8	حساب التداخل بين شبكتين للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض طبقاً للتذييل **8** في لوائح الراديو.

أدوات التحليل الهندسي مدمجة في برنامج رسم الخرائط المسمى ArcView المقتبس من شركة ESRI. وهذا يسمح للنظام بعرض المعلومات المحسوبة على خريطة جغرافية أو طبوغرافية. ويستطيع النظام تفعيل برنامج رسم الخرائط بشكل تلقائي عند اللزوم.

وتقوم وحدة التحليل الهندسي بأداء عدد من الوظائف من بينها ما يلي:

- الملامح الأساسية للمسير نصف القطري لمحطة القاعدة والرسومات البيانية للتغطية؛
- تحليل التداخل في القناة المشتركة، والقناة المجاورة والقناة الخلالية؛
- تحليل التشكيل البيني متعدد الإشارات من الرتبة الثالثة؛
- تحليل إزالة حساسية جهاز الاستقبال/الإرسال للضوضاء؛
- تمكين الموظفين من تحليل تخصيصات الترددات المرشحة المختارة للطلبات الواردة؛
- تمكين الموظفين من تحليل تخصيصات الترددات المرشحة المختارة لطلبات التنسيق الواردة؛
- استعمال الخوارزميات/النماذج المعتادة لنطاق التردد ونمط الخدمة الجاري تحليلها بطريقة أوتوماتية؛
- تمكين تشغيل الأدوات مباشرة على الخط؛
- تمكين الموظفين من تحديث السجلات التقنية الفعلية للنظام بعد انتهاء عملية التحليل؛
- تلقي بيانات شغل الطيف من قاعدة بيانات نظام المراقبة؛
- تمكين مدير النظام من استعمال نموذج مختلف؛
- تمكين مدير النظام من تحديث بيانات المدخلات لعرض الظروف المحلية بطريقة أفضل؛
- عرض نتائج تحليل الانتشار على خريطة رقمية مدمجة في النظام.

5.2 التقارير الهندسية

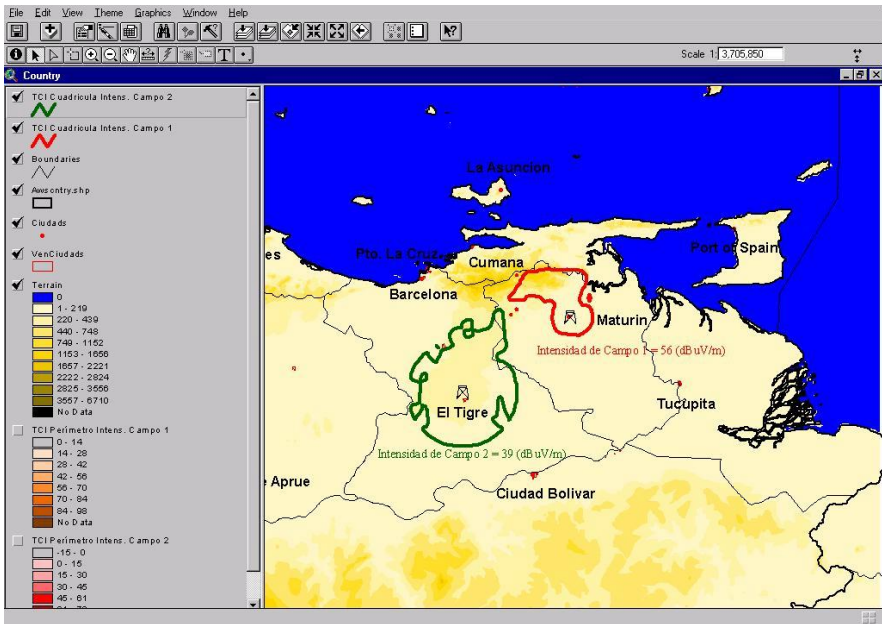
ينفُذ محلل هندسة الطيف إلى وحدة هندسة الطيف لتحليل البيئة الكهرمغنطيسية والحصول على التقارير. ولدى اختيار التقرير المطلوب، يعرض النظام شاشة يُدخل فيها القائم على تشغيل النظام جميع المعلمات الضرورية ويكون بوسعه بعد ذلك اختيار نسق التقرير (في شكل جدول أو في شكل رسم بياني). ويمكن الحصول على التقارير التالية من النظام:

- تحليل الوصلة وخسارة المسير
- تحليل الانتشار
- كفاف شدة المجال
- رسم منطقة الظل
- تحليل منطقة الخدمة
- تحليل التداخل
- رسم التضاريس
- رسم التضاريس
- تحليل التشكيل البيني
- أداة تحليل التوافق الكهرمغنطيسي
- تحليل ارتفاع الهوائي
- تخطيط تردد الموجة الصغرية
- التذييل 7 الساتلي
- التذييل 8 الساتلي

ويوضح الشكل 5.7 عينة من التقرير الذي يمكن الحصول عليه من النظام.

الشكل 5.7

تحليل التداخل



Nat.Spec.Man-7.05

3 مراقبة الطيف

ثمة تكامل بين نظام إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف طبقاً للتوصية ITU-R SM.1537. وهذا يتيح للمديرين القدرة على التحكم في طيف الترددات في فنزويلا. ويمكن للنظام المتكامل أن يتلقى أوامر من نظام إدارة الطيف وأن يرسل أيضاً تقارير من محطات مراقبة الطيف. وتقوم كل محطة من محطات المراقبة بتنزيل نسخة من قاعدة بيانات إدارة الطيف بشكل منتظم، وهذا يسمح لمحطات المراقبة بأن تحصل على أحدث المعلومات عن أجهزة البث المرخص لها.

وتعمل برمجيات النظام في بيئة عميل– مخدم Windows NT وتوفر حلاً متوافقاً تماماً مع قواعد الاتحاد فيما يتعلق بإدارة احتياجات مراقبة الطيف. ويوفر برنامج المراقبة القدرة على النفاذ إلى نتائج القياسات التي ينتجها نظام المراقبة وعرضها وحفظها. ويمكن عرض هذه النتائج في نسق ألفبائي رقمي أو في نسق بياني.

ويُعرض النسق البياني على خلفية خريطة باستعمال نفس مجموعة برمجيات نظام المعلومات الجغرافية المستعملة في نظام إدارة الطيف. وتشمل المعلومات المعروضة المعلومات التالية منسوبة إلى نظام المراقبة الذي يختاره القائم على تشغيل النظام.

– خطوط الاتجاهات الزاويّة لإشارة مقيسة خارج البث؛

– المسافة والموقع بالنسبة لإشارة مقيسة؛

– مواقع أجهزة الإرسال المرخصة من قاعدة البيانات.

ويشمل العرض قائمة بمعلمات الإشارات المقيسة. ويمكن للقائم على تشغيل النظام أن يطلب نسخة مطبوعة من المعلومات المعروضة. ويوفر برنامج المراقبة القدرة على النفاذ إلى نتائج القياسات التي ينتجها نظام المراقبة وعرضها وحفظها. ومعلومات القياسات التالية متاحة بالنسبة لكل إشارة روقبت خارج البث:

– تردد الإشارة المقيسة؛

– شدة المجال المقيس؛

- معلمات التشكيل المقيس؛
- عرض نطاق التردد المشغول المقيس؛
- اتجاه الورود المقيس.

1.3 قدرات البرمجية

تتضمن البرمجية القدرات التالية:

المقاييس المترية: توفر هذه التسهيلات أداة لإجراء القياسات الدقيقة لمعلمات الإشارات طبقاً لتوصيات الاتحاد. وتستعمل هذه التسهيلات في التحقق من مدى التقيد باشتراطات الترخيص ويمكن إجراؤها طبقاً لجدول زمني ثابت.

التحكم في الأجهزة: تستعمل هذه التسهيلات في إيجاد وتحديد وتسجيل معلمات أجهزة بث معينة، وهي عادة أنظمة قرصنة غير مرخصة أو مصادر للتداخل. وتشمل هذه التسهيلات أدوات تحديد الاتجاهات الزاويّة وتحديد موقع جهاز البث المستهدف.

الأدوات: تستعمل هذه الأدوات في مسح الطيف واكتشاف وجود الإشارات ورسم الخرائط التي توضح ذلك. وتعد هذه الأدوات من الأساليب الأساسية للتأكد من أن البيئة الكهرمغنطيسية الفعلية مطابقة للمعلومات المبينة في قاعدة بيانات إدارة الطيف. وتقوم أداة الاكتشاف الأوتوماتي للانتهاكات بالإبلاغ عن التوافق أو جوانب التعارض بين قاعدة بيانات إدارة الطيف والبيئة الكهرمغنطيسية "الفعلية". وتوفر أداوت شغل الطيف ضوابط إحصائية للتأكد من أن القنوات المخصصة تُستعمل طبقاً للتراخيص.

أدوات التشخيص: تستعمل هذه التسهيلات في معرفة الوضع التشغيلي لوحدة الخدمة (محطة مراقبة ثابتة أو متنقلة أو محمولة).

2.3 المقاييس المترية

تتضمن المقاييس المترية "جداول زمنية للمهام" و"نتائج المهام"، وهي تسمح للقائمين على تشغيل النظام بضبط النظام بحيث يقوم بإجراء قياسات معينة. ويوفر البرنامج وصلة بالشبكة للدخول إلى "الأسلوب التفاعلي" ووصلة أخرى للدخول إلى "الأسلوب المقرر طبقاً لجدول زمني" فيما يتعلق بإجراء القياسات.

- يسمح الأسلوب التفاعلي بالتفاعل المباشر مع المعلومات المرتدة آنياً، مثل اختيار ضبط جهاز استقبال المرقاب، وإزالة التشكيل، والعرض البانورامي للطيف. (ملاحظة: يمكن أن يكون تحديد الاتجاه "فورياً" أو "طبقاً لجدول زمني".)
- يوفر أسلوب الجداول الزمنية لإجراء المهام طريقة يستطيع بها العميل حجز فترات زمنية على جهاز خدمة معين لإجراء القياسات المطلوبة. ويستطيع جهاز خدمة وحيد معالجة الطلبات التي تأتي من مستعملين متعددين. ويلاحظ أنه بمجرد إرسال طلب بإجراء عملية قياس معينة إلى جهاز الخدمة، يمكن للمستعمل أن يقطع التوصيل إلى أن يكون في حاجة إلى استرجاع النتائج.

وكجزء من البرمجية، يتمتع القائم على التشغيل بمجموعة من الأدوات التي تساعده في تحديد المهام المختلفة بما يلبي احتياجاته، ويستطيع إضافة متطلبات معينة للمهام المدرجة في الجدول الزمني مما يساعده في التأكد من شكاوى حدوث التداخل. فإذا استطاع صاحب الشكوى إعطاء وقت محدد من اليوم لحدوث التداخل، يستطيع القائم على التشغيل تكليف النظام بالتأكد من حدوث التداخل في هذه الأوقات، ويستطيع أيضاً أن يطلب من النظام البدء في التشغيل فوراً عند اللزوم. كما تسمح خاصية الجداول الزمنية للقائم على التشغيل بتحديد مواعيد وعدد مرات إجراء القياسات. ويستطيع مشاهدة أو طباعة أو حفظ تقرير يلخص البيانات التي أمكن جمعها. وتتضمن تقارير نتائج القياسات جميع المعلومات المتصلة بتركيبة القياسات وملخصاً للنتائج يتضمن المعلومات التالية: بيانات المهام، والتاريخ، والوقت، والتردد، وعرض النطاق، والهوية، والقياسات المطلوب إجراؤها، والنوع، والنتائج، والبيانات الموضوعة في نسق بياني. ويمكن اختيار واحد أو أكثر من المعلمات التالية للقياس: عرض النطاق المشغول، والتشكيل، وشدة المجال، والتردد، والاتجاه.

وجميع هذه القياسات مطابقة لتوصيات الاتحاد وكتيب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف. وتتكرر هذه المعلمات بشكل أوتوماتي ويُحسب متوسطها طبقاً للقيم التي يختارها المستعمل. وتشمل تقنيات حساب المتوسط التقنيات الخطية، وجذر متوسط التربيع، وتقنيات فترة الانتظار القصوى.

3.3 عرض الخرائط والتحكم فيها

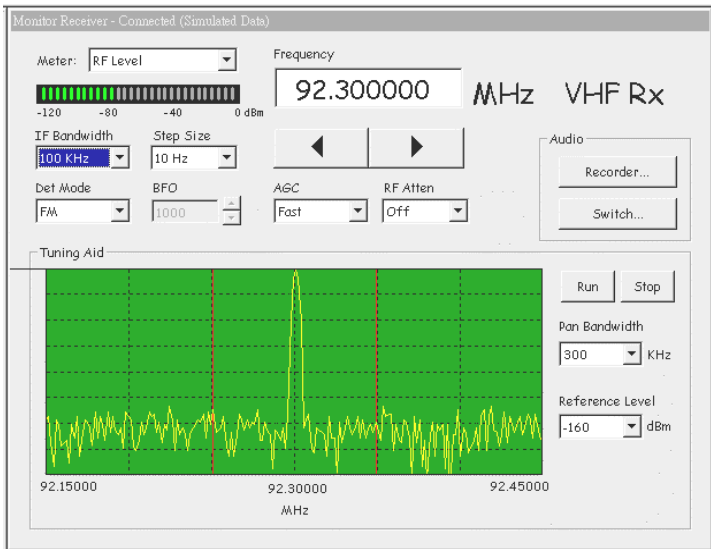
تعرض شاشة الخرائط محطات المراقبة الموصولة بالشبكة، ونتائج عمليات تحديد الاتجاه، ومواقع أجهزة البث (مع حذف الأخطاء). والنظام مزود بخرائط متعددة. ويستطيع القائم على تشغيل النظام عرض طبقات متعددة (المدن، المناطق، الأنهار، وغير ذلك) في فنزويلا باختيارها عن طريق الضغط على زر "الطبقات"، كما يستطيع تكبير الخارطة أو تصغيرها أو التركيز على مساحة معينة منها، أو إجراء عمليات القياس عليها.

4.3 جهاز استقبال المرقاب

يتحكم القائم على تشغيل النظام في أجهزة استقبال المرقاب عن طريق لوحة تحكم افتراضية، (انظر الشكل 6.7). وتشمل لوحة التحكم الافتراضية أدوات التحكم المعتادة المرتبطة بأجهزة الاستقبال المستقلة، وهي توفر التحكم في وحدة الاستقبال بطريقة تفاعلية لمشاهدة الإشارة الجاري مراقبتها في الوقت الفعلي. وتُعرض المعلومات الدالة على وضع وحدة الاستقبال وأدوات التحكم في التردد، والتشكيل، والاتساع، على نفس الشاشة. كما يوجد في الحاسوب زر للاستماع وبطاقة صوت. وتتم عمليات تسجيل الصوت رقمياً كملفات سمعية (.wav) ويمكن نقلها بين جميع المحطات.

الشكل 6.7

شاشة جهاز استقبال المرقاب



Nat.Spec.Man-7.06

ويستطيع القائم على تشغيل النظام النفاذ إلى عدد من شاشات العرض التي تسمح له بمشاهدة الترددات التي تهمه. وتعد الصورة البانورامية للطيف إحدى هذه الشاشات. وهي على شكل لوحة لها محور سيني ومحور صادي توضح اتساع الإشارة مقابل التردد، ويمكن استعراض بيانات عرض النطاق إلى ما يصل إلى 10 MHz من بيانات التردد المتوسط IF الرقمية. ويستطيع القائم على تشغيل النظام استعمال هذه الشاشة في مشاهدة وتحديد إشارات عرض النطاق، والعلاقات بين الإشارات في الطيف الراديوي، والتحقق من مصادر التداخل.

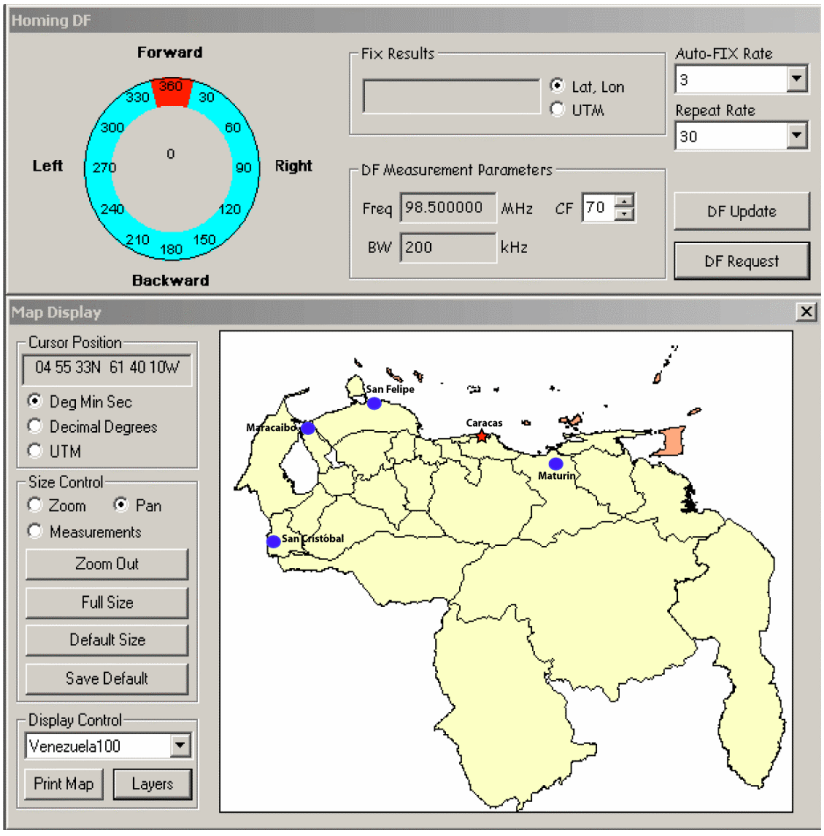
5.3 تحديد الاتجاه الزاوي

نظام تحديد الاتجاه له القدرة على تحديد موقع أجهزة البث بسرعة ودقة باستعمال محطات المراقبة. ويستطيع النظام حساب النتائج من محطتين أو أكثر وكذلك استعمال محطة متنقلة واحدة في إجراء عملية "تحديد الاتجاه".

وتسمح هذه العملية لمحطة متنقلة واحدة بإجراء عمليات متتالية لتحديد الاتجاه وقياس قوة الإشارة وهي في حالة حركة. ومن هذه القياسات تستطيع محطة المراقبة المتنقلة تحديد موقع جهاز الإرسال (انظر الشكل 7.7).

الشكل 7.7

مثال لنافذة عرض تحديد الاتجاه/الخارطة



Nat.Spec.Man-7.07

6.3 محاكاة عملية المراقبة لأغراض التدريب

يتضمن برنامج المراقبة، للمساعدة في تدريب المشغلين الجدد للنظام وتحديث معلومات المشغلين الحاليين، وحدة نمطية للتدريب تسمح للمستعملين الجدد بالاعتياد على وضع جداول إجراء القياسات والتحكم في أجهزة الاستقبال دون تكريس موارد لهذا الغرض أو إدخال قياسات جديدة في قاعدة البيانات أو حذف قياسات موجودة. وتساعد وحدة التدريب أيضاً المشغلين الحاليين على ممارسة مهامهم في مجال المراقبة والأساليب التقنية.

ووحدة التدريب هذه تفاعلية وتقوم على نظام المساعدة المباشرة على الحاسوب بالإضافة إلى نسخة مطبوعة من دليل الاستعمال تساعد المستعمل الجديد على الاعتياد على التعامل مع الواجهة والشاشات البيانية والتقارير المتاحة في النظام. ويمكن أداء التدريب بدون وجود أجهزة مراقبة فعلية على الشبكة.

7.3 وظائف نظام مراقبة الطيف

يؤدي نظام مراقبة الطيف جميع القياسات التي يوصي بها الاتحاد، بما في ذلك قياسات معلمات الإشارات (التردد، وشدة المجال وكثافة تدفق القدرة، والتشكيل، وعرض النطاق المشغول) وتحديد الاتجاه وشغل الطيف. ويقوم النظام المؤتمت لتنفيذ القياسات بأتمتة هذه العملية بأكملها بحيث لا يضطر مشغلو النظام إلى معرفة جميع قواعد القياس المختلفة أو تذكرها أو إمضاء أي وقت في تطبيقها.

ويسمح شغل الطيف لمشغل النظام بتحديد المدى الخاضع للمراقبة عن طريق تحديد بداية وتوقف الترددات في النطاق الجاري البحث فيه وتحديد معلمات البحث، بما في ذلك الفترة الزمنية التي يمكن إجراء البحث خلالها.

ومن السمات الأساسية لنظام المراقبة أنه يستطيع كشف الانتهاكات أوتوماتياً. ويعد الكشف الأوتوماتي للانتهاكات من الأدوات الفعالة للتحقق من مدى التقيد بالقواعد من جانب أجهزة البث المرخص لها وكشف العمليات غير المرخص بها. ويعمل الكشف الأوتوماتي للانتهاكات مقترناً ببيانات الترخيص (تخصيصات الترددات) المأخوذة من قاعدة بيانات الإدارة. وتحدد عملية الكشف الأوتوماتي للانتهاكات ما إذا كان إرسال معين يعتبر مطابقاً لقيم التفاوت المسموح به للتردد المركزي المخصص وعرض النطاق، كما هو محدد في توزيع النطاقات والخدمات في الخطة الوطنية للترددات في فنزويلا. كما يقوم النظام بتحديد أجهزة البث التي تعمل دون ترخيص مقابل في قاعدة بيانات الإدارة. ويمكن إجراء قياسات النظام الأوتوماتي لكشف الانتهاكات على تردد منفرد أو على مدى من الترددات يحددها القائم على تشغيل النظام. ويوضح الشكل 8.7 شاشة تتضمن النتائج النمطية لعملية الكشف الأوتوماتي للانتهاكات.

8.3 التقارير

يمكن أن يوفر النظام تقارير عن معلمة الإشارة وعن شغل الطيف وعن القياسات الأخرى.

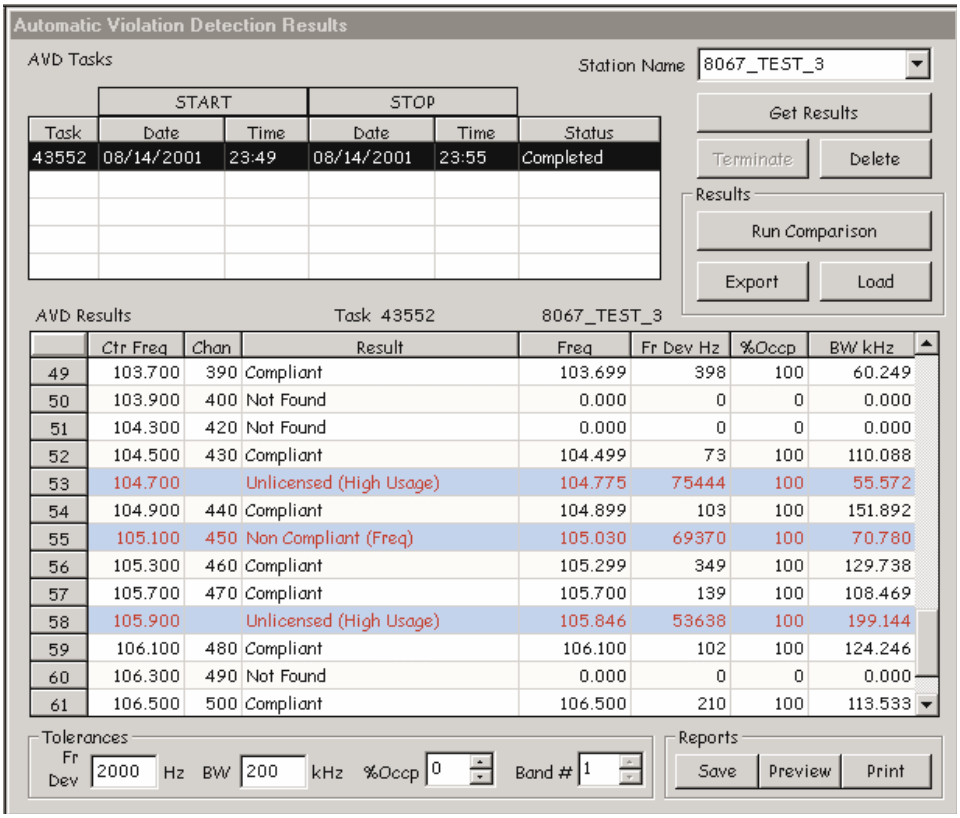
4 استعمال النظام في الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا

أدى إدخال النظام المتكامل الجديد لإدارة ومراقبة الطيف في فنزويلا إلى إحداث تغيير جذري في طريقة عمل الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا. فقبل إدخال النظام، كانت عمليات إصدار التراخيص ومعالجة الرسوم تستغرق وقتاً طويلاً قد يصل أحياناً إلى عدة أسابيع. فقد كان من الضروري إدخال جميع البيانات يدوياً ولم تكن هناك أي طريقة للتنبؤ بكيفية حدوث التفاعل بين أجهزة البث القائمة والأجهزة الجديدة. وكان لا بد من إجراء عمليات التحليل الهندسي بمعدات متنقلة أو محمولة تعمل بقدرات محدودة وليس هنالك من تكامل بينها وبين نظام الإدارة.

ومنذ إدخال النظام الجديد، أصبح من الممكن إجراء عمليات إصدار التراخيص ومعالجة الرسوم خلال ساعات. كذلك يستطيع نظام إدارة الطيف، بفضل أدوات التحليل الهندسي المدمجة في النظام وبفضل قدرات مراقبة الطيف المبينة في هذه الوثيقة، تخصيص الترددات والتأكد من توفرها وتوافقها مع أجهزة البث القائمة.

الشكل 8.7

مثال لنتائج الكشف الأوتوماتي للانتهاكات



Nat.Spec.Man-7.08

ويوفر النظام المتكامل لإدارة ومراقبة الطيف قدرات ممتازة على مراقبة الطيف وإصدار التقارير وتبادل البيانات؛ كما أنه يتمتع بالقدرة على استعمال المعلومات المستقاة من نظام الإدارة ومحطات المراقبة في تنظيم طيف التردد. ويستعمل النظام قدرات الكشف الأوتوماتي للانتهاكات في دراسة شكاوى العملاء وتحديد أجهزة البث التي تنتهك مواصفات التردد المخصص (عرض النطاق، والقدرة، وما إلى ذلك).

1.4 الشكاوى وكشف الانتهاكات

تُستعمل قاعدة البيانات الرئيسية في النظام كنقطة مركزية لتلقي جميع الشكاوى. ولدى تلقي شكوى من عميل ما يجري التحقق من الشكوى مقارنة بقائمة الشكاوى المسجلة في النظام لمعرفة ما إذا كانت الشكوى جديدة أم أنها وردت من قبل. وإذا تبين أن الشكوى جديدة، يُستعمل برنامج مراقبة الطيف في تجميع قياسات التردد من المحطة المخالفة لإجراء مزيد من التحقيقات عليها. ويتضمن البرنامج المتكامل مجموعة كبيرة من أدوات التحليل الهندسي التي تستعمل في تحليل الشكوى.

ويتضمن النظام ثلاثة نماذج للتعامل مع المعلومات الواردة في الشكوى: نموذج الشكوى، ونموذج الفحص، ونموذج الانتهاكات:

- يتضمن نموذج الشكوى معلومات تَعرض الواقعة موضوع الشكوى والشخص المتقدم بالشكوى.
- يُستعمل نموذج الفحص في تسجيل المعلومات عن عمليات الفحص التي تجري بشأن الانتهاكات والشكاوى.
- يُستعمل نموذج الانتهاكات في تسجيل المعلومات الخاصة بالانتهاكات المبلغ عنها في الشكوى.

ويسمح البرنامج للقائمين بتشغيله بتجميع كل البيانات ذات الصلة واستعراض الشكوى. ويستطيع الموظفون إما رفض الشكوى أو اتخاذ إجراء آخر، مثل فرض غرامة على صاحب الترخيص أو إنهاء الترخيص.

2.4 إمكانية التوسع

إن استعمال الطيف الراديوي في تطور مستمر. ونظراً لتزايد استعمالات الطيف الراديوي تدعو الضرورة إلى تطوير نظام إدارة ومراقبة الطيف لكي يستوعب هذه الاستعمالات. وقد روعي هذا الاعتبار في تصميم النظام. إذ يقوم النظام على وحدات نمطية كما أنه يتمتع بقدرات أساسية قوية يمكن تطويعها بسهولة بما يتفق مع الاحتياجات في المستقبل. وتشمل إمكانيات توسيع النظام في المستقبل: تطوير خوارزميات التحليل وتشكيل أنساق الاتصالات الجديدة، وإضافة الأنظمة المتنقلة أو الثابتة، وتوسيع مدة ترددات المحطات المتنقلة وإضافة محطات عمل للمُشغلين.

5 تجارب الآخرين في النظام المؤتمت لإدارة الطيف الذي تستعمله الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا

1.5 مقدمة

تناولت الأقسام السابقة في هذا الملحق وصف النظام المؤتمت لإدارة الطيف المستعمل في الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا. والنظام المبين وصفه فيما سبق وفي المرجعين 1 و2* قامت بتوريده شركة TCI الأمريكية، ويستعمله في الوقت الحاضر العديد من هيئات تنظيم الاتصالات في أنحاء العالم بالإضافة إلى الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنزويلا، من بينها هيئات تنظيم الاتصالات في زيمبابوي وكولومبيا وناميبيا وموريتانيا والجمهورية الدومينيكية وأوغندا. ويلخص هذا القسم بعض المزايا التي يحصل عليها مستعملو النظام.

ومن الأمثلة على قدرة النظام على أتمتة وتحسين عمليات إدارة الطيف بالنسبة لهذه الإدارات ما يلي:

- كانت إحدى الإدارات تقوم بمعالجة ما بين 10-20 طلباً في الأسبوع، وكان التأخير في معالجة الطلبات والموافقة على الطلبات النمطية يتراوح ما بين 4 و8 أسابيع. وبعد إدخال النظام وتدريب المسؤولين عن تشغيله، استطاعت نفس الهيئة معالجة 90 طلباً وتخصيص التردد اللازم لها والموافقة عليها خلال الأسبوع الأول من تشغيل النظام بالكامل.
- درجت بعض الإدارات على تخصيص مجموعات منفصلة من الموظفين لإدارة الخدمات الإذاعية وخدمات الاتصالات، ولذلك لم يحدث أن كان لديها عملية موحدة لمعالجة التراخيص والموافقة عليها. وبعد أن حصلت هذه الإدارات على النظام المبين في هذا الملحق، استطاعت توحيد قاعدة البيانات وتوحيد عملية الموافقات وتخصيص الترددات بالنسبة لجميع مستعملي الطيف. وقد واصلت هذه الإدارات استخدام مجموعات منفصلة من الموظفين للخدمات المختلفة، ولكن جميع الموظفين أصبحوا يستخدمون نفس النظام، كما أن جميع المعلومات الإدارية والتقنية أصبحت مختزنة في موقع مركزي.
- كذلك أضافت هذه الإدارات إلى قاعدة بيانات النظام وظيفة معالجة فواتير تصاريح وتراخيص الخدمات التي لا تتطلب استعمال الطيف، والموافقة عليها وإصدارها، مثل المهاتفة السلكية، أو الخدمات ذات القيمة المضافة. وكان التعامل مع هذه الخدمات يتم تقليدياً بواسطة برامج صغيرة منفصلة للتعامل مع الجداول والكشوف. وقد أتاح النظام لهذه الإدارات الاحتفاظ بقاعدة بيانات موحدة لجميع عملائها، وجميع مصادر إيراداتها.

وهناك أمثلة أخرى تنطبق على موضوعات معينة مشار إليها في الأقسام المناسبة فيما يلي.

---

* المراجع:

WOOLSEY, R. B. [2000] Proc., ITC/USA 2000, Automatic Tools for Telemetry Test Range Spectrum Management. TCI, A Dielectric Company, 47300 Kato Road, Fremont CA 94538-7334.

أنظمة إدارة الطيف، http://www.tcibr.com/PDFs/710webs.pdf.

2.5 معالجة الطلبات

يوفر النظام إمكانية إدخال ومعالجة بيانات طلبات الخدمة، ويمكِّن الإدارة من القيام بعمليات تخصيص الترددات وإصدار التراخيص، كما هو مبين في الفصل 3 من هذا الكتيب. وقد تبين لمعظم مستعملي هذا النظام أن من الأيسر طباعة نماذج ورقية للطلبات من النظام مباشرة يقوم مقدمو الطلبات بملئها بعد ذلك. ثم يكون من السهل بعد ذلك إدخال البيانات من هذه النماذج في النظام.

3.5 تخصيص الترددات

يساعد النظام القائمين على تشغيله في القيام بالمهام المتصلة بتخصيص التردد، كما هو مبين في الفصل 3 من هذا الكتيب. وقد تبين لجميع الإدارات التي تستعمل النظام مدى سهولة البحث في قاعدة البيانات المؤتمتة عن أجهزة الإرسال الأخرى التي تعمل على التردد المقترح، والمساعدة التي يوفرها النظام في تخصيص الترددات، كما وجدت النظام قوياً جداً.

4.5 اقتصاديات الطيف

يتضمن النظام وحدة متكاملة لحسابات القبض ويدير عمليات معالجة الرسوم، وهذا يمثل عنصراً أساسياً لاقتصاديات الطيف الوارد وصفها في الفصل 6 من هذا الكتيب. ولم تكن بعض الإدارات التي تستعمل هذا النظام قد عالجت فواتير تجديد التراخيص لعدة سنوات قبل إدخال النظام، لأن عملية معالجة التجديدات كانت شديدة التعقيد باستعمال الوثائق الورقية، بينما هي سهلة باستعمال الأنظمة الحاسوبية. ويسمح النظام للإدارات بسهولة تحصيل الإيرادات المستحقة من تجديد التراخيص.

5.5 إصدار التراخيص

يقوم النظام بأتمتة معظم وظائف معالجة إصدار التراخيص والمبينة في الفصل 3 من هذا الكتيب. وكانت بعض الإدارات التي تستعمل هذا النظام تحتفظ في الأصل بالتراخيص الورقية في خزانات الملفات، ولم يكن من السهل العثور عليها للرد على الاستفسارات والبحث عن البيانات. وقد تم إدخال بيانات هذه التراخيص الورقية في النظام وأصبحت الآن جزءاً من قاعدة بيانات النظام، ومن السهل البحث فيها بالحاسوب كما أن من السهل على النظام الرجوع إليها لدى إجراء تخصيصات ترددات جديدة.

6.5 هندسة الطيف

يتضمن النظام أدوات قوية لمساعدة القائمين على تشغيله في القيام بالوظائف المتصلة بهندسة الطيف المبينة في الفصل 5 من هذا الكتيب. وقد تبين للإدارات التي تستعمل هذا النظام أن هذه الأدوات مفيدة بصفة خاصة في الرد على الأسئلة التي تبدأ بعبارة "ماذا لو"، وذلك بمساعدة الإدارات في القيام بأنشطتها الخاصة بتخطيط الطيف.

7.5 مراقبة الطيف

يقوم النظام المتكامل بأداء وظائف مراقبة الطيف المبينة في الفصل 4 من هذا الكتيب. وربما كانت أهم ميزة للنظام المتكامل هي كشف الانتهاكات أوتوماتياً. ويمكن للنظام المتكامل أن يقارن القياسات المستمدة من نظام مراقبة الطيف بمعلومات الترخيص المستمدة من نظام إدارة الطيف لاستبانة الترددات التي تعمل عليها أجهزة بث ليست مدرجة في قاعدة بيانات الترخيص ولاستبانة أجهزة البث التي لا تعمل بموجب المعلمات المرخص بها. وقد حدد بعض مستعملي النظام خاصية الكشف الأوتوماتي للانتهاكات في وثائق تقديم العطاءات لكي تكون جزءاً من نظام إدارة ومراقبة الطيف، ووجدت أنها أداة مفيدة جداً لمساعدة القائمين على تشغيل النظام في كشف أجهزة البث غير المرخص لها وأجهزة البث التي تعمل خارج معلمات الترخيص لها.

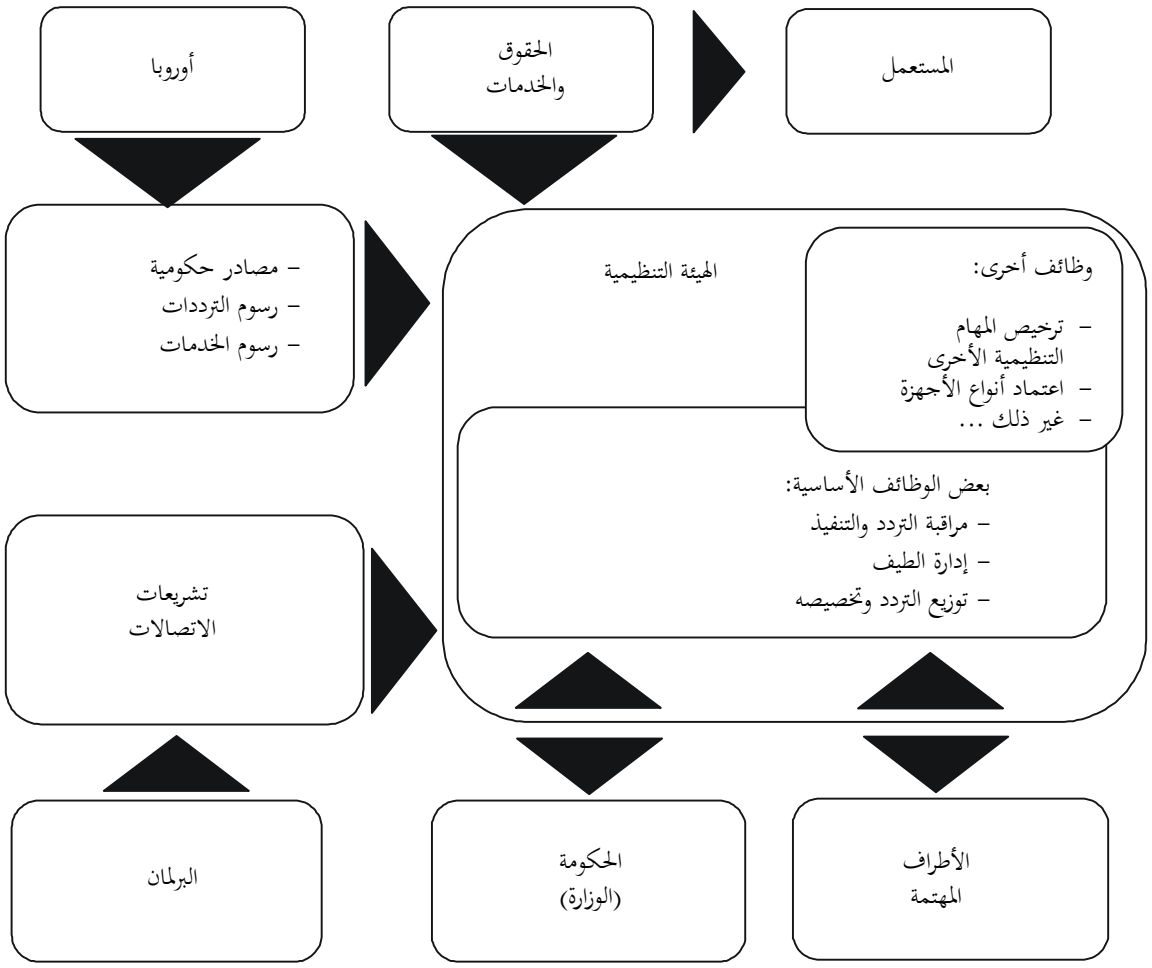
الملحق 4

للفصل 7

مثال لبرمجيات وأتمتة إدارة الطيف في وسط وشرق أوروبا

شارك أحد عشر بلداً مستفيداً من بلدان وسط وشرق أوروبا في مشروع رئيسي لمدة عام برعاية برنامج PHARE متعدد البلدان الذي يموّله الاتحاد الأوروبي. وكان الغرض من هذا المشروع هو تحليل مشاكل إدارة الطيف ومراقبة التردد وتحديد الحلول اللازمة لها. وعلى الرغم من طبيعة هذا الموضوع التقنية المتخصصة، خُصص الجانب الأكبر منه لدراسة كيفية تطوير الهيئات التنظيمية، وتحديد مهامها وأدواتها وخيارات التمويل. وكان الأساس المنطقي لذلك هو إقامة هيئات تنظيمية مستقلة تكون بمثابة أجهزة للخدمة العامة على غرار ما هو متبع في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.

ويُنظر إلى الهيكل التنظيمي للاتصالات الراديوية، شأنه شأن الهيكل التنظيمي الوطني العام للاتصالات، على أنه جزء من بيئة أوسع تشمل الجوانب السياسية والقانونية والتجارية.



Nat.Spec.Man-7.08-bis

بيد أن تشجيع استقلال الهيئات التنظيمية لا يعني أن الدولة قد تخلت عن نفوذها في قضايا السياسة العامة التي تؤثر على تنمية قطاع الاتصالات. فتنظيم قطاع الاتصالات له أبعاد سياسية، وستظل له أبعاد سياسية. والأمر المهم هو الفصل بوضوح ودون غموض في المسؤوليات والمهام بين المستوى السياسي (أي المتصلة بمهام الوزارة) والمستوى التنظيمي (أي الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات).

فمن ناحية، يجب أن يوفر النظام السياسي التشريعات والرقابة البرلمانية التي تعمل في إطارها الهيئة التنظيمية. ومن ناحية أخرى، يمكن للاستقلال الذي تتمتع به الهيئة التنظيمية في تسيير أعمالها اليومية – في حالة ترتيب ذلك بالشكل المناسب – أن يعزز مبادئ الديمقراطية والإدارة الرشيدة لشؤون الحكم.

والاستقلال المالي هو أحد الطرق الفعالة لتحقيق استقلال الهيئة الوطنية التنظيمية في تسيير شؤونها. ويمكن تدبير الإيراد اللازم للهيئة الوطنية التنظيمية عن طريق الرسوم التي تفرض على أغراض الاستعمال. ويعتمد تطوير إدارات تنظيمية حديثة في بلدان وسط وشرق أوروبا على عدد من العوامل التي تختلف من بلد لآخر. وعلى الرغم من أن عملية التحديث قد بدأت في أنحاء المنطقة، كان التقدم حتى سنة 1998 يختلف اختلافاً كبيراً من بلد لآخر.

وقد تعرض المشروع بالبحث والدراسة لخمس قضايا رئيسية تواجه إنشاء الهيئات الوطنية التنظيمية، وأوصى بتحديد الأولويات التالية:

- إرساء الأساس التشريعي
- إقامة البنية المؤسسية
- البت في إمكانيات التمويل
- تنمية الموارد البشرية
- الحصول على الأدوات التكنولوجية اللازمة.

وطريقة تعامل كل بلد من البلدان المشاركة مع هذه الأولويات هي التي تحدد مرحلة اقترابها من التحديث. وقد حاول مشروع إدارة الطيف ومراقبة الترددات دراسة مدى اقتراب البلدان المشاركة من مرحلة التحديث.

وتشير الملاحظات العامة الرئيسية في تلك البلدان إلى ما يلي:

- الموظفون الفنيون التنظيميون لديهم عموماً معرفة جيدة بالأهداف الجديدة.
- عملية إجراء التغييرات التنظيمية معرضة للضياع بين عمليات التغيير الأخرى.
- يمكن تحسين الحوار بين القطاعات المختلفة داخل الإدارات الوطنية. وقد يكون من اللازم تقوية الحوار بين الجهاز التنظيمي ووزارة المالية.
- يبدو المستوى الممكن (والحالي) للرسوم التي يتم تحصيلها في معظم بلدان شرق ووسط أوروبا كافياً لتغطية مصروفات الهيئة التنظيمية (بشرط توزيع حصيلة الرسوم بالشكل المناسب ووضع إجراءات لتحويل الموارد).

وتؤكد هذه الملاحظات إمكانية إقامة هيئات تنظيمية كأجهزة مستقلة مالياً، مع وجود إمكانية واقعية لتحقيق فوائض (أي إيرادات صافية للدولة). وعلى الرغم من تركيز جانب كبير من الاهتمام على حقوق والتزامات الوزارات والهيئات التنظيمية ووكالات تشغيل الاتصالات، فإن النظام الذي تستطيع بموجبه الهيئة التنظيمية تمويل تكاليفها واستثماراتها الجارية غير متطور بما فيه الكفاية في كثير من البلدان.

ويتضح من مشروعات الخطط التي وُضِعت أن عملية التحديث ينبغي أن تصل إلى شكلها النهائي في البلدان المختلفة فيما بين عامي 2000 و2006. وكان أول تطبيق في هذه الخطط، طبقاً للأولويات، هو تنفيذ واجهة معيارية للطيف (P-Interface) بين جميع البلدان بما يسمح بتبادل المعلومات بين الإدارات والتعاون عبر الحدود، وهذه الواجهة تعمل في الوقت الحاضر.

P-Interface: الواجهة المعيارية للطيف

على الرغم من اختلاف المناهج الوطنية المتبعة في إدارة الطيف على نحو ما سبق بيانه، هنالك مجالات عملية لقيام تعاون ممكن ومفيد عبر الحدود. ومن بين هذه المجالات إمكانية تبادل بيانات الاتصالات الراديوية وبرمجية إدارة الطيف. وكان برنامج Phare المشترك بين البلدان يستهدف تطوير واجهة معيارية (P-Interface) تكون بمثابة أداة مشتركة لتبادل البيانات والبرمجيات بين الأنظمة الوطنية لإدارة الطيف. وهذه الواجهة هن خطوة في سبيل هدف أوسع هو تسهيل نمو الخدمات الراديوية الأساسية والحد من مخاطر حدوث التداخل الراديوي الضار.

وبرمجيات P-Interface أشبه ما تكون بوحدة مخدّم لقاعدة بيانات افتراضية تسمح للمتعاملين بالنفاذ، بطريقة شفافة، إلى مجموعة من قواعد البيانات ذات الصلة. وباعتبارها مشاركة في هذا المشروع الذي استمر اثني عشر شهراً، يعتزم أحد عشر بلداً في وسط وشرق أوروبا تنفيذ طبقة الواجهة P-Interface لتبادل المعلومات والبرمجيات فيما بينها. ومن بين الفوائد الرئيسية لهذه الواجهة تمكين الإدارات المختلفة من استعمال نفس برمجية حساب التوافق. فبرمجية حساب التوافق الذي تقوم بتطويره إحدى الإدارات تستطيع استعماله جميع الإدارات الأخرى. وبمعنى آخر، تستطيع أي إدارة تطبيق برمجيات حساب التوافق المطبقة لديها على البيانات التي تتلقاها من إدارة أجنبية وأن تطبق برمجيات حساب التوافق التي تحصل عليها من إدارة أجنبية في بيئتها. ومن أمثلة برمجيات حساب التوافق المشتركة طريقة الحساب المنسقة (HCM).

وتوفر برمجيات P-Interface واجهة فريدة لبرمجة التطبيقات تسمح باعتماد برمجيات التوافق. وبهذه الطريقة، يمكن تقاسم عبء تطوير البرمجية بين الإدارات المشاركة. وتضمن الاستعانة بالحاسوب أن يكون تبادل بيانات الاتصالات الراديوية كاملاً ومتوافقاً، ويساعد التبادل المباشر للبيانات بين الإدارات على اختصار عملية التنسيق التي يتمثل الغرض النهائي منها في تسهيل تطوير الخدمات الراديوية الأساسية والتقليل من مخاطر التداخل.

وتقوم هذه التكنولوجيا على مفهوم العميل/المخدِّم حيث يمكن النفاذ إلى الأنظمة الوطنية لإدارة الطيف عن طريق خدمات المخدِّم. وبحكم وجود واجهة معيارية مع المخدِّم، يُنظر إلى البيانات على أنها موضوعة في وعاء يمكن النفاذ إليه بوسائل تتسم بالشفافية. ولذلك، فإن البنية الداخلية للبيانات أو وسائل تخزين البيانات يصبحان غير ذي جدوى وغير مرئيين لتطبيق العميل.

وتوفر مبادئ برمجيات الواجهة P-Interface منهجاً منسقاً للجوانب التالية:

استعمال قاموس فريد للبيانات

إن من بين المشاكل الرئيسية في تبادل البيانات هي عدم وجود تعريف فريد لعناصر البيانات. وعناصر البيانات المستعملة في الواجهة P-Interface هي التي قامت بتعريفها لجان الدراسات المنبثقة عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد. وتستطيع كل إدارة تعريف معلومات إدارة الترددات بالدرجة الكافية وبوضوح.

تحديد بنية مشتركة لقاعدة بيانات الاتصالات الراديوية

يُوزع كل عنصر من عناصر البيانات على أنه خاصية لقيد مدرج في قاعدة بيانات الاتصالات الراديوية التي تديرها الواجهة P-Interface. وتربط بنية قاعدة البيانات بين أحدث النتائج التي توصلت إليها لجان الدراسات في الاتحاد ويمكن تطويعها لكي تأخذ في الاعتبار احتياجات حسابات التوافق.

تغليف قاعدة البيانات الأصلية

تعمل الواجهة P-Interface على تغليف قاعدة بيانات المستعملين بطريقة تمكن من الاطلاع على "الواجهة المعيارية" التي تتضمن المعلومات ذات الصلة بتنسيق الترددات وحسابات التوافق. والواجهة قادرة على تغليف العديد من مواقع البيانات في قاعدة بيانات واحدة. وبذلك يمكن الإبقاء على جميع التطبيقات السابقة.

الاستفادة من وحدة مخدِّم الخارطة المشتركة

تَستعمل البلدان المشاركة أنظمة مختلفة للإحداثيات. ولحل هذه المشكلة، تعرض برمجيات P-Interface واجهة مشتركة لبيانات التضاريس الرقمية. وقد احتفظت P-Interface بالنظام الجيوديسي العالمي لعام 1984 (WGS84) على اعتبار أنه يمثل النظام المرجعي للإحداثيات. وتتيح الواجهة P-Interface خدمات التحويل بين أنظمة الإحداثيات الأصلية ونظام WGS84.

دعم تبادل البيانات

في المفاهيم المقترحة، يصبح تبادل البيانات عملية سهلة تقوم على إرسال حاوية نقل إلى إدارة أجنبية. ويقوم نقل الحاوية على شبكة الإنترنت. والسيناريو النمطي هو أن البيانات يتم إرسالها في حاوية نقل. وتكون الحاوية متصلة بقاعدة بيانات المستعمل. وعلى جانب العميل من برمجيات الواجهة P-Interface، لا تمييز بين ما إذا كان عنصر معين من عناصر البيانات مأخوذاً من حاوية النقل أو من حاويات البيانات المحلية.

وتلخيصاً لما سبق، كانت المشاكل التي تعامل معها هذا المشروع معقدة نظراً للبيئات المختلفة القائمة بالفعل في البلدان المشاركة. وكان نطاق المشروع يقوم على تخصصات متعددة تتطلب حلولاً لمشاكل مثل إدارة الترددات، وطرائق الحساب الحديثة، والنفاذ إلى قواعد البيانات غير المتجانسة، ومعماريات الأنظمة الحاسوبية.

الملحق 5

للفصل 7

الإدارة الوطنية للترددات في تركيا

مقدمة

نتيجة لنمو الطلب على الطيف، يضطر الكثير من البلدان إلى زيادة التشدد في تطبيق القواعد التي تحكم استخدام الطيف. ويجب مراقبة وكالات تشغيل الأنظمة اللاسلكية للتأكد من أن شبكاتها لا تتعدى أطوال الموجات المخصصة لها، كما يجب مراقبة محطات التلفزيون والإذاعة غير المسجلة وتتبعها والتعامل معها.

وقد أقدمت حكومة تركيا على خطوة جريئة للتأكد من وجود ترددات كافية لتلبية الطلب المتزايد. وقامت هيئة الاتصالات في تركيا بإقامة نظام وطني للمراقبة في مواقع متعددة يقوم بالمهام التالية:

- الإشراف على الإشارات الراديوية.
- قياس شغل الطيف.
- قياس الإرسال الإذاعي والتلفزيوني.
- الكشف عن مخالفات الترددات.
- تحديد مناطق التغطية الراديوية ورسم الخرائط التي توضحها.
- تحليل تداخل الإشارات.
- تحديد مواقع المحطات التي تعمل بشكل غير قانوني.
- جمع الإحصاءات عن إدارة الترددات بصفة عامة.

وأحد العناصر الأساسية لها النظام هو النظام الوطني لإدارة الترددات، الذي يتضمن عنصرين أساسيين من عناصر البرمجيات يشملان أحدث تقنيات هندسة الطيف، ووضع نماذج الانتشار وتقنيات مشاهدة البيانات الجغرافية المكانية لتحقيق الأهداف التي تتوخاها الهيئة. وقد منحت هيئة الاتصالات التركية، التي تعد شبيهة باللجنة الفدرالية للاتصالات في الولايات المتحدة، عقد تطوير النظام الوطني لإدارة الترددات لمركز بحوث الاتصالات وإدارة الطيف في جامعة Bilkent في أنقرة نظراً لمشاركتها منذ فتر طويلة في الدراسات الخاصة بهندسة الطيف في تطبيقات الاتصالات، وخصوصاً فيما يتعلق بتخطيط الترددات وتخصيصها واستعمالها.

ويشمل نظام المراقبة الوطني مركز المراقبة الوطني في أنقرة وسبعة مراكز مراقبة إقليمية في مختلف المدن في تركيا. وهنالك محطات مراقبة ثابتة ومتنقلة، إلى جانب أنظمة متنقلة لقياس البث ومركبات مراقبة متنقلة، شبيهة بالمحطات الثابتة، تقوم بتحديد الاتجاه ومراقبة المعدات والتجهيزات. ونظام مراقبة الطيف هو النظام الذي تستخدمه الهيئة في مراقبة الترددات، وتحليل التداخل بين المحطات، والتأكد من التقيد بمعلمات المحطات الراديوية طبقاً للتراخيص وتحديد عمليات البث غير القانونية. ويشمل مدى تردد النظام الوطني الترددات من 10 kHz إلى 40 GHz، بينما يغطي نظام المراقبة الترددات من 10 kHz إلى 2,5 GHz.

وقد أبرِم عقد المشروع في مايو 1998. وأسفرت دراسة وتحليل المتطلبات والمواصفات التفصيلية، قبل تصميم النظام وتطويره، عن ظهور الإصدار الأول من النظام الوطني لإدارة الترددات، وبدأ تشغيله في مركز المراقبة الوطني ومركز المراقبة الإقليمي في أنقرة. وخلال السنة التالية، ساعدت التعليقات الواردة من الفريق الإداري بالهيئة ومن مستعملي النظام الوطني لإدارة الترددات على تحسين النظام وتطويعه بالكامل بما يتفق مع الاحتياجات. وفي نفس الوقت، نُقِلت البيانات الموجودة لدى الهيئة في صورة إلكترونية إلى قاعدة بيانات النظام الجديد.

نبذة عن النظام

معمارية النظام

يقوم النظام الوطني لإدارة الترددات ومكوناته على بنية وحدات نمطية تندرج ضمن ثلاث طبقات:

- *طبقة مادية*، وتتألف من المعدات الحاسوبية وتسهيلات الاتصال عن طريق الشبكة بأنشطة البنية التحتية للدعم وأنظمة التطبيقات،
- *طبقة البنية التحتية للدعم*، وتتألف من نظام التشغيل، وقاعدة البيانات ونظام إدارة قاعدة البيانات، وأدوات البرمجيات المخصصة لدعم أنظمة التطبيقات،
- *طبقة نظام التطبيقات*، وتشمل البرمجيات الخاصة بالتطبيقات وقواعد البيانات المحلية المخصصة لدعم أنشطة معينة والحسابات المتصلة بها.

وقد صُمم النظام الوطني لإدارة الترددات في ضوء كتيب تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب، الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية، مع إدخال تحسينات عليه لكي يعمل في مراكز تشغيل إقليمية متعددة. ويقوم النظام على معمارية العميل–المخدَّم التي تعمل على محطات عمل المستعمل المتصلة بعضها ببعض عن طريق الشبكة المحلية في مركز للتشغيل. وجميع البيانات الإدارية والتشغيلية محفوظة في وحدة خدمة محلية لإدارة قواعد البيانات موصولة هي الأخرى بالشبكة المحلية. ويستطيع كل مركز من مراكز التشغيل الاتصال بمراكز التشغيل الأخرى عن طريق الشبكة العامة في بيئة للتشغيل موزعة ولكنها متكاملة. والبيانات المحفوظة في كل وحدة مخدِّم لقواعد البيانات بمراكز التشغيل المختلفة مكررة في جميع المراكز بما يتيح اكتمال البيانات وترابطها. ويوضح الشكل 9.7 معمارية نظام مركز التشغيل المتعدد.

الشكل 9.7

معمارية مركز التشغيل المتعدد

ولمنع الدخول إلى النظام الوطني لإدارة الترددات والتعامل مع البيانات من جانب أي من المستعملين غير المصرح لهم بالدخول، يوفر النظام أربع طبقات من الأمن هي طبقة نظام التشغيل، وطبقة محطات عمل العميل، وطبقة قواعد البيانات، وطبقة التطبيقات. وبالإضافة إلى مستويات الأمن، يسمح النظام بمتابعات فيما يتصل بالأمن في ثلاثة أشكال: تجارب التدقيق التي يقوم بها نظام إدارة قواعد البيانات الترابطية، وتسجيل الوقت، وتدقيق محاولات الدخول، وشطب ملفات التسجيل التي توفرها طبقة التطبيقات.

وتبعاً للسياسة الإدارية للسلطة المسؤولة، يمكن لهذه المعمارية أن تتحول إلى نظام مركزي يضم قاعدة بيانات واحدة ويستطيع العملاء في مراكز التشغيل البعيدة النفاذ إلى قاعدة البيانات المركزية هذه والتعامل مع البيانات.

منهجيات التصميم والتنفيذ: مفاتيح النجاح

في معرض تطوير برمجيات النظام الوطني لإدارة الترددات، اتبِعت الطريقة المحددة في المعيار IEEE J-STD لتطوير البرمجيات، كما جرت إدارة المشروع وتوثيقه في نطاق اعتماد المعيار ISO 9001:1994.

وقد ساعد التوحيد القياسي في تطوير المشروع وتوثيقه وفي إدارة تشكيل المشروع على نجاح تطبيق مبادئ هندسة البرمجيات على عمليات دورة تشغيل البرمجيات، وبالتالي تلافي إغفال أي تفاصيل في مرحلتي التصميم والتنفيذ، مما يفضي إلى توفر القوة المرغوبة في البرمجيات وتحسين نوعيتها.

وقد استخدمت أدوات هندسة البرمجيات بالاستعانة بالحاسوب (CASE tools) في تحليل وتصميم النظام حتى يمكن إجراء التعديلات على مكونات النظام أو تعديل مواصفاته الهندسية. وصُمم النظام الوطني لإدارة الترددات وتم تنفيذه كنظام مستقل عن النظام المختار لإدارة قاعدة البيانات. وتسمح معمارية النظام المفتوحة بإضافة وحدات جديدة وبالتكامل بين النظام والأنظمة الأخرى لإدارة الطيف. واستخدمت أدوات للبرمجة تم تطويرها خصيصاً لأداء عمليات إدارة قواعد البيانات من أجل تحقيق مستوى عال لأداء عمليات التجهيز.

وقد حقق كل ذلك، بالإضافة إلى إدارة المشروع الممتازة والتنسيق مع هيئة الاتصالات، نظاماً عالي الأداء يفوق المواصفات التقنية بالإضافة إلى اكتمال تنفيذ المشروع في الموعد المقرر له.

برمجيات التطبيق

وأهم عنصرين في النظام الوطني لإدارة الترددات هما *نظام هندسة ودعم مراقبة الطيف (BilSpect) ونظام معلومات الإدارة (MIS)*، اللذان يعملان في تكامل بفضل تقاسم البيانات. ويوفر النظامان واجهات تصويرية تتسم بمزايا معززة، مثل التحقق من سلامة البيانات والمساعدة واستقاء البيانات على الخط، نجدها في برمجية تطبيق رفيعة التكنولوجيا.

نظام هندسة ودعم مراقبة الطيف (BilSpect)

صُمم نظام هندسة ودعم مراقبة الطيف (BilSpect) بحيث يضم عنصرين رئيسيين، هما نظام دعم مراقبة الطيف (MSS) ونظام هندسة الطيف (SES).

نظام دعم مراقبة الطيف (MSS)

يسمح نظام دعم مراقبة الطيف بأتمتة النظام الوطني لمراقبة الطيف وإدماجه بالنظام الوطني لإدارة الترددات، كما هو مبين في التوصية ITU-R SM.1537. ويتحكم نظام دعم مراقبة الطيف في عمليات القياس الأوتوماتي التي تجرى في محطات المراقبة المختلفة ويعرض بيانات القياس التي تُجمع في أنشطة المراقبة إما في صورة جداول أو في صورة بيانية.

وباستعمال نظام دعم مراقبة الطيف، يستطيع القائم على تشغيل النظام في أي مركز إقليمي لمراقبة الطيف إجراء بعض عمليات القياس أوتوماتياً مثل شغل الطيف، أو الكشف عن المحطات غير القانونية أو التأكد من مدى التقيد بمعلمات المحطات الراديوية والاشتراطات التي تنص عليها التراخيص طبقاً لجدول زمني أسبوعي بالنسبة لكل محطة مراقبة نائية. وتقوم محطات المراقبة بإجراء هذه المهام من خلال قاعدة البيانات. وبعد إجراء القياسات المحددة، يمكنها نقل النتائج إلى مركز المراقبة لأغراض التحليلات

الإحصائية أو لعرضها بيانياً. ويشمل نظام دعم مراقبة الطيف عملية كشف الانتهاكات أوتوماتياً لكي يمكن إصدار إنذارات أثناء مراقبة الإشارات غير المرخص بها ومراقبة الإشارات التي تتجاوز المعلمات المنصوص عليها في التراخيص.

وعلى سبيل المثال، يمكن تقييم نتائج شغل الطيف بثلاثة أساليب مختلفة مثل شغل نطاق التردد، أو شغل تردد واحد أو في صورة جداول ساعات الإشغال. ويوضح الرسم البياني لشغل نطاق الترددات على طول المحور السيني وقيم شغل الترددات (في شكل نسبة مئوية) على طول المحور الصادي. ويوضح الرسم البياني لشغل تردد واحد قيم شغل التردد (في شكل نسبة مئوية) على المحور الصادي مقارنة بالوقت على المحور السيني. ويتضمن جدول ساعات الإشغال حسابات على أساس المتوسط المتحرك لقيم الإشغال لمدة ساعة بالنسبة لتردد يبدأ كل ربع ساعة ويوضح ساعة ذروة الإشغال على امتداد 24 ساعة. وإذا كانت قيم إشغال أي تردد متاحة لفترة أطول من 24 ساعة، عندئذ يوضح الجدول الساعات المشغولة في كل يوم، بشكل منفصل.

وفي حالة الشك في استعمال لتردد بشكل غير قانوني، تُكلف محطات تحديد الاتجاه بإجراء قياسات الاتجاهات الزاويّة بالنسبة لذلك التردد باستعمال الهوائيات المناسبة. وإذا استطاعت جميع المحطات الثلاث تحديد اتجاه مصدر الإشارة المعنية، يمكن لتقنية بسيطة تقوم على حساب المثلثات إيجاد الموقع المستهدف، الذي يمكن أيضاً عرضه على الخارطة بالإضافة إلى محطات تحديد الاتجاه واتجاهاتها الزاوية.

نظام هندسة الطيف (SES)

يضم نظام هندسة الطيف العديد من وحدات البرمجيات المصممة لمساعدة القائمين على تشغيل النظام في تنفيذ مهام هندسة الطيف اللازمة للإدارة المؤتمتة للترددات، كما هو مبين في التوصية ITU-R SM.1370. وتستعمل هذه الوحدات في إجراء عمليات تحليل الانتشار، وتحليل التداخل، وتحليل الوصلات، وتخصيص الترددات وتخطيطها، وحسابات التنسيق الدولي، والعمليات المتصلة بقواعد البيانات وإصدار عدد من التقارير المفيدة. ونظام هندسة الطيف يعمل في تكامل مع نظام المعلومات الجغرافية لعرض نتائج التحليلات على الشاشة بحيث يستطيع المستعمل اختيار خلفية الخارطة وكذلك الاستفادة من أي بيانات جغرافية مكانية في نمط المصفوفات أو المتجهات. ويوفر النظام الوظائف التالية:

- التنبؤ بالانتشار باستعمال بيانات ارتفاعات التضاريس ونماذج الانتشار التي يوصي بها الاتحاد.
- حساب مساحات تغطية المحطات وعرض النتائج على خارطة رقمية.
- تحليل وصلة الموجة الصغرية وحساب توفر الوصلة باستعمال الطريقة المبينة في التوصية ITU-R P.530.
- في خدمات الإذاعة الصوتية والفيديوية الرقمية للأرض (T-DAB وT-DVB)، حساب مستويات الإشارات المفيدة والإشارات المتداخلة، وكسب الشبكات واحتمال التغطية بالنسبة لشبكة وحيدة التردد.
- تحليل التداخل بين الخدمات في خدمات الإذاعة والتلفزيون التماثلية والخدمات المتنقلة البرية.
- تحليل التداخل بين الخدمات التلفزيونية التماثلية وخدمات الإذاعة الصوتية الرقمية للأرض أو خدمات الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض.
- حسابات التوافق بين خدمة الإذاعة الصوتية في النطاق 87 - 108 MHz تقريباً وخدمات الطيران في النطاق 108 - 137 MHz، طبقاً للتوصية ITU-R SM.1009.
- التداخل في التشكيل البيني وتحليلات إزالة الحساسية.
- تخطيط الترددات لخدمات الإذاعة الصوتية والتلفزيونية التماثلية.
- الحساب الأوتوماتي لتخصيصات التردد المرشحة للدارات المتنقلة البرية التي تعمل في نطاق الموجات الديكامترية (HF) (2-30 MHz) باستعمال برنامج ICEPAC الذي قامت بتطويره الإدارة الوطنية لمعلومات الاتصالات في الولايات المتحدة (NTIA).
- في منطقة الحدود، تحديد أماكن المحطات التي من المحتمل أن تتطلب تنسيقاً دولياً وعرضها على الخارطة.

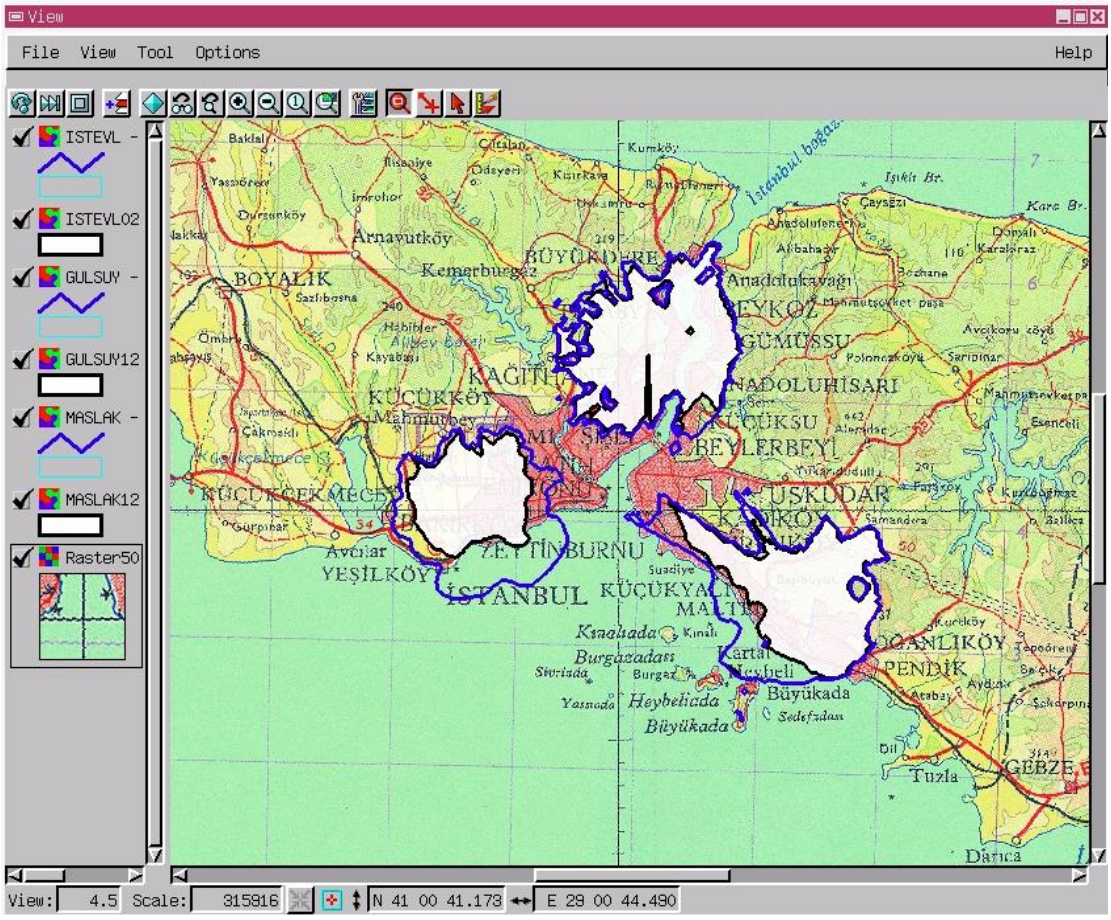
- الاحتفاظ بسجلات قواعد البيانات لإجراء أنشطة التنسيق مع البلدان المجاورة.
- تحضير نماذج تبليغ الاتحاد بتخصيصات الترددات التي تتطلب التنسيق الدولي، إما في نسق ورقي أو إلكتروني، وملؤها بجميع البيانات التي يلزم إرسالها إلى الاتحاد.
- حسابات تنسيق المحطات الراديوية العاملة في نطاق الموجات الكيلومترية/الهكتومترية (LF/MF) باستعمال الطريقة المبينة في الوثائق الختامية للاتفاق الإقليمي، جنيف 1975.
- حساب كفاف التنسيق بالنسبة للمحطات الأرضية للسواتل الثابتة بالنسبة للأرض طبقاً للوائح الراديو الصادرة عن الاتحاد، وتحديد المحطات الراديوية للأرض الكائنة داخل هذا الكفاف واقتسام نفس نطاق التردد.
- تسجيل الجداول الوطنية والدولية (أي الإقليمية والعالمية) لتوزيع الترددات، وتحديثها والاستفسار منها.
- عمليات قواعد البيانات، مثل المشاهدة والتحديث والاستفسار وإصدار التقارير عن سجلات تخصيص الترددات.

ويشمل نظام هندسة الطيف أدوات مفيدة لإجراء التحليلات لمساعدة المعنيين بتشغيل النظام في عملية تخصيص التردد. ويتمتع النظام بالخواص التالية:

- إثر الانتهاء من تحليل انتشار جهاز إرسال، يمكن إظهار أي عدد من أكفة شدة المجال التي يحددها المستعمل على الخارطة.
- يمكن إخراج قائمة جميع الوحدات الإدارية (المقاطعات والمناطق والقرى) وعدد سكانها وكذلك مجموع عدد السكان المقيمين داخل كفاف شدة المجال باستعمال قاعدة بيانات التعداد.
- ملامح الإشارات التي توضح مستوى الإشارة (شدة المجال أو قدرة الإشارة المستقبَلة) مقابل المسافة من موقع جهاز الإرسال في أي اتجاه وكذلك ملامح التضاريس يمكن إظهارها في شكل بياني.
- تحليل التداخل المحتمل بين المحطات القائمة والمقترحة على افتراض أن كل محطة يشملها تحليل التداخل يمكن معاملتها على أنها مصدر للتداخل وضحية له.
- نتيجة لتحليل التداخل باستعمال نسب حماية القنوات المشتركة والقنوات المجاورة، يمكن حساب منطقة التغطية الخالية من التداخل بالنسبة لكل محطة، وعرضها على الخارطة، كما هو مبين في الشكل 10.7.
- يمكن تحديد الترددات المرشحة الخالية من التداخل بالنسبة للمحطة المقترحة أوتوماتياً إذا كان التردد متاحاً.
- حساب تغطية المحطة القاعدة ومدى الإجابة المتنقلة بالنسبة للموجات المترية/الديسيمترية (VHF/UHF) بالنسبة للخدمات المتنقلة البرية، وعرض المنطقة التي يكون فيها الاتصال في اتجاهين ممكناً على الخارطة.

الشكل 10.7

مناطق التغطية الخالية من التداخل التابعة لثلاث محطات قاعدة في الخدمة المتنقلة البرية



Nat.Spec .Man-7.10

نظام معلومات الإدارة (MIS)

نظام معلومات الإدارة هو مجموعة من الأنظمة الفرعية المتكاملة المصممة لأتمتة المهام الإدارية في هيئة الاتصالات. وهو يلبي متطلبات إدارة البيانات الإدارية في الهيئة، وهي المتطلبات التي تتراوح بين إدخال البيانات والاستفسار عنها وإصدار التقارير بشأنها. وتعزيزاً للمهام الإدارية المبينة فيما يلي بمستوى متقدم، يوفر النظام حلولاً كاملة ومتناسقة ومن السهل تطبيقها لأنشطة إدارة الطيف:

- معالجة الطلبات
- معالجة التراخيص
- معالجة الرسوم
- معالجة التقارير
- معالجة شكاوى التداخل
- معالجة الأمن
- تخصيص الترددات.

ولا بد من الحرص على أن يلبي تصميم النظام متطلبات الهيئة في الوقت الحاضر وفي المستقبل. ومراعاة لذلك، تم تصنيف المهام المشار إليها فيما سبق طبقاً لطبيعة مجال التطبيق لكي يمكن تلبية متطلبات محددة فيما يتعلق بالتطبيقات، وبالتالي إنشاء أنظمة فرعية تقوم على وحدات ويكون من السهل صيانتها.

وتختلف الطلبات الخاصة بالحصول على التراخيص الراديوية بحسب نوع المحطات الراديوية. ولهذا الغرض، تم تصميم وتطوير نظامين فرعيين، هما *إدارة تراخيص المحطات الراديوية* و *إدارة تراخيص المحطات الراديوية للهواة*. وبالإضافة إلى ذلك، ولكي يمكن تسجيل ومتابعة شهادات الخدمة الراديوية للنطاقات المخصصة للأفراد، تم تطوير نظام فرعي منفصل يسمى *إدارة شهادات الخدمة الراديوية في النطاق المخصص لخدمة الأفراد*.

وتقوم بعض الهيئات بإصدار شهادات ترخيص للأفراد لتشغيل محطات راديوية ثابتة أو متنقلة وكذلك محطات راديوية للهواة، وذلك بإجراء اختبارات للمرشحين. وقد صمم كل من نظام *إدارة شهادات مُشغِّلي الخدمات الراديوية* ونظام *إدارة شهادات المحطات الراديوية للهواة* لتنفيذ المهام الضرورية لهذه الأغراض. ولمواجهة تراخيص الخدمات الراديوية للهواة الأجانب التي تصدر بصفة مؤقتة ولمدة محدودة لاستعمالها داخل البلد، تم تطوير *إدارة شهادات الخدمات الراديوية للهواة الأجانب*.

وكل نظام فرعي من هذه الأنظمة المذكورة آنفاً يقوم بمهام معالجة الطلبات ومعالجة التراخيص ومعالجة الرسوم ومعالجة التقارير ومعالجة الأمن.

وقد صُمم نظام *إدارة شكاوى التداخل* كنظام فرعي منفصل، ولكنه يعمل في تكامل مع الأنظمة الأخرى، لمعالجة الشكاوى الخاصة بالتداخل، ومصادر حدوث التداخل والحلول اللازمة لإزالته.

يتعامل النظام الفرعي *لإدارة معايير المعدات وتراخيص التفويض* مع نشاط رئيسي آخر من أنشطة إدارة الطيف. وقد صُمم هذا النظام الفرعي لتسجيل ومتابعة تطبيقات اختبار المعدات، ونتائج اختبار المعدات، وتسجيل ومتابعة المعدات التي تعتمدها الهيئة في شكل متوافق مع المعايير التي يحددها الاتحاد وتوصياته. وبالإضافة إلى ذلك، يُستعمل هذا النظام الفرعي في تسجيل ومتابعة وإعداد تراخيص التفويض باستيراد/بيع/إنتاج المعدات الراديوية، وإصدار تصاريح استيراد/إنتاج المعدات الراديوية ومتابعتها، وتسجيل وكلاء بيع المعدات، وإعداد وتسجيل شهادات تطابق المعدات.

وبالنسبة لإدارة الرسوم والمبالغ المستحقة والغرامات على أعلى مستوى، صُمم *نظام إدارة الرسوم* بخواص أكثر تقدماً. والهدف من إدارة الرسوم هو في الحقيقة معالجة رسوم تراخيص المحطات وغير ذلك من المدفوعات ذات الصلة، مع توفر القدرة على إصدار بيانات مالية لنظام معلومات الإدارة.

وبالنسبة لمعالجة تخصيص التردد، يتفاعل نظام إدارة تراخيص المحطات الراديوية مع *نظام هندسة الطيف* لاستكمال الخطوات اللازمة للبدء في عملية الترخيص ابتداءً من طلب الترخيص، ثم التفتيش على الموقع، ثم تخصيص التردد وانتهاءً بإصدار الترخيص.

ويقوم الموظفون المسؤولون بالهيئة بزيارة المحطات الراديوية بشكل دوري أو في تواريخ محددة سلفاً، للتأكد من مطابقة النظام ومعلمات المعدات للحدود والوظائف المسموح بها. ويمكن تسجيل هذه الزيارات، ونتائج عمليات المراقبة، ورسوم المراقبة، إن وُجِدت، ومتابعتها باستعمال النظام الفرعي *لإدارة مراقبة النظام*. وعن طريق هذا النظام الفرعي، يستطيع المستعمل النفاذ إلى جميع التفاصيل المتعلقة بالترخيص والترددات المخصصة وخواص المحطة والرسوم الواجب سدادها.

وفي معظم الحالات، تجد الهيئات أن من المفيد أن تقوم إحدى الإدارات المسؤولة داخل الهيئة بمتابعة الوضع القانوني لرسوم التراخيص غير المسددة، والمبالغ مستحقة السداد والغرامات. *وإدارة المتابعة القضائية* هي نظام فرعي مُصمم خصيصاً لهذا الغرض ويعمل في تكامل مع الأنظمة الفرعية الأخرى لنظام معلومات الإدارة.

والنظام الفرعي *لدعم إدارة نظام معلومات الإدارة* هو نظام فرعي فريد آخر يستطيع مدير نظام معلومات الإدارة عن طريقه إدخال معلومات أساسية عن المستعملين داخل الهيكل التنظيمي المحدد، وتخصيص أسماء وكلمات مرور للمستعملين، وتحديد حقوق النفاذ والتعامل لكل مستعمل ابتداءً من تحديد استعمال أنظمة فرعية معينة لفئات معينة وكذلك تحديد حق التمتع بوظائف معينة مثل الاطلاع على السجلات، وشطب السجلات وطباعة التقارير. ويستطيع مدير نظام معلومات الإدارة بهذه الطريقة التحكم في أمن

النظام، كما أنه يستطيع باستعمال الواجهات للمراقبة متابعة التصرفات المهمة من جانب المستعمل، مثل محو السجلات ومحاولات النفاذ غير المصرح بها.

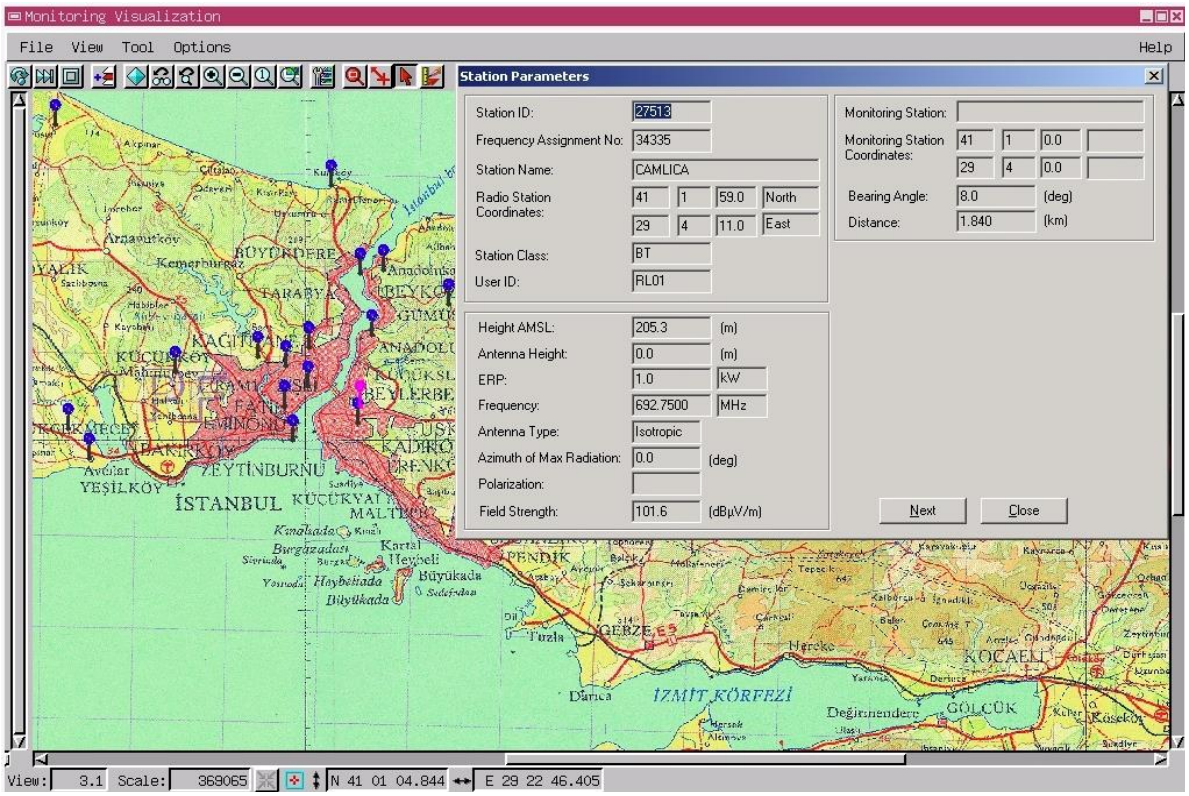
وتلخيصاً لما سبق، يضم النظام الوطني لإدارة الترددات–نظام معلومات الإدارة، الأنظمة الفرعية التالية:

- إدارة تراخيص المحطات الراديوية
- إدارة تراخيص المحطات الراديوية للهواة
- إدارة شهادات المحطات الراديوية للهواة
- إدارة شهادات مُشغِّلي الخدمات الراديوية
- إدارة شهادات المحطات الراديوية للهواة الأجانب
- إدارة شهادات الخدمة الراديوية في النطاق المخصص لخدمة الأفراد
- إدارة الرسوم
- إدارة شكاوى التداخل
- إدارة المتابعة القانونية
- إدارة معايير المعدات وتراخيص التفويض
- إدارة مراقبة النظام
- دعم إدارة نظام معلومات الإدارة.

وقد تم أيضاً التكامل بين نظام معلومات الإدارة *ونظام هندسة الطيف ودعم مراقبة الطيف*. وباستعمال وظيفة الاستفسار من قاعدة البيانات وبرمجيات رسم الخرائط في نظام المعلومات الجغرافية، يستطيع مستعملو النظام البحث في سجلات قاعدة البيانات بحسب التردد، وصنف المحطة أو موقع المحطة، وعرض النتائج على الخارطة. وعلى سبيل المثال، فإذا أراد مستعمل مشاهدة المحطات الراديوية العاملة في مدى تردد معين في منطقة جغرافية في تركيا، يدخل البرنامج إلى قاعدة بيانات الترخيص، ويحدد المحطة التي تنطبق عليها المعايير المحددة، ويعرض المواقع على الخارطة بالرموز التي يحددها المستعمل. وبتوجيه المؤشر إلى رمز المحطة الراديوية على الخارطة والنقر عليه، يمكن النفاذ إلى ملف المحطة وعرض محتوياته على الشاشة كما هو مبين في الشكل 11.7.

الشكل 11.7

عرض نتائج البحث في قاعدة البيانات على الخارطة



Nat.Spec.Man-7.11

النظام الوطني لإدارة الترددات في أرقام

هنالك في الوقت الحاضر ملايين الملفات التي تتضمن تفاصيل جميع المحطات والمعدات الراديوية المستعملة في تركيا والتي تبث على الموجات الهوائية. وجميع المحطات الراديوية العاملة في مجموعة واسعة من الخدمات (مثل الإذاعة، والخدمات المتنقلة البرية، وخدمات الطيران، وغيرها)، ووصلات الموجات الصغرية، وهوائيات المواقع الخلوية، وأنظمة أمن المطارات مرخصة ومدرجة في قاعدة البيانات. ومن الواضح أن الأهداف الرئيسية من ذلك هي بناء قاعدة بيانات يتم إدخال البيانات فيها مرة واحدة فقط. وتقوم قاعدة البيانات بإنشاء نماذج معيارية يستعملها موظفو الهيئة في إصدار التراخيص. وبمجرد إدخال المعلومات السليمة، تقوم قاعدة البيانات تلقائياً بتحديث نفسها وتحويل البيانات إلى الملفات المتعددة التي تنتمي إليها.

وكانت الهيئة في السابق تحتفظ بالبيانات بأشكال متعددة تتراوح بين الوثائق الورقية وجداول Excel وقواعد البيانات المحدودة، بيد أن الجانب الأكبر من البيانات الإلكترونية كان قد تقادم ويحتاج إلى تصحيح. وخلال مرحلة تطوير قاعدة بيانات النظام الوطني لإدارة الترددات، نُقِلت البيانات الإلكترونية الموجودة أوتوماتياً إلى قاعدة بيانات جديدة باستعمال برامج نقل البيانات التي طورها مركز بحوث الاتصالات وإدارة الطيف. وفي سياق هذه العملية، أجريت على البيانات اختبارات للتأكد من دقة السياق والتركيب، واستُعمِلت تقنيات التمييز على البيانات الموجودة حتى يمكن التوصل إلى قاعدة بيانات متوافقة وسليمة.

والنظام الوطني لإدارة الترددات يقوم على قاعدة بيانات كاملة تماماً ومتناسقة وترابطية تقوم على معمارية موزعة، وتربط بين سبعة مراكز للتشغيل، هي *مراكز المراقبة الإقليمية*، و*مركز المراقبة الوطني*. ويتم تكرار تبادل البيانات يومياً بين هذه المراكز.

وهنالك في الوقت الحاضر 365 جدولاً في قاعدة بيانات النظام الوطني لإدارة الترددات. وينبغي ملاحظة أن عدد السجلات الخاصة بأي مجال للتشغيل في هذه الجداول يوضح مجموع السجلات المتصلة بذلك المجال من مجالات التشغيل. فعلى الرغم من أن مجموع عدد السجلات يبلغ 624 553 سجلاً في جميع الجداول المستعملة لغرض "تخصيص التردد وإدارته"، فإن عدد تخصيصات الترددات

للمحطات المرخص لها في أنحاء تركيا يبلغ 228 119. ويزداد حجم السجل إلى عدة ملايين أخرى في قاعدة بيانات تشغيل إدارة محطة المراقبة، اعتماداً على نوع وعدد قياسات المهام المخصصة في محطات المراقبة.

الاستعداد للمستقبل

تتغير التكنولوجيا بسرعة شديدة لدرجة أن بعض القدرات يجري إعادة تصميمها أثناء مرحلة تطوير الأنظمة. ومن بين التحسينات التي يُنظر فيها في الوقت الحاضر بالنسبة لنظام إدارة الطيف الاستفادة من بيانات ارتفاع المباني عالية الاستبانة وتقنيات تتبع الأشعة لكي يمكن زيادة دقة تحليل انتشار الإشارات في المناطق الحضرية. ويعتقد المشاركون في المشروع أن النظام الوطني لإدارة الترددات ستكون له فوائد واسعة النطاق في السنوات المقبلة.

الملحق 6

للفصل 7

تحديث أنظمة إدارة الطيف القديمة

1 نظرة عامة

1.1 مقدمة

يركز هذا الملحق على تحديث وتطوير أنظمة جديدة من البرمجيات في مجال إدارة الطيف. وعلى وجه الخصوص، يستعرض هذا الملحق عملية التطوير التي طبقتها مؤسسة Telcordia في تطوير نظام متقدم لإدارة الطيف يلبي متطلبات أحد عملائها[41]. وتعد دراسة تحديث وتطوير أنظمة إدارة الطيف القديمة مفيدة بصفة خاصة لأنها تشمل الربط بطريقة فريدة بين معالجة البيانات التقنية والإدارية والمالية والمكانية والخوارزميات العددية والتصورات العلمية وتوليد التقارير وواجهة واسعة للمستعملين. وقد تطلّب تطوير النظام المتقدم لإدارة الطيف تحديث العديد من أنظمة إدارة الطيف وقواعد البيانات القديمة وتحويلها إلى نظام لإدارة الطيف موحد ومتكامل وشامل.

2 التحدي

طلب العميل استعراض تشغيل دائرة إدارة التردد وتطوير نظام حديث ومتكامل لإدارة الطيف يتفق مع متطلباته المحددة ومع التوصية ITU-R SM.1370 – مبادئ توجيهية لتصميم عملية تطوير الأنظمة المؤتمتة المتقدمة لإدارة الطيف.

وعموماً، يشمل نظام إدارة الطيف عدداً من الوظائف ضمن الفئات النوعية التالية:

- وظائف إدارية مثل حفظ السجلات، ومعالجة الطلبات، وإخراج التقارير، وما إلى ذلك،
- تحليلات هندسية مثل نماذج الانتشار، وتحليل التداخل، وتحليل الوصلات، وتحليل التغطية، وما إلى ذلك،
- وظيفة الخرائط الجغرافية لتسهيل تخطيط الطيف وتسوية مشاكل التداخل،
- وظائف مالية مثل معالجة الرسوم، والحسابات والتحصيل وإصدار الفواتير.

وتشمل كل فئة من هذه الفئات النوعية وظائف متعددة لتنفيذ العديد من العمليات.

وكان العميل يقوم بإجراء العمليات المتصلة بإدارة الطيف مستعملاً قواعد بيانات مستقلة ومجموعة محدودة من الأدوات الهندسية. وكان عدد من المهام يجري بالطريقة اليدوية. وقد صُمم هذا النظام لإدارة الترددات لدمج قواعد البيانات، والوظائف الهندسية، والوظائف المالية، ونظام المعلومات الجغرافية ونظام إعداد التقارير في تطبيق واحد. وكان من الضروري أن يكون النظام مرناً، وأن يقوم على وحدات نمطية، وأن يستند إلى تكنولوجيا مجربة لقواعد البيانات.

وقد تم تنفيذ المهام التالية لمساعدة العميل على إدارة الانتقال إلى نظام جديد ومتكامل وموحد:

- تحليل العمليات التي يحتاج العميل إلى القيام بها،
- تحديد المتطلبات الخاصة بنظام إدارة الطيف بمشاركة العميل،
- تطوير نظام إدارة الطيف،

41 يشير مصطلح "نظام إدارة الطيف" في الفصل 7 إلى نظام عام يقوم بأتمتة مهام إدارة الطيف. ويشير مصطلح "النظام المتقدم لإدارة التردد" إلى النظام الخاص الذي تم تطويره والمبين في هذا الملحق.

- تطبيق نظام إدارة الطيف في الموقع،
- وتشغيل نظام إدارة الطيف وتدريب العميل قبل تسليمه برمجيات نظام إدارة الطيف.

3 الوضع القائم

كان الوضع القائم قبل إدخال نظام إدارة الطيف يعتمد على برمجيات وبيئة بيانات غير متجانسة. وتتضمن الفقرات التالية وصفاً موجزاً لهذه البيئة.

1.3 بيئة البرمجيات غير المتجانسة

كانت أنظمة البرمجيات القديمة القائمة تشمل أنظمة من العميل ومن مصادر أخرى. وكانت قائمة أنظمة البرمجيات القديمة تشمل ما يلي:

- MRSELS-II

كان الإصدار الثاني لنظام هندسة وترخيص الأنظمة الراديوية والساتلية العاملة على الموجات الصغرية (MRSELS-II) يوفر وظائف تحليل الطيف وإصدار التراخيص لأنظمة الأرض الثابتة والأنظمة الراديوية الساتلية العاملة على الموجات الصغرية في النطاق 2-40 GHz. وكان هذا النظام في أساسه نظاماً كبيراً لقواعد البيانات مكتوباً بلغة Focus.

- WARE

كانت محطة عمل الهندسة الراديوية المتقدمة توفر وظائف الهندسة الراديوية، وتحليل الطيف وأدوات استبانة الطيف في النطاق 150 MHz – 2 GHz. وكانت القدرات الهندسية الأساسية لهذا النظام موجهة نحو تطبيق أي أنظمة راديوية عامة من نقطة إلى عدة نقاط، بما في ذلك الحواسيب الشخصية، وخدمة الاتصالات الراديوية BETRS، والخدمات المتنقلة والخلوية، وما إلى ذلك. وكان هذا النظام مكتوباً باللغة C.

- محطة عمل نظام التنسيق الراديوي المتقدم

كانت محطة عمل نظام التنسيق الراديوي المتقدم توفر خدمات هندسة الاتصالات الراديوية العاملة على الموجات الصغرية وأدوات استبانة الطيف في النطاق 2-40 GHz. وكان هذا النظام مكتوباً باللغة C.

- RANEBO

يشير مختصر RANEBO إلى نظام Telcordia لإدارة الطيف بغرض تنسيق التردد بين الخدمات الإذاعية والخدمات السلكية. ويشمل نظام Ranebo العديد من نماذج الانتشار والتداخل مكتوبة بلغة FORTRAN.

- العديد من برامج Fortran من حكومة الولايات المتحدة، وتشمل هذه البرامج MSAM وREC533 لانتشار الموجات الديكامترية (HF).
- مجموعة من البرامج المكتوبة بلغة FORTRAN واللغة C من قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد.
- برامج مكتوبة بلغة FORTRAN وفرها العميل، من بينها برامج للتنسيق بين السواتل.

2.3 بيئة البيانات غير المتجانسة

كانت البيانات المستعملة في إدارة الطيف مستمدة من العديد من المصادر

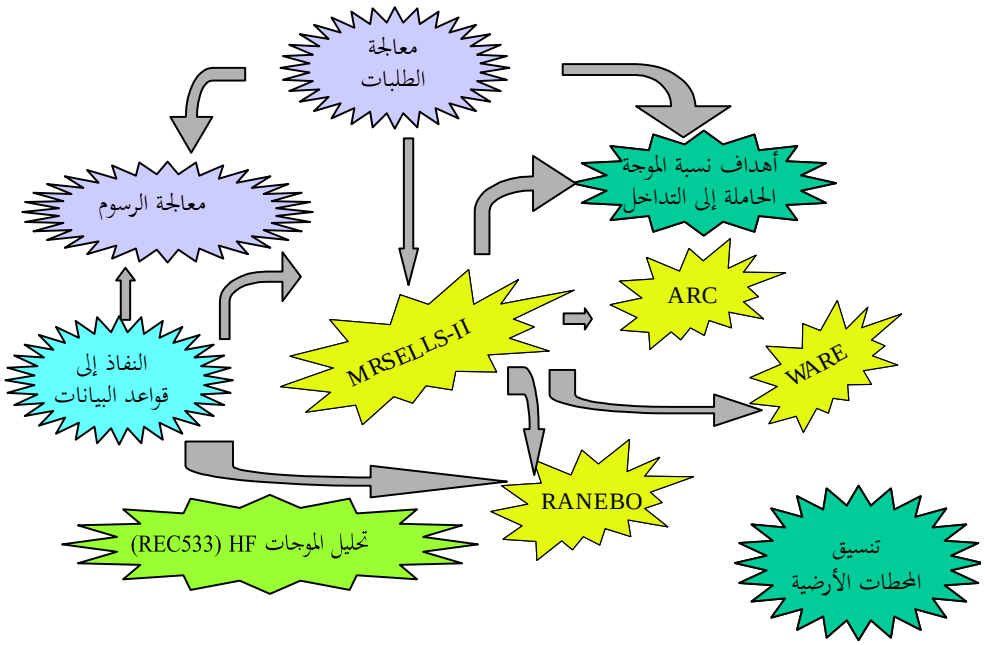
- *قواعد بيانات وفرها العميل:* المصدر الرئيسي لهذه البيانات هو مجموعة من قواعد البيانات النظامية التي وفرها العميل. وكان العديد من قواعد البيانات يُستعمل لمختلف الخدمات.
- *قطاع الاتصالات الراديوية:* البيانات المتصلة بتوزيع الطيف، وتعاريف الخدمات، وغيرها مستمدة من لوائح الراديو التي وضعها قطاع الاتصالات الراديوية، والقائمة الدولية للترددات، وغير ذلك من مصادر قطاع الاتصالات الراديوية.

– *بيانات نظام المعلومات الجغرافية:* وتشمل بيانات نظام المعلومات الجغرافية طبقات عديدة مثل الطرق، والحدود السياسية، والمراكز السكانية التي تم الحصول عليها في نسق ESRI® format.

وكانت جميع الأنظمة والبيانات مستقلة بعضها عن البعض، ولذلك كان لا بد، عند استعمال جميع الأنظمة، من إجراء الكثير من عمليات النقل اليدوية. كذلك، ولأن هذه الأنظمة كانت قائمة على منصات مختلفة، فقد تطلبت صيانتها خبرات شتى.

الشكل 12.7

رسم توضيحي لبيئة غير متجانسة لإدارة الطيف



Nat.Spec.Man-7.12

4 نحو نظام متكامل وموحد وحديث

كان العميل يتطلع إلى نظام على أحدث طراز يجمع بين أكبر عدد ممكن من المكونات ويوحّد بين قواعد البيانات المختلفة.

ويوضح الشكل 13.7 نظام إدارة الطيف الموحد والمتكامل. ويوصف النظام بأنه موحد لأن البيانات اللازمة لجميع الخدمات وجميع الوظائف موجودة في قاعدة بيانات واحدة، ويوصف بأنه متكامل لأن تدفقات البيانات تتم أوتوماتياً من قاعدة البيانات إلى الإجراءات المختلفة وبين العمليات المختلفة. ويوفر هذا النظام واجهة متوافقة مع جميع الخدمات التي يريدها المستعمل.

الشكل 13.7

رسم توضيحي لنظام موحد ومتكامل ومتقدم لإدارة الطيف

Nat.Spec.Man-7.13

مزايا النظام الموحد والمتكامل هي:

- *التقليل من الصيانة:* صيانة قاعدة بيانات موحدة أقل تكلفة من صيانة العديد من قواعد البيانات.
- *زيادة الكفاءة:* النظام المتكامل يوفر أدوات فعالة لأداء جميع العمليات المتصلة بإدارة الطيف. فبدلاً من تنقل البيانات بين العديد من الشاشات لإجراء العديد من المهام، يتم إدخال البيانات مرة واحدة وتنتشر هذه البيانات أوتوماتياً في جميع المجالات اللازمة لإجراء كل مهمة.
- *التقليل من الأخطاء التي يقع فيها المستعمل:* إذ يوفر النظام المتكامل المؤتمت إمكانية إجراء عمليات التحقق من صحة البيانات وتحليل البيانات لدى إدخالها.
- *توفر واجهة موحدة وطريقة موحدة للتشفير:* تساعد تقنيات هندسة البرمجيات الحديثة التي تقوم على نظام البرمجة بحسب الأغراض على تسهل تطوير واجهة موحدة ومتوافقة مع احتياجات المستعمل. وفي هذا السياق، تتم العمليات المشتركة بطريقة متماثلة في جميع المهام.
- *تحديث النظام:* من المزايا الإضافية للتكامل أنه يتيح فرصة لتحديث وظائف النظام وتحسينها.

والمأخذ الأساسي في الترابط والتكامل الشديد هو كثرة التكاليف والتعقيد المترتب على التكامل بين البرمجيات ونقل البيانات. وبالتالي، يجب الموازنة بين فوائد التكامل والاستبدال من جهة والصعوبات والتكاليف المترتبة على ذلك من جهة أخرى. ومن المرغوب فيه أيضاً تحقيق قدرة عالية على إعادة استعمال البرمجيات، وخصوصاً ما يتعلق منها بالوظائف الحسابية التي أثبتت الاستعمالات السابقة إمكانية الاعتماد عليها.

ومن مساوئ النظام الموحد وجوب الربط بين بيانات متباينة في قاعدة بيانات واحدة. وهذا يتطلب وضع نماذج دقيقة للبيانات لتحديد تصميم قاعدة البيانات التي تستوعب هياكل البيانات القائمة.

والقرارات الخاصة بالسعي من أجل تحقيق التكامل والتوحيد مترابطة وإن كانت منفصلة. إذ يعتبر التكامل إلى حد بعيد مسألة برمجة، بينما يتضمن التوحيد أيضاً وضع نماذج للبيانات والمعاملات التجارية. وتنطوي أنظمة إدارة الطيف عادة على قدر كاف من التشابه بين عناصر بيانات الخدمات المختلفة والوظائف، وكذلك الكثير من التشابه بين إجراءات إدارة الطيف في الخدمات المختلفة. ونتيجة لذلك، يكون التوحيد ممكناً ويمكن أن يسفر عن تحسن ملموس في العمليات التي تقوم بها دائرة إدارة الطيف.

1.4 اختيار المنصة

من القرارات الرئيسية في تحقيق نظام متكامل لإدارة الطيف ويمكن الاعتماد عليه القرار الخاص باختيار معمارية النظام والمنصة. وقد اختارت الشركة عناصر المنصة التالية:

- وقع الاختيار على نظام Oracle8i™ لإنشاء نظام إدارة قواعد البيانات الترابطية. وقد اختير نظام Oracle® RDBMS لأسباب تقنية عديدة منها استقلال المنصة والقدرة على التكامل مع تطبيقات Oracle الأخرى إذا قرر العميل توسيع نظام إدارة الترددات في المستقبل.
- اختير نظام MapInfo Professional® للتعامل مع بيانات نظام المعلومات الجغرافية واختيرت مكونات MapInfo MapX® لعرض البيانات داخل التطبيق. واختير Oracle® Spatial ليكون النظام المحرك لنظام المعلومات الجغرافية. وتكمن ميزة هذا الاختيار في أنه يوفر تكاملاً جيداً. ونظام Oracle وكذلك نظام MapInfo هما من منتجات الشركة.
- نُفِّذت الوظائف الهندسية والمالية بأنظمة PL/SQL™، و C++، وFortran. وكانت العوامل التي أملت هذا الاختيار هي اختيار نظام إدارة قواعد البيانات الترابطية، وتركيب البرمجيات القديمة، وهدف تحقيق تصميم البرمجة بحسب الأغراض.
- وكان نظام تشغيل المخدِّم هو Microsoft® Windows NT® 4. وطلب العميل نظام Windows NT لأنه هو الذي سيدير النظام في نهاية المشروع ولأن العبء المتوقع على نظام إدارة الترددات كان متوسطاً. وعلى الرغم من أن نظام إدارة الترددات يقوم على نظام Windows NT، كان استقلال المنصة من الأهداف المهمة لتطوير نظام إدارة الترددات. وينبغي أن تكون عملية نقل نظام إدارة الترددات إلى نظام Unix عملية سلسة.

2.4 تحليل عمليات العميل

الخطوة الأولى في تطوير نظام متكامل هي تحليل العمليات التي يقوم بها العميل. وقد أخضِعت الطرائق والإجراءات التي يطبقها العميل للدراسة من زاوية أداء وظائف إدارة الطيف. وكانت إحدى الخطوات الرئيسية في عملية الفحص هذه فحص تدفق البيانات والخطوات المطبقة في المهام المختلفة التي تقوم بها الدائرة وعلاقتها بالتنفيذ الحالي للنظام المؤتمت.

وكانت الخطوة الثانية هي تحديد متطلبات النظام استناداً إلى الأنظمة القديمة القائمة، وتحليل الطرائق والإجراءات، وتحديد المتطلبات التقنية والتنظيمية الحالية، والاحتياجات التي تتوقعها الدائرة. وشملت عملية تحديد المتطلبات عدداً من البنود مثل إنشاء ومراجعة قاموس البيانات ووضع نموذج للبيانات. وكانت عملية تحديد المتطلبات مستقلة جزئياً عن التخلص من الأنظمة القديمة.

وقبل بناء التطبيق، قامت الشركة والعميل باستعراض أنظمة البرمجيات القائمة لتقرير الأجزاء التي يمكن الاحتفاظ بها، والأجزاء التي يمكن إعادة استعمالها والأجزاء التي ينبغي تطويرها.

3.4 الدروس المستخلصة أثناء بناء التطبيق

أثناء تطوير التطبيق، اتخِذت القرارات التالية وكانت المبررات التالية مطروحة فيما يتعلق بوظائف التطبيق وإعادة استعمال البرمجيات:

- أعيد تطوير غالبية الواجهات التي يستعملها المستعمل. وكان السبب في ذلك هو أن تقنيات واجهة المستعمل تطورت كثيراً خلال فترة قصيرة، بحيث بدت الواجهات القديمة بدائية ومن الصعب استمرارها.
- في بعض المجالات، مثل مكونات نظام المعلومات الجغرافية، تسمح المكونات المتاحة بتطوير الواجهات التي كان من الصعب تطويرها منذ سنوات قليلة. وقد تعاونت الشركة مع مجموعة نظام المعلومات الجغرافية في Oracle من أجل تطوير طريقة لعرض المعلومات الجغرافية داخل التطبيق.
- أعيد استعمال شفرة C القائمة إذا كانت ملائمةً من الناحية التقنية. ومع ذلك، فإن غالبية شفرة C أعيد كتابتها بلغة C++ لكي يكون التصميم بحسب الأغراض. وفي حالات معينة، كان لا بد من تحديث شفرة C لتشمل أحدث

التطورات في خوارزميات إدارة الطيف (مثل التغيرات في نماذج الانتشار، ومراجعة الإجراءات المطبقة في تنسيق المحطات الأرضية، وما إلى ذلك).

- من الصعب إعادة استعمال شفرة Fortran إذا كانت تتضمن الكثير من شفرات واجهة المستعمل. وفي هذه الحالة، كان من الأجدى إعادة كتابة الشفرة من جديد أو استعمال التطبيق كما هو دون إدماجه بالشفرة، وفي حالة عدم وجود شفرة لواجهة المستعمل أو إذا كان كاتب الشفرة الأصلي لا يستطيع استخلاص الجانب العددي من الشفرة، يمكن اللجوء إلى واحد من الخيارات الثلاثة التالية:

الخيار 1: كتابة برنامج Fortran في شكل مكتبة برامج،

الخيار 2: أو التحويل إلى C باستعمال أداة مؤتمتة، مثل f2c،

الخيار 3: أو التحويل إلى C++ يدوياً.

- وقد طبقت الشركة الاستراتيجيات الثلاث لإدماج شفرة FORTRAN تبعاً لنوع التطبيق. ومع ذلك، لم يكن من الممكن إدماج العديد من برامج FORTRAN لأن وتيرة استعمالها كانت شديدة الانخفاض إلى درجة لا تبرر الاستثمار اللازم لإدماجها.

- تحويل الشفرة القائمة إلى C++ (أو أي لغة أخرى حديثة مثل Java) أو إعادة كتابة التطبيق بما يتيح فرصة لتحسين التطبيق الأصلي. فقد كان العميل مثلاً يستعمل برامج FORTRAN في تحديد الكثافة الطيفية للقدرة وحساب أهداف نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل. ونظراً لقيود توزيع الصفيف في Fortran، استعملت هذه البرامج صفيفاً بحجم ثابت مع زيادات ثابتة للترددات. وقامت مؤسسة Telcordia بإعادة كتابة هذه البرامج باستعمال جداول SQL لتخزين نسب الموجات الحاملة إلى التداخل، واستعملت برامج C++ في حساب هذه المقادير والتعامل معها باستعمال صفائف متباينة الطول وزيادات اعتباطية للترددات. وقد أدى ذلك إلى تحسين مستوى الدقة، والأداء ومتطلبات التخزين في هذا التطبيق.

- من المستحيل إعادة استعمال شفرة قاعدة البيانات التي كان قد تم تطويرها لتكنولوجيا مختلفة لقواعد البيانات. ووُضِع مخطط مُطبّع لقاعدة البيانات استناداً إلى متطلبات المستعمل، وتضمن ذلك عناصر من قواعد بيانات المستعمل، وقاعدة البيانات والمجالات التي حددها قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد.

- كثيراً ما تكون إعادة استعمال التقارير القائمة واضحة المعالم. والسبب في ذلك هو أن التقارير تميل إلى البقاء ثابتة خلال عملية التحديث. وقد تُملي الاعتبارات القانونية أو اللوائح المطبقة في الدائرة نسق التقارير ومحتواها، مثل أشكال التطبيق، أو الفواتير أو نماذج البلاغات. وفي حالة الإبقاء على المخطط القديم للبيانات خلال عملية التحديث، يمكن استعمال التقارير دون تغيير. أما في حالة تغيير المخطط القائم، فإن ربط البيانات فقط هو الذي ينبغي تغييره. وحتى النماذج التي سبق ملؤها يدوياً تمت أتمتتها بربطها بحقول البيانات المناسبة. وباستعمال هذه التقنية، أمكن أتمتة نماذج معينة من التي كان إنتاجها يتم يدوياً في الماضي.

4.4 تحويل البيانات

ثمة تحد آخر يتمثل في تحويل البيانات الموجودة وربطها في قاعدة بيانات واحدة. وقد تم التعامل مع ذلك على النحو التالي:

- تم تحويل بيانات نظام معلومات الإدارة من ملفات ESRI Shapefiles إلى نسق MapInfo ثم تحميلها على برنامج Oracle Spatial.

- تم تحويل البيانات المختلفة المستمدة من قطاع الاتصالات الراديوية باستعمال لغة SQL.

- تم ترحيل بيانات Access إلى Oracle عن طريق إدماج التطبيق مع برنامجي Microsoft® Excel وAccess من خلال أتمتة COM. وبالإضافة إلى ذلك، تم تطوير البيانات المكتوبة بلغة PL/SQL من أجل تحويل البيانات داخل نظام Oracle.

- كان من التحديات ذات الطابع الخاص في هذه العملية تطبيع البيانات. وكان المخطط النهائي لقاعدة البيانات أكثر تطبيعاً من البيانات الأصلية لدى العميل، كما أن العميل رغِب في وجود العديد من القيود على البيانات للمحافظة على سلامتها.

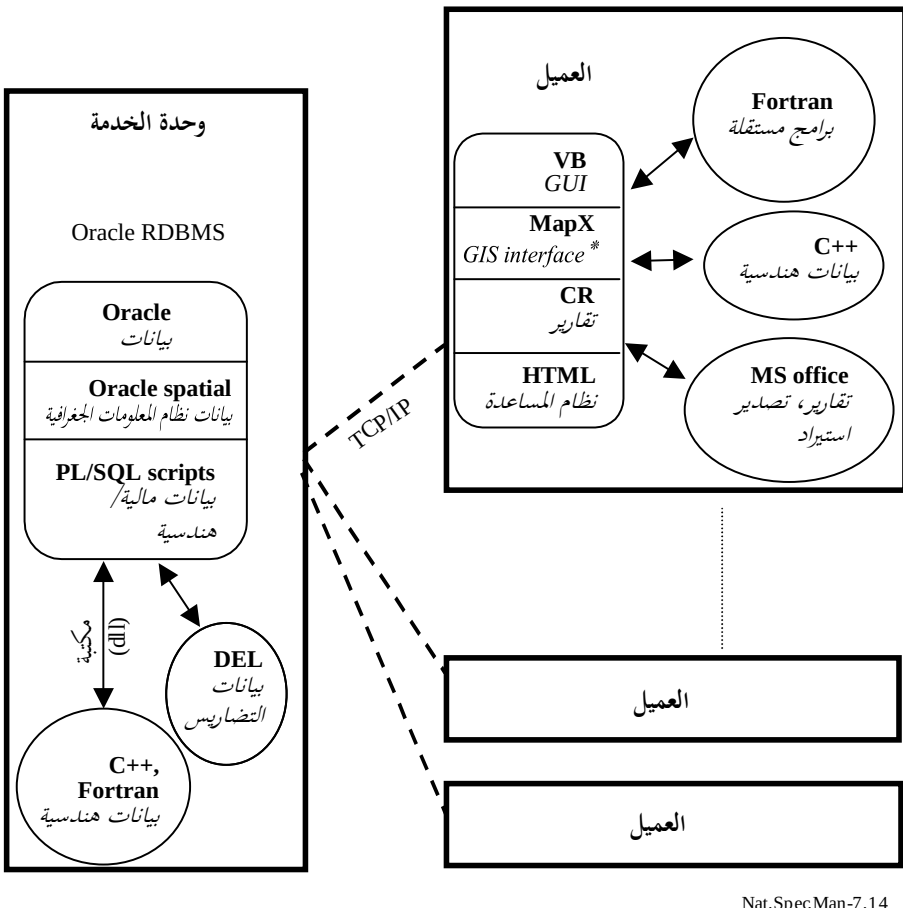
وتطلّب فرض القيود على البيانات المرجعية، مثل المفتاح الأجنبي والمفتاح الرئيسي، تطوير إجراءات مؤتمتة لتحديد التداخل والتكرار في المعلومات، وإعادة تسمية السجلات أو الربط بينها أو حذفها للحفاظ على سلامة قاعدة البيانات النهائية. وأمكن فرض قيود أخرى عن طريق تغيير حقول البيانات كي يمكن تحقيق الاتساق.

5 النظام المتقدم لإدارة الترددات

أسفرت هذه الجهود عن إنتاج نظام متقدم لإدارة الترددات. وتقوم معمارية النظام على Oracle8i وOracle Spatial بالنسبة لنظام المعلومات الجغرافية، وPL/SQL وC++ بالنسبة للأدوات الهندسية وMapX بالنسبة للسطح البيني للمستعمل في نظام المعلومات الجغرافية.

الشكل 14.7

معمارية نظام إدارة الترددات



يوضح الشكل 14.7 معمارية نظام إدارة الترددات. وتقوم معمارية النظام على وحدات مما يسهل عمليات التطويع والتحسين. وعلى سبيل المثال، يتم تنفيذ جميع الإجراءات العددية في شكل مكتبات مع تحديد الواجهة لبرمجة التطبيقات. وبالتالي، تستطيع مؤسسة Telcordia تحديث الأداة الهندسية بسهولة عن طريق استبدال مكتبة. وهذا أمر هام في إدارة الطيف التي تتغير فيها أدوات

معينة مثل تنسيق المحطات الأرضية. وكذلك من الممكن تغيير واجهة المستعمل أو التقارير بشكل مستقل عن المكونات الأخرى. ومن الأمثلة الأخرى على مرونة النظام قدرته على تغيير قاعدة بيانات التضاريس عن طريق تبادل الملفات.

ونظام إدارة الترددات نظام برنامجي يقوم بأتمتة مجموعة من المهام المتصلة بإدارة الطيف. وتشمل هذه المهام العمليات التالية:

- تخصيص الترددات الجديدة
- حل مشاكل التداخل
- حساب رسوم الترددات وتحصيلها
- إجراء التحليلات الهندسية
- التأكد من التقيد بالقواعد الدولية والوطنية
- تقييم أداء وصلات الاتصالات
- إجراء عمليات التنسيق بين المحطات الأرضية
- إجراء عمليات التنسيق الحدودية والإبلاغ عنها
- إنتاج التقارير ونماذج التطبيقات وحساب الرسوم والتراخيص والفواتير
- إجراء الاستفسارات وعمليات البحث
- القيام بالعمليات المتصلة بالأمن.

وتقوم برمجيات نظام إدارة الترددات بثلاث وظائف أساسية، وهي:

- تشمل الوظيفة الإدارية بعض الخواص مثل تسجيل الترددات المخصصة واسترجاع بياناتها، وبيانات مستعمل التردد، وبيانات المعدات، وبيانات الهوائي، وإخراج مختلف النماذج التنظيمية أوتوماتياً، وتقارير البيانات والفواتير، وحساب رسوم الطيف. ويوفر نظام إدارة الترددات قدرات واسعة على البحث على أساس الكثير من المعلمات التقنية أو الإدارية. ويعزز نظام إدارة الترددات تلقائياً الامتثال لجدول توزيع الترددات وخطط توزيع القنوات. كما أنه يوفر ميزة للاستفسارات الخاصة بكل مستعمِل. وأخيراً، يعمل نظام إدارة الترددات في تكامل مع برمجيات Microsoft Access وMicrosoft Excel في إجراء عمليات التحليل وإعداد التقارير.
- تستطيع وظيفة التحليل الهندسي حساب التداخل بين أنظمة الإرسال، وتقييم مناطق تغطية المحطات القاعدة، وتحديد أنسب الترددات للتخصيصات الجديدة. ويمكن النفاذ إلى جميع الوظائف من خلال واجهة بيانية للمستعمل من السهل التعامل معها وتتضمن عدداً من الخواص مثل الوظائف البيانية. وتشمل القدرات الهندسية نماذج الانتشار المختلفة، ونماذج تمييز الهوائي، وتحليل نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل، وتحليل الخبو، وتحليل الوصلات، وتقييم تعرض البشر للترددات الراديوية، وتحديد زوايا السواتل، وتحليل التوافق الكهرمغنطيسي (بما في ذلك الموجات الصغرية، والخدمة المتنقلة الأرضية، والإذاعة، وغيرها) وكثير من الأدوات الأخرى.
- توفر وظيفة عرض الخرائط الجغرافية الخرائط التفاعلية التفصيلية اللازمة لفهم العديد من مشكلات إدارة الطيف. ويستعمل نظام إدارة الترددات قواعد بيانات رقمية متكاملة عن التضاريس لإجراء المهام الهندسية المعقدة.

6 الانتقال إلى نظام إدارة الترددات

الخطوة الأخيرة هي تسليم إدارة النظام الجديد إلى العميل. وعلى الرغم من أن العميل كان يعتزم تولي إدارة النظام الجديد بنفسه، كان لا بد من فترة انتقالية تقوم فيها الشركة بإدارة النظام في الموقع. وبعد هذه الفترة، تم اقتسام إدارة النظام مع موظفي العميل لتمكينهم من الإلمام الكامل بإدارة النظام.

وقد تم تدريب موظفي الدائرة على استعمال نظام إدارة الترددات وعملياته. ويأتي نظام إدارة الترددات مزوداً بنظام للمساعدة يقوم على لغة HTML. وكان من بين الدروس الأساسية لهذا المشروع تأكيد أهمية التعاون العملي الوثيق مع العميل أثناء تصميم النظام وتنفيذه. وقد أمكن اختصار فترة التدريب على النظام الجديد لأن موظفي العميل كانوا يتعاونون مع الشركة في تصميم واجهة المستعمل.

7 المستقبَل

ما زالت برمجيات إدارة الطيف تتطور وتتحسن. والاتجاه الجديد في إدارة الطيف هو تحقيق الخدمة الذاتية في القيام ببعض مهام إدارة الطيف على شبكة الويب. فقد تم مثلاً تحقيق توافق برمجيات إدارة الطيف مع شبكة الويب ببرمجة المخدِّم بلغة Java™. ومن الممكن أيضاً استعمال تبادل البيانات الإلكترونية الخاصة بإدارة الطيف. ويمكن لنظام إدارة الترددات معالجة طلبات التراخيص المقدمة في شكل جداول Excel. ويستطيع المستعملون تقديم مجموعات من الطلبات بالبريد الإلكتروني. وقد استقر بالفعل أسلوب التبادل الإلكتروني للبيانات في تبادل بيانات الهوائي طبقاً لمعايير الرابطة الوطنية لمستعملي الطيف.

وقد برز في نفس هذه الأثناء اتجاه نحو زيادة الاهتمام باستعمال لغة Java في تطبيقات إدارة الطيف في المستقبل. وقد تصبح لغة Java للبرمجة هي اللغة التي تفضلها Oracle في تطبيقات قواعد البيانات. وتسمح منصة Java باستعمال لغة واحدة في المعالجة على جهاز الخدمة وعلى جانب العميل. كذلك، تسمح تطبيقات Java وبرامجه التطبيقية المختصرة بوضع أي جزء من البرمجيات على شبكة الويب. وعملية تحويل شفرة C++ إلى Java سهلة للغاية، وهذا ما قامت به Telcordia لبرمجية توافق الطيف لديها. ولكن الجانب السلبي لمنصة Java هو انخفاض الأداء وصعوبة تنفيذ بعض الإجراءات العددية. وعلى الرغم من ذلك، فكلما ازداد التشابه بين تنفيذ أنظمة إدارة الطيف وأنظمة التجارة الإلكترونية ازدادت أهمية التقنيات التي تم تطويرها من أجل التجارة الإلكترونية مثل منصة Java وXML.

8 خلاصة

يستعرض هذا الملحق تطوير نظام متقدم لإدارة الترددات. ولقد كان تطوير هذا النظام يمثل تحدياً لأسباب كثيرة من بينها:

- كان من اللازم وجود تعاون وثيق بين العميل والشركة لتحديد متطلبات النظام بما في ذلك واجهة المستعمل، والأدوات الهندسية، وبنية قاعدة البيانات، والتقارير.
- كان تعريف الكثير من خواص نظام إدارة الترددات يقوم على خواص البرمجيات القديمة أو على بنية البيانات القائمة.
- كانت خبرة العميل وتجربته شديدة الأهمية في تعريف واجهات البرمجيات، والخوارزميات الهندسية والمالية، وعناصر البيانات، وأشكال التقارير.
- كان نظام إدارة الترددات يتضمن مجموعة كبيرة من شفرات البرمجيات القديمة المأخوذة من مصادر متعددة وبلغات حاسوبية متعددة سواء بشكل مباشر أو في صورة معدلة.
- كان لا بد من التعامل مع البيانات بحيث يمكن ترحيلها إلى قاعدة البيانات الموحدة.

وعلى الرغم من هذه التحديات، أمكن تطوير نظام موحد ومتكامل لإدارة الطيف على أحدث طراز. وبعد تشغيل النظام في موقع العميل، تم تسليمه إلى العميل الذي يستعمله بشكل منتج. وباستعمال نظام إدارة الترددات، استطاع العميل تحسين كفاءته وأصبح بوسعه تحقيق مستوى عال من السرعة والدقة في تنفيذ المهام التي كان تنفيذها يتطلب جهداً كبيراً في الماضي.

الملحق 7

للفصل 7

نظام الإدارة والمراقبة الوطنية للطيف في بيرو

1 مقدمة

يستعرض هذا الملحق تجربة تنفيذ نظام إدارة ومراقبة الطيف لحساب وزارة النقل والاتصالات في بيرو (www.mtc.gob.pe). وكان الاتحاد الدولي للاتصالات هو الذي قام بإدارة هذا المشروع لحساب الوزارة. وكان المقاول الرئيسي هو شركة THALES للاتصالات (THALES Communications Corporation (TCC)). الفرنسية (www.thalesgroup.com)، حيث قامت هذه الشركة بتوفير نظام مراقبة الطيف، وقامت شركة Cril Telecom Software، وهي شركة فرنسية متخصصة في تطوير الأنظمة المؤتمتة لإدارة الطيف وتوفير الحلول البرمجية لمشغّلي الاتصالات (www.criltelecom.com) بتوفير نظام إدارة الطيف ELLIPSE Spectrum (CTS).

1.1 وصف النظام

كان المشروع يتألف من تنفيذ نظام كامل جاهز للتسليم وتسليمه في بيرو لمركز وطني واحد في ليما وستة مراكز إقليمية في المرحلة الأولى حتى عام 2002، على أن يكون من الممكن توسيع نطاق هذا النظام ليشمل مناطق أخرى. ويوضح الشكل 15.7 فيما يلي المعمارية العامة للشبكة القائمة.

ويشمل المركز الوطني ما يلي:

برمجيات إدارة الطيف ومراقبة الطيف:

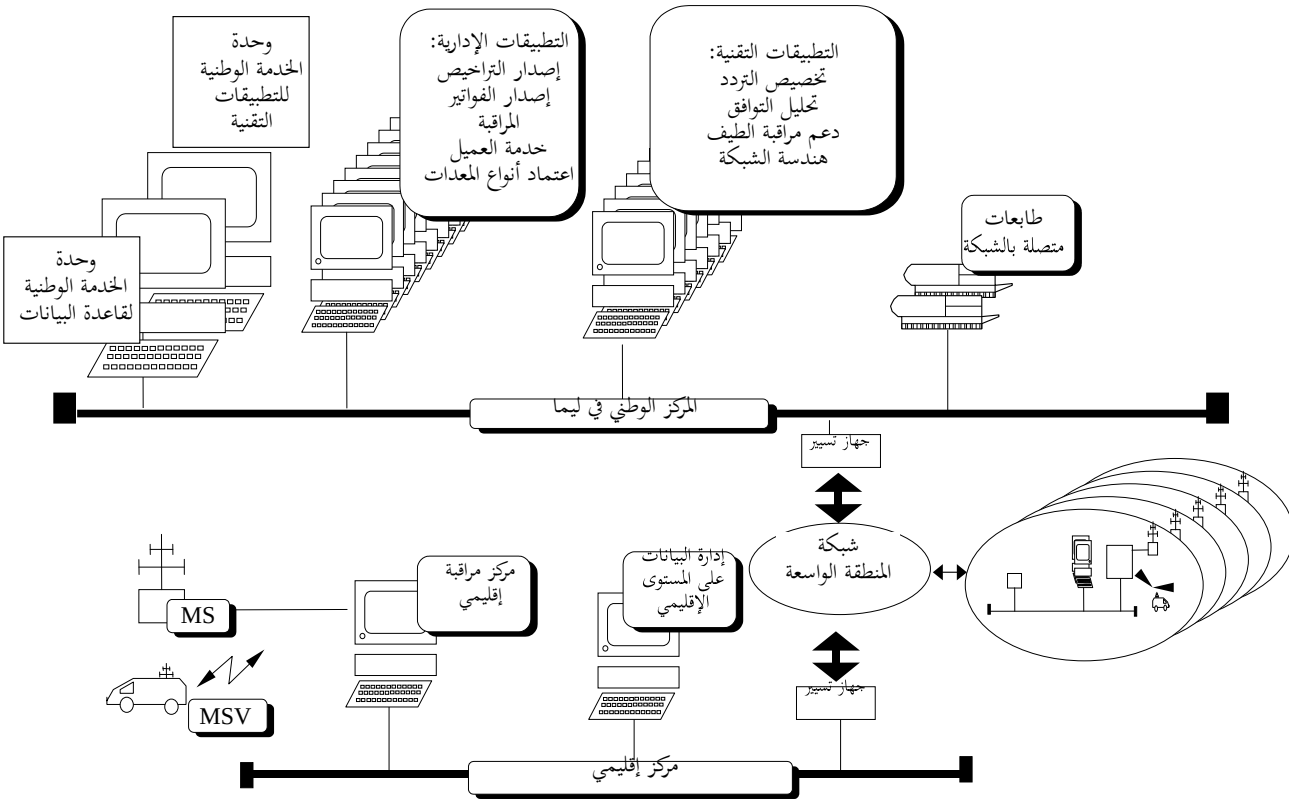
- قاعدة البيانات الوطنية،
- أدوات التحليل التقني،
- الأدوات الإدارية،
- الواجهة مع نظام مراقبة الطيف،
- برمجيات مراقبة الطيف الوطني.

ويشمل المركز الإقليمي ما يلي:

- برمجيات إدارة ومراقبة الطيف: الأدوات الإدارية، والواجهة مع برمجيات مراقبة الطيف،
- المعدات.

الشكل 15.7

المعمارية العامة لنظام إدارة ومراقبة الطيف في بيرو



Nat.Spec.Man-7.15

2.1 المنافع التي من المتوقع أن تحققها وزارة النقل والاتصالات

تعتزم وزارة النقل والاتصالات، بعد حصولها على هذا النظام المتكامل تماماً، إدارة الطيف الراديوي الوطني ومراقبته بكفاءة عالية، بما يتفق مع توصيات قطاع الاتصالات الراديوية، وخصوصاً التوصية ITU-R SM.1537.

وفي الواقع، فإن شبكات الاتصالات معترف بها منذ وقت طويل كجزء من البنية التحتية الأساسية التي لا غنى عنها لتحقيق التنمية الوطنية وعملية التحديث. والحقيقة هي أن الطيف الراديوي يمثل مورداً قيّماً وشحيحاً ومحدوداً. ونتيجة لذلك، ترتبط التنمية الاجتماعية والثقافية والصناعية والاقتصادية لأي بلد بزيادة الطلب على خدمات الاتصالات الجديدة، وهذا يعني زيادة الحاجة إلى حيز الطيف. ولا يمكن الوفاء بهذه الطلبات المشروعة على هذه الخدمات إلا بالاستعمال الحكيم للطيف ومراعاة العناية في إدارته. كذلك فإن الطيف الراديوي يمثل لب الأمن والدفاع والسلامة على المستوى الوطني.

وإدارة الطيف ضرورة جوهرية لأن الطيف الراديوي أصبح من الموارد الوطنية الحيوية التي لا تقل في أهميتها عن الموارد المادية الملموسة مثل القوى العاملة، والموارد الطبيعية، والنقل، والشبكات، وغيرها من الموارد. وكلما ازدادت التطبيقات التي تستعمل الطيف، ازدادت إدارة الطيف الراديوي تعقيداً وصعوبة. وتتوقع وزارة النقل والاتصالات أن يساعدها نظام إدارة ومراقبة الطيف الذي ستحصل عليه في تلبية متطلبات مستعملي الطيف والإدارات.

وينبغي أن يساعد النظام وزارة النقل والاتصالات في القيام بالأنشطة الرئيسية التالية:

- وضع السياسات واللوائح
- تنسيق المؤتمرات والاجتماعات الدولية
- تخطيط الترددات وتوزيعها وتخصيصها

- إصدار التراخيص وإصدار الفواتير والتبليغ عن تجديد التراخيص بطريقة أوتوماتية
- تنسيق الترددات والتبليغ عنها
- توفير الدعم الهندسي (تحليلات الملاءمة الكهرمغنطيسي ، وحساب نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل، والتنبؤ بالانتشار)
- التفتيش على الطيف، والتحكم فيه، ورصده ومراقبته
- إعداد الإحصاءات والتقارير بطريقة متقدمة
- إجراء عمليات القياس، وتحديد مواقع أجهزة الإرسال طبقاً لما جاء في كتيب القطاع ITU-R بشأن مراقبة الطيف.

وتجري هذه الأنشطة في العاصمة ليما، ويجري بعضها في المراكز الإقليمية الستة.

2 عرض نظام إدارة الطيف

1.2 تنفيذ المشروع

كانت خطة تنفيذ هذا المشروع تقوم على مراحل مختلفة. وكانت المرحلة الأولى تغطي المركز الوطني في العاصمة ليما. وشملت المرحلتان الثانية الثالثة المراكز الإقليمية الستة، وما زالت المراحل الإضافية قيد التخطيط.

2.2 وصف النظام

صُمم النظام المؤتمت لإدارة الطيف، ELLIPSE Spectrum، لمساعدة وزارة النقل والاتصالات في القيام بمهامها المتصلة بإدارة الطيف طبقاً للوائح الوطنية، ولوائح الاتصالات الراديوية، وتقارير وتوصيات الاتحاد الدولي للاتصالات.

ويشمل النظام الجانب الأكبر من أنشطة وأتمتة إدارة الطيف الإدارية والتقنية المستندة أساساً إلى المبادئ التوجيهية المبينة في التوصية ITU-R SM.1370 ومنشورات الاتحاد ذات الصلة.

ويشمل ذلك الأنشطة التالية:

- إدارة تدفق العمل وعمليات المعالجة
- أتمتة المهام الإدارية
- تعريف خطة التردد
- توزيع التردد
- تخصيص التردد
- إصدار التراخيص والتصاريح
- الموافقة على أنواع المعدات واعتمادها
- إصدار الفواتير ومعالجة الرسوم والتبليغ عن التجديد بطريقة أوتوماتية
- التنسيق الدولي والتبليغ
- هندسة الطيف والتنبؤ بالتغطية والتحليلات الكهرمغنطيسية وحساب نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل
- إدارة الشكاوى وجدولة عمليات التفتيش والتحكم في الطيف
- إقامة واجهة بين إدارة الطيف وأنظمة مراقبة الطيف
- إعداد الإحصاءات والتقارير بطريقة متقدمة

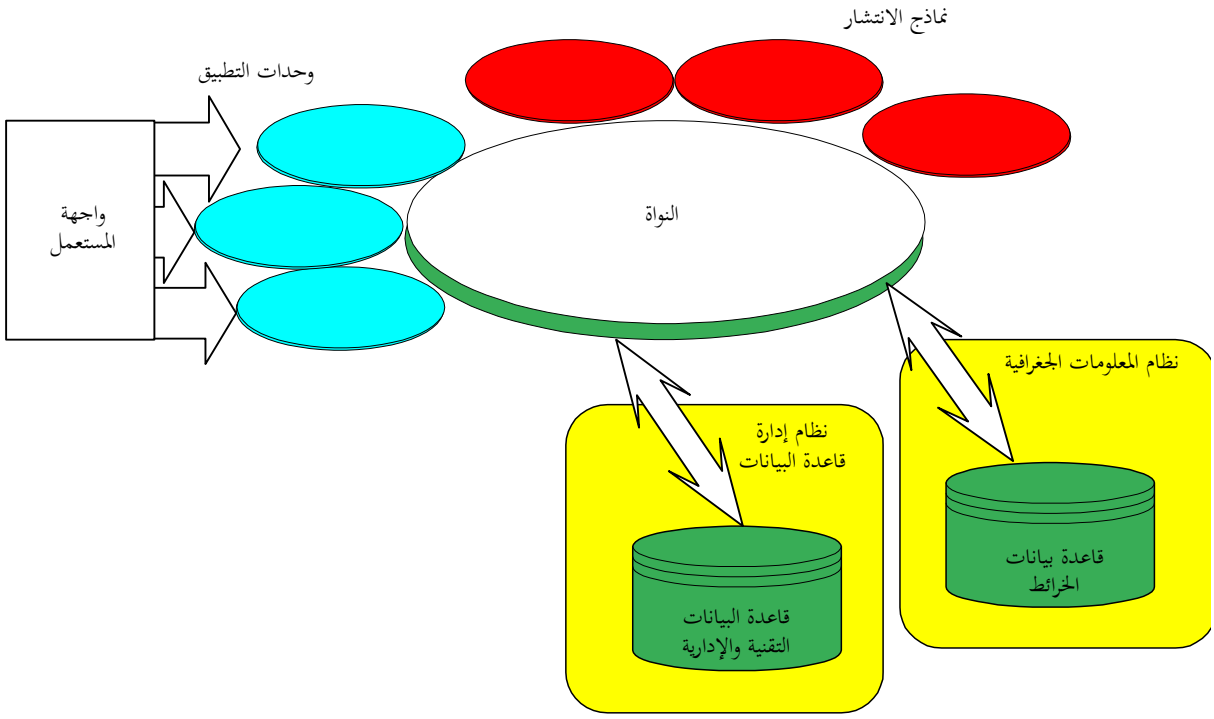
والخواص التقنية الرئيسية للنظام كما يلي:

- نظام متكامل لإدارة الطيف يقوم على مجموعة واحدة من البرمجيات وعلى قاعدة بيانات واحدة لإجراء المهام الإدارية والتقنية
- التوافق مع توصيات وتقارير الاتحاد الدولي للاتصالات
- مراعاة اتفاقيات التنسيق الدولية
- العديد من نماذج الانتشار القوية
- التحليلات الهندسية، وتحليلات الملاءمة الكهرمغنطيسية، وتحليلات نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل
- نظام قوي لقاعدة بيانات ترابطية
- نظام قوي لواجهة بيانية للمستعمل
- نظام معلومات جغرافية قوي
- نظام مرن سهل الاستعمال ويمكن الاعتماد عليه
- نظام متعدد المستعملين ومتعدد المهام
- نظام يقوم على بيئة العميل والمخدِّم متعددة اللغات ومتعددة النوافذ
- نظام مفتوح المعمارية ومتعدد المنصات.

ويتكون النظام من كيانات وظيفية مختلفة يوضحها الرسم البياني التالي:

الشكل 16.7

رسم بياني يوضح وظائف النظام



Nat.Spec.Man-7.16

تسمح **واجهة المستعمل** بالتواصل بين الإنسان والآلة.

النواة هي الوحدة الوظيفية التي تدير جميع الموارد المشتركة للنظام والموارد الخارجية (المعدات، ونظام التشغيل، وبرمجيات الربط) وتجعلها متاحة للتطبيقات.

وتَستعمل **قاعدة البيانات التقنية والإدارية** نظام Oracle كنظام لإدارة قواعد البيانات الترابطية، وهي تَستعمل كلاً من التطبيقات الإدارية والتقنية.

ويستخدم **نظام المعلومات الجغرافية قاعدة البيانات الخاصة بالخرائط** في إدارة المعلومات الجغرافية المتاحة.

وتُستعمل **نماذج الانتشار** في حساب تنبؤات الانتشار وشدة المجالات. ويمكن أن تَستعمل هذه النماذج معلمات البيانات المستخلصة من بيانات الخرائط المتاحة ونظام المعلومات الجغرافية.

و**وحدات التطبيقات** هي كيانات وظيفية مخصصة لمهمة خاصة. وهي تَستعمل وظائف النواة.

والنظام متعدد المستعملين ومتعدد المهام، وهو يقوم على بيئة للعميل والمخدِّم متعددة اللغات ومتعددة النوافذ.

تنظيم القوائم يستعمل طريقة المهام، وهذه الطريقة تساعد على تسهيل فهم التطبيق واستعماله.

3.2 إدارة مستعملي النظام وإدارة الأمن

كانت إدارة الأمن من النقاط المهمة بالنسبة لوزارة النقل والاتصالات لأسباب كثيرة مختلفة، من بينها:

- أن العديد من الأشخاص من الدوائر المختلفة داخل الوزارة قد يستخدمون النظام،
- لن يكون من حق كل مستعمل للنظام القيام بجميع العمليات المتاحة،
- أن السجلات المالية موجودة في قاعدة البيانات،
- غير ذلك.

وقد روعيت الاعتبارات التالية في تنفيذ النظام:

- يجب تعريف كل مستعمل داخل النظام بواسطة مدير النظام.
- يوفر نظام التشغيل المستوى الأولي للتعرف في محطة العمل التي قد ينفذ المستعمل منها إلى النظام.
- المستوى الثاني للتعرف توفره ضوابط النفاذ من خلال نظام إدارة قواعد البيانات الترابطية.
- المستوى الثالث تحدده الحقوق الممنوحة فيما يتعلق بالتعامل مع البيانات.

4.2 المهام الإدارية

- المهام الإدارية التي يتيحها النظام طبقاً لاحتياجات وزارة النقل والاتصالات مبينة فيما يلي:
- واجهة إدخال البيانات وتعريف البيانات
- إدارة مستعمل الطيف
- إدارة تدفق العمل ومعالجته
- إدارة التنسيق الدولي
- الموافقة على المعدات واعتمادها
- إصدار التراخيص
- إصدار الفواتير ومعالجة الرسوم والتبليغ عن تجديد التراخيص أوتوماتياً.

1.4.2 واجهة إدخال البيانات وتعريف البيانات

تسمح واجهة المستعمل بإدخال البيانات الإدارية والتقنية التي تُستعمل في التطبيقات التقنية، وكذلك البيانات المرجعية: خدمات الاتحاد الدولي للاتصالات، خطط الترددات والنطاقات، وقيم المكتبات، وما إلى ذلك. والمقصود من هذه الواجهة هو تسهيل المهام اليومية التي يقوم بها المسؤول عن تشغيل النظام.

2.4.2 إدارة مستعلي الطيف

مستعملو الطيف هم أشخاص طبيعيون أو قانونيون يحملون تراخيص أو شهادات باستعمال الطيف. ويقوم النظام بإدارة جميع البيانات المتصلة بمستعملي الطيف.

3.4.2 إدارة تدفق العمل ومعالجته

يسمح النظام بتوزيع العمليات بين الدوائر والكيانات المختلفة في وزارة النقل والاتصالات، وكذلك العمليات المتصلة بمعالجة الطلبات، وإصدار التراخيص، والشهادات والتصاريح، ومعالجة الرسوم وإصدار الفواتير، والتنسيق الدولي، والتبليغ والبيانات الهندسية، وما إلى ذلك.

4.4.2 إدارة التنسيق الدولي

الترددات الراديوية لا تقتصر على الحدود الجغرافية السياسية، وبالتالي فمن الضروري تنسيق تخصيصات التردد على المستويين الإقليمي والدولي. ولتحقيق ذلك، ينبغي لوزارة النقل والاتصالات أن:

- تحتفظ بقاعدة بيانات دقيقة لإدارة الترددات.
- تكون قادرة على إجراء التحليلات التقنية المطلوبة.
- تقوم بتنسيق تخصيصات التردد مع البلدان المجاورة، إما بشكل مباشر (عن طريق الاتفاقات الثنائية) أو على أساس إقليمي (عن طريق الاتفاقات الإقليمية، مثل لجنة البلدان الأمريكية للاتصالات) أو على المستوى الدولي (من خلال الاتحاد الدولي للاتصالات والمنظمات الدولية الأخرى).
- تتفاوض في عقد اتفاقات ثنائية لاقتسام الترددات مع البلدان المجاورة.

ويسمح النظام المؤتمت لإدارة الطيف ELLIPSE spectrum للمعنيين بالتشغيل في وزارة النقل والاتصالات بتطبيق اتفاقات التنسيق الدولية المناسبة وإخراج النماذج الإلكترونية والورقية لتبليغ الاتحاد الدولي للاتصالات على نحو ما تطلبه الإدارات المهتمة.

5.4.2 الموافقة على أنواع المعدات واعتمادها

تسمح هذه الوحدة من النظام بإدارة نوع المعدّة الراديوية المعتمدة وإصدار الشهادة الخاصة بها استناداً إلى المعايير الوطنية والدولية. وتتم طباعة شهادات اعتماد المعدات في الأنساق المطلوبة.

6.4.2 إصدار التراخيص

ينبغي أن تستند إجراءات إصدار التراخيص والتبليغ عنها إلى السياسات واللوائح الوطنية. وينبغي أن يكون بوسع وزارة النقل والاتصالات أن:

- تضع معايير وطنية لإصدار التراخيص والتبليغ عنها.
- تحدد إجراءات وعمليات إصدار التراخيص والتبليغ عنها:
  - تحدد الإجراءات والعمليات الخاصة بكل فئة من الخدمات (الهواة والبحرية والجوية والمتنقلة الأرضية والإذاعية، وغيرها) والمحطات (الثابتة والمتنقلة والمحمولة، وغيرها) والمستعملين (الحكومة والأمن والقطاع الخاص، وغيرها).

وتشمل هذه التدابير والعمليات الخطوات والإجراءات المختلفة اللازمة ابتداءً من تقديم الطلب إلى وزارة النقل والاتصالات إلى الحصول على الترخيص المناسب.

- تحدد الإجراءات والعمليات الخاصة بكل نوع من الخدمات والمحطات والمستعملين. وتشمل هذه التدابير والعمليات الخطوات والإجراءات المختلفة اللازمة للتبليغ عن التخصيصات الجديدة، أو إصدار التراخيص الجديدة، أو تجديد التراخيص التي انتهت مدتها، أو تعديل التخصيصات القائمة، أو إلغاء التراخيص، أو ما شابه ذلك.

- تحتفظ بقاعدة بيانات دقيقة وحديثة للتراخيص وبسجل لتتبع التبليغات. وينبغي، كما سبقت الإشارة، حوسبة قاعدة البيانات وعمليات المتابعة المشار إليها. وتقوم عملية إصدار التراخيص على نجاح عملية التخصيص.
- تُصدر التقارير والإحصاءات المناسبة والمطلوبة.
- تقوم بتحديث نماذج طلبات الحصول على التراخيص ونماذج التراخيص.
- تقوم، استناداً إلى القانون الوطني للاتصالات الراديوية، بوضع قائمة بفئات التراخيص وإطارٍ تفصيلي لعملية إصدار التراخيص وإجراءاتها، وجدولٍ تفصيلي برسوم التراخيص على أساس نوع الخدمات والمحطات والمستعملين والتغطية وعرض النطاق، وما إلى ذلك.

وتوفر هذه الوحدة من النظام إدارة كاملة لعملية توزيع التراخيص. وهذا النوع من التراخيص في وزارة النقل والاتصالات يحدد العديد من المعلمات مثل فترة الصلاحية والنماذج المطبوعة والرسوم. وتُطبع التراخيص بالأنساق المطلوبة.

7.4.2 الفوترة ومعالجة الرسوم والإبلاغ الأوتوماتي عن التجديد

تقوم هذه الخاصية بتخزين جميع المعلومات الخاصة بإصدار الفواتير: الفواتير الصادرة والفواتير المسددة والرسوم واجبة التحصيل، وما إلى ذلك. وعند تخصيص ترخيص أو تعديله، يتم تخزين تفاصيل الفاتورة وتُحسب الرسوم باستعمال المعلمات المخزنة في قاعدة البيانات. ويمكن إصدار العديد من أنواع الفواتير اعتماداً على نوع الخدمة. ويمكن أن تعتمد الرسوم على العديد من المعلمات، مثل عدد المحطات وقدرتها وعدد الأجهزة المتنقلة، وما إلى ذلك. ويمكن عندئذ طباعة الفواتير وإرسالها إلى المستعملين.

ويقوم النظام بحساب غرامات التأخير في السداد باستعمال جدول الغرامات والفوائد، ويمكن للنظام حساب الديون المستحقة على العملاء. وتُطبع الفواتير بالأنساق المطلوبة.

5.2 أدوات التحليل التقني

قامت وزارة النقل والاتصالات في بيرو بتنفيذ الوحدات التقنية التالية:

- إدخال بيانات الواجهات التقنية،
- التحليلات الهندسية، وتحليلات التوافق الكهرمغنطيسي، وتحليلات نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل،
- تخصيص الترددات.

1.5.2 إدخال بيانات الواجهات التقنية

يوفر النظام واجهات سهلة الاستعمال تقوم على مفاهيم الواجهة البيانية للمستعمل وتسمح بمشاهدة وفهم جميع العناصر التي تحتوي عليها الشاشة. والغرض من ذلك هو تمكين القائم بتشغيل النظام من العمل في بيئة تتسم بالكفاءة والأمن. وتكون قوائم الاختيار الخاصة بالتطبيق منظمة عادة بحسب المهام. ومن أمثلة ذلك، أن إدارة بيانات الواجهات تستعمل في إنشاء وتعديل المواقع والمحطات، وكذلك اختيار المواقع والمحطات قبل إجراء العمليات الحسابية بطريقة المحاكاة، وما إلى ذلك.

2.5.2 التحليلات الهندسية، وتحليلات التوافق الكهرمغنطيسي، وتحليلات نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل

ينبغي لوزارة النقل والاتصالات، باعتبارها الجهة المسؤولة عن إدارة الترددات في بيرو، أن تقوم بما يلي:

- وضع السياسات واللوائح استناداً إلى التحليلات والخطط التقنية التي توفرها دائرة الدعم الهندسي.
- التحضير للمؤتمرات والاجتماعات الدولية استناداً إلى الآراء والدراسات التي تأتي من دائرة الدعم الهندسي.
- تجهيز المختبرات الهندسية لإجراء الاختبارات، وعمليات الصيانة، وتزويدها بتسهيلات المعايرة، والبحوث والتطوير، وإجراء الدراسات، وما إلى ذلك.
- الاحتفاظ بقوائم مستوفاة بأنواع المعدات التي تمت الموافقة عليها والمقبولة.
- تنسيق الترددات/المحطات الراديوية، وتخصيصها وإصدار التراخيص الخاصة بها استناداً إلى المعلمات والدراسات والتحليلات التقنية. وتحليل التوافق الكهرمغنطيسي وتحليلات التداخل، وكذلك التحقق من سلامة الجوانب الهندسية للنظام.
- الغرض من تحليل التوافق الكهرمغنطيسي وتحليلات التداخل هو دراسة تأثير تخصيصات التردد المقترحة على بيئة التخصيصات الحالية للتردد (على المستويين الوطني والدولي). ويشمل تحليل التوافق الكهرمغنطيسي وتحليلات التداخل الخطوات الرئيسية التالية:
  - فرز التخصيصات القائمة طبقاً للمنطقة الجغرافية المحيطة والموقع المقترح ومدى التردد على جانبي قناة التردد المقترحة.
  - تحديد مستويات التداخل المقبولة.
  - تحديد مستويات التداخل من كل تخصيص قائم إلى الموقع موضوع الدراسة.
  - التبليغ عن حالات التداخل المحتملة.
- دراسة الجوانب الهندسية للنظام قبل إجراء تحليل التوافق الكهرمغنطيسي لتقييم مدى توفر الحد الأدنى من المتطلبات اللازمة لتصميم الشبكة المعنية، على الرغم من أن وزارة النقل والاتصالات ليس من مهمتها عادة وضع تصميم كامل للنظام. والغرض من دراسة الجوانب الهندسية للنظام هو التأكد من أن المعلمات التقنية لتركيب النظام متوافقة وكافية وتمثل المستوى الأمثل لنوع التشغيل المقترح للموقع.
- إجراء عمليات التفتيش والمراقبة استناداً إلى التوصيات والمبادئ التوجيهية التي تضعها مجموعة الدعم الهندسي.

ولمساعدة وزارة النقل والاتصالات في القيام بالمهام السابقة، يشمل نظام ELLIPSE وحدات مختلفة مثل: حساب تغطية المحطات والشبكة، وتغطية الموقع وتغطية المسير، وتحليلات التوافق الكهرمغنطيسي، وحساب منتجات التشكيل البيني، وحساب نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل، وما إلى ذلك.

ويكون أمام المسؤول عن تشغيل التطبيق نماذج مختلفة للانتشار ويستطيع أن يختار من بينها ما يناسب إجراء تحليل معين، أو ما يناسب أي نطاق أو منطقة أو خدمة، أو ما إلى ذلك. ومن بين هذه النماذج نموذج خاضع لحقوق الملكية قامت بتطويره شركة Cril Telecom Software، ويمكن معايرته باستعمال المعلمات المحلية.

3.5.2 تخصيص التردد

ينبغي أن يكون بوسع وزارة النقل والاتصالات أن:

- تحتفظ بقاعدة بيانات دقيقة وحديثة لتخصيص التردد. فقد أصبح من المهم، مع زيادة عدد مستعملي التردد والخدمات الراديوية، وجود قاعدة بيانات إلكترونية، تقوم على أدوات حديثة لإدارة قواعد البيانات الترابطية. ويقوم تخصيص التردد على السياسات واللوائح الوطنية وعلى القواعد الوطنية لتخطيط التردد. وينبغي أن تشمل قاعدة البيانات الوطنية المعلومات الإدارية والجغرافية والتقنية الخاصة بجميع تخصيصات التردد على المستوى الوطني.

- تستعمل تحليلات التوافق الكهرمغنطيسي، حيثما يكون ذلك ممكناً، في تحديد ما إذا كان التخصيص الجديد من المحتمل أن يتسبب في تداخل ضار أو أن يحدث فيه تداخل ضار من التخصيصات القائمة.
- تخصص الترددات استناداً إلى تنسيق التردد ونتائج تحليلات التوافق الكهرمغنطيسي.
- تخصص الترددات على أساس التقاسم. فلما كان الطيف الراديوي من الموارد المحدودة، لا بد أن تشجع وزارة النقل والاتصالات تقاسم التردد وأن تطبق مبادئ تقاسم التردد حيثما يكون ذلك ممكناً. ويمكن تحقيق تقاسم التردد في حالة إيجاد حيز فاصل كاف، وذلك بإعادة استعمال التردد إذا كان هناك حيز فاصل كاف بين مواقع المحطات التي تستعمل نفس التردد. ويمكن التحكم في الحيز الفاصل عن طريق ضبط عدد من المعلمات مثل استعمال قدر محدود من القدرة المشعة الفعالة، واستعمال الهوائيات الاتجاهية، وعرض نطاق محدود، وعمليات الترشيح المناسبة، وغير ذلك. ويمكن أيضاً تحقيق تقاسم التردد عن طريق تقاسم الوقت، وفي الحالة الأخيرة، يُعطى نفس التردد لمستعملين مختلفين على أساس تخصيص فترات زمنية لكل منهم على امتداد 24 ساعة.

ويستعمل النظام في إجراء تحليل دقيق وكامل للتداخل بالنسبة لمحطة معينة/تردد معين. ويقوم ذلك على وضع نموذج للشبكة باستعمال أنواع مختلفة من المحطات وتحليل مصادر التداخل. وتوجد قائمة بالترددات تحقق الإشغال الأمثل للطيف وتقلل من التداخل إلى الحد الأدنى.

6.2 الواجهة مع نظام مراقبة الطيف

يستطيع الشخص المكلف بالمهام التقنية لمراقبة الطيف النفاذ إلى قاعدة البيانات التقنية لنظام إدارة الطيف لأداء مهامه اليومية. ويمكنه أيضاً استعمال بيانات مراقبة الطيف في تحديث قاعدة بيانات إدارة الطيف.

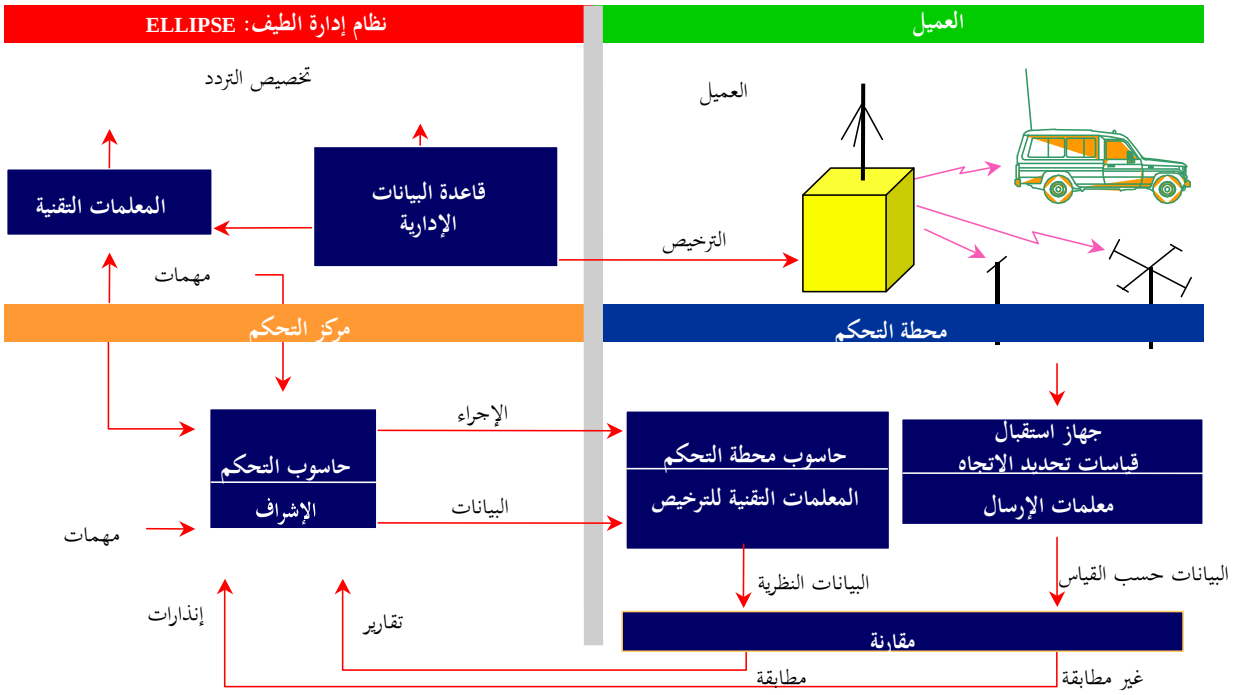
ويتم تبادل المعلومات بين نظامي إدارة الطيف ومراقبة الطيف عن طريق نقل الملفات الإلكترونية. إذ يرسل النظام إلى نظام مراقبة الطيف قائمة بالمعلمات المطلوب قياسها (قائمة التحقق)، ويعيد نظام مراقبة الطيف قائمة بالحالات التي يوجد فيها تعارض مع هذه المعلمات في ملف يتضمن النتائج (قائمة النتائج)، وكذلك نتائج القياسات التي أجريت، حيثما ينطبق ذلك.
ويمكن النظر في سيناريوهين للتشغيل:

- عقد جلسة مراقبة تقنية بمبادرة من القائم على تشغيل نظام إدارة الطيف،
- أو عقد جلسة مراقبة تقنية بمبادرة من القائم على تشغيل نظام مراقبة الطيف.

ويمكن للمركز الوطني أو أي مركز من المراكز الإقليمية أن يأخذ بزمام المبادرة في الدعوة إلى عقد هذه الجلسات وتنظيمها.

الشكل 17.7

معالجة المعلومات وتبادلها بين نظامي
إدارة الطيف ومراقبة الطيف



7.2 نظام المعلومات الجغرافية

1.7.2 أدوات نظام المعلومات الجغرافية

تم تنفيذ أداة نظام المعلومات الجغرافية في وزارة النقل والاتصالات في بيرو طبقاً للتوصيات المبينة في كتيب الإدارة الوطنية للطيف الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد. وتوفر أداة نظام المعلومات الجغرافية القدرة على تحديد الإحداثيات وتُستعمل في إدارة جميع البيانات الجغرافية الخاصة بالمواقع الجغرافية.

وتستعمل نماذج الانتشار بيانات الخرائط في التنبؤ بالتغطية وحسابات التوافق الكهرمغنطيسي كما تُستعمل في عرض التشكيل الطبوغرافي للشبكات وكذلك في عرض نتائج التحليلات التقنية بطريقة من السهل على المستعمل التعامل معها.

وأنواع البيانات المختلفة المستعملة في نظام المعلومات الجغرافية مبينة فيما يلي:

- النموذج الرقمي للتضاريس أو وحدة التضاريس الرقمية (مستوى الأرض بالنسبة لكل موقع فوق سطح البحر)
- النموذج الرقمي للارتفاع أو وحدة التضاريس الرقمية (ارتفاعات المباني فوق سطح الأرض)
- عوامل التشويش الأرضية (البحيرات والغابات والمباني والمناطق المكشوفة، وغير ذلك)
- قاعدة بيانات المساحات المستوية (الحدود الإدارية والمدن والأنهار والطرق، وغيرها)
- قاعدة بيانات الصور الرقمية (الخرائط المنقولة بجهاز المسح والصور العمودية)
- معلومات برنامج خريطة العالم المرقمة الصادرة عن الاتحاد ITU IDWM (مثل التوصيلية).

2.7.2 تشكيل قاعدة بيانات الخرائط في وزارة النقل والاتصالات

تتضمن قاعدة بيانات الخرائط التي تم تزويد وزارة النقل والاتصالات بها في بيرو في إطار هذا المشروع ما يلي:

- مجموعة أولى من البيانات تغطي البلد بأكمله بمستوى منخفض من الدقة.
- مجوعة ثانية تغطي العاصمة ليما بمستوى مرتفع جداً من الدقة.

وقد رئي أن هذا التشكيل يمثل ربطاً مريحاً بين الدقة والتكلفة. وفي الواقع، يسمح هذا التشكيل لوزارة النقل والاتصالات بإجراء توقعات على مستوى البلد بأكمله، مع إجراء حسابات وتحليلات دقيقة عن العاصمة ليما. ويمكن توسيع قاعدة البيانات هذه بسهولة لتشمل المدن الرئيسية الأخرى في بيرو خلال المراحل الجديدة المقبلة من المشروع.

8.2 الخلاصة

إن إدخال عملية جديدة في أي هيئة يتطلب عادة فترة تأقلم كما يتطلب متابعة دقيقة ومساعدة موظفي الإدارة المختصين.

وتزداد أهمية وحساسية ذلك عندما تتضمن العملية الجديدة تنفيذ نظام حاسوبي. فمن المطلوب في الواقع، بالإضافة إلى تنفيذ أو تطويع العمليات وطرائق العمل الجديدة، توفير التدريب المناسب للمسؤولين عن تشغيل الأنظمة المعتادين على العمل على الورق والعمليات اليدوية و/أو التطبيقات الحاسوبية غير المتكاملة.

وعلاوة على ذلك، فإن أي نظام حاسوبي حديث ومعقد يتطلب وجود قاعدة بيانات كاملة ودقيقة تقوم على معلومات إدارية وتقنية وجغرافية تم التأكد من سلامتها. ولذلك، فإن عملية جمع البيانات وترحيلها كانت محل اهتمام وكانت تمثل تحدياً حقيقياً لكل من وزارة النقل والاتصالات ومجموعة CTS/TTC أثناء تنفيذ النظام والشروع في تشغيله.

ويتوقف نجاح مثل هذا المشروع المهم والمعقد على مبدأ رئيسي، يقوم على مدى جدية جميع الأطراف المعنية من ناحية، ووزارة النقل والاتصالات والاتحاد الدولي للاتصالات وشركة THALES للاتصالات وشركة Cril Telecom Software من ناحية أخرى، ورغبتها في استثمار الجهد اللازم وتكريس الموارد البشرية والتقنية والمالية اللازمة لذلك، وإيجاد تعاون سليم بين جميع الأطراف في كل مستوى وفي كل خطوة من مستويات وخطوات تنفيذ الأنظمة وتشغيلها.

وبفضل كفاءة الأنظمة الحديثة لإدارة ومراقبة الطيف، أصبحت لدى وزارة النقل والاتصالات الآن الوسائل التي تمكّنها من تحسين عمليات الإدارة والمراقبة اليومية للطيف، ومن الوفاء الكامل باختصاصاتها طبقاً للوائح والتوصيات الدولية والوطنية. ولا بد أن المراحل المقرر تنفيذها في المستقبل سوف تساعد في تحقيق لامركزية هذه العملية.

الملحق 8

للفصل 7

نظام إدارة الطيف ومراقبته على الصعيد الوطني في جمهورية بوتسوانا

1 مقدمة

الغرض من هذا المرفق هو وصف نظام إدارة الطيف قيد الاستخدام من قبل هيئة تنظيم الاتصالات في بوتسوانا (BOCRA).

وهذه الهيئة هي هيئة قانونية أنشئت بموجب قانون تنظيم الاتصالات في بوتسوانا. وهي مكلفة، من بين أمور أخرى، بضمان الاستخدام الرشيد لطيف الترددات الراديوية في بوتسوانا عن طريق استخدام عمليات إدارة الطيف المناسبة. وفي عام 2006 حصلت الهيئة على نظام مؤتمت لإدارة الطيف، وقد تم تطويره بما يتماشى مع سياسات إدارة الطيف القائمة. وقد خضع النظام حتى الآن للعديد من الترقيات من أجل تلبية متطلبات إدارة الطيف في سياق ترخيص التكنولوجيات الجديدة.

ويتألف نظام إدارة الطيف، الموضح في الشكل 18.7، مما يلي:

- نظام لإدارة الطيف مؤتمت ومتمكن من شبكة الويب (ASMS)، كائن في مقر الهيئة،
- نظام لمراقبة الطيف (SMS) يتألف من 16 محطة مراقبة ثابتة ومحطتي مراقبة متنقلة منتشرة في جميع أنحاء البلد، فضلاً عن محساسين TDOA يعملان بالاقتران مع مواقع ثابتة في العاصمة لتوفير قدرة هجينة TDOA/AOA.

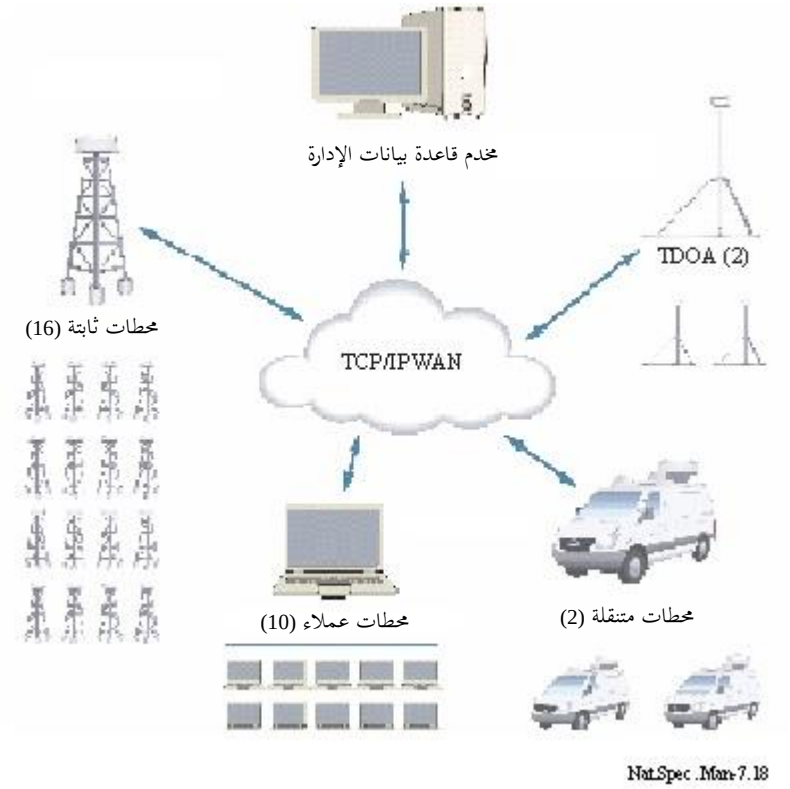
ويتم تزويد كل من العتاد والبرمجيات من شركة TCI في الولايات المتحدة وهي مصممة لأن تعمل وفقاً للتوصية ITU-R SM.1537.

ويمكّن هذا النظام الهيئة BOCRA من إدارة الطيف الراديوي في بوتسوانا على نحو فعال. وهو يقوم بذلك من خلال:

- وضع سجل للاستعمالات المسموح بها لمختلف نطاقات التردد الراديوي وفقاً للخطة الوطنية وتحديث هذا السجل.
- الحفاظ على سجل بجميع التجهيزات الراديوية لكل صاحب ترخيص بحسب رقم تسلسلي ورمز دليلي للنداء.
- الترخيص بتخصيصات التردد وفقاً للخطة الوطنية والاحتفاظ بقيد لكل تخصيص.
- تحليل تخصيصات التردد المقترحة للكشف عن أي تداخل محتمل مع مستعملي الطيف المرخص لهم.
- القيام بجميع القياسات الراديوية التي يوصي بها الاتحاد الدولي للاتصالات.
- الكشف عن الإشارات غير الممتثلة أو غير المصرح بها أو المتداخلة وعن خصائصها.
- تحديد موقع مصدر الإشارات غير الممتثلة أو غير المصرح بها أو المتداخلة، مما يفضي إلى حل سريع للمشكلة وإلى حماية مصالح المستعملين الشرعيين للطيف.

الشكل 18.7

مكونات نظام الهيئة BOCRA



2 وصف نظام إدارة الطيف

1.2 لمحة عامة

يتكون النظام المؤتمت لإدارة الطيف (ASMS) لدى الهيئة BOCRA مما يلي:

- مخدم ويب واحد لنظام ASMS موصول بشبكة المنطقة المحلية لدى الهيئة BOCRA وبالإنترنت. وهو يستضيف موقع تطبيق BOCRA على الويب. كما يستضيف قاعدة بيانات نظام الإدارة.
- عشر محطات عمل لدى العملاء، موزعة بين المكتب المركزي للإدارة ومبنى مركز ضبط المراقبة. ويتم تركيب برمجية عميل النظام ASMS في كل محطة عمل، ويتم التركيب الاختياري لرزمة أدوات التحليل في العديد من محطات العمل هذه.

والغرض من نظام الإدارة هو المساعدة في تخطيط وإدارة استخدام موارد الطيف الراديوي. ولدى التركيب الأولي للنظام كانت الهيئة BOCRA مسؤولة عن تنظيم الاتصالات فقط. أما اليوم فتشمل ولاية الهيئة التنظيمية المتقاربة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وخدمات البث والخدمات البريدية. وقد تم الارتقاء بالنظام ليشمل ترخيص الخدمات الأخرى. وكان من شأن مركزية تنفيذ الخدمات إجمالاً أن يسّر ولاية الهيئة وذلك بربط تراخيص الخدمات والتراخيص الراديوية وتراخيص الأنظمة مما جعل من الممكن تكوين نظرة واحدة تشمل العملاء الذين لديهم تراخيص منفصلة. ويشتمل النظام الآن على الوظائف التالية:

- الحفاظ على الخطة الوطنية لتخصيص الترددات. يمكن عرض الخطة إما في نسق جدول أو في نسق رسم بياني.
- الحفاظ على سجلات إدارية لجميع أصحاب الطلبات، بما في ذلك الاسم والعنوان البريدي ومعلومات الاتصال.

- معالجة طلبات التماس التراخيص الراديوية وتراخيص الأنظمة والخدمات وتراخيص تجار تجهيزات الاتصالات. وتسجيل كل تخصيصات التردد بحسب المستعمل والموقع والتردد والقدرة والمعايير التقنية الأخرى التي يتطلبها الاتحاد.
- حساب خصائص الانتشار لمحطات الإرسال وتحليل احتمالات التداخل فيما بينها.
- حساب الرسوم أوتوماتياً لجميع التراخيص وإصدار فواتير شكلية مسبقة. ومعالجة إيصالات الدفع ومزامنة معلومات الفوترة والدفع مع النظام المحاسبي لدى الهيئة.
- إدارة سجلات الامتثال من قبيل عمليات التفتيش والمخالفات.
- استصدار التقارير الإدارية والتقنية.
- إدارة قائمة التجهيزات المعتمدة بحسب النمط واستخدامها لملء معلومات النموذج في استمارات الطلب.
- التفاعل مع نظام مراقبة الطيف لاستبانة الاشارات غير الممتثلة وغير المصرح لها.
- تمكين المعالجة على الخط لتراخيص النظام والخدمة التالية: مشغل الاتصالات العمومية (PTO) وخدمات شبكات القيمة المضافة (VANS) وشبكة الاتصالات الخاصة (PTN). وإمكانية تخزين نسخ إلكترونية لجميع المواد التي قدمت أثناء عملية التطبيق وأي معلومات طُلبت خلال التقييم.
- تمكين تقديم الشكاوى على الخط، من قبيل:
  - الشكاوى بشأن أي من المشغلين المرخص لهم من جانب الهيئة.
  - الشكاوى بشأن قضايا غير الترخيص.
  - التبليغ عن مخالفات شروط الترخيص.

والنظام مصمم وفقاً للمبادئ التوجيهية الواردة في التوصية ITU-R SM.1370.

2.2 المعمارية

تم تصميم نظام إدارة حول نموذج الحوسبة عميل– مخدم. ويستند مخدم النظام ASMS في شبكة الويب إلى برمجيات Microsoft® و SQL Server® من أجل قاعدة البيانات و Microsoft IIS من أجل برمجية موقع الويب. وقد وضعت برمجية العميل في نظام ASMS خصيصاً في مجموعة متنوعة من لغات Microsoft، وهي تستخدم عناصر من ESRI™، لعرض نتائج التحليل التقني جغرافياً، كما تستخدم برمجية Sage™ للتفاعل مع النظام المحاسبي لدى الهيئة.

ويستضاف مخدم الويب لنظام ASMS وطابعة الوثائق في مبنى مقر الهيئة BOCRA. ومحطات عمل عملاء النظام ASMS موصولة بالمخدم عبر شبكة المنطقة المحلية في المكتب. ومحطات العمل العشر موزعة بين المقر الرئيسي ومركز المراقبة، الذي يقع في مبنى آخر في العاصمة والموصول عبر وصلة موجات صغرية. وقد تم تركيب كل من نظام ASMS العميل وبرمجية SMS العميل في كل محطة عمل.

ومخدم الويب لنظام ASMS موصول بالإنترنت لقبول الطلبات التي يقدمها المستعملون على الخط. وهو موصول أيضاً بمخدم بروتوكول نقل البريد البسيط (SMTP) لدى الهيئة. ويستخدم توصيل البروتوكول SMTP لإرسال إشعارات الموافقة وإشعارات التجديد وتبليغات الوضع العام بالبريد الإلكتروني لأصحاب الطلب والإدارات، حسب الاقتضاء.

وتستخدم الطبقات المتعددة للأمن في كل عناصر النظام بما في ذلك النفاذ المقيد بكلمة مرور والانتماء إلى مجموعة أمن والتشفير والتقنيات التي تساعد على ضمان الإرسالات عبر الشبكة ولتثبيط النفاذ غير المصرح به إلى النظام.

3.2 برمجية عملاء النظام ASMS

توفر برمجية عملاء النظام ASMS واجهة مستعمل ميسورة مع قاعدة بيانات نظام الإدارة. فهي تقبل المعلومات الواردة في طلبات الترخيص والشكاوى من التداخل، وغيرها من المصادر، وتربط هذه المعلومات بالبيانات الموجودة أصلاً في قاعدة البيانات. والنتيجة هي القدرة على إنتاج مجموعة متنوعة من الوثائق المفيدة، مثل الفواتير والإشعارات وشهادات الترخيص وتقارير الإدارة. ويتضح هذا في الشكل 19.7.

وتطبيق برمجية عملاء النظام ASMS يقوم على أساس قائمة خيارات. وتوفر كل قائمة خيارات عالية المرتبة إمكانية النفاذ إلى مجموعة من الميزات والوظائف المترابطة. وتصف البنود التالية قوائم الخيارات عالية المرتبة هذه وما تقدمه من وظائف.

1.3.2 المحاسبة

توفر قائمة خيارات المحاسبة النفاذ إلى التفاصيل الإدارية للعملاء كما توفر التحكم في ميزات الفوترة في النظام. وهي تمكن من إصدار الفواتير يدوياً، إذا لزم الأمر، ومن تسجيل إيصالات الدفع. ويستطيع المستعمل تحديث المبالغ الثابتة المفروضة لقاء الخدمات المختلفة وكذلك الثوابت المستخدمة في عمليات حساب الرسوم. ويمكن من قائمة الخيارات هذه مسك دفتر الحسابات العام القائم على القيد المزدوج المستخدم في النظام ASMS. وأخيراً، فإنه يفتح واجهة مع نظام المحاسبة لدى الهيئة، حيث يمكن مزامنة دفتر حسابات ASMS مع دفتر حسابات الهيئة.

2.3.2 معالجة التطبيقات

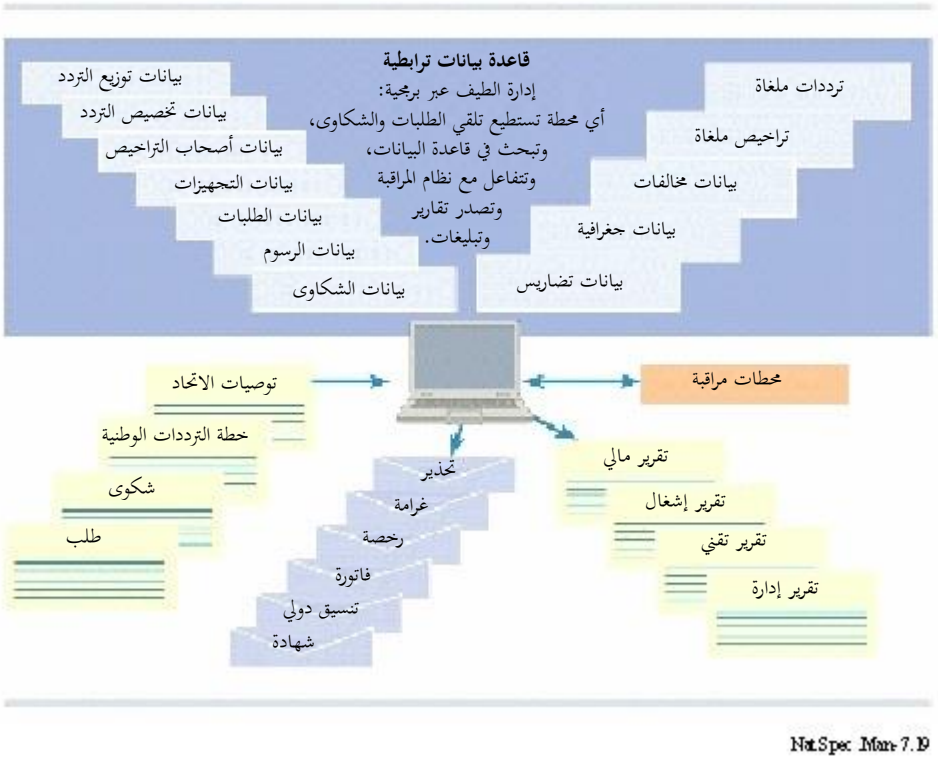
تمكن قائمة خيارات معالجة التطبيقات من إدخال عدة أنواع من التطبيقات في نظام الاستعراض والموافقة:

- الترخيص الراديوي (لاستخدام الطيف الراديوي).
- ترخيص تجارة تجهيزات الاتصالات (لمستوردي التجهيزات وموزعيها).
- الموافقة على نوع تجهيزات الاتصالات (اعتماد نموذج ما للاستخدام في بوتسوانا).
- التنسيق عبر الحدود (التنبؤ بالتداخل من محطات أجنبية مقترحة).
- النظام والخدمة (ترخيص محايد من حيث الخدمة لمورّدي الأنظمة).

ويحدد النظام رقماً مرجعياً فريداً لكل تطبيق جديد، ويحدد القيم المفترضة في استمارات الطلب، ويستكمل الحقول تلقائياً حيثما أمكن ذلك. وتتوفر هذه الميزات لمستعملي متصفحات الويب على الخط، وكذلك لمستعملي برمجية عملاء النظام ASMS.

الشكل 19.7

مدخلات ومخرجات ASMS النموذجية



3.3.2 معالجة التراخيص

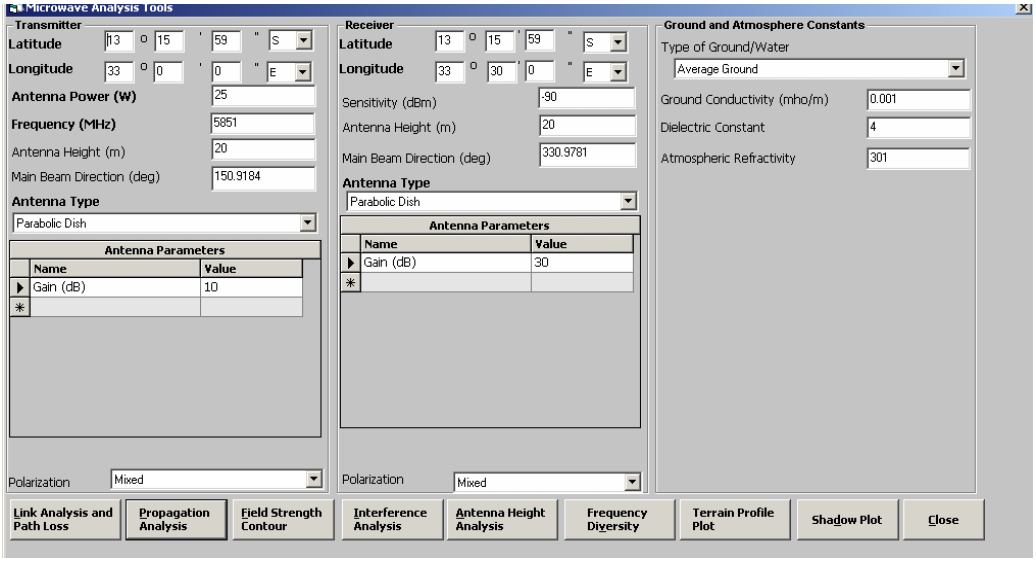
تمكن قائمة خيارات معالجة التراخيص من أداء إجراءات شتى يتعين القيام بها على تطبيق مرخص له. حيث يمكن إصدار ترخيص جديد بعد سداد الرسوم، ويمكن إرسال رسائل تذكيرية بتجديد الترخيص عن طريق البريد الإلكتروني، كما يمكن تعديل التراخيص أو نقلها أو تعليقها أو إنهاؤها. وهنالك أيضاً إمكانات بحث مستفيضة.

4.3.2 التحليل التقني

توفر قائمة خيارات التحليل التقني النفاذ إلى مجموعة من الأدوات التي تتنبأ بانتشار الإشارة الراديوية عبر أراضي البلد. وتُستمد الشروط الأولية لكل تحليل من المعلومات الواردة في طلب ترخيص راديوي يختاره المستعمل، بما في ذلك إحداثيات المحطة ومواصفات التجهيزات فيها. ويستطيع المستعمل مغايرة القيم الأولية وإعادة حساب النتائج دون التأثير على المعلومات المختزنة في قاعدة البيانات. كما يوفر النظام القيم لبعض العوامل الجوية والأرضية، ويستطيع المستعمل تجريب هذه القيم أيضاً. ويوفر بعض الأدوات تقارير في شكل جدول في حين تعرض أدوات أخرى النتائج بيانياً في خرائط تضاريس رقمية. ويبين الشكل 20.7 شاشة معلمات الدخل لتحليل الموجات الصغرية.

الشكل 20.7

معلمات دخل تحليل الموجات الصغرية



Nat.Spec.Man-7.20

5.3.2 التردد

توفر قائمة خيارات التردد إمكانية استفسار خطة توزيع الترددات الوطنية (أو خطة الاتحاد الدولي للاتصالات لأي إقليم) وعرض النتائج في شكل نصي أو بياني. وتوفر هذه القائمة إمكانية النفاذ إلى العديد من التقارير والاستفسارات المتعلقة بتخصيصات التردد. وهي تسمح بالاستفسار عن تخصيصات الترددات القائمة والترددات الجديدة قيد التخصيص (رهناً بوضع الطلب). كما تحدد التطبيقات التي تشمل محطات واقعة ضمن مسافة التنسيق في البلدان المجاورة وتتعقب وضع الطلبات الصادرة بشأن التنسيق عبر الحدود.

6.3.2 الامتثال

توفر قائمة خيارات الامتثال إمكانات استحداث تقارير الشكاوى وتعديلها والتصرف فيها وتقارير المخالفات وتقارير تفتيش المحطات. وهي تُصدِّر أيضاً تفاصيل المحطات المرخص لها إلى نظام مراقبة الطيف (SMS) لاستخدامها في الكشف الأوتوماتي عن المخالفات (AVD) وتعرض قياسات المراقبة المستقاة من نظام مراقبة الطيف.

7.3.2 التقارير

توفر قائمة خيارات التقارير النفاذ إلى أحد عشر تقريراً قائمة على النصوص وتسعة وخمسين تقريراً مخصصاً تغطي المحطات اللاسلكية والتطبيقات والتراخيص والشكاوى والاستفسارات المالية.

8.3.2 الشؤون الإدارية

تمكّن قائمة الخيارات الإدارية المديرين من تحديث جداول النظام ASMS واستبانة السجلات الخاطئة وإدارة فرادى المستعملين وتحديد مجموعات المستعملين. وهناك أيضاً خيارات لاستيراد أحدث قرص CD لتخصيصات الأرض في النشرة الإعلامية الدولية للترددات (BR IFIC) والموافقة على طلبات الترخيص الراديوي وطباعة تبليغات الاتحاد.

4.2 برمجية مخدم الويب لنظام ASMS

قاعدة بيانات نظام الإدارة مستضافة في مخدم الويب لنظام ASMS. ومحطات عمل ASMS موصولة بهذا المخدم لمعالجة طلبات الترخيص الراديوي وتوليد التقارير وإنجاز معظم المهام الأخرى. ويستضيف المخدم أيضاً بوابة عملاء الويب لنظام ASMS الذي يمكّن أصحاب الطلبات على الخط من تقديم الطلبات والاستمارات الأخرى إلكترونياً عبر الإنترنت. وتمكن بوابة عملاء الويب من ملء وتقديم الاستمارات التالية:

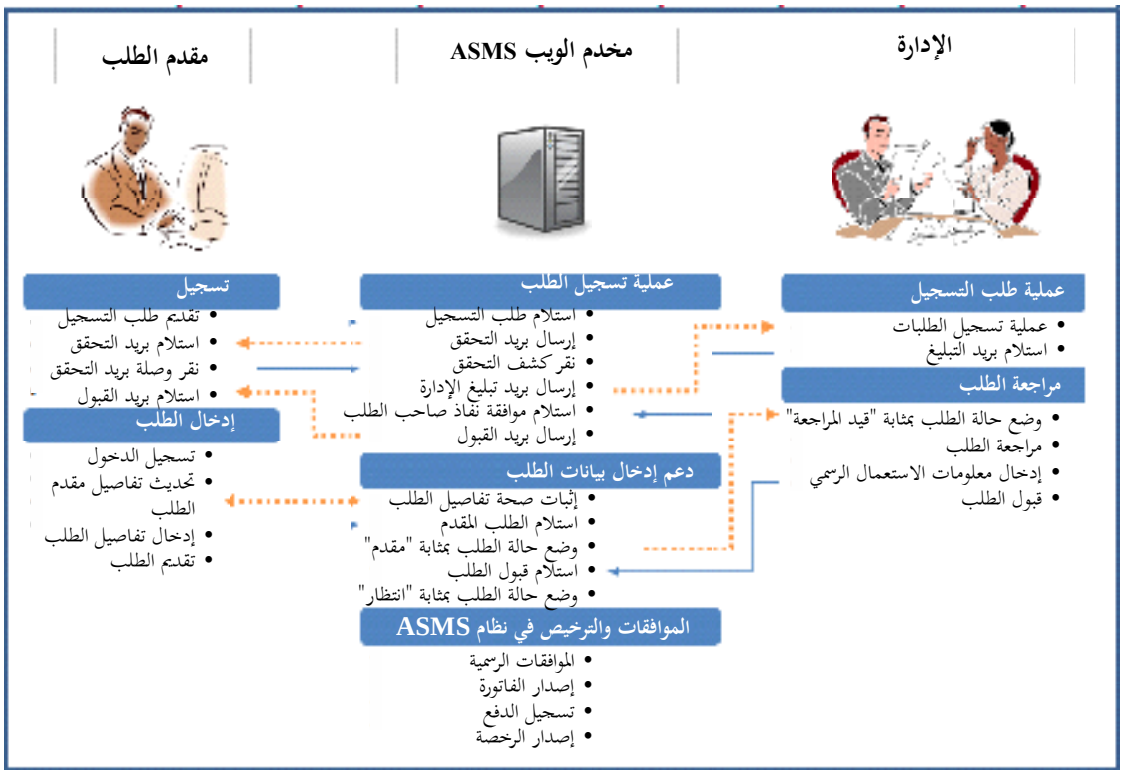
- طلب الحصول على ترخيص راديوي (كل الأنماط)؛
- طلب الموافقة على نمط التجهيزات؛
- طلب الحصول على ترخيص تجارة راديوية؛
- طلب الحصول على ترخيص للأنظمة والخدمات؛
- شكوى.

وتضم هذه الاستمارات جميع الحقول والوظائف التي تظهر في إصدار محطة عمل العميل في النظام ASMS، بما في ذلك قوائم الاختيار المحدّثة دينامياً وحقول الاستكمال الذاتي والقدرة على إرفاق الوثائق الداعمة إلكترونياً. بيد أن مقدمي الطلبات على الخط لا يرون الحقول المخصصة للاستعمال الرسمي.

ويستطيع أصحاب الشأن المصرح لهم في الهيئة BOCRA الدخول إلى موقع الويب من خلال بوابة مدير الموقع. وهناك يمكنهم قبول تقديم الطلبات والشكاوى وإحالتها مباشرة إلى قاعدة بيانات النظام ASMS. ويبين الشكل 21.7 عناصر التسجيل وتقديم الطلب على الخط. أما الشكل 22.7 فيعرض صفحة ويب من بوابة طلبات العملاء.

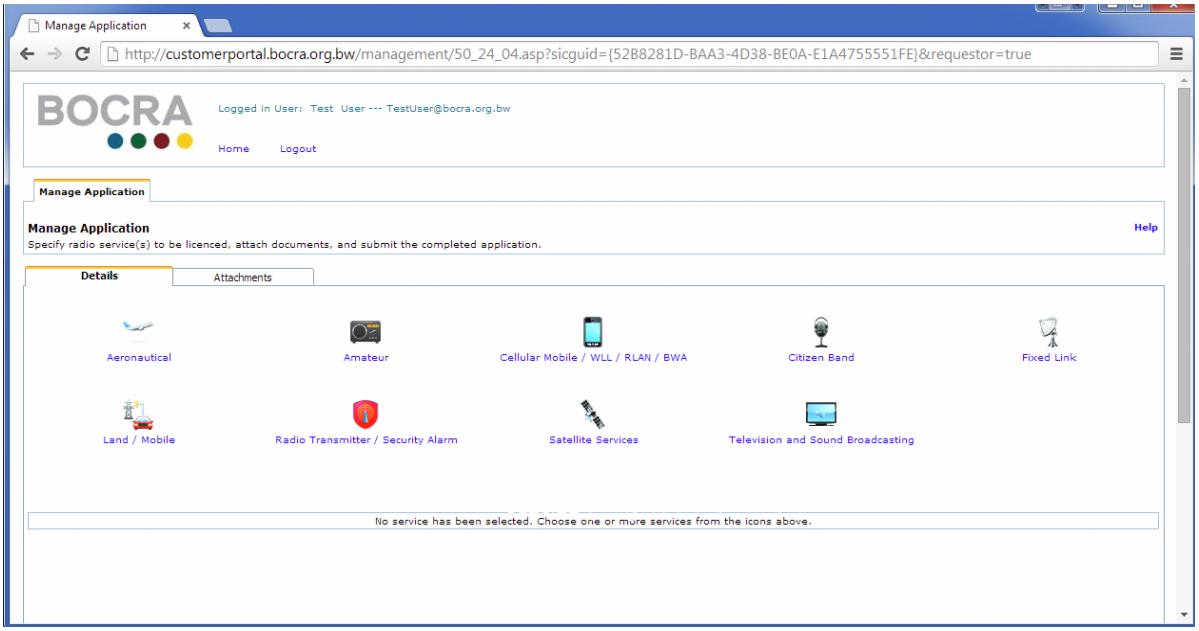
الشكل 21.7

مدخل تسجيل طلب وتقديمه على الخط



الشكل 22.7

طلب الحصول على ترخيص راديوي على الخط



Nat.Spec.Man-7.22

5.2 تدفق إجراءات الترخيص داخل نظام ASMS

يعمد نظام ASMS إلى تنفيذ نموذج لتدفق العمل مركزي التوزيع لمعالجة طلبات الترخيص. وترفق قاعدة بيانات النظام ASMS بيان وضع بكل طلب وهو يتحرك عبر النظام. ويعتبر أي طلب ترخيص جديد أو تعديل ترخيص بأنه في مرحلة "إدخال البيانات" وقت إدخال المعلومات. وحالما يُستكمل إدخال البيانات ويتحقق النظام من أن جميع المعلومات المطلوبة موجودة، يمكن الارتقاء بالطلب إلى مرحلة "انتظار الموافقة". وبعد الاستعراض الرسمي والحصول على الموافقة من مختلف الإدارات، يقوم النظام تلقائياً بحساب الرسوم ذات الصلة ويُصدر فاتورة ويرتقي بالطلب إلى مرحلة "الفوترة". وحالما تسدد الرسوم كاملة يمكن الارتقاء بالطلب إلى حالة "الترخيص". وتضمن ضوابط تدفق العمل بأن وضع الطلب لا يمكن أن يتقدم ما لم تُستكمل مرحلة المعالجة الراهنة.

6.2 الأمن

ينتمي كل مستعمل لبرمجية عملاء النظام ASMS إلى مجموعة أو أكثر من مجموعات الأمن كجزء من جانبية تسجيل الدخول الخاصة به. ويسمح لكل مجموعة أمنية بالنفاذ إلى جزء محدود من النظام. مثال ذلك أن المستعملين في مجموعة 'إدخال البيانات' يسمح لهم بمشاهدة وتحرير طلبات الترخيص ولكن لا يسمح لهم بمشاهدة وتحرير سجلات المحاسبة. ويمكن تكييف مجال السماح لكل مجموعة. كما يمكن تحديد عدة مستويات من النفاذ لأي درجة من التحكم في واجهة المستعمل، من حجب الرؤية (الأدنى) إلى النفاذ الكامل (الأعلى). وعندما ينتمي مستعمل ما إلى أكثر من مجموعة أمنية واحدة ويحدث تنازع بين مجال السماح بشأن غرض أو تصرف، عندئذ تكون الأسبقية لمجال السماح الأعلى. ويمكن تحديد مجموعات أمن جديدة بناء على المجموعات القائمة.

3 وصف نظام مراقبة الطيف

تم دمج نظام إدارة الطيف مع نظام مراقبة الطيف (SMS) وفقاً للتوصية ITU-R SM.1537.

1.3 لمحة عامة

الغرض الرئيسي من نظام مراقبة الطيف هو:

- مراقبة الامتثال لتخصيص الإرسالات كما هي مرخصة ومختزنة في قاعدة بيانات نظام الإدارة.
- إجراء تحقيقات التداخل وتحديد مواقع المرسلات غير المرخصة أو المرسلات العاملة خارج نطاق خصائصها المحددة.
- مراقبة الاستخدام الفعلي والقدرة على الكشف الأوتوماتي لمخالفات المعايير التقنية المرخصة.

ويشتمل نظام مراقبة الطيف لدى الهيئة BOCRA على 16 محطة مراقبة ثابتة مترية/ديسيمترية (V/UHF) موزعة في أنحاء البلد. وثمة مدينتان رئيسيتان تغطي كل منهما ثلاثة مواقع مراقبة. وثمة خمسة مواقع في البلد لديها أيضاً القدرة على تحديد الاتجاه بالموجات الديكامترية HF DF. وقد تم اختيارها استراتيجياً لتوفير هذا النشاط في جميع أنحاء البلد. وجميع المواقع تجمع قياسات زوايا الوصول (AOA) التي يمكن دمجها لاستنتاج الموقع الجغرافي.

ويشتمل النظام أيضاً على محساسين لقياس الاختلاف في زمن الوصول (TDOA) منصوبين في العاصمة. ويمكن تجميع قياساتهما مع قياسات زوايا الوصول من موقع آخر لتوفير مقدرة "هجينة" على تحديد الموقع الجغرافي في العاصمة.

ويشتمل النظام أيضاً على وحدتين متنقلتين لهما قدرة ترددات HF/VHF/UHF. ويمكنهما تحديد الاتجاه (DF) حتى 8 GHz.

ويتم التحكم في محطات المراقبة في المقام الأول من مركز التحكم في المراقبة الكائن في منطقة فاكالان في العاصمة غابورون. وتتوزع محطات العمل العشر بين مركز التحكم ومقر الهيئة. وتعمل جميعها على برمجية تشغيل كل من Scorpio Client (تطبيق عملاء النظام SMS) وبرمجية عملاء النظام ASMS، على السواء.

ويؤدي النظام SMS كل القياسات التي يوصي بها الاتحاد الدولي للاتصالات، بما في ذلك قياسات معلمات الإشارات (التردد وشدة المجال وكثافة تدفق القدرة والتشكيل وعرض النطاق المشغول) وتحديد زوايا الاتجاه وإشغال الطيف. ويقوم نظام تنفيذ القياس الأوتوماتي بأتمتة هذه العملية برمتها بحيث لا يتعين على المشغلين أن يتعلموا أو يتذكروا أو ينفقوا الوقت في مراعاة قواعد القياس المختلفة.

2.3 المعمارية

تعمل برمجية النظام في بيئة العميل–المخدم Microsoft® Windows®. وتعمل برمجيات النظام SMS على Windows 7 Embedded. وتعمل محطات عمل عملاء النظام SMS على Windows 7. وجميع مخدمات القياس في المحطات الثابتة موصولة بشبكة المكاتب عبر وصلة موجات صغرية. ومخدمات القياس في المركبات المتنقلة موصولة عبر الشبكة الخلوية GSM. وتتوزع محطات عمل العملاء بين مبنى مقر الهيئة BOCRA ومركز المراقبة الذي يقع في مبنى آخر في العاصمة، وهي موصولة عبر وصلة موجات صغرية. وكل محطة عمل مزودة بكل من برمجية العميل ASMS وبرمجية العميل SMS على السواء.

3.3 برمجية العميل SMS

تشتمل برمجية العميل SMS (Scorpio Client) على القدرات التالية:

1.3.3 القياسات المترية

توفر هذه المرافق وسيلة لإجراء قياسات دقيقة لمعلمات الإشارة وفقاً لتوصيات الاتحاد الدولي للاتصالات. وتستخدم هذه المرافق للتحقق من الامتثال لمتطلبات الترخيص ويمكن أن يتم ذلك على أساس جدول زمني محدد.

2.3.3 التحكم في الأجهزة

تُستخدم هذه المرافق لاستبانة المعلمات في مرسلات محددة وتحديدها وتسجيلها، وهي عادة أنظمة قرصنة أو مصادر تداخل غير مرخص لها. وتشمل هذه المرافق أدوات تحديد الاتجاه واسعة المجال لتحديد موقع المرسل المستهدف.

3.3.3 الأدوات

تُستخدم هذه الأدوات لمسح ترددات الطيف وكشفها وتعيينها تحرياً لوجود إشارات فيها. وهي وسائل أساسية للتحقق مما إذا كانت البيئة الكهرمغنطيسية الفعلية متوافقة مع المعلومات الواردة في قاعدة بيانات الإدارة. وتبلّغ أداة كشف المخالفات أوتوماتياً (AVD) عن الامتثال والتناقضات بين قاعدة بيانات الإدارة والبيئة الكهرمغنطيسية "الفعلية". وتوفر أدوات إشغال الطيف الفحوص الإحصائية للتحقق من أن القنوات المخصصة تُستخدم وفقاً للتراخيص الصادرة لها.

4.3.3 التشخيص والصيانة

يُستخدم مرفق الاختبار الذاتي المدمج (BIST) في الحصول على الوضع التشغيلي للمخدم (في محطات المراقبة الثابتة أو المتنقلة أو المحمولة).

4.3 القيام بالقياسات المترية

تحتوي أداة القياسات المترية على مساحة تضم "الجدول الزمني للمهام" لإعداد مهام القياس. ويمكن إنتقاء واحد أو أكثر من معلمات الإشارة التالية للقياس: التردد وشدة المجال وكثافة تدفق القدرة والتشكيل وعرض نطاق التردد المشغول والتوجيه وإشغال الطيف. وتتكرر القياسات تلقائياً وتُحسب متوسطاتها وفقاً للقيم التي يحددها المستعمل. وتشمل طرائق التوسيط المتاحة الاستبقاء الخطي وجذر متوسط التربيع (RMS) والاستبقاء الأقصى. وتمتثل كل القياسات كلياً لتوصيات الاتحاد الدولي للاتصالات *وكتيب مراقبة الطيف*. ويمكن ضبط تنفيذ القياسات في أي من ثلاثة أساليب: التفاعلي والمحدد زمنياً والعامل في الخلفية.

- الأسلوب التفاعلي: يتيح التفاعل المباشر مع مختلف الوظائف التي توفر تغذية مرتدة فورية، مثل توليف مستقبل المرقاب واختيار إزالة التشكيل وعرض محدد الاتجاه في الوقت الفعلي وإطلاق الانذار التلقائي واختيار العرض العمومي. ومن الأمثلة الهامة في العملية التفاعلية هو تسديد محدد الاتجاه لتعقب مصدر التداخل ورسم خرائط شدة المجال فوق مساحة جغرافية ما. ويمكن التحكم في توجيه محدد الاتجاه وقياسات شدة المجال في وحدة متنقلة عندما تكون الوحدة إما ساكنة أو متحركة دون الحاجة إلى تركيب/تفكيك الهوائيات لإجراء القياسات.
- الأسلوب الأوتوماتي أو المحدد زمنياً: يمكن برمجة المهام لتنفيذها فوراً أو في أوقات محددة في المستقبل. وتشمل المهام المؤداة في الأسلوب المحدد زمنياً القياس التقني والتحليل وتحديد زوايا الاتجاه.
- أسلوب الأداء في الخلفية: يستخدم لتحديد إشغال الطيف ومسح محددات الاتجاه وكشف المخالفات الأوتوماتي — وهي من المهام التي من المستحسن فيها جمع البيانات على مدى فترات طويلة من الزمن. ويطلق المشغل إجراء المسح الأوتوماتي على قوائم ترددات منفصلة أو على نطاق تردد أو نطاقات ترددات، لتنفيذه إما فوراً أو في تاريخ/وقت ما في المستقبل. ويتم تخزين نتائج القياس المطلوبة محلياً في معالج الطيف، ويمكن أن يسترجعها المشغل الذي أطلق المهمة إما أثناء تشغيل المهمة أو بعد اكتمالها. ويمكن بعد ذلك استخدام هذه البيانات لتوليد التقارير ويمكن تجميعها مع بيانات الترخيص في قاعدة بيانات نظام الإدارة لأداء كشف المخالفات الأوتوماتي (AVD) وذلك للكشف عن مخالفات الترخيص المحتملة.

وتشتمل أداة القياسات أيضاً على مساحة "نتائج المهام" حيث يتمكن المشغل من مشاهدة وطباعة وحفظ تقرير يلخص البيانات التي تم جمعها. وتحتوي تقارير نتائج القياس كل المعلومات المتعلقة بإعداد القياس وتشمل ملخص نتائجه المعلومات التالية: بيانات المهام والتاريخ والوقت والتردد وعرض النطاق والهوية والقياس أو القياسات المطلوبة والنمط والنتيجة والبيانات الرسومية.

5.3 عرض الخرائط والتحكم

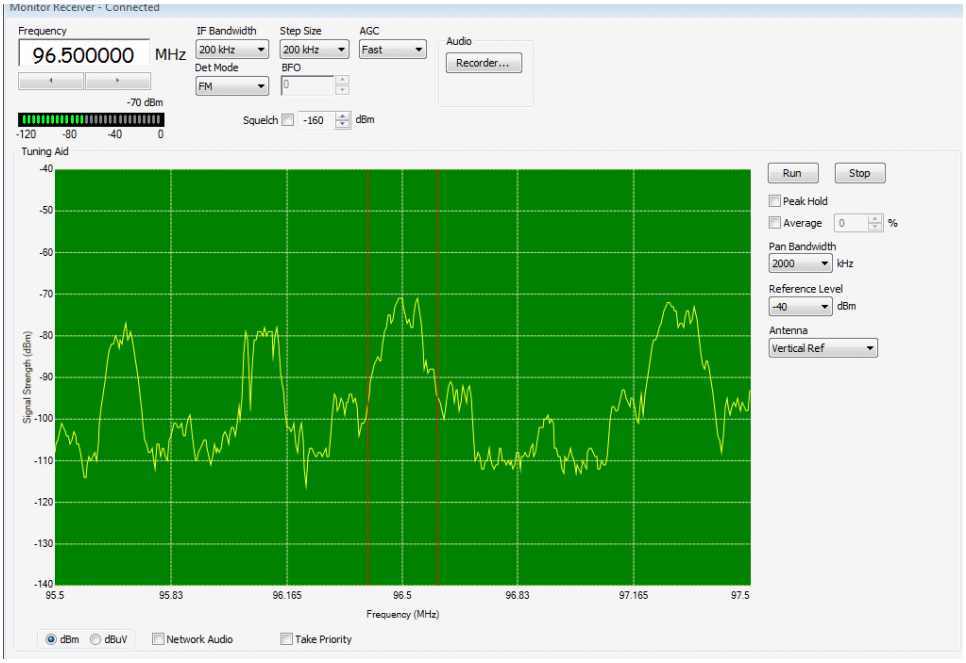
تعرض نافذة الخرائط محطات مراقبة الشبكة، وخطوط الاتجاه الزاوي (LOBs) لمحددات الاتجاه، وموقع المرسلات التي تستخدم إهليلج الخطأ عند تقاطع خطوط الاتجاه الزاوي. ويتم تشكيل النظام بخرائط متعددة، بما في ذلك خرائط الإنترنت مثل Bing® وOpenStreetMap. وبمقدور المشغل عرض طبقات متعددة (مدن ومناطق وأنهار وغيرها) باختيار زر "الطبقات". كما يمكن للمشغل التكبير والتصغير والتطويل والتوسيط، أو القيام بوظائف القياس. ويمكن أن يدرج في أي خريطة شروح مدمجة فيها أو مكيفة من جانب المستعمل. ويمكن للمشغل أن يستخرج نسخة ورقية مطبوعة من الشكل المعروض على الشاشة.

6.3 جهاز الاستقبال في المرقاب

يستطيع المشغل التحكم في مستقبلات المرقاب المدمجة فيه من خلال لوحة تحكم افتراضية (VCP)، كما الشكل 23.7. وتحتوي هذه اللوحة على ضوابط مألوفة مرتبطة بالمستقبلات النموذجية القائمة بذاتها، مما يوفر تحكماً تفاعلياً لوظائف المستقبل لمشاهدة وسماع الإشارة المرصودة في الوقت الفعلي. ويُعرض على نفس الشاشة معلومات وضع المستقبل وضوابط التردد وأسلوب الكشف والتحكم الأوتوماتي في الكسب. ويتم إجراء تسجيلات صوتية رقمياً في شكل ملفات صوتية (wav). ويمكن نقلها بين جميع المحطات. وقد تم تجهيز محطات العمل ببطاقة صوت لاستعادة تشغيل الصوت من الإشارات الحية والمسجلة على السواء.

الشكل 23.7

شاشة جهاز الاستقبال في المرقاب



Nat.Spec.Man-7.23

ويستطيع المشغل النفاذ إلى عدد من العروض التي تتيح مشاهدة الترددات موضع الاهتمام. والطيف البانورامي (Pan) هو واحد من هذه العروض. وهو رسم ذو إحداثيين X-Y لاتساع الإشارة مقابل التردد ويمكنه عرض ما يصل إلى نطاق 10 MHz من بيانات التردد المركزي الرقمية. ويستطيع المشغل استخدام هذا العرض لمشاهدة واستبانة إشارات النطاق العريض وعلاقات الإشارات في الطيف الراديوي والتحقيق في مصادر التداخل.

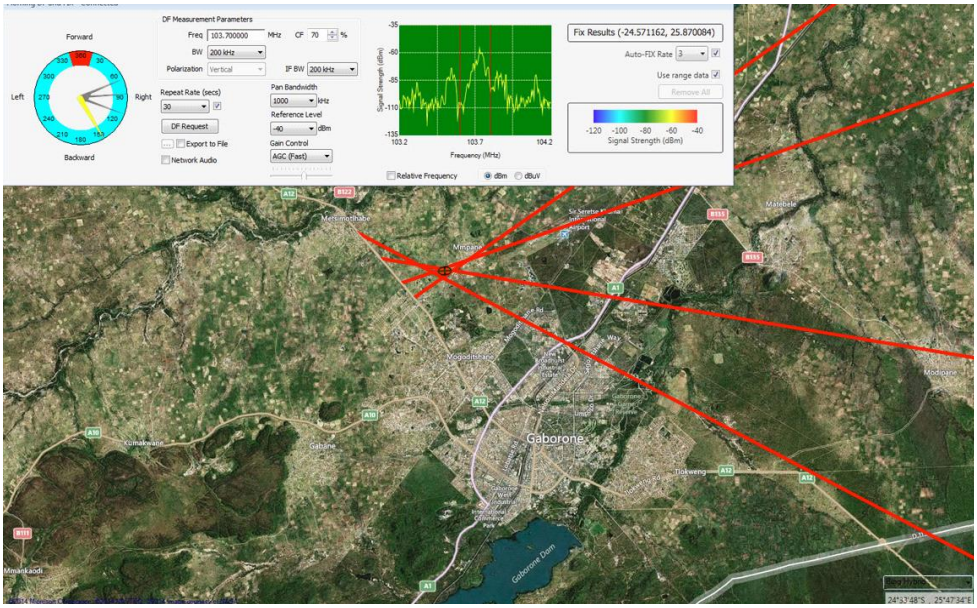
7.3 تحديد الاتجاه

يستطيع نظام تحديد الاتجاه (DF) العثور بسرعة وفعالية على موقع المرسلات باستخدام محطات المراقبة. ويستطيع النظام حساب النتائج من محطتين أو أكثر وكذلك استخدام محطة متنقلة واحدة لتحديد اتجاه "الهدف".

وفي عملية تحديد اتجاه "الهدف" تقوم محطة مراقبة متنقلة واحدة بأخذ قياسات متعاقبة لتحديد الاتجاه وشدة الإشارة أثناء الحركة. ومن هذه القياسات تستطيع محطة المراقبة المتنقلة استهداف موقع المرسل (الشكل 24.7).

الشكل 24.7

مثال لنافذة عرض خارطة/تحديد الاتجاه



Nat.Spec.Man-7.24

8.3 الإشغال وكشف المخالفات الأوتوماتي

يمكّن إشغال الطيف القائم على التشغيل من تحديد المدى المرصود بتحديد ترددات البدء والتوقف للنطاق المزمع بحثه وتحديد معلمات البحث، بما في ذلك الفترة الزمنية التي يمكن أن يشملها البحث.

والسمة الرئيسية في نظام المراقبة هي كشف المخالفات الأوتوماتي (AVD). وهذا الكشف أداة قوية تسمح بالتحقق من امتثال المرسلات المرخص لها وتساعد في الكشف عن العمليات غير المرخصة. ويعمل نظام الكشف بالاقتران مع بيانات الترخيص (تخصيصات التردد) المأخوذة من قاعدة بيانات الإدارة. ويقوم نظام الكشف AVD بتنبيه القائم على التشغيل عندما لا تمتثل الإرسالات لهوامش التسامح للتردد المركزي المخصص وعرض النطاق، على النحو المحدد للنطاق الموزع والخدمة في خطة الترددات الوطنية لبوتسوانا. وهو يكشف أيضاً المرسلات التي يتم تشغيلها دون الترخيص المقابل في قاعدة بيانات الإدارة.

9.3 التقارير

يمكن الحصول من النظام على تقارير عن معلمات الإشارات وإشغال الطيف وقياسات أخرى.

10.3 النظام الهجين لزاوية الورود/فرق وقت الورود

تستخدم الهيئة BOCRA الآن نظاماً "هجيناً" لتحديد موقع المرسلات في العاصمة. وهو يتألف من محساسين لفرق وقت الورود (TDOA) يتم توليف قياساتهما مع محطة أو أكثر من محطات زاوية الورود (AOA).

وقد ارتقت الهيئة إلى النظام الهجين من أجل تعزيز دقة تحديد الموقع الجغرافي على أفضل نحو من حيث فعالية التكلفة. وتتطلب محطات AOA فقط عدداً أقل من المواقع (2 كحد أدنى) والمساحة التي تغطيها أكبر، ولكن دقتها تتناقص بتزايد مسافة المرسل. أما دقة ترتيبات TDOA فقط فلا تتناقص بتزايد مسافة المرسل ولكنها تحتاج إلى مزيد من المحاسيس (3 على الأقل، 5 عملياً) وفائدتها تقتصر على المنطقة التي تحيط بها مواقع المراقبة. والترتيبات الهجينة، مثل النظام الذي تستخدمه الهيئة، تجمع ما بين مزايا أنظمة AOA وTDOA بينما تتغلب في الوقت ذاته على القيود المفروضة على كل منهما. وتشير الدراسات التي أجرتها الشركة المصنعة للنظام إلى أن الحل الهجين لا يتطلب عموماً سوى نصف عدد المواقع مقارنة بتشكيل TDOA فقط لتحقيق نفس مستوى الأداء في تحديد الموقع الجغرافي. ولا تختلف التكلفة الأولية للنظام الهجين الذي يتطلب عدداً أقل من المواقع، ولكنها أكثر تكلفة مقارنة بنظام TDOA فقط. غير أن التكاليف المتكررة أخفض في النظام الهجين نظراً لقلة عدد المواقع.

الملحق 9

للفصل 7

الأدوات المحوسبة والأنشطة المؤتمتة المتناسقة التي يستخدمها المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT)

1 مقدمة

يستخدم المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) بعض الأدوات المحوسبة في المداولات التي تتناول إدارة الطيف:

- SEAMCAT – أداة تحليل مونت كارلو المتقدمة لهندسة الطيف
- EFIS – نظام معلومات التردد لدى مكتب الاتصالات الأوروبي (ECO).

2 أداة تحليل مونت كارلو المتقدمة لهندسة الطيف (SEAMCAT)

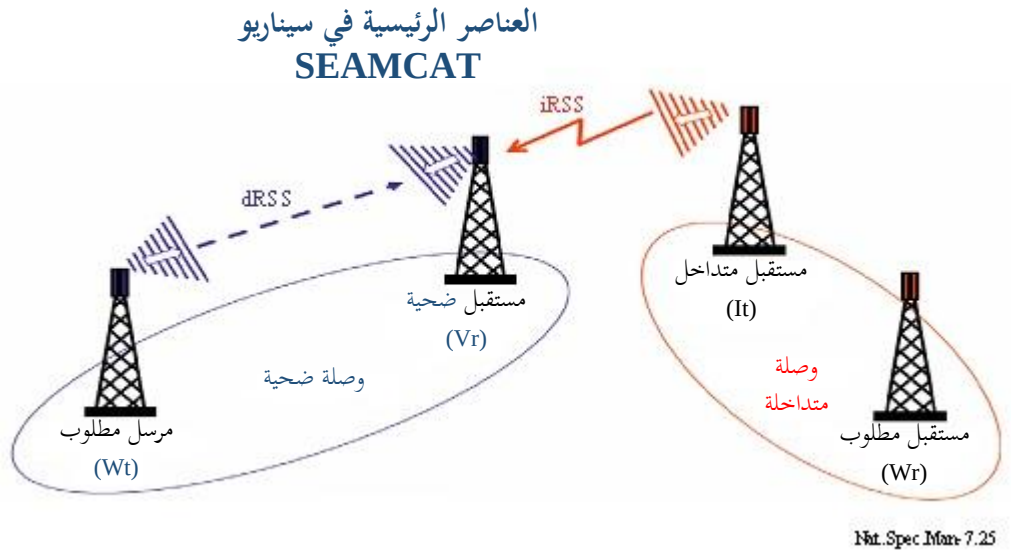
SEAMCAT هي أداة برمجية محاكاة تقوم على أساس أسلوب محاكاة مونت كارلو، الذي وُضع في إطار المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT). وتسمح هذه الأداة بالنمذجة الإحصائية لمختلف سيناريوهات التداخل الراديوي لإجراء دراسات التقاسم والتوافق بين أنظمة الاتصالات الراديوية (الأجهزة القصيرة المدى وGSM وUMTS وLTE، وما إلى ذلك) في نفس نطاقات التردد أو النطاقات المجاورة.

ويعكف على تعهد هذه البرمجية مكتب الاتصالات الأوروبي (ECO) وهي توزع مجاناً. وكتيب SEAMCAT متاح للعموم وكذلك دليل على الخط يمكّن مستعمل البرمجية SEAMCAT المحتمل من أن يفهم مدى الدقة التي تعمل بها هذه البرمجية. وواجهة مستعمل التطبيق هي MS Windows الموجهة وهي تستخدم ملفات XML لتبادل البيانات.

وتستطيع الأداة SEAMCAT نمذجة أي نوع من الأنظمة الراديوية في سيناريوهات التداخل الأرضية. وتشمل النتائج من جملة ما تشمله القياس الكمي لاحتمال التداخل بين مختلف الأنظمة الراديوية والنظر في التوزيعات المكانية والزمانية المطلوبة للإشارات الواردة أو خسارة القدرة الناجمة عن التداخل.

الشكل 25.7

العناصر الرئيسية في سيناريو SEAMCAT



يستطيع المؤتمر CEPT أن يضع، بواسطة الأداة SEAMCAT، قواعد تقاسم تمثل عناصر هامة في عملية تحسين استعمال الطيف. وما لم يتحقق بصورة ذكية تجنب بعض التداخل في الأنظمة الراديوية، فإن الاختيار الدقيق لشروط التقاسم هو الوسيلة الوحيدة لنجاح التعايش واستعمال الطيف على النحو الأمثل.

وتُستخدم برمجية SEAMCAT في الوقت الحاضر في معظم دراسات المؤتمر CEPT التي تضع الحد الأدنى من المتطلبات التقنية اللازمة لإدخال خدمات وتطبيقات راديوية جديدة في الطيف، بطريقة متوافقة مع الخدمات والتطبيقات القائمة. ويعتمد الخبراء من إدارات بلدان المؤتمر على هذه الأداة في اعتباراتهم الهندسية في مجال الطيف.

وتسمح وظائف SEAMCAT بأتمتة دراسات التوافق المتكررة عن طريق جدولة عدد من عمليات المحاكاة في تشغيل واحد من البرنامج. والحالة النموذجية لذلك هي دراسة أثر التغير في أي معلمات سيناريو واحد (أو بضعة سيناريوهات) على احتمال التداخل.

ومساحة عمل الأداة SEAMCAT متاحة لعامة الجمهور. وللمزيد من المعلومات، بما في ذلك تنزيل الأداة SEAMCAT، يرجى زيارة الموقع: http://www.cept.org/eco/eco-tools-and-services/seamcat-spectrum-engineering-advanced-monte-carlo-analysis-tool.

كما توفر الأداة SEAMCAT واجهة برنامج تطبيق (API) يمكن استخدامها مثلاً لنمذجة بعض السمات الخاصة بتصميم النظام مثل الهوائيات الذكية أو لمراعاة أي ملامح بيئية إضافية، أثر التضاريس/العوائق مثلاً. ويمكن تصدير النتائج أيضاً إلى ملفات خارجية لمعالجة الإشارات في أدوات أخرى (Matlab وغيرها).

ويعترف باستخدام SEAMCAT أيضاً في كل من:

- التقرير ITU-R SM.2028-1 – طريقة المحاكاة مونت كارلو للاستخدام في دراسات التقاسم والمواءمة بين الخدمات أو الأنظمة الراديوية المختلفة؛
- التوصية ITU-R M.1634 – الحماية من التداخل في أنظمة الخدمة المتنقلة للأرض التي تستخدم طريقة المحاكاة مونت كارلو وتطبيق تقاسم التردد.

3 نظام معلومات التردد لدى مكتب الاتصالات الأوروبي (EFIS)

أطلق مكتب الاتصالات الأوروبي (ECO) في 31 يناير 2002 نظاماً لمعلومات التردد يدعى نظام معلومات التردد (EFIS). وجميع المعلومات في هذا النظام متاحة للجمهور على شبكة الإنترنت. وللمزيد من المعلومات، بما في ذلك البحث السريع، يرجى زيارة الموقع: http://www.efis.dk/.

ونظام معلومات التردد EFIS هو قاعدة بيانات تضم معلومات استخدام الطيف في أوروبا وتضمن توفر المعلومات الأوروبية المتوائمة بشأن استعمال الطيف في أوروبا. وتكاد تكون جميع بلدان المؤتمر CEPT وعددها 48 بلداً (بما في ذلك جميع البلدان الأعضاء في الاتحاد الأوروبي) ممثلة في النظام. وهناك أيضاً جدول توزيع الترددات (الإقليم 1) لدى الاتحاد الدولي للاتصالات وجدول توزيعات التردد الأوروبية المشتركة (ECA) المندمجين كلياً في نظام المعلومات EFIS.

ويجري باستمرار تعديل مصطلحات التطبيقات الراديوية في نظام المعلومات EFIS لكي تأخذ في الاعتبار التغيرات في إدارة الترددات، من قبيل إضافة تطبيقات جديدة. ويشمل التقرير ECC 80[42] إرشادات للإدارات بشأن تفسير المتطلبات عند تحرير المعلومات في نظام المعلومات.

وباستخدام هذه الأداة يتوخى المؤتمر CEPT توفير خدمة قيّمة لجميع الأطراف التي لها مصلحة في استخدام الطيف. وسوف يسهم نظام المعلومات EFIS أيضاً في تحقيق أهداف سياسة المؤتمر في مجال التناسق والشفافية فضلاً أهداف سياسة الاتحاد الأوروبي المنصوص عليها في قرارات المجلس والبرلمان الأوروبي بشأن سياسة الطيف الراديوي.

وفي عام 2005، كلفت المفوضية الأوروبية المؤتمر CEPT بالنظر في إمكانية تطوير نظام المعلومات EFIS ليكون بمثابة بوابة أوروبية لمعلومات الطيف.

ونُشر قرار للمفوضية الأوروبية بشأن هذه المسألة في 16 مايو 2007. والنظام EFIS هو الأداة لتنفيذ قرار المفوضية (2007/344/EC) هذا بشأن تنسيق توفر المعلومات بشأن استعمال الطيف في أوروبا.

ويسهم نظام المعلومات EFIS أيضاً في جرد الطيف في الاتحاد الأوروبي[43]، وهو جزء من المبادرات في إطار برنامج سياسة الطيف الراديوي في الاتحاد الأوروبي (RSPP).

ويستطيع مستعملو هذا النظام البحث عن استخدام الطيف ومقارنته في جميع أنحاء أوروبا فضلاً عن المعلومات ذات الصلة، مثل أنشطة المؤتمر CEPT ومواصفات الواجهات الراديوية وفقاً للتوجيه الخاص بالتجهيزات المطرافية للراديو والاتصالات (R&TTE)[44] واللوائح الوطنية أو الدولية الأخرى.

ويحتوي النظام EFIS على أنواع البيانات التالية (معلومات تنظيمية):

- التوزيعات (مصطلحات لوائح الراديو في الاتحاد)
- التطبيقات (المصطلحات المتفق عليها في التطبيقات الراديوية الأوروبية)
- معلومات الواجهات الراديوية الوطنية
- الوثائق (المقرونة بشرط (شروط) التطبيق المعمول به ومدى (أمداء) التردد)
- الترخيص/حق استعمال الطيف

وقد احتلت معلومات إدارة الطيف مكانة أبرز في النظام EFIS منذ أوائل عام 2012، وذلك بإدراج قسم 'غير تنظيمي'.

---

42 انظر الموقع: http://www.cept.org/ecc/deliverables.

43 الغرض من جرد الطيف في الاتحاد الأوروبي هو تحديد نطاقات التردد التي يمكن فيها تحسين كفاءة استخدام الطيف الحالي.

44 يستعاض عن هذا التوجيه (1999/5/EC) في عام 2014 بالتوجيه الراديوي.

وهناك مجموعة واسعة من المعلومات متاحة في النظام EFIS، معظمها في شكل وثائق مرتبطة بالجدول الأوروبي لتوزيع الترددات والتطبيقات ("جدول التوزيعات الأوروبية المشتركة ECA")؛ ومنها ملخصات استبيانات المؤتمر CEPT للأغراض المخصصة لجرد الطيف، وتقارير لجنة الاتصالات الأوروبية (ECC) (مثل دراسات التوافق) وغيرها من المعلومات المفيدة عن استخدام الطيف الفعلي والمخطط له في المستقبل، مثل تقرير لجنة الاتصالات الأوروبية ECO 03 بشأن معلومات الترخيص للاتصالات المتنقلة العمومية أو التوصية ERC 70-03 للجنة الأوربية للاتصالات الراديوية بشأن الأجهزة القصيرة المدى (SRD) (بما في ذلك معلومات حالة التنفيذ الوطنية بالنسبة لكل بند تنظيمي في حد ذاته).

وتشمل معلومات جرد الطيف:

- المعلومات ذات الصلة بالاستعمال الحالي لنطاق واحد أو عدة نطاقات تردد، أو الاستعمال المتوقع في المستقبل؛
- الوثائق المرجعية للأنظمة من وضع المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) التي تتضمن معلومات عن السوق، مثل الاستخدام الراهن للطيف واللوائح الحالية والاستخدام المتوقع للطيف والاستعمال المقترح له في المستقبل وكذلك تنظيمه؛
- الاتحاد الأوروبي: المعلومات/قرارات المفوضية/التقارير ذات الصلة التي أعدها المؤتمر CEPT للمفوضية الأوروبية؛
- على المستوى الوطني: يمكن للإدارات الوطنية، التي لديها معلومات إضافية ذات طابع غير تنظيمي بشأن التطور المحتمل لاستعمال الطيف قيد الدراسة في بلدانها، تحميل الوثائق في إطار هذا البند؛
- الأطراف الثالثة: وثائق تحتوي معلومات ذات صلة من مذكرات/رسائل التفاهم مع شركاء CEPT/ECC.

وتقوم إدارات بلدان المؤتمر CEPT بتحميل البيانات الخاصة بها في نظام EFIS مباشرة. ويمكنها استخدام واجهة آلية بين أدوات الإدارة الوطنية للطيف ونظام EFIS باستخدام ملفات XML.

ويتكون نظام EFIS أساساً من قاعدة بيانات ومخدم ويب، مع تطبيقات برمجيات تمكن التفاعل بين قاعدة البيانات (قاعدة بيانات SQL) ومخدم الويب. ويقوم النظام على المعايير الرائدة ضمن كل مجال على حدة.

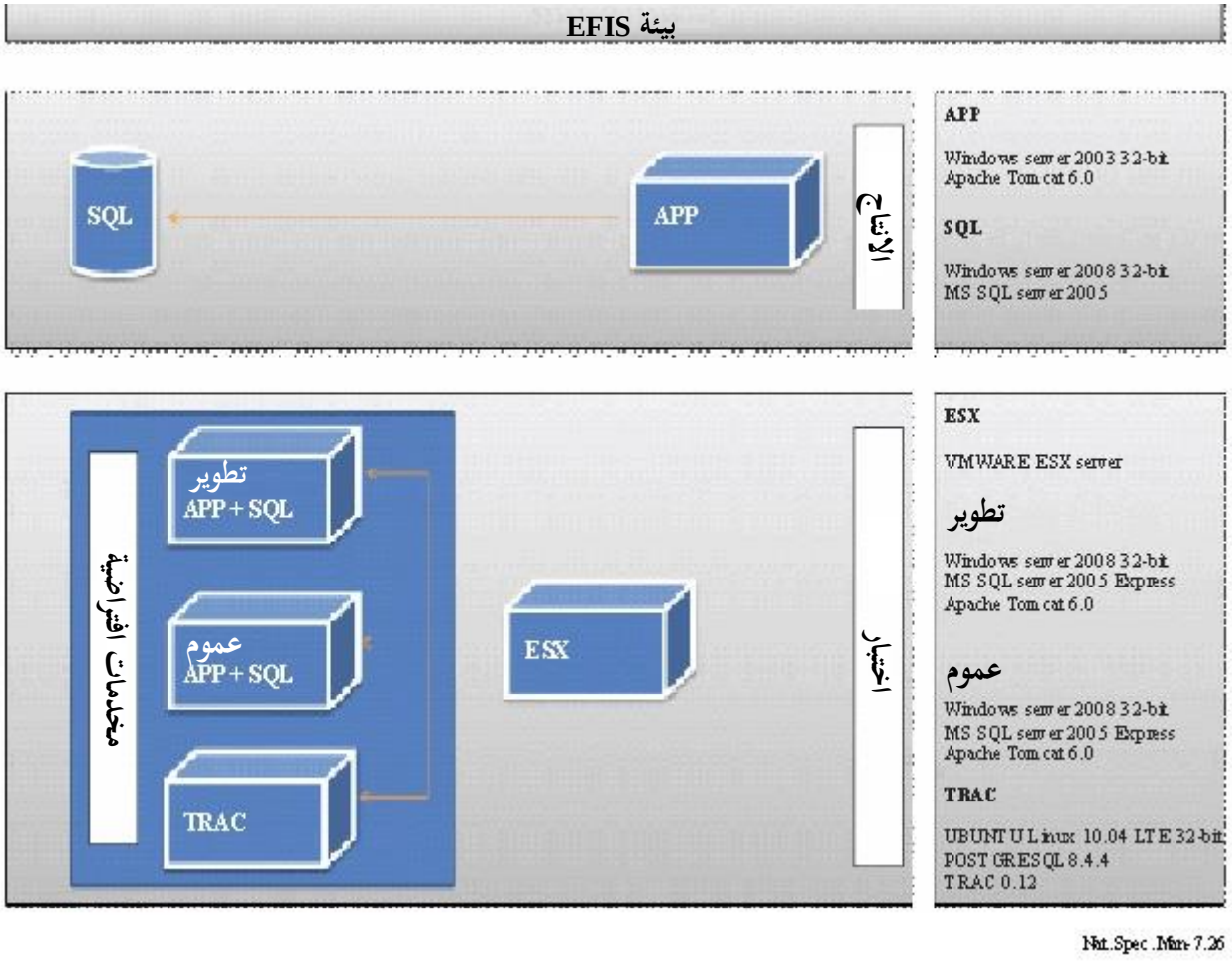
وتتسم بيئة النظام EFIS الكاملة بأن فيها نظام إنتاج ونظام اختبار يضم مخدمين افتراضيين: أحدهما لأغراض اختبار مكتب الاتصالات الأوروبي والأخر للإدارات (للعمل مثلاً على اختبار تطبيقات/أنظمة برمجية وطنية جديدة قبل استخدامها في نظام EFIS الفعلي).

ولأغراض إدارة المشاريع يُستخدم نظام الإدارة وتتبع مواطن الخلل 'Trac'.

ويبين الشكل 26.7 أدناه تفاصيل نظام معلومات التردد لدى مكتب الاتصالات الأوروبي (EFIS):

الشكل 26.7

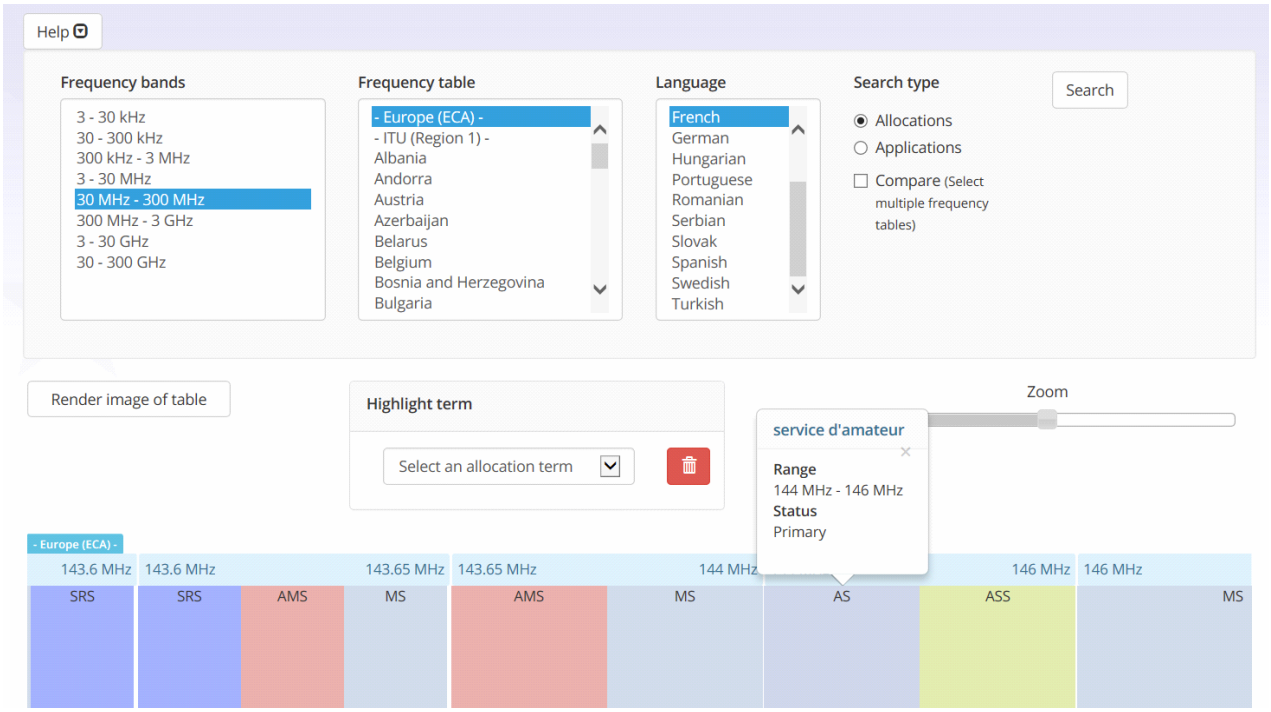
بيئة نظام المعلومات EFIS



وتتضمن قاعدة بيانات النظام EFIS أيضاً إمكانية استخدام أداة تصور رسومية يمكن أن تستخدمها كل الهيئات المهتمة (خارج بلدان المؤتمر CEPT أيضاً). ويمكن تصوّر معلومات جدول الترددات الوطنية، وكذلك معلومات خطة الاستخدام، وتصدير هذه المعلومات، سواء كصور ساكنة أو باستخدام وصلة، ويمكن تضمينها مثلاً في موقع ويب لدى إدارة خارجية. وهذا يمكن المستعملين من استرجاع المعلومات ومقارنتها باللغة الوطنية فضلاً عن لغات أخرى.

الشكل 27.7

مثال لتصور رسومي من أحدث طراز لمعلومات جدول الترددات



Nat.Spec .Man-7.27

بيبليوغرافيا

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

التوصية ITU-R SM.1370 المبادئ التوجيهية التصميمية لوضع أنظمة مؤتمتة لإدارة الطيف

التوصية ITU-R SM.1537 أتمتة وتكامل أنظمة مراقبة الطيف مع إدارة أوتوماتية للطيف

الفصل 8

تدابير استعمال الطيف وكفاءة استعمال الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.8 مقدمة 290

2.8 الطريقة الأولى لحساب استعمال الطيف 290

1.2.8 مناقشة 290

3.8 الطريقة الثانية لحساب استعمال الطيف 293

4.8 تقييم الاستعمال الاقتصادي للطيف 293

5.8 التطبيقات 294

6.8 استعمال الطيف في الأنظمة الساتلية 294

7.8 قياس كفاءة استعمال الطيف 294

1.7.8 مثال لحسابات كفاءة استعمال الطيف 295

2.7.8 دليل نوعية الطيف (SQI) (استعمال الطيف نسبة إلى الطلب) 301

8.8 كفاءة الطيف في النطاقات المتقاسمة (في الأجهزة القصيرة المدى) 302

1.8.8 ملاحظات وتعاريف قائمة على النهج العام الموصوف في التوصية ITU-R SM.1046-2 303

2.8.8 النهج المعدل في التوصية ITU-R SM.1046-2 304

9.8 نسبة كفاءات استعمال الطيف، أو الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف 309

1.9.8 مناقشة 310

2.9.8 مثال للكفاءة RSE في الخدمة المتنقلة البرية 311

10.8 استنتاجات 312

المراجع 313

بيبليوغرافيا 314

1.8 مقدمة

كفاءة استعمال الطيف (SUE) عامل هام لأن الطيف مورد محدود له قيمة اقتصادية واجتماعية، ولأن الطلب عليه يتزايد بسرعة في معظم نطاقات التردد. وفي السنوات الأخيرة، أدى إدخال العديد من التكنولوجيات الراديوية المحسنة والجديدة إلى تحسينات هائلة في كفاءة استعمال الطيف. وساعدت التقنيات الجديدة في الوفاء بالطلبات المتنامية على توزيع الطيف واستعماله. ويختلف قياس الكفاءة في استعمال الطيف وفقاً للأنماط المختلفة للأنظمة أو الخدمات. وعلى سبيل المثال، يختلف حساب كفاءة الطيف في الأنظمة من نقطة إلى نقطة عنه في الأنظمة الساتلية أو الأنظمة المتنقلة للأرض. ولهذا السبب، لا يمكن إجراء مقارنة للكفاءة الطيفية إلا بين نمطين متماثلين من الأنظمة وضمن نطاق تردد معين أو قناة معينة. وقد يكون من المفيد إجراء مقارنة لكفاءة الطيف واستعماله في نفس النظام على مدى فترة من الوقت للتحقق من حدوث أي تحسن في المجال المحدد قيد الدراسة.

ومن الجدير أيضاً بالملاحظة أن كفاءة استعمال الطيف من العوامل الهامة، ولكنه ليس العامل الوحيد الذي يتعين دراسته. ومن العوامل الأخرى انتقاء التكنولوجيا أو النظام، بما في ذلك الأثر الاقتصادي، وتيسر الأجهزة، والمطابقة مع الأجهزة والتقنيات القائمة، وموثوقية النظام وغير ذلك من العوامل.

ولتطوير هذه المفاهيم، سنقوم في البداية بوضع تعريف لاستعمال الطيف، أي لمقدار الطيف الراديوي الجاري استعماله في حالة معينة يعقبه وصف لكفاءة استعمال الطيف، وهو نسبة حجم الاتصالات المنجزة إلى مقدار الطيف المستعمل. ولما كانت إحدى التطبيقات الأهم للمعلومات المتعلقة بكفاءة استعمال الطيف هي مقارنة مدى الفعالية المستمدة من نظامين مقترحين فإن من الضروري تعريف الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف (RSE). والميزة المستمدة من تحديد الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف مباشرة هي أنه قد يكون من الأسهل حسابها. ويرد فيما يلي أمثلة للحساب تتناول الأنظمة الحالية.

2.8 الطريقة الأولى لحساب استعمال الطيف

يعمل أي نظام راديوي على ترد معين ضمن عرض نطاق معين وفي موقع معين وفي وقت معين. وعلى ترددات قريبة بما يكفي من تردد التشغيل، تعمل أنظمة راديوية أخرى قد لا تكون قادرة على التشغيل دون التسبب في تداخلات ضارة أو المعاناة من تداخلات. بيد أن مدى أي نظام راديوي ليس مطلقاً؛ وعلى مسافة معينة يمكن أن يعمل نظام آخر على نفس التردد دون التسبب في تداخلات ضارة أو استقبال تداخلات. وبالإضافة إلى ذلك، لا تُشغّل بعض الأنظمة الراديوية طوال الوقت. ونظراً لأنها لا تتسبب أو لا تستقبل تداخلات حينما لا تستعمل، يتيسر الطيف لاستعماله من قبل نظام آخر. ولذلك يوجد عامل زمني يرتبط بالمرسل. وإضافة إلى المباعدة الجغرافية والزمنية، هنالك العديد من الوسائل لتجنب التداخلات ستجري مناقشتها فيما يلي أدناه.

ويمكن تعريف استعمال الطيف باعتباره ناتج عرض نطاق التردد، مضروباً في الحيز الهندسي (أو الجغرافي) والوقت المحظور لسائر المستعملين المحتملين. ووفقاً للتوصية ITU-R SM.1046، يستنتج قياس هذا الاستعمال بالمعادلة التالية:

$$U = B \times S \times T \quad (1\text{-}8)$$

حيث:

U: مقدار حيز الطيف المستعمل ($\text{Hz} \times \text{m}^3 \times \text{s}$)

B: عرض نطاق التردد (انظر الفصل 4)

S: الحيز الهندسي (المنشود والمرفوض)

T: الوقت.

1.2.8 مناقشة

النهج العام المتبع في حساب المقدار "U" هو افتراض إضافة المرسلات والمستقبلات الإضافية إلى عرض نطاق معين. وبالنظر إلى الخصائص التقنية والتشغيلية للمرسلات والمستقبلات الإضافية، فما هي الترددات والمواقع والفواصل الزمنية التي ستحظر على النظام

الجديد؟ ويمكن حساب استعمال الطيف مع مراعاة حيز الطيف الذي ستحظره الأجهزة الموجودة على النظام الجديد. ويتعذر هنا إعطاء رد وحيد على هذا التساؤل بشأن القياس دون وجود مواصفة لخصائص النظام الجديد. والمعادلة (8-1) الخاصة باستعمال الطيف هي صيغة نظرية عامة تتطلب المزيد من التفصيل متى يجري تطبيقها على حالة معينة. وليس ثمة مجموعة واضحة من القيم بالتغيب بل حتى من القيم "المثلى" التي يمكن استعمالها. وقد يكون من الصعب تطبيق هذا المفهوم على نظام معين، ويرجع ذلك جزئياً إلى أن المعالجة الرياضية شديدة التعقيد ولأنه من الضروري إجراء عدد كبير من الافتراضات.

وتستعمل حيز الطيف المرسلات والمستقبلات على حد سواء. وتستعمل المرسلات حيز الطيف بحظر استعماله على بعض المستقبلات (بخلاف المستقبلات المستهدفة) التي تستقبل التداخلات من المرسل. ويطلق على هذا الحيز "الحيز المحظور للمرسل" أو ببساطة "حيز المرسل". وتستعمل المستقبلات حيز الطيف بحظرها استعماله على مرسلات إضافية (على افتراض أن المستقبل يحق له التمتع بالحماية من التداخلات). ويتسبب المرسل العامل في هذا الحيز في تداخلات لتشغيل المستقبل المعني. ويطلق على هذا الحيز تسمية "الحيز المحظور على المستقبل" أو ببساطة "حيز المستقبل". وجدير بالملاحظة أن المرسلات لا تحظر استعمال الحيز لمرسلات أخرى. ولا يمنع وجود مرسل واحد مرسلاً آخر من الإرسال. وكذلك لا تحظر المستقبلات حيز الطيف لمستقبلات أخرى. وفي بعض نماذج استعمال الطيف، يحسب هذا الاستعمال بشكل منفصل للمستقبلات والمرسلات؛ وفي نماذج أخرى، يتم الجمع بينهما.

ويمكن وصف مجال تأثير كل مرسل من حيث التردد والحيز والوقت (والتشكيل حيثما ينطبق) وهي الحالة التي يمنع فيها هذا المرسل المستقبلات الأخرى من استعمال الترددات القريبة (عرض النطاق) والمناطق الجغرافية (الحيز) والوقت. ويمكن أن يكون مجال اهتمام المرسل دائرياً نسبياً، أو عالي الاتجاهية (بسبب وجود هوائيات إرسال أو استقبال بحزمة ضيقة وبكسب مرتفع). وكذلك يحيط بكل مستقبل منطقة اهتمام حيث لا يمكن للمرسلات الأخرى أن تستعملها بدون حدوث تداخلات. ومجموع هذه الفقاعات هو دائماً مقدار حيز الطيف الذي يستعمله النظام. ويظل بقية القدر الهندسي – الترددي – الوقتي غير مستعمل لكنه متيسر للاستعمال من جانب المرسلات والمستقبلات من النمط المحدد في النظام المرجعي.

ويعني حيز "المستقبل" الحيز الذي يتسبب ضمنه وجود مرسل افتراضي مرجعي في تداخلات للمستقبل. ويفترض هنا أن يكون موقع المستقبل معروفاً، وكذلك الشأن بالنسبة لبقية خصائص المستقبل. ولكن ما هي خصائص المرسل المرجعي التي يجب أن تبقى خارج الحيز "المحظور"؟ وإذا استعمل نطاق الترددات المعنية من جانب نمط واحد فقط من النظام، فقد يكون الخيار المعقول هو استعمال خصائص المرسل المرتبطة بذلك النظام. (وتعني "خصائص المرسل" في هذا السياق، جميع خصائص نظام المرسل عموماً، بما في ذلك الترددات وعرض النطاق والقدرة ومخطط الهوائي وزاوية تسديد الهوائي (عند الاقتضاء)، والتشكيل ودورة تشغيل العمليات وتشفيرها. وتدخل بعض هذه الخصائص في وصف عبارة عرض النطاق "B"، والبعض الآخر في تعبير الحيز "S" والبعض الآخر أيضاً في تعبير الوقت "T".)

ويمكن القيام بتحليل لمعرفة ما إذا بقي جزء من الطيف غير مستعمل في نطاق معين. كما يمكن استعمال نماذج هندسية مختلفة، أي استعمال هوائي مرسل مرجعي أقل مقاومة للتغيير مسدد في اتجاه بعيد عن المستقبل. والتحليل الذي يستهدف تحديد جزء الطيف الذي يمكن استعماله دون بذل أي جهد هندسي، يستعمل النموذج الأكثر محافظة (الهوائي الموجه إلى المستقبِل). وعلى سبيل المثال، يستعمل التحليل الهادف إلى اكتشاف كمية حيز الطيف المتبقي لتقاسمها مع نظام الاتصالات الشخصية (PCS) المقترح، خصائص هذا النظام للمستقبل والمرسل المرجعي.

وليس من إجابة بسيطة للرد على السؤال المتعلق بكمية الطيف المستعملة. إذ يتوقف ذلك على الاحتياجات للاستعمالات الجارية ومدى صعوبة التوصل إلى وسيلة لإدخال نظام جديد للاستعمال.

الحساب التفصيلي

تبين المعادلة (8-1) كيفية فصل الحسابات في ثلاثة أبعاد: التردد والحيز الهندسي والوقت. وتوحي هذه الأبعاد بأنماط العوامل التي ينبغي أخذها في الاعتبار. وهي لا تحول دون دراسة عوامل أخرى، أو توحي بوجود فاصل واضح بين هذه العوامل.

حيز التردد

يتضمن هذا العامل أثر مراشيح تمرير النطاق RF وIF وتشكيل المرسل بما في ذلك التعامدية وعرض النطاق الذي يشغله المرسل والخصائص المتعلقة بالتوهين خارج التردد ومعالجة الإشارة والنسبة بين الإشارة إلى التداخل (*S/I*) المسموح به والتشفير. يضاف إلى ذلك الاستجابات التوافقية والهامشية. وباختصار، ينبغي أن يدخل في هذا القسم جميع العوامل التي تؤثر على جزء التردد الذي يتوقف على استجابة النظام الراديوي.

الحيز الهندسي

يستهدف هذا العامل شمول جميع العوامل المرتبطة بالحيز الهندسي. ويشمل ذلك الموقع المادي لمكونات النظام وزوايا التسديد ومخططات الهوائي المرتبطة بهوائيات الإرسال والاستقبال. ولئن كان الحيز الهندسي يتخذ شكل حجم دائماً فهنالك في بعض الحالات يكون موضع الاهتمام فيها أقل من ثلاثة أبعاد. وعلى سبيل المثال، يمكن للحيز الهندسي لأنظمة ساتلية أن يكون بحجم مخروطي الشكل يضاء بواسطة حزمة بتغطية شمولية أو بحزمة نقطية، أو في حالة نظام ثلاثي الأبعاد يخدم مبنى معيناً، حيث تحدد الاحتياجات من الطيف بواسطة المسافة الرأسية لإعادة الاستعمال. والمثال الآخر هو حيز التطبيق للأرض، مثل الأنظمة المتنقلة للأرض وبعض الأنظمة من نقطة إلى نقطة. وقد يكون حيز الاهتمام أيضاً قطاعاً زاوياً حول نقطة (كما قد يكون حول هوائيات عالية الاتجاهية). وينبغي أن يعامل عزل استقطاب الهوائي كجزء من خصائص الهوائي.

ويتأثر عامل الحيز الهندسي بنماذج الانتشار المستعملة لحساب خسارة الإشارة مع انتقال الموجة الراديوية عبر الحيز الهندسي. ويمكن أن تتطلب النماذج الأكثر تعقيداً قاعدة بيانات للأرض كجزء من نمذجة الانتشار.

الوقت

والبعد الأخير هو الوقت. ويشمل ذلك جميع العوامل المرتبطة بمعامل الاستعمال، وهو هام بالنسبة للرادارات أو الأنظمة ذات دورات التشغيل المعروفة. وقد يكون من الأسهل أيضاً دراسة هوائي رادار دوار باعتباره هوائي باستجابة زمنية متقطعة، وإن كان الهوائي الدوار والهوائي ضيق الحزمة يشكلان جزءاً من العوامل الهندسية. ويمكن إدراج عامل دورة التشغيل لتشكيل رادار نبضي، أو إشارة نفاذ متعدد بتقسيم الزمن (TDMA) كعوامل زمنية أو أن ترد بين عوامل التردد كجزء من نسبة حماية الإشارة إلى الضوضاء المسموح بها.

وعامل الوقت في النظام الإذاعي يجب أن يعمل طيلة الوقت وأن يكون "واحداً". وإذا أخذ الوقت في الاعتبار، تكون إمكانات زيادة الكفاءة هائلة.

درجة شغل الطيف

ترتبط درجة شغل طيف قناة راديوية ارتباطاً وثيقاً بعامل الوقت. وبيانات درجة شغل الطيف توفر معلومات بشأن السوية الفعلية لاستعمال فرادى قنوات التردد. وتتألف رسالة ما من سلسلة من إرسالات محطة القاعدة أو محطة متنقلة، تفصلها فجوات زمنية.

وبالنظر إلى أن قناة معينة قد لا تكون متيسرة لمستعمل آخر أثناء الطول الكلي لمثل هذه الرسالة، فدرجة الشغل التي تميز سوية استعمال قناة ما هي درجة شغل الرسالة. وتعرف درجة شغل الرسالة بالوقت الذي تشغله القناة بهذه الرسالة، على مدى فترة معينة.

ودرجة الشغل بواسطة رسالة، O_p، لقناة معينة هي مجموع حالات الشغل بواسطة إرسالات محطة القاعدة، O_b، والمحطة المتنقلة، O_{mt}، وفجوات الإرسال، O_g. وتستعمل نقطة قطع للتفريق بين فجوات الإرسال ووقت الرسالة. وتوفر البيانات المتعلقة بدرجة شغل الطيف معلومات مفيدة في تقييم استعمال الطيف وكفاءة نظام راديوي معين.

قواعد البيانات والنماذج المطلوبة

يتطلب حساب الكفاءة الطيفية واستعمال الطيف قدراً هائلاً من البيانات، بدءاً بالخصائص التقنية ومواقع جميع المرسلات والمستقبلات العاملة في مجال التردد والمنطقة الجغرافية المعنية. وينطوي ذلك على ضرورة وجود قواعد بيانات مفصلة ومستحدثة

لأغراض إدارة التردد. إضافة إلى ذلك، هناك ضرورة لتوفير معلومات ونماذج أخرى مثل نماذج الإشارات ونماذج نسبة الإشارة إلى التداخل من أجل النظام المرجعي وللأنظمة العاملة في النطاق المعني على السواء. وأخيراً، هناك ضرورة لنماذج انتشار واقعية لحساب خسارة المسير للإشارات المطلوبة والإشارات غير المطلوبة. وقد تكون هناك ضرورة لقاعدة بيانات للأرض ويتوقف ذلك على الدقة اللازمة في نموذج الانتشار. وتكون هذه البيانات ضرورية أياً كانت المنطقة الجغرافية المختارة لإجراء هذه الحسابات.

الحساب الإجمالي

يمكن إجراء حسابات استعمال الطيف لزوج واحد مكون من مرسل ومستقبل، ومن أجل نظام كامل مؤلف من مرسلات ومستقبلات عديدة، أو من أجل نطاق تردد كامل في منطقة معتدلة المساحة (منطقة حضرية شاسعة مثلاً). وإذا وقع الاختيار على منطقة أصغر مما ينبغي لإجراء التحليل، فقد تعاني النتائج من تأثيرات شديدة ناتجة عن "آثار الحافة"، ومن الاحتمال الكبير من كونها غير تمثيلية إحصائياً لمنطقة أوسع. وعلى نقيض ذلك، إذا وقع الاختيار على منطقة شاسعة، قد يبلغ مقدار وقت الحاسوب وحجم قاعدة البيانات اللازمة حداً مفرطاً بحيث يتعذر معه إجراء التحليل بطريقة عملية. وأياً كانت المنطقة المختارة، من المهم إجراء افتراضات واقعية فيما يتعلق بالنماذج المرجعية المختارة وإيلاء الاهتمام إلى مجالات الإرسال ومجالات الاستقبال.

وتعريف استعمال الطيف، على النحو الوارد هنا، هو عدد وحيد يمثل مقدار حيز الطيف المستعمل في كامل المنطقة المعنية. والإجمالي ناتج عن مجموع الإجابات الممثلة لعدد من النقاط في الشبكة، وقد يكون مفيداً في رسم خرائط كفافية أو مخططات التوزيع التراكمي التي تبين النتائج الوسيطة. وقد تشمل أمثلة هذه النتائج النسبة المئوية للترددات المستعملة (المحظورة) أو غير المستعملة (المتيسرة للنظام المرجعي) في كل موقع على الشبكة. وقد تكون هذه الرسوم للنتائج الوسيطة مفيدة في فهم أي المناطق الجغرافية وأي أجزاء نطاق التردد تعتبر مزدحمة، بحيث يمكن إيلاء اهتمام خاص إلى حل المشاكل في هذه المناطق. ويمكن أن يقود استعمال أنماط أخرى من الخدمات إلى تحديد نتائج وسيطة خاصة ينبغي توفيرها للحصول على توضيحات خاصة بشأن استعمال نطاق التردد المعني.

3.8 الطريقة الثانية لحساب استعمال الطيف

من الممكن أيضاً تقييم استعمال الطيف بوسائل أخرى تستند أساساً إلى توسيع منطقي للنهج الوارد في التوصية ITU-R SM.1599. وهذه الطريقة تستند إلى إجراء خاص لإعادة تصميم ترددات المحطات الراديوية العاملة [Kovtunova *et al.*, 1999] وتنطوي على مؤشر استعمال الطيف الناتج عن المعادلة التالية، $Z = \Delta F/\Delta F_0$، حيث ΔF هو نطاق التردد الأدنى اللازم للسماح بتشغيل المرافق التشغيلية قيد البحث، وΔF_0 هو نطاق التردد الجاري تحليله، الذي تكون فيه الترددات العاملة فعلاً للمحطات الراديوية المشغلة. وتستند الحسابات إلى تحديد قيمة ΔF عن طريق حل مشكلة "البائع المتنقل" باستعمال طريقة "أقرب جار". واستعمال التردد الأمثل (أو شبه الأمثل) لإعادة تصميم الخوارزمية يؤدي إلى تخفيض حد استعمال الطيف. وللحصول على القيم الفعلية، تحدد قيمة ΔF بإجراء منفصل لاختيار خوارزمية إعادة تصميم التردد من أجل بيانات تخصيص التردد الواردة في السجل الوطني للترددات [Zolotov *et al.*, 2001]. وميزة هذه الطريقة هي أنها تسمح بمقارنة نطاقات التردد المختلفة، حتى وإن كانت تستعملها محطات راديوية تابعة لخدمات مختلفة دون أن يتطلب ذلك أي موارد معيارية محددة.

4.8 تقييم الاستعمال الاقتصادي للطيف

العامل الاقتصادي من العوامل الهامة في الاستعمال الفعال للطيف. وبغض النظر عن الخصائص التقنية للمحطات الراديوية، يحدد الاستعمال الاقتصادي للطيف في المقام الأول بدرجة تطابق الطريقة المستعملة من قبل سلطة التخطيط (أو التنسيق) في تخصيص الترددات للأنظمة العاملة مع الطريقة المثلى (أو شبه المثلى). وهكذا من الممكن تحديد ما إذا كان الطيف يستعمل بطريقة اقتصادية (أو كفاءة تخصيص الترددات المطبقة) انطلاقاً من العلاقة $\eta = Z_{opt}/Z_{real}$، حيث Z_{opt} هو عامل استعمال الطيف للأنظمة العاملة الذي يمكن الحصول عليه إذا كانت الترددات المخصصة لهذه الأنظمة متفقة من الخوارزمية المثلى (أو شبه المثلى) وZ_{real} هو عامل استعمال الطيف مع مراعاة تخصيصات التردد الفعلية. ويمكن حساب قيم Z_{opt} وZ_{real} وفقاً للطريقة الأولى (البند 2.8 من التوصية ITU-R SM.1599) أو وفقاً للطريقة الثانية (البند 3.8).

5.8 التطبيقات

هناك عدة وسائل تستطيع الإدارات بموجبها إجراء قياسات لاستعمال الطيف [Haines, 1989]. وهي تشمل:

- خرائط لاستعمال الطيف تستطيع تبيان مناطق ازدحام الطيف، حيث تعتبر المعايير التقييدية والتنسيق المكثف ضروريان لتأمين الاستعمال الفعّال للطيف؛
- مقارنات كمية لكثافة استعمال النطاقات المختلفة في كل منطقة جغرافية، يمكن أن تسهل تخطيط الطيف لتخصيص خدمات معينة؛
- حسابات دورية لاستعمال الطيف في كل نطاق للكشف عن الاتجاهات التي يمكن استعمالها من أجل التخطيط الاستراتيجي.

6.8 استعمال الطيف في الأنظمة الساتلية

يمكن الاطلاع على المناقشات بشأن استعمال المورد المداري–الطيفي في البند 3.2 من كتيب قطاع الاتصالات الراديوية بشأن الاتصالات الساتلية (الخدمة الساتلية الثابتة)، جنيف، 2002.

7.8 قياس كفاءة استعمال الطيف

تعرّف كفاءة استعمال الطيف بأنها نسبة المعلومات المنقولة إلى مقدار الطيف المستعمل:

$$SUE = M/U = M/(B \times S \times T) \quad (2\text{-}8)$$

حيث:

M: مقدار المعلومات المنقولة

U: مقدار استعمال الطيف (انظر المعادلة (8-1)).

وكفاءة استعمال الطيف هو قياس تقني لمدى الكفاءة التي يستعمل بها الطيف. وصيغة كفاءة استعمال الطيف صيغة عامة تستند إلى مفاهيم يجب أن تكملها العديد من التفاصيل قبل التمكن من تطبيقها على مشكلة محددة.

وبالنسبة لبعض الأنظمة يمكن إجراء تقدير كمي لمقدار المعلومات المنقولة، M، بمعدل baud أو بوحدات megabytes/s. وهذه العملية ليست بسيطة، حيث من الصعب تمييز معدل المعلومات في قناة تماثلية في حالة رادار أو في حالة استعمال نظام احتياطي للإنذار بالفيضانات مثلاً. وهل يرسل غياب طائرة من شاشة رادار نفس الكمية من المعلومات عندما تكون الطائرة ظاهرة على الشاشة؟ ما هي كمية المعلومات التي يرسلها نظام للإنذار بالفيضانات عندما لا يكون هنالك من فيضان؟ تبين هذه الأسئلة مدى صعوبة إسناد قيمة عددية لكمية المعلومات المنقولة.

ووفقاً لمبادئ نظرية المعلومات [Gallager, 1968]، تحدد قدرة الاتصالات C_0، (أو كمية المعلومات المنقولة) لقناة اتصال يستقبل عليها المشترك أو المستمع الاتصال المطلوب بالعلاقة التالية:

$$C_0 = F_0 \ln (1 + p_0) \quad (3a\text{-}8)$$

حيث

F_0: عرض نطاق الاتصال المطلوب

p_0: نسبة الإشارة إلى الضوضاء عند خرج المستقبل.

وإذا كانت نسبة الإشارة إلى الضوضاء عند دخل المستقبل مساوية لنسبة الحماية، p_s، وكان عرض نطاق قناة الاتصال التي ترسل عبرها الإشارات مساوية للقيمة F_m، تكون قدرة الاتصالات (C_p) وفقاً للتوصية ITU-R SM.1046 هي:

$$C_p = F_m \ln (1 + p_s) \quad (3b\text{-}8)$$

وثمة إجراء آخر قد يكون أسهل وهو التعبير عن القدرة بعدد وحدات الحركة مثل Erlang، للقنوات التماثلية، أو قنوات الرادار لكل وحدة طيف مستعملة.

ويختلف قياس كفاءة استعمال الطيف باختلاف أنماط الأنظمة والخدمات. وعلى سبيل المثال، لحيز الطيف S في المعادلة (8-1) دلالات شديدة الاختلاف في نظام من نقطة إلى نقطة، ولنظام ساتلي ولنظام متنقل للأرض. ومقارنة مختلف كفاءة استعمال الطيف (SUE) لا مغزى له حيث يختلف الإطار المرجعي. ومن الممكن تكييف المعادلة (8-1) بحيث يمكن تطبيقها على هذا النظام أو ذاك، وبهذه الطريقة يمكن استعمالها لإجراء مقارنة ضمن نفس نمط النظام.

1.7.8 مثال لحسابات كفاءة استعمال الطيف

1.1.7.8 أنظمة الاتصالات الراديوية الخلوية والبيكوخلوية

بمقدور الأنظمة الراديوية الخلوية ذات الخلايا الأصغر أن تنقل كمية أكبر من الحركة عموماً. وفي بداية الثمانينات، أدخل مفهوم الأنظمة الخلوية الصغرية بخلايا يبلغ قطرها كيلومتراً واحداً أو أقل. ولهذه الأنظمة قدرة أكبر على نقل الحركة وتستعمل لنقل الاتصالات الشخصية في المناطق الحضرية.

وهنالك أيضاً متطلبات للاتصالات الشخصية داخل المباني. ونظراً لمجال التغطية الأصغر والمتطلبات الأقل على القدرة، يمكن للأنظمة داخل المباني أن تكون أصغر حجماً من الأنظمة الخلوية الصغرية. ويمكن أن يبلغ حجم خلايا هذه الأنظمة عشرات الأمتار من حيث القطر ويمكن أن توفر قدرة أكبر بكثير من الأنظمة الراديوية الخلوية.

واستناداً إلى المعادلة (8-1)، يمكن التعبير عن كفاءة استعمال الطيف في نظام راديوي خلوي أو في نظام راديوي بيكوخلوي من حيث عرض النطاق بوحدة Erlang والمساحة [Hatfield, 1977]:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{كمية المعلومات المنقولة (E)}}{\text{عرض النطاق (Hz)} \times \text{المساحة (m}^2\text{)}} \quad (4\text{-}8)$$

حيث تمثل كمية المعلومات المنقولة الحركة الكلية المحمولة بواسطة النظام، وعرض النطاق هو الكمية الكلية من الطيف المستعمل والمجال هو مجال الخدمة الكامل للنظام.

ووحدة كمية الحركة M هي 'Erl' بالنسبة لأنظمة تبديل الدارة (CS)، حسبما استخدمت في الصيغة أعلاه. بيد أن أنظمة الاتصالات اللاسلكية تتطور الآن إلى أنظمة تبديل الرزم (PS) المحضة. وتعتمد أنظمة الجيل الثاني 2G بشكل رئيسي على تبديل الدارة، بينما تُعتمد أنظمة تبديل الرزم إلى حد كبير في أنظمة الجيل الثالث 3G لخدمة البيانات. وستكون طفرة أنظمة 4G بتبديل الرزم محضاً، ولعل أنظمة 5G التالية تلتزم هذه الميزة من أنظمة 4G. والوحدة 'Erl' مناسبة لأنظمة تبديل الدارة، ولكن هذا ينطوي على خطأ كبير في قياس كمية الحركة في ميدان تبديل الرزم. وتعتمد وحدة 'Erl'على افتراض أن يتم نقل جميع البيانات بمعدل ثابت في كل قناة، بحيث يمكن حساب كمية الحركة الإجمالية عن طريق حساب عدد القنوات المستخدمة. ولكن من أجل الإرسال في ميدان تبديل الرزم، يتم تنظيم البيانات التي يتعين إرسالها بمعدل متفاوت، كما يتفاوت أيضاً المورد اللاسلكي المستخدم لكل نوع من خدمة البيانات. وهكذا فإن وحدة 'Erl' ليست مناسبة لتسجيل كمية الحركة في الوقت الحاضر.

أما 'البتة' (bit، بحروف صغيرة دوماً) فهي الوحدة الأساسية لشبكات الحاسوب، وتستخدم هذه الوحدة نفسها على نطاق واسع في أنظمة الاتصالات اللاسلكية لتسجيل كمية البيانات. وهكذا يفضل استخدام 'البتة' بدلاً من 'Erl' في الصيغة السابقة. ومن ثم ينبغي أن تكون الصيغة كما يلي:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{معدل إرسال المعلومات (bit/s)}}{\text{عرض النطاق (Hz)} \times \text{المساحة (m}^2\text{)}} \quad (5\text{-}8)$$

ويمكن تطبيق هذه الاعتبارات في نظام خلوي بحيث يؤخذ في الحسبان الطلب على التردد وإعادة استعمال التردد والخبو وغير ذلك من الشروط الهامة. ويوضح ما يلي المنهجية والمعلمات التي ينبغي أخذها في الاعتبار لتحديد الطلب على الطيف.

ومن المفترض أن شبكة مستوية خلوية تتطلب تغطية دون ثغرات. ويمكن ملاحظة ذلك في المعادلتين (8-6) و(8-7):

$$\text{حجم التجمع} = \text{عامل إعادة استعمال التردد} \quad (6\text{-}8)$$

وبالنسبة لشبكة مستوية:

$$\text{عدد القنوات المطلوب لكل محطة قاعدة} = \frac{\text{مجموع عدد قنوات الشبكة الراديوية}}{\text{حجم التجمع}} \quad (7\text{-}8)$$

وبافتراض أن عامل إعادة استعمال التردد هو X يصبح حجم التجمع Y.

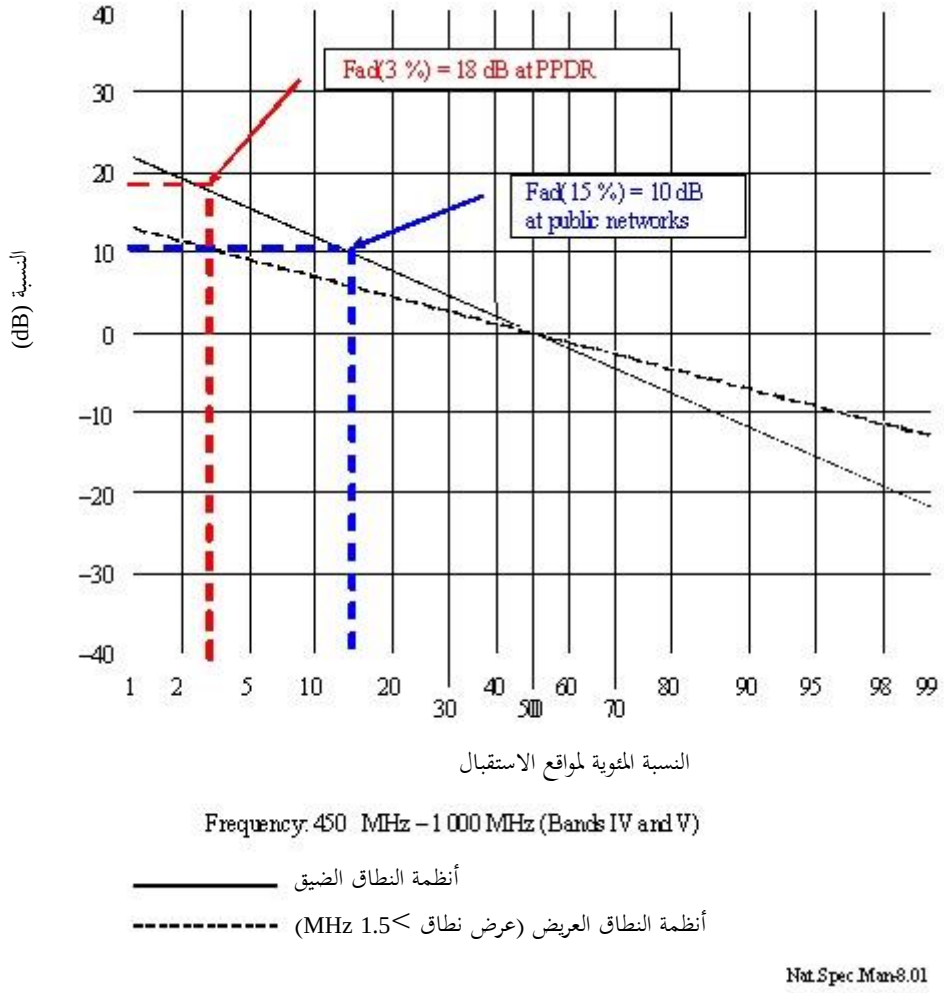
وهناك حاجة إلى هوامش من أجل سيناريوهات الاستخدام عالي الكثافة والاستخدام المتنقل للغاية (المزيد من عمليات التسليم) والتنسيق عبر الحدود.

ويتوقف عامل إعادة استعمال التردد بشكل رئيسي على النسبة المئوية لمواقع الاستقبال. وهذا يتطلب في حد ذاته تغطية احتمال محددة. وهذا يعني أنه يتعين التحقق من قياس مستوى التغطية في كل فاصل موقع ذي قطر محدد بقيمة احتمال نسبة مئوية محددة على الأقل. وعلى سبيل المثال يمكن استخدام قيمة 97% في تخطيط شبكة راديوية خلوية.

ومن أجل تقييم هذه القيم، استخدمت التوصية ITU-R P.370-7 السابقة، كما هو مبين في الشكل 1.8 (وبما أن التوصية ITU-R P.370-7 قد ألغيت، فإن التقييمات الجديدة يمكنها أيضاً استخدام التوصية ITU-R P.1546).

الشكل 1.8

نسبة شدة المجال (dB) من أجل نسبة مئوية معينة في مواقع الاستقبال إلى شدة المجال من أجل 50% من مواقع الاستقبال



إن قيمة الاحتمال بنسبة 97% تساوي قيمة 3% خبو. ويترتب على ذلك ضرورة توفر متوسط هامش إضافي قدره 18 dB. ويتضمن الشكل 1.8 أعلاه مثالين لشبكات خلوية متنقلة عمومية عادية ولشبكات خلوية أكثر متانة، كتلك المستخدمة في الحماية العامة والإغاثة في حالة الكوارث (PPDR). وبأخذ هذا الهامش بعين الاعتبار، تفترض المعادلات التالية:

علاقة الخبو وعامل إعادة استعمال التردد وفقدان البيانات:

$$F = c - \gamma \cdot \log(d) \quad (8\text{-}8)$$

حساب قوة الإشارة الواردة تبعاً للمسافة ووفقاً للتوهين لكل عشرية في الرسم البياني للاتحاد:

$$F_{car} - F_{Int} = c/i_{PPDR\text{-}System} + \sum Fad_{(x\%)} = \gamma \cdot \log\left(\frac{d_{Int}}{d_{car}}\right) = \gamma \cdot \log(\text{Frequency reuse factor}) \quad (9\text{-}8)$$

ويعطى عامل إعادة استعمال التردد بالعلاقة:

$$\frac{c/i_{PPDR\text{-}System} + \sum Fad_{(x\%)}}{\gamma}$$

عامل إعادة استعمال التردد = 10 (10-8)

$$\sum Fad_{(x\%)} = Fad_{(x\%)car} \text{ und } Fad_{(x\%)Int} = Fad_{(x\%)user/interferer} \cdot \sqrt{2} \quad (11\text{-}8)$$

حيث:

F = شدة المجال

F_{car} = شدة مجال الموجة الحاملة المطلوبة

F_{Int} = شدة مجال الإشارة المتداخلة

c = ثابت، يشمل بيانات المحطة القاعدة مثل قدرة الإرسال وخصائص الهوائي

γ = معامل الانتشار (مرجع منحنيات الاتحاد للموجات UHF، حوالي 50 dB/عشرية مسافة؛ حتى قيم 35 dB/عشرية مسافة الحسابات أدناه تستخدم 50 dB/عشرية)

d = المسافة

Fad(%x) = الخبو (بوحدة dB)؛ هنالك علاقة باحتمال الموقع وبالتالي فقدان البيانات، معبراً عنها كنسبة مئوية

ΣFad = الخبو؛ أحداث خبو منفردة للإشارات المطلوبة وغير المطلوبة

c/I cellular system = معايير حماية NB/WB/BB 9 =dB (مثال).

بالنسبة للتطبيقات الخلوية المتينة، احتمال تغطية محدد بنسبة 95%، أي ما يعادل 5% خبو.

ووفقاً للصيغ الواردة أعلاه، يمكن حساب عامل إعادة استعمال التردد:

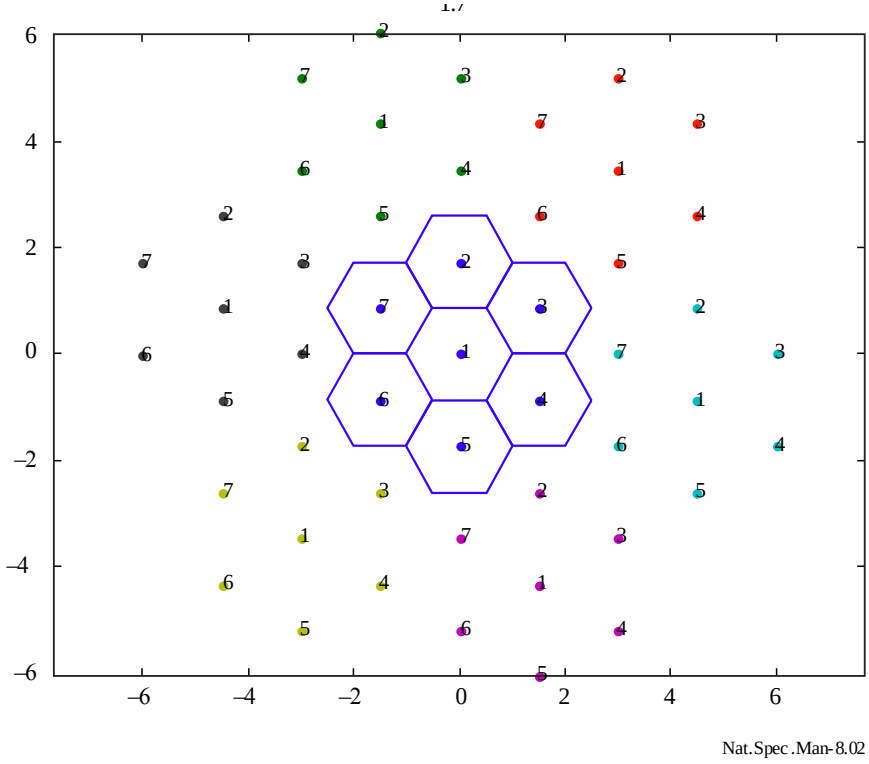
مثال الحالة 1: C/I = 9 dB؛ خبو 2% أي ما يساوي 19 dB، γ = 50 dB، يكون احتساب عامل إعادة استعمال التردد 5.24.

ويمكن استخدام SEAMCAT (أداة التحليل مونت كارلو، انظر التقرير ITU-R SM.2028-1 – عرض طريقة مونت كارلو للمحاكاة لاستعمالها في دراسات التقاسم والمواءمة بين الخدمات والأنظمة الراديوية المختلفة، والتوصية ITU-R M.1634 – الحماية من التداخل في أنظمة الخدمة المتنقلة للأرض التي تستخدم طريقة المحاكاة مونت كارلو وتطبيق تقاسم التردد) و/أو حسابات خسارة الاقتران الدنيا (MCL) لحساب احتمال التداخل في نفس القناة بمثابة دالّة لإعادة استعمال التردد.

ويوضح الشكل 2.8 نمطاً أساسياً لإعادة الاستعمال باستخدام سبعة أزواج تردد. وكل من الخلايا في الوسط (داخل مسدس الأضلاع) تستخدم تردداً مختلفاً. ثم يتم إعادة استعمال نفس التردد في "التجمعات" المجاورة، بحيث تستعمل كل الخلايا التي تحمل نفس الرقم نفس التردد.

الشكل 2.8

التجمع



والتجميع كما هو مبين أعلاه هو الحال عادة بالنسبة لشبكة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM). ويَستخدم نظام النطاق العريض، مثل النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) ونظام الاتصالات المتنقلة العالمية (UMTS) والتطور الطويل الأجل (LTE)، بصفة عامة إعادة استعمال تردد بقيمة 1.

وثمة نهج بديل لخسارة الاقتران الدنيا "MCL" لحساب إعادة الاستعمال يمكن استخدامه استناداً إلى الصيغة التالية لإعادة استعمال أي تكنولوجيا:

$$N_R = 1/3\ [M\ K\ A\ (C/I)_T]^{2/\alpha} \qquad (12\text{-}8)$$

حيث:

M: هامش الخبو البطيء

K: عامل "الهندسة"

A: حمولة النظام أو نشاطه

α: أس من نموذج Hata

$(C/I)_T$: نسبة التداخل الدينامية المطلوبة في نفس القناة.

وطريقة خسارة الاقتران الدنيا (MCL) سريعة ولكن يبدو أنها تعتمد اعتماداً كبيراً على معلمات الدخل. إذ يصعب بصفة خاصة تحديد الهامش M.

وتستند اعتبارات كفاءة الطيف القائمة على هذه الطريقة إلى مقارنة نتائج عدم الوصول (NR) نسبة إلى معدل بتات لكل فاصلة سداسية (Hs) وعدد الترددات المستخدمة.

ويمكن أن تستخدم هذه الطريقة بمثابة تقييم سريع ولكن ينبغي التحقق من صحة اختيار المعلمة إزاء التجربة على "صعيد الواقع".

2.1.7.8 الأنظمة الإذاعية وأنظمة الاتصالات المتنقلة البرية

متغير المتجه هو دليل مفيد لكفاءة استعمال هذه الأنظمة للطيف:

$$\vec{E} = f(UEF,\ Z)$$

حيث:

UEF: عامل يعطي قياساً "للأثر المفيد" ينجم عن استعمال الطيف من قِبل الأنظمة المعنية

Z: يدل على استعمال الطيف اللازم للحصول على هذا الأثر المفيد.

ويرد وصف لتكوين هذين العاملين للأنظمة المعنية في [Pastukh *et.al.*, 2002].

أنظمة الإذاعة الصوتية والتلفزيونية

يمكن أن يؤخذ عامل "الأثر المفيد" باعتباره العدد المتوسط للقنوات الإذاعية أو التلفزيونية التي يمكن أن يستقبلها المستعمل الفرد، k_{mean}. وبالنسبة لمنطقة جغرافية مكونة من I من مكونات المنطقة الأولية، يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية:

$$UEF = k_{mean} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{I} n_i k_i$$

حيث:

n_i: عدد المستعملين الأفراد في عنصر المنطقة ذات الترتيب i

k_i: عدد القنوات الإذاعية والتلفزيونية التي يمكن استقبالها في عنصر المنطقة ذات الترتيب i

N: العدد الكلي لفرادى المستعملين في المنطقة الجغرافية المعنية.

أنظمة الاتصالات المتنقلة البرية

تكمن فائدة نظام اتصالات متنقل في واقع أنه يوفر إمكانية الاتصالات للمستعملين بواسطة الراديو مع مستعملين آخرين أياً كان موقعهم داخل المنطقة الجغرافية. ويمكن حساب الأثر المفيد باستعمال العلاقة التالية:

$$UEF = \left(\frac{N_{sub}}{N}\right)\left(\frac{S_{serv}}{S}\right)$$

حيث:

N وS: عدد فرادى المستعملين الذين يعيشون داخل المنطقة الجغرافية المعنية ومساحة هذه المنطقة الجغرافية على التوالي

N_{sub}: عدد المستعملين (المشتركين) في أنظمة الاتصالات المتنقلة

S_{serv}: منطقة الخدمة التي تغطيها هذه الأنظمة.

وثمة معلومات إضافية بشأن تطبيق هذا النهج على الأنظمة الإذاعية وعلى الأنظمة المتنقلة البرية في المرجع [Pastukh *et.al.*, 2002].

2.7.8 دليل نوعية الطيف (SQI) (استعمال الطيف نسبة إلى الطلب)

يمكن أيضاً حساب كفاءة استعمال الطيف استناداً إلى الانشغال الفعلي للقناة أو الحركة الفعلية التي يسيرها النظام. ونحصل بذلك على قياس مباشر لكمية المعلومات المنقولة. ويوفر دليل نوعية الطيف قياساً لكفاءة استعمال الطيف في نظام راديوي أو خدمة راديوية لنطاق تردد معين في منطقة معينة، وذلك بأخذ الطيف المشغول وقيمة الطيف والطيف المحظور في الاعتبار.

1.2.7.8 قياس نوعية الطيف

العامل Γ لقيمة الطيف

يكون الطلب على الطيف الراديوي، في إطار خدمة محددة، غير موزع بطريقة متساوية في ذات المنطقة الجغرافية. وعلى سبيل المثال، يتركز الطلب في الخدمة المتنقلة البرية في المناطق الحضرية وتبلغ ذروة الطلب في قلب المناطق الحضرية. وبالتالي، يكون الطيف أكثر قيمة في مناطق الطلب المرتفع عنه في المناطق التي ينخفض فيها الطلب عليه. وليس للطيف قيمة في المناطق التي لا يوجد فيها طلب عليه. ورفض النفاذ إلى الطيف يثير مشكلة حرجة في المناطق التي يزداد فيها الطلب عليه أكثر مما هو الحال في المناطق غير المأهولة بالسكان.

وقد يتعذر معرفة الطلب الفعلي على بعض أنواع الطيف في المناطق الحضرية. فالخدمة التي ستقدم جزءاً من الطيف المعني لن تكون موضع طلب للحصول على ترخيص لأن المستعمل المحتمل يعرف تماماً أن النطاق مشبع، أو بسبب التقييدات التنظيمية. غير أنه يمكن أن يؤخذ كتقريب أولي لعدد وحدات الطيف المشغول بالنسبة إلى الطلب النسبي في منطقة ما.

ولتفهم العامل Γ لقيمة الطيف، تؤخذ في الاعتبار منطقة جغرافية حجمها V. وتقسم V إلى مكعبات متساوية الأبعاد. ويختلف الطلب في كل مكعب ويمثل بعدد وحدات الطيف المشغولة في كل مكعب (ناتج عرض النطاق والحيز والوقت). وكلما زاد الطلب في مكعب ما، ارتفع عامل قيمة الطيف. ويمكن تمثيل هذه القيمة رياضياً بالوحدة Γ، وتتراوح قيمتها العددية ما بين 0,0 و1,0، ويشير العدد الأكبر إلى قيمة الطيف الأكثر ارتفاعاً. ومن الناحية الرياضية، يتناسب العامل $\Gamma(n)$ لقيمة الطيف مباشرة مع عدد وحدات الطيف $\beta_t(n)$ المطلوبة في المكعب. وبناء عليه:

$$\Gamma(n) = \beta_t(n) / \beta_{total}$$

حيث:

β_{total}: إجمالي الطلبات في الحجم V.

دليل نوعية الطيف (SQI)

يطبق دليل نوعية الطيف كمقياس نسبي لمقارنة الكفاءة في استعمال الطيف لنفس الخدمة. وبالتالي نحصل عليه بالعلاقة التالية:

$$\text{SQI} = \frac{\text{إجمالي الطيف المشغول المرجح}}{\text{إجمالي الطيف (المشغول + المحظور) المرجح}} \quad \text{أو}$$

$$\text{SQI} = \frac{\Sigma\, \Gamma(n)\, \beta_t(n)}{\Sigma \Gamma(n) \{\beta_t(n) + D_t(n)\}} \tag{13-8}$$

حيث $D_t(n)$ هو عدد وحدات الطيف المحظورة في المكعب، n، إضافة إلى تلك المستعملة للاتصالات. $D_t(n)$ يطلق عليها "الطيف المحظور".

وبناء على ذلك، فإن إدراج العامل Γ لقيمة الطيف في حساب الدليل SQI يعكس التوزيع النسبي للطلب على استعمال الطيف في المنطقة المعنية. ولذلك يمكن أن يوفر هذا النموذج دليلاً على مدى كفاءة إدارة الطيف لاستيفاء الطلب وسيكون مفيداً في تقييم استعمال الطيف.

تطبيقات SQI

يمكن استعمال الدليل SQI لقياسات مطلقة أو مقارنة في مجال محدد وضمن خدمة محددة. ويمكن استعمال القياسات المطلقة عندما تكون جميع معلمات النظام معروفة.

ويمكن المقارنة بوساطة قياسات أو مخططات أو تقنيات مختلفة، مثل تحديد الطيف بالنسبة إلى FDMA/FM أو التشكيل الرقمي بالنسبة للتشكيل التماثلي، لخدمة معينة. ولا يمكن استعمال الدليل SQI لمقارنة تقنية مستعملة في إدارات مختلفة لأن النماذج قد تختلف في الخدمتين.

وهنالك عدد من العوامل التي يمكن أن تؤثر على نوعية الطيف مثل:

- خصائص الانتشار؛
- توزيع الطلب؛
- التكنولوجيا المتيسرة؛
- متطلبات الأداء (صنف الخدمة).

8.8 كفاءة الطيف في النطاقات المتقاسمة (في الأجهزة القصيرة المدى)

تتسم الاعتبارات التالية بأهمية خاصة في سياق الأجهزة القصيرة المدى (SRD) التي تتقاسم الترددات مع تطبيقات الخدمات الراديوية الموزعة، بينما تستخدم تطبيقات الأجهزة القصيرة المدى دوماً على أساس عدم الحماية. أولاً، لا بد من التمييز بين شغل الطيف وكفاءة الطيف. وتأتي قيمة استخدام جزء معين من الطيف من المنفعة التي يوفرها للمستعملين، وهي ليست بالضرورة على غرار حركة البيانات. وينبغي التمييز بين مفهوم كفاءة الطيف المطلقة (SAE) في نظام واحد، التي تقوم على البيانات الخام المرسلة، وكفاءة مجموعة الطيف (GSE)، التي هي أقرب إلى المنفعة الأوسع أو الخدمة المقدمة. ويمكن تعريف كفاءات الطيف من حيث مجموعة الطيف في بيئة تشتمل على أجهزة ذات طبيعة مختلفة ومتشابهة.

وباتباع النهج الموصوف في التوصية ITU-R SM.1046-2، يعرّف استخدام الطيف بوصفه جِداء عرض نطاق التردد والحيز الهندسي (الجغرافي) والوقت الذي يحرم منه المستعملون المحتملون الآخرون:

$$U = B \cdot S \cdot T$$

حيث:

B : عرض نطاق التردد

S : الحيز الهندسي (مساحة عادة)

T : الوقت.

وجدير بالملاحظة أن T لا تساوي زمن الإرسال من الجهاز وإنما تساوي القيود الزمنية التي يفرضها جهاز ما على جميع المستعملين الآخرين. وثمة حجج مماثلة تصح بالنسبة لعرض نطاق التردد وعوامل المساحة الهندسية. وبما أن جميع أساليب التخفيف تحد واحدة أو أكثر من المعلمات الثلاث B أو S أو T للسماح للآخرين باستعمال الطيف، فإنه يمكن اعتبار أسلوب التخفيف بمثابة أسلوب الحد من استعمال الطيف.

وقد يكون أسلوب التخفيف هذا بدائياً، فهو ببساطة يقيد استعمال الطيف بمقدار ثابت وبطريقة ثابتة. ويمكن أن يكون أيضاً أكثر تطوراً وأن يتضمن شكلاً من أشكال التحسس، بأن يفضي إلى نوع من "السلوك الاجتماعي" الدينامي، غالباً ما يشار إليه باسم بروتوكول مجاملة.

وعندما يُفرض نظام أكثر تعقيداً من التحسس والسلوك الاجتماعي على مجموعة من الأجهزة، يمكن أن يطلق على أسلوب التخفيف هذا تسمية "آلية النفاذ إلى الطيف"، وينبغي عدم خلطها مع "أسلوب النفاذ إلى الطيف" الذي يقتصر على وصف سلوك جهاز بعينه. ويمكن أن يشمل السلوك الاجتماعي تغييرات دينامية في التردد الاسمي أو القدرة أو التوقيت، أو في المقدار المستخدم من حيز التردد أو الحيز الهندسي أو الحيز الزمني.

مثال ذلك أن أسلوب 'الاستماع قبل الإرسال' (LBT) يعدّل موقع الارسال من حيث الزمن بدلاً من إيقافه؛ أما أسلوب مرونة التردد التكيفية (AFA) فإنه يعدّل موقع الارسال من حيث التردد بدلاً من إيقافه.

وعند إسقاط هذا المفهوم على تعريف كفاءة استعمال الطيف (SUE) معبراً عنه بالمعيار التالي المعقد:

$$SUE = \{M, U\} = \{M, B \cdot S \cdot T\}$$

حيث:

M: تأثير مفيد يتم الحصول عليه بمساعدة نظام الاتصالات المعني (ويتوقف تعريف هذا التأثير المفيد على المستعمل أو الهيئة التنظيمية أو الشركة المصنعة)

U: عامل استعمال الطيف لهذا النظام.

ويمكن أن نخلص، من التجربة أيضاً، إلى أن بعض أساليب النفاذ إلى الطيف أو التخفيف هي بطبيعتها "غير كفؤة" لأنها تحد من استخدام الطيف بينما لا يزال الطيف غير المستخدم متاحاً والأساليب الأخرى ليست كذلك لأنها تسمح باستخدام كل الطيف غير المستخدم المتاح. ولا بد من الإشارة إلى أنه قد يكون هناك أسباب مشروعة للقيام بذلك، ولكنها لا تؤثر على عملية الحساب في حد ذاتها. وفضلاً عن ذلك ليس الغرض هو تصنيف بعض الأساليب بوصفها أفضل من غيرها.

وبالنظر إلى هذه الصيغ الأساسية قد يتولد الانطباع، بالنسبة لنظام معين، أن كل المعلمات في صيغة الاستخدام قابلة للتبادل. وليس هذا هو الحال دوماً، فالعلاقة بين B وS وT ليست خطية دوماً، وحتى لو كانت المعلمات قابلة للتبادل هنالك حدود أخرى ناجمة، مثلاً، عن معلمات الاستقبال المادية.

ومع ذلك، فإن نهجاً من هذا القبيل يوفر بيئة أكثر مرونة لنشر الأجهزة القصيرة المدى (SRD) من النهج الحالي لإعطاء كل تطبيق حيز التردد المحجوز الخاص به.

وتشير التوصية ITU-R SM.1046-2 إلى أن هذه الحسابات لقيم العامل U والكفاءة SUE ينبغي ألا تستخدم سوى لمقارنة أنظمة متشابهة. وهذا يجعل من الصعب تطبيق هذا المفهوم مباشرة على نطاقات الأجهزة SRD، حيث تتقاسم مجموعة شتى من التطبيقات المختلفة نفس الطيف. ومن شأن الاتجاه نحو حياد التطبيق في لوائح الطيف (لتشجيع الابتكارات مثلاً) أن يزيد من صعوبة تطبيق الإجراءات الواردة في التوصية ITU-R SM.1046-2. وقد بحث المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) في هذه التحديات في تقرير لجنة الاتصالات الأوروبية ECC 181 في عام 2012.

1.8.8 ملاحظات وتعاريف قائمة على النهج العام الموصوف في التوصية ITU-R SM.1046-2

يمكن وصف كفاءة الطيف بأساليب مختلفة ولكن الإجماع العام هو أن كفاءة أي نظام مرهون بإرسال بعض المعلومات المفيدة. وقد تكون طبيعة هذه المعلومات متنوعة جداً. فمرسل الوقت أو التردد لا يرسل سوى التعريف بهويته على فترات منتظمة والمرسل الإذاعي الصوتي يرسل معلومات طوال 100% من الوقت، ولكن يمكن اعتبار كليهما كفؤاً من حيث استعمال الطيف. وبالنسبة للأجهزة القصيرة المدى التي تعمل عادة ضمن مجموعة يكون الوضع أكثر تعقيداً. وتستند تعاريف حالة كفاءة الطيف التالية إلى سيناريوهات شائعة مختلفة يمكن استبانتها.

الكفاءة المطلقة لنظام وحيد (SAE)

وهي كفاءة نظام وحيد في الفضاء الحر في ظل ظروف مثالية:

الكفاءة المطلقة للنظام (*SAE*) =كفاءة استعمال الطيف (*SUE*)

ومن الصعب قياس هذه الكفاءة لأنها تتوقف على الإدراك/التعريف من منظور شخص أو مستعمل أو شركة مصنعة. ومتطلبات التطبيق تملي استخدام الطيف بالنسبة لكمية المعلومات المفيدة التي يتعين إرسالها. فالإطناب أو الكمون المنخفض مطلوب للتطبيقات الحرجة من حيث السلامة مما يعني أنه يتعين على التطبيق استخدام الطيف أكثر من اللازم أو يتعين عليه فرض قيود على المستعملين الآخرين. ويمكن القول بأن كلا السيناريوهين كفء من حيث استعمال الطيف بالنسبة لذلك التطبيق بعينه وفي تصور ذلك المستعمل/التطبيق المعين، ولكن ليس هذا هو الحال بالضرورة بالنسبة لأجهزة/تطبيقات أخرى.

الكفاءة النسبية لنظام وحيد (SRE)

من السهل التعرف على هذا الشكل من الكفاءة بل وقياسه أيضاً:

$$\text{الكفاءة النسبية للنظام } (SRE) = SUE_1/SUE_{ref}$$

مثال ذلك، عندما يرسل مرسلان نفس المعلومات بالضبط إلى نفس عدد المستقبلات بنفس جودة الخدمة باستخدام مخططات تشكيل مختلفة أو عرض نطاق مختلف أو مستويات قدرة مختلفة، فإنه يمكن حساب الكفاءة النسبية باستعمال صيغة استخدام الطيف.

وهذا النوع من حساب الكفاءة والقياس سهل ولكنه ليس مفيداً جداً لأنه يفترض وجود بيئة مثالية نظيفة وخالية من التداخل وليس هذا هو الحال في ظروف تقاسم الطيف ('نطاقات الأجهزة القصيرة المدى').

الكفاءة النسبية لنظام وحيد في مجموعة (SGRE)

هذا الشكل من الكفاءة هو النتيجة المنطقية للشكلين السابقين، ويمكن قياسه عن طريق الأخذ بعين الاعتبار اختلاف بعض المعلمات البيئية:

$$SGRE = SUE_1(condition\ x)/SUE_{ref}\ (condition\ x) \quad \text{في مختلف الأحوال البيئية}$$

وبعض مخططات التشكيل متينة وتستمر في العمل بينما تفشل مخططات أخرى في حال التداخل الكثيف أو أحوال الانتشار السيئة. والنظام الكفء نسبياً من حيث استعمال الطيف يستطيع تحمل التداخل مع الحفاظ على نفس المعايير التشغيلية بينما يفشل النظام غير الكفء نسبياً من حيث استعمال الطيف في ظل ظروف التداخل هذه. ويقع كامل نقاش الأسلوب الرقمي مقابل التماثلي على سبيل المثال ضمن هذه الفئة من الكفاءة.

2.8.8 النهج المعدل في التوصية ITU-R SM.1046-2

كفاءة طيف المجموعة (GSE) أو أنظمة متعددة في مجموعة

يجري حساب هذا النمط من الكفاءة في شكل هجين من الأساليب المذكورة أعلاه. ويتعين تحديد مساهمة أي جهاز بعينه في كامل مجموعة الأجهزة ذات الطبيعة المختلفة. كيف تستجيب الأجهزة الأخرى وكيف يستخدم كامل الطيف عند إضافة جهاز جديد واحد إلى المجموعة. ولا يمكن حساب الكفاءة المطلقة لجهاز واحد أو قياسها بطريقة مجدية، ولكن من الممكن تحليل الاستخدام الفعال للبيئة بأكملها التي يعمل فيها الجهاز لتكوين فكرة عن كفاءة الجهاز. ومما يثير الاهتمام هو أن كلاً من تأثر الجهاز بالتداخل من المجموعة ومساهمته في التداخل في المجموعة يؤخذ في الحسبان.

وبالنسبة لكل جهاز قصير المدى لا أهمية لنوعية المعلومات أو نوعية الخدمة التنظيمية من الناحية التنظيمية، أما نوعية الخدمة في جهاز نموذجي قصير المدى، مع أخذ جميع الأجهزة القصيرة المدى في بيئة معينة في الحسبان، فهي مسألة تستحق النظر.

$$GSE = SUE_{total}/SUE_{total\ after\ adding\ new\ device}$$

ويبدو أن كفاءة طيف المجموعة (GSE) طريقة مثيرة للاهتمام لتحديد وقياس كفاءة الطيف لأن السياسة بشأن الأجهزة القصيرة المدى هي أنه لا يمكن ضمان أداء جهاز بمفرده ولكن قد يكون من الممكن القيام بذلك للجهاز المتوسط أو النموذجي في المجموعة[45]. وهذا يؤدي أيضاً إلى متوسط الكفاءة لتلك المجموعة. ويمكن حساب الكفاءة النسبية للنظام (SRE) لكل الجهاز، ولكن بعد إضافة جهاز جديد إلى المجموعة يمكن أيضاً إعادة حساب الكفاءة GSE لكل جهاز قائم. وتصبح بيئة الأجهزة SRD دينامية، ويمكن إعادة تقييم التقنيات الكفؤة من حيث استعمال الطيف وربما تصبح غير كفؤة بناء على التقدم التكنولوجي. ومن شأن تجميع أو توليف تكنولوجيات أو خطط انتشار معينة أن يؤدي أيضاً إلى كفاءة GSE إجمالية أفضل.

ومع ذلك، من شأن نهج كفاءة GSE أن يتطلب مدخلات من مقاييس النظام الجديد.

ويمكن، من حيث المبدأ، استخدام التقسيم المتساوي لفاصل التردد، من حيث الاستخدام المتوسط. وعلاوة على ذلك يمكن استخدام التقسيم المتساوي لتدفق البيانات الممكن/المتاح في المجموعة كمقياس لسلوك كفاءة اللطيف لتلك المجموعة. وقد يكون من الممكن في الممارسة العملية تحقيق ذلك باختيار المعايير التقنية من مجموعة من التوليفات الممكنة للقدرة وعرض النطاق والتوزيع الجغرافي وتقنيات التخفيف وأساليب النفاذ إلى الطيف.

ورغبة في تحقيق أقصى قدر من كفاءة الطيف، فإنه يتعين تحديد كل معلمة بناء على متطلبات التطبيق الدنيا لكل الأجهزة في المجموعة (تجميع التطبيق) بتحديد حالة الحدود لكل معلمة ومن ثم التضحية ببعض الحياد التكنولوجي.

وباختصار، فإن تحقيق شرط التطبيق الأدنى هذا أهم بكثير من تحقيق احتمال معين لمقدار التداخل. وقد لا يمكن التوصل إلى تداخل بمقدار الصفر ومن ثم فإن حالة كفاءة الطيف المثالية مشفوعة دوماً بإشارة إلى رقم تداخل مرجعي أقصى.

وفيما يلي وصف للتأخير باعتباره واحداً من هذه المتطلبات. وينبغي تحليل كل معلمة ذات صلة بطريقة مماثلة.

توزيع احتمال التأخير

التأخير هو الوقت المستغرق في الانتظار في قناة مشتركة حتى يصبح في الإمكان إرسال رسالة. ومع أن هذا التأخير لا يمكن عادة التعبير عنه في شكل رقم واحد، فإنه يمكن تحليله من حيث الاحتمال. وفي الشكل 3.8 يبين الرسمان A وB الوضع في قناة حرة، لا يتوقع فيها أي تأخير. والرسم A هو دالة توزيع الاحتمال (pdf) التي تبين احتمال تسليم رسالة ما في وقت معين. والرسم B يعطي نفس المعلومات في شكل احتمال تراكمي. وهذا يبين احتمال تسليم رسالة ما بحلول وقت معين (أي في وقت محدد أو قبله). ويحتسب الاحتمال التراكمي من خلال حساب تكامل دالة التوزيع الاحتمالي. والطرف الأيسر من الرسم البياني A هو في الواقع دالة دلتا ولكنها بدت موسعة رغبة في الوضوح.

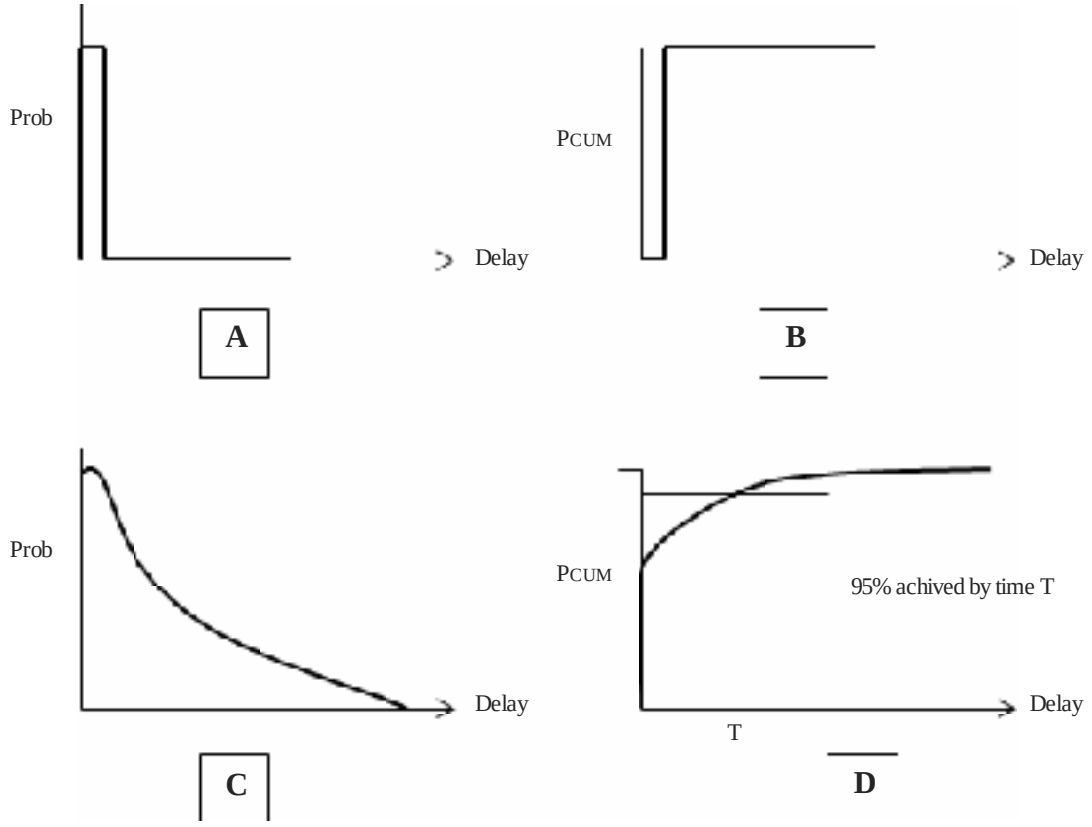
ويبين الرسمان C وD الآثار المتوقعة في وجود مستعملين آخرين. والرسم البياني D، "احتمال التأخير التراكمي"، مفيد بشكل خاص.

---

[45] ثمة ممارسة شائعة أيضاً لدى CEPT/ECC وETSI في التحقيق في أثر مستعمل طيف جديد على المستعملين القائمين. وتعريف الكفاءة GSE يضفي الصفة الشكلية على هذه الممارسة الشائعة.

الشكل 3.8

احتمالات التأخير دون تقاسم استعمال القناة (A وB) ومعه (C وD)



Nat.Spec .Man-8.03

وعندما يتعلق الأمر بقياس الكمون والموثوقية، غالباً ما يعبّر عن توقعات المستعمل في شكل "يجب تسليم X% من الرسائل في غضون فترة d من الزمن" وهذا ما يقرأ بسهولة من الرسم البياني، سواء كانت X، مثلاً، 90% أو95% أو 99% حسبما يتطلبه التطبيق.

حساب احتمال التأخير

قد يتطلب وضع رسم بياني من قبيل الاحتمال التراكمي للتأخير، في بعض الحالات، قدراً معقداً من التحليل. وقد يكون من الممكن نمذجة ذلك في نظام اتصالات مدار مركزياً مثل النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) في النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM) أو خط إثرنت، وما إلى ذلك. وجدير بالإشارة أن هناك قدراً هائلاً من الأعمال في مجال الاتصالات والشبكات يمكن الاستقاء منها، ومع ذلك يجب توخي الحذر في تطبيقها على الأنظمة اللاسلكية. ولكن من غير المرجح أن يكون من الممكن نمذجة هذا الاحتمال بمثابة هدف عام لنشر أنظمة مشتتة غير متجانسة مثل الأجهزة القصيرة المدى في نطاقات متقاسمة.

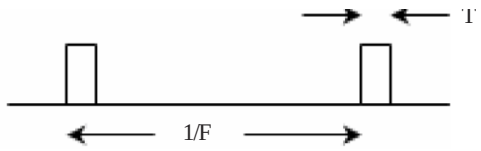
ومع ذلك، من الميسور نسبياً، في بعض الحالات، توليد رسم بياني للاحتمال التراكمي للتأخير.

لنأخذ حالة مستعمل يرغب في إرسال رسالة قصيرة عندما يكون هناك بالفعل مستعمل آخر. ويقوم هذا المرسل الآخر بإرسالات لمدة T من الزمن، كما هو موضح في الشكل 4.8، في أوقات عشوائية بتردد متوسط F. بعبارة أخرى، تكون دورة التشغيل:

$$\tau = TF$$

الشكل 4.8

إرسال عشوائي لإشارات متنافسة

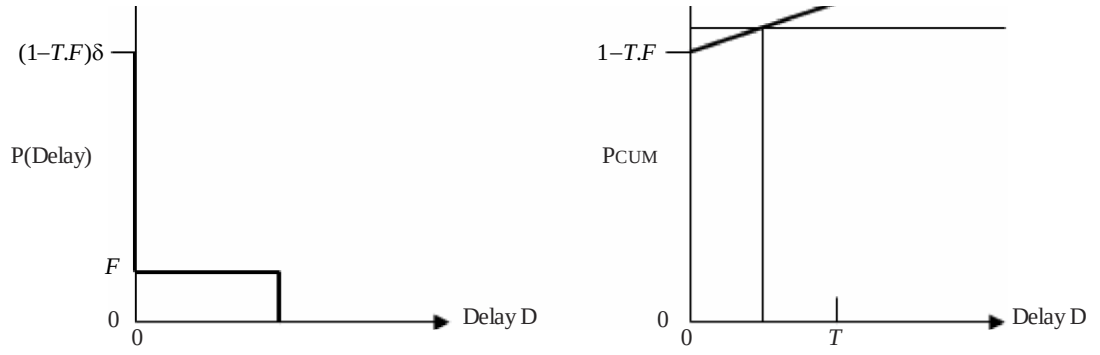


Nat.Spec.Man-8.04

المعلمة المهمة هي وقت الانتظار، أو التأخير، حتى تتحرر القناة. ويمكن التوصل إلى كل من دالة توزيع الاحتمال (pdf) والاحتمال التراكمي لهذا عن طريق التفحص، كما يبدو في الشكل 5.8.

الشكل 5.8

احتمال التأخير في حالة إشارات متنافسة أو مستعملين متنافسين



Nat.Spec.Man-8.05

لنفترض على سبيل المثال أن الإرسالات هي لمدة 1 ثانية كل 10 ثوان، بحيث تكون:

$T = 1$ s و $F =$ 0,1 Hz ودورة التشغيل $\tau = TF = 0{,}1$

عندئذ يمكن بسهولة حساب نسب النجاح لشتى الاحتمالات:

- 90% عندما تكون d = 0 s
- 95% عندما تكون d = 0,5 s
- 99% عندما تكون d = 0,9 s
- 100% عندما تكون d = 1 s

لننظر بعد ذلك في الحالة التي يكون فيها المستعمل المتنافس لا يزال في 10% من دورة التشغيل، ولكن الارسالات تدوم لمدة 10 ثوان كل 100 ثانية.

$T = 10$ s و $F = 0{,}01$ Hz ودورة التشغيل $\tau = TF = 0{,}1$

وتكون نسب النجاح عندئذ:

- 90% عندما تكون d = 0 s

- 95% عندما تكون d = 5 s
- 99% عندما تكون d = 9 s
- 100% عندما تكون d = 10 s

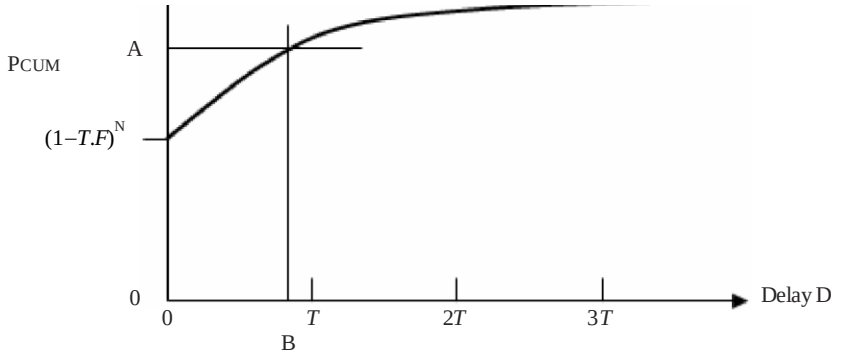
ويلاحظ أن أزمنة التأخير لاحتمال معين من النجاح تزداد بمعامل 10.

وهذه نتيجة هامة. ففي كلتا الحالتين يكون الارسال المتنافس هو نفس دورة التشغيل؛ ومن شأن تحليل بسيط بناء على احتمال التداخل أن يفضي إلى نفس النتيجة. لكن الاحتمال التراكمي للتأخير يشير، من وجهة نظر الضحية، إلى أن الضرر الذي يلحقه أحدهما هو عشرة أضعاف الآخر.

وفي حالة عدد N من جهات التداخل المتماثلة، يكون شكل منحنى الاحتمال التراكمي كما في الشكل 6.8.

الشكل 6.8

الاحتمال التراكمي للتأخير في قناة يتنافس فيها N من المستعملين



Nat.Spec.Man-8.06

ويتكون المحور الأفقي كلياً من وحدات T، وهي مدة الإرسالات، بدلاً من دورة التشغيل TF. وهكذا يتبين، في أي حالة معينة، أن التأخير B الذي تتحقق عنده نسبة نجاح معينة يتناسب طرداً مع مدة إرسالات التداخل، ذلك لأن دورة تشغيلها بقيت ثابتة.

التأخير المتوقع

يبيّن التحليل الوارد أعلاه النمط العام لاحتمال التأخير ولكنه لا يعطي نتيجة كمية، باستثناء احتمال التأخير صفر.

بيد أنه يمكن أن تستخدم نظرية صف الانتظار في صنع نموذج بسيط. لنفترض أن عدداً من المستعملين يرسلون رزماً عبر قناة ما، حيث T هي مدة إرسال الرزم وF هو التردد الإجمالي (مجموع معدل الإرسال من جميع المستعملين).

ويمكن مساواة F مع معدل وصول أشياء في صف الانتظار و$1/T$ مع معدل التحرير. وعندئذ يكون التأخير المتوقع D حتى إتاحة فتحة حرة مساوياً لوقت الانتظار المتوقع في صف الانتظار.

$$D = \frac{T.F}{1/T - F}$$

وهذا ليس نموذجاً مثالياً من الاصطفاف، من قبيل نظام المواقع الخطرة في الأجواء الجوية (ALOHA) أو الاستماع قبل التكلم (LBT). ومع ذلك فهو نتيجة مفيدة تشير إلى الانتظار المتوقع عند استخدام آلية النفاذ في قناة متقاسمة.

ويمكن إعادة ترتيب المعادلة الواردة أعلاه لبيان تأثير ثبات TF، دورة التشغيل الكلية:

$$D = \frac{T.(T.F)}{1-T.F}$$

ومن ثم فإن التأخير المتوقع في هذا النموذج يتناسب طرداً مع مدة الإرسال.

قياسات الكمون والموثوقية

القياس التقليدي المستخدم في دراسات التوافق هو احتمال التداخل. وفي كثير من الحالات التي نوقشت أعلاه لم يكن هذا القياس كافياً، ذلك لأنه لا يعكس تماماً الضرر الذي يلحق مختلف أنواع الضحايا جراء مختلف أنواع التداخل. وعلى وجه الخصوص لا يأخذ في الاعتبار مباشرة الحاجة إلى قياسات من قبيل الكمون المنخفض أو الموثوقية العالية للوصلة (احتمال نجاح الارسال، أي بما في ذلك إعدادات الإرسال) من جانب العديد من مستعملي الطيف.

وينبغي أن يؤخذ في الاعتبار الترابط بين الكمون والموثوقية. ويمكن التعبير عن متطلبات المستعمل في شكل X% من احتمال النجاح ضمن الحد الأقصى من التأخير D. مثال ذلك، قد يتطلب المستعمل الذي يشدد على الكمون المنخفض نسبة 90% في غضون 200 مللي ثانية، بينما قد يتطلب من يشدد على الموثوقية العالية نسبة 99.9% في غضون 3 ثوان. وفي هذه الظروف، يكون من المفاهيم المفيدة احتمال التأخير التراكمي والتأخير المتوقع، على الرغم من صعوبة تحديد كميتها بدقة في الظروف الفعلية.

إن ما تقدم هو تحليل بسيط لآلية معقدة. فهو يفترض أن الارسال، الذي تنتظر "الضحية" القيام به، قصير بالمقارنة مع إرسالات الطرف "المتداخل". وهو يفترض أيضاً أن الضحية لديها وسيلة لمعرفة متى يمكن القيام بعملية الإرسال. وهذا هو الحال إذا كانت الضحية تعمل على أساس الاستماع قبل التكلم (LBT)، ولكن يمكن الحصول على نتائج مماثلة إذا كانت الضحية تقوم بتجارب إرسال وتترقب سماع إشعار الوصول. ويكمن الفرق في احتمال عودة التداخل إلى المستعمل الحالي.

وينبغي الإشارة أيضاً إلى التشابه مع نظرية حركة الاتصالات وتوزيع Erlang (المعبر عنه بمعادلة Erlang)، ولكن مع توخي الحذر لأنها ليست قابلة للتطبيق مباشرة. وهناك أكثر من شكل واحد لمعادلة Erlang، وهناك عدد من الفوارق التي يتعين النظر فيها. وأهم الفوارق بين الأنظمة اللاسلكية والسلكية هو أن كل العُقد لا تستطيع بالضرورة أن يسمع بعضها الآخر.

وهكذا يمكن القول إن الكمون والموثوقية مقياسان جديدان مفيدان يمكنهما إضافة قيمة إلى التحليل التقليدي للتداخل، حيثما تسمح الأنظمة اللاسلكية وسيناريوهات التداخل قيد النظر بقدر مفيد من التحليل الحتمي لهذه الظواهر.

ولا بد من الاعتراف بأن الأهمية لا تقتصر على المعلمات التقنية للإشارة الراديوية وميزانية الوصلة الناتجة. إذ تتسم أنظمة التحويل بالرزم التكييفية الحديثة بأنماط تشغيلية معقدة، ذلك لأنها لا تقتصر على الطبقة المادية وإنما تشمل أيضاً مستويات التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI) الأعلى للحفاظ على تدفق الاتصالات الإجمالي. ولذلك ينبغي مثالياً لمصممي الأنظمة ومديري الطيف عدم إغفال تلك الجوانب الأكثر تطوراً من أجل تحديد مستويات المرونة التشغيلية للأنظمة قيد النظر وإقامة التوازن بينها.

ومن أهم المعلمات التشغيلية في هذه الفئة هو اشتراط الكمون. وهو الحد الأقصى المقبول للتأخير في نقل الرزمة/الرسالة ولا يمكن بصفة عامة الاستدلال عليه من مجرد الاعتبار التقني لميزانية الوصلة المفيدة إزاء لحظة التداخل. ولذلك قد يتعين النظر في الكمون وكذلك في المعلمات/القياسات الأخرى المماثلة عند تخطيط الطيف في نطاقات متقاسمة.

وثمة استنتاج آخر وهو أن التحليل، عند مزج تطبيقات مختلفة، على أساس احتمال بسيط للتداخل لا يكشف عن الصورة بأكملها. ولذلك، فإن تحليل التوافق في بيئة محايدة من حيث التطبيق يتطلب قدراً أكبر من التوسع في أدنى طبقتين من نموذج التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI)، وخاصة في مجال الزمن، مما يحدث حالياً في الحالات التي تعرّف فيها التطبيقات.

9.8 نسبة كفاءات استعمال الطيف، أو الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف

كما أشير إليه في الأقسام السابقة، يمكن حساب قيم كفاءة استعمال الطيف (SUE) لعدة أنظمة مختلفة ومقارنتها للحصول على الكفاءات النسبية لاستعمال الطيف (RSE) للأنظمة، وهو قياس يمكن استعماله لتحليل استعمال الطيف. غير أنه يتعين إجراء

هذه المقارنة بحذر. وتعرف الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف باعتبارها النسبة بين كفاءتين لاستعمال الطيف، تتعلق واحدة منهما بكفاءة النظام المستعمل كمعيار للمقارنة.

وفي هذه الحالة:

$$RSE = \frac{SUE}{SUE\ std} \quad (14\text{-}8)$$

حيث:

SUE std: كفاءة استعمال الطيف لنظام "معياري"

SUE: كفاءة استعمال الطيف للنظام قيد الدراسة.

والأرجح أن يكون النظام المعياري أحد الأنظمة التالية:

- النظام الأكثر كفاءة الذي يمكن بناؤه عملياً؛
- النظام الذي يمكن تحديده وفهمه بسهولة؛
- النظام المستعمل على نطاق واسع، أي النظام المعياري حكماً في دوائر الصناعة.

الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف (RSE) عدد موجب بقيم تتراوح بين صفر ولا نهاية. وإذا تم اختيار النظام المعياري ليكون النظام المثالي أو النظام الأكثر كفاءة، عندئذ تتراوح قيمة الكفاءة RSE عادة بين صفر وواحد.

1.9.8 مناقشة

يمكن استعمال مفهوم RSE بفعالية لمقارنة نظامين يقدمان نفس الخدمة، حيث من الممكن اختيار المعلمات بطريقة متوافقة. وفي هذه الحالة، قد تكون النسبة بين القيمتين المحسوبتين للكفاءة SUE أكثر فائدة من القيم العددية للكفاءتين. وستبين النسبة بين كفاءتين مثلاً أن النظام A يعمل بضعف الكفاءة (ويستعمل نصف حيز الطيف فقط ويرسل ضعف المعلومات) مقارنة بالنظام B.

والميزة الكبرى في الحساب المباشر لقيمة الكفاءة RSE هي أنها أسهل من حساب قيمة الكفاءة SUE. ولما كان النظامان يقدمان الخدمة ذاتها، فهما يشتركان عادة في العديد من العوامل (بل وأحياناً في مكونات مادية). وهذا يعني أن عوامل كثيرة "ستلغى" في الحساب قبل أن يكون من الضروري حسابها. وفي حالات كثيرة يؤدي ذلك إلى تبسيط الحسابات.

وعلى سبيل المثال، اقترح [Bykhovsky, 1979 وBykhovsky and Pavliouk, 1986 and 1987] وضع معيار يستند إلى مقارنة عرض نطاق التردد (F_c) اللازم لإرسال كمية معينة من المعلومات (أي توفير عدد معين من قنوات الاتصالات أو القنوات الإذاعية) في شبكة راديوية حقيقية بعرض نطاق تردد أفضل (F_{opt}) لنظام راديوي مثالي بقدرة اتصال مساوية. ويعرف معيار كفاءة استعمال الطيف (M_u) بالتعبير: M_u) F_{opt}/F_c). ويستخدم هذا النظام المثالي الطيف بطريقة مثلى ويتمتع بخصائص RF مثالية (من وجهة نظر البث المسبب للتداخل في المرسلات، وخصائص استقبال الترددات غير الأساسية، ومعلمات الهوائيات، وما إلى ذلك.). ويمكن التعبير عن خصائص هذا النظام الراديوي المثالي على أساس المعادلتين (3a-8) و(3b-8):

$$P_s = (1 + p_0)^{F_0/F_m} - 1 \quad (15\text{-}8)$$

وإذا خفض عامل الكفاءة RSE إلى نسبة معلمة واحدة، فقد لا يفهم هذا المفهوم بالكامل. وعلى سبيل المثال، يسمح استعمال التشكيل الرقمي الأعلى سوية في وصلات الموجات الصغرية (256-QAM) بتخفيض كبير في عرض النطاق بالنسبة للتشكيل الأقل سوية (16-QAM) [Hinkle and Farrar, 1989]. وتوحي مقارنة بسيطة لعرض النطاق المطلوب بأن كفاءة النظام 256-QAM تقدر بأربعة أمثال كفاءة النظام 16-QAM. ولدى إمعان النظر يتبين أن النظام 256-QAM يتطلب نسبة إشارة إلى الضوضاء (*S/N*) أكبر ويمكن أن يتقبل قدراً أقل من التداخلات. ويمكن أن يلغي اشتراط المزيد من التحرر من التداخلات الميزة من عرض النطاق الأصغر، ويمكن لنظام 256-QAM أن يكون أقل كفاءة بالفعل من نظام 16-QAM [Hinkle and Farrar, 1989].

ويتضح مما سبق ضرورة تقييم كل العوامل التي قد تكون مطلوبة لحساب عامل RSE، بدلاً من أن يستند عامل RSE إلى عامل واضح واحد فقط. وقد يكون من المهم أيضاً حساب RSE لنطاق تردد كامل بدلاً من إجراء حسابات لوصلة واحدة أو لنظام واحد فقط.

2.9.8 مثال للكفاءة RSE في الخدمة المتنقلة البرية

بالإشارة إلى تعريف الكفاءة RSE في المعادلة (8-14)، يمكن اعتماد نظام مرجعي باستعمال استراتيجية تخصيص شبه مثلى. وتفاصيل هذه الاستراتيجية موصوفة في [Delfour and DeCouvreur, 1989 و Delfour and Towaij, 1991]. ويمكن تطوير استراتيجية تخصيص شبه مثلى (NOAS) في خدمة التوزيع المتنقل للأرض. ومن مستعملي التوزيع المعتادين، في هذه الخدمة، سيارات الأجرة وخدمات الشرطة وخدمات التوريد، وغيرها. وتتألف هذه الأنظمة من محطات قاعدة مرتبطة بتشغيل متنقل ضمن منطقة تغطية محددة. وقد يكون على خدمة التوزيع أن تتقاسم قناتها مع مستعملين آخرين، ويتوقف ذلك على عدد القنوات المتنقلة.

وعلى أساس معايير التداخل المقررة، تخصص استراتيجية التخصيص شبه المثلى أقصى عدد للترددات في مواقع يسبق تحديدها في منطقة جغرافية معينة. ولا تأخذ استراتيجية التخصيص في اعتبارها توزيع الطلب على الحركة فحسب بل توفر أيضاً مرونة معقولة لمواقع التخصيص.

والافتراضات المعتمدة لهذا النموذج هي التالية:

- الأرجح أن تتبع الطلبات في المستقبل التوزيع الديمغرافي الحالي للحركة.
- لأغراض التحليل، تنقسم منطقة الاهتمام الجغرافي إلى شبكة مكونة من مربعات، يحدد حجمها بمعايير التداخل المطبقة على النطاق قيد الدراسة.
- ترتبط الوحدة الزمنية المستعملة مباشرة بالحمولة المتوسطة للحركة في ساعات الذروة.
- وحدة التردد المستعملة هي قيمة عرض نطاق قناة راديوية مفردة مستعملة في النطاق قيد التقييم.
- وحدات الطيف المطلوبة $\beta_t(n)$ داخل مربع ترتبط مباشرة بالانشغال الكلي $O_t(n)$ (E) في هذا المربع.

$$\beta_t(n) = C\, O_t(n) \tag{16-8}$$

- وحدات الطيف المطلوبة في القناة رقم (i) في المربع رقم (n) هي:

$$\beta(n,i) = C\, O(n,i) \tag{17-8}$$

حيث:

C: قيمة ثابتة محددة بحكم حجم الشبكة وعرض نطاق القناة المستعملة في النطاق قيد الدراسة.

- يجوز استعمال عوامل تحميل مختلفة لخدمات الأمن العمومية وغيرها من الخدمات. ويمكن التساهل أيضاً حينما تتقاسم القدرة أنظمة متعددة.

وفي هذا النموذج تكون المعادلة على النحو التالي:

$$\text{RSE} = \frac{\text{الانشغال الفعلي المرجح}}{\text{انشغال NOAS المرجح}}$$

1.2.9.8 مناقشة

يستعمل هذا النموذج المفهوم القائم على أن منطقة جغرافية معينة تمثل قيمة طيفية بالنسبة للطلب الكلي على الحركة في هذه المنطقة. ووفقاً لهذا المفهوم أيضاً، وبسبب الطبيعة ثلاثية الأبعاد للطيف (عرض النطاق، والحيز، والوقت)، سوف يحرم بعض

المستعملين من استعمال الطيف. وتحدد هذه الكمية المرفوضة من الطيف بسوية التداخل التي تستقبلها الأنظمة الأخرى والناشئة عن التشغيل على مقربة من النظام الراديوي. ويستعمل في هذا النموذج حمولة الحركة المتوسطة للقنوات خلال ساعات الذروة بوصفها قيم فعلية لتوزيع الطلبات.

واستناداً إلى النموذج الموصوف أعلاه، يمكن إبداء الملاحظات التالية:

1 يسيطر على نوعية الطيف حمولة حركة الاتصالات في مركز المناطق الحضرية. ويمكن قياس مدى فعالية إدارة الطيف بالعدد الأقصى من الترددات الخالية من التداخلات والمتيسرة في مراكز الحركة الأكثر اكتظاظاً في المدن الكبرى.

2 عند تخصيص الترددات خارج المراكز الحضرية ذات حركة الاتصالات الكثيفة، يجب الحرص على تجنب استعمال التخصيصات في هذه المراكز الحضرية.

3 بالنسبة لنطاقات التردد الجديدة أو المخطط لها مجدداً، تكون استراتيجية التخطيط شبه المثلى هي تلك التي يمكن أن توفر أقصى عدد ممكن من تخصيصات التردد الخالية من التداخلات لتلبية الطلبات.

4 يمكن أن تؤدي استراتيجية التخصيص شبه المثلى إلى نوعية أفضل للطيف وذلك بتبسيط عملية التخصيص بفضل الانتقاء المسبق للترددات الخالية من التداخل عبر المنطقة قيد الدراسة.

10.8 استنتاجات

يعتبر الوصف الوارد أعلاه لقياسات استعمال الطيف، والكفاءة في استعمال الطيف (SUE) والكفاءة النسبية في استعمال الطيف (RSE) نقطة انطلاق لإجراء حسابات تؤدي في نهاية الأمر إلى إجراء مقارنة لنظام بنظام آخر ضمن نفس الخدمة. واتخذت تطبيقات هذه النظرية نهجاً عديدة عند تطبيقها في حالات محددة. وكثيراً ما توفر هذه التطبيقات الخاصة نتائج وسيطة، من قبيل دلائل إضافية حول المواقع المزدحمة بالفعل، ربما في شكل خرائط كفافية أو رسوم تقدم توزيعات تراكمية في منطقة جغرافية وفقاً للنسبة المئوية للترددات المتيسرة للنظام المرجعي.

وتقترح مجموعة من التدابير الأساسية التي إذا نفذت في حدود القيود التقنية والقيود على الموارد المالية فإنها ستؤدي إلى استغلال الإمكانات المتيسرة لزيادة كفاءة استعمال الطيف:

1 تحقيق الاستعمال الأمثل (عند إنشاء مرافق جديدة وتحديث الأنظمة الراديوية) لمعلمات النظام الكهرمغنطيسي التي تحدد مقدار حيز التردد بهدف تخفيض هذا المقدار، وبالتالي تسهيل تقاسم الترددات بين خدمات مختلفة وإيواء شبكات إضافية في منطقة معينة.

2 تخطيط الشبكات وفقاً للخصائص الاسمية للأنظمة الراديوية، ولا سيما بتخفيض "الهوامش" غير اللازمة لقدرات الإرسال وارتفاع الهوائي وشدة المجال للإشارات المستقبلة، وما إلى ذلك.

3 استعمال تشكيلات الشبكة من أجل خدمات الاتصالات الراديوية والخدمات الإذاعية، القريبة نظرياً قدر الإمكان من الشبكات المثلى، وذلك من منظور الكفاءة في استعمال الطيف.

4 اعتماد تقنيات التشكيل ومعلمات التجهيزات بهدف الاستعمال الكفء لنطاقات التردد، بحيث يمكن الاقتراب قدر الإمكان من الحدود الممكنة "لنظام راديوي مثالي" مطابق.

5 استعمال عامل الوقت إلى جانب نظام ملائم لتحسين كفاءة استعمال الطيف.

المراجع

BYKHOVSKY, M. [1979] Optimalnoe chastotnoe planirovanie odnoproletnykh RRL na selskoi seti (Optimum frequency planning of single section radio-relay links in a rural network). *Electrosvyaz*, 5, p. 47-52.

BYKHOVSKY, M. and PAVLIOUK, A. [1986] Effectivnost ispolzovania radioresursa v sistemah sukhoputnoi svyazi (Spectrum utilization efficiency in land mobile communication systems). Eighth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 1103-1111.

BYKHOVSKY, M. and PAVLIOUK, A. [1987] Kritery effectivnosti ispolzovania radioresursa v setyah radiosvyazi i veshchania (Criterion for efficient spectrum use in communication and broadcasting networks). *Radiotekhnika*, 4, p. 34-38.

DELFOUR, M. C. and DECOUVREUR, G. A. [August 1989] Interference-free grids – Part I and Part II. *IEEE Trans. on Electromagn. Compati.*, Vol. 31, **3**.

DELFOUR, M. C. and TOWAIJ, S. J. [May 1991] Spectrum quality indicators for the land mobile systems. IEEE Vehic. Techn. Conference, St. Louis, Missouri, United States of America.

GALLAGER, R. G. [1968] *Information Theory and Reliable Communication.* John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto.

HAINES, R. H. [1989] An innovative technique for quantifying and mapping spectrum use. 1989 IC&C Executive Forum, Washington, D.C., United States of America.

HATFIELD, D. N. [August 1977] Measures of spectral efficiency in land mobile radio. *IEEE Trans. on Electromagn. Compati.*, VOL. EMC-19, **3**, p. 266-268.

HINKLE, R. L. and FARRAR, A. A. [May 1989] Spectrum-Conservation Techniques for Fixed Microwave Systems. NTIA Report TR-89-243.

KOVTUNOVA, I. G., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [1999] Metodika otsenki zagruzki radiochastotnogo spektra v territorialnom raione (Method of determining utilization of the radio spectrum in a geographical area). *Radiotekhnika*, 6.

PASTUKH, S. Y., KHARITONOV, N. I., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [2002] Upravleniye radiochastotnym spektrom i otsenka effektivnosti ego ispolzovania (Radio spectrum management and assessment of utilization efficiency). *Elektrosvyaz*, 12.

ZOLOTOV, S. I., KOVTUNOVA, I. G., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [2001] Metod otsenki effektivnosti sposobov naznacheniya chastot RES v territorialnom raione (Method of assessing the effectiveness of distributing radio frequencies in a geographical area). *Elektrosvyaz*, 9.

بيبليوغرافيا

DROZD, A. [2005] *A New Challenge for EMC: Policy Defined Radio.* IEEE EMC, Society Newsletter, Winter 2005.

MAYHER, R. J., HAINES, R. H., LITTS, S. E., BERRY, L. A., HURT, G. F. and WINKLER, C. A. [1988] The SUM data base: A new measure of spectrum use. NTIA Report 88-236, US Dept. of Commerce, Washington, D. C., United States of America.

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

كتيب القطاع ITU-R الاتصالات الساتلية (2002)

كتيب القطاع ITU-R مراقبة الطيف (2011)

كتيب القطاع ITU-R التقنيات المستعينة بالحاسوب (2015)

كتيب القطاع ITU-R التلفزيون الرقمي للأرض (2002)

التوصية ITU-R F.699 مخططات إشعاع مرجعية لهوائيات الأنظمة اللاسلكية الثابتة للاستعمال في دراسات التنسيق وتقدير التداخل في مدى التردد من 100 MHz إلى حوالي 70 GHz

التوصية ITU-R S.465 مخطط الإشعاع المرجعي لمحطة أرضية يستخدم في التنسيق وفي تقدير التداخلات داخل مدى التردد بين 2 و30 GHz تقريباً

التوصية ITU-R S.580 مخططات الإشعاع الواجب استعمالها كأهداف للتصميم بالنسبة إلى هوائيات المحطات الأرضية العاملة مع سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض

التوصية ITU-R S.731 مخطط إشعاع الاستقطاب المتقاطع المرجعي لمحطة أرضية يستخدم في تنسيق التردد وفي تقدير التداخلات داخل مدى التردد بين 2 و30 GHz تقريباً

التوصية ITU-R SM.326 تحديد وقياس قدرة المرسلات الراديوية بتشكيل الاتساع

التوصية ITU-R SM.328 أطياف وعرض نطاق البث

التوصية ITU-R SM.329 البث غير المطلوب في المجال الهامشي

التوصية ITU-R SM.331 ضوضاء وحساسية المستقبلات

التوصية ITU-R SM.332 انتقائية المستقبلات

التوصية ITU-R SM.337 فصل التردد والمسافة

التوصية ITU-R SM.377 دقة قياسات الترددات في محطات للمراقبة الدولية

التوصية ITU-R SM.378 قياسات شدة المجال بمحطات المراقبة

التوصية ITU-R SM.443 قياسات عرض النطاق بمحطات المراقبة

التوصية ITU-R SM.575 حماية محطات المراقبة الثابتة من تداخل الترددات الراديوية

التوصية ITU-R SM.668 التبادل الإلكتروني للمعلومات من أجل أهداف إدارة الطيف

التوصية ITU-R SM.851 التقاسم بين الخدمة الإذاعية والخدمتين الثابتة و/أو المتنقلة في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF)

التوصية ITU-R SM.852 حساسية المستقبلات الراديوية لصنف البث F3E

التوصية ITU-R SM.853 عرض النطاق اللازم

التوصية ITU-R SM.854 معرفة الاتجاهات وتحديد المواقع في محطات المراقبة

التوصية ITU-R SM.855 أنظمة الاتصالات المتعددة الخدمات

التوصية ITU-R SM.856 التقنيات والأنظمة الجديدة الفعالية طيفياً

التوصية ITU-R SM.1009 المواءمة بين الخدمة الإذاعية الصوتية في حوالي نطاق الترددات MHz 108-87 والخدمات للطيران في النطاق MHz 137-108

التوصية ITU-R SM.1045 نطاق التسامح في ترددات المرسلات

التوصية ITU-R SM.1046 تحديد استخدام الطيف وكفاءة النظام الراديوي

التوصية ITU-R SM.1047 الإدارة الوطنية للطيف

التوصية ITU-R SM.1049 طريقة لإدارة الطيف تستخدم للمساعدة في تخصيص التردد للخدمات الأرضية في المناطق الحدودية

التوصية ITU-R SM.1050 مهام خدمة المراقبة

التوصية ITU-R SM.1051 أولوية التعرف على التداخل الضار والقضاء عليه في النطاق MHz 406,1-406

التوصية ITU-R SM.1053 طرائق تحسين الدقة في معرفة اتجاه الموجات الديكامترية بالمحطات الثابتة

التوصية ITU-R SM.1054 مراقبة البث الراديوي من المركبات الفضائية بمحطات المراقبة

التوصية ITU-R SM.1055 استخدام تقنيات تمديد الطيف

التوصية ITU-R SM.1056 تقييد الإشعاع الصادر عن التجهيزات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)

التوصية ITU-R SM.1131 العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار لدى توزيع الطيف على أساس عالمي

التوصية ITU-R SM.1132 المبادئ العامة وطرائق التقاسم بين خدمات الاتصالات الراديوية أو بين محطات الراديو

التوصية ITU-R SM.1133 استعمال الطيف بواسطة خدمات تنوعية

التوصية ITU-R SM.1134 حسابات تداخلات التشكيل البيني في الخدمة المتنقلة البرية

التوصية ITU-R SM.1135 الشفرتان SINPO وSINPFEMO

التوصية ITU-R SM.1138 تحديد عروض النطاق اللازمة وأمثلة عن كيفية حسابها وأمثلة مصاحبة عن تسمية الإرسالات

التوصية ITU-R SM.1139 النظام الدولي للمراقبة

التوصية ITU-R SM.1140 إجراءات الاختبار لقياس خصائص المستقبلات للطيران المستخدمة من أجل تحديد المواءمة بين الخدمة الإذاعية الصوتية في النطاق MHz 108-87 تقريباً وخدمات الطيران في النطاق MHz 118-108

التوصية ITU-R SM.1235 وظائف الأداء لأنظمة التشكيل الرقمي في بيئة تداخلية

التوصية ITU-R SM.1265 طرائق التوزيع الوطنية البديلة

التوصية ITU-R SM.1266 الأنظمة التكييفية بالموجات MF/HF

التوصية ITU-R SM.1268 الطريقة التي تستعملها محطات مراقبة البث لقياس الانحراف الأقصى للتردد للبث الإذاعي FM

التوصية ITU-R SM.1270 معلومات إضافية لأهداف المراقبة المتعلقة بتصنيف وتعيين البث

التوصية ITU-R SM.1271 الاستعمال الفعال للطيف باستخدام الطرائق الاحتمالية

التوصية ITU-R SM.1370 مبادئ توجيهية لتصميم وإعداد أنظمة متقدمة لإدارة الطيف أوتوماتياً

التوصية ITU-R SM.1392 المتطلبات الأساسية لمحطة مراقبة الطيف للبلدان النامية

التوصية ITU-R SM.1393 الأنساق المشتركة لتبادل المعلومات بين محطات المراقبة

التوصية ITU-R SM.1394 النسق المشترك لمذكرة التفاهم بين البلدان الموافقة على أن تتعاون بشأن مسائل مراقبة الطيف

التوصية ITU-R SM.1413 قاموس بيانات الاتصالات الراديوية لأغراض التبليغ والتنسيق

التوصية ITU-R SM.1446 تعريف وقياس نواتج التشكيل البيني في مرسِل يستخدم تقنيات تشكيل التردد أو الطور أو تقنيات تشكيل معقدة أخرى

التوصية ITU-R SM.1447 مراقبة التغطية الراديوية للشبكات المتنقلة البرية للتحقق من امتثالها لترخيص معيّن

التوصية ITU-R SM.1448 تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية تعمل في نطاقات الترددات الواقعة بين 100 MHz و105 GHz

التوصية ITU-R SM.1535 حماية خدمات السلامة من البث غير المطلوب

التوصية ITU-R SM.1537 أتمتة وتكامل أنظمة مراقبة الطيف مع إدارة أتوماتية للطيف

التوصية ITU-R SM.1539 تغاير الحدود بين المجالات خارج النطاق والمجالات الهامشية المطلوب من أجل تطبيق التوصيتين ITU-R SM.1541 وITU-R SM.329

التوصية ITU-R SM.1540 البث غير المطلوب لمجال البث خارج النطاق الواقع في النطاقات المجاورة الموزعة

التوصية ITU-R SM.1541 البث غير المطلوب في مجال البث خارج النطاق

التوصية ITU-R SM.1542 حماية الخدمات المنفعلة من البث غير المطلوب

التوصية ITU-R SM.1598 طرائق معرفة الاتجاهات والمواقع الراديوية في إشارات النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن والنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة

التوصية ITU-R SM.1599 تحديد التوزيع الجغرافي وتوزيع الترددات لعامل استخدام الطيف لأغراض تخطيط الترددات

التوصية ITU-R SM.1600 التعرف تقنياً على الإشارات الرقمية

التوصية ITU-R SM.1603 إعادة توزيع الطيف كطريقة لإدارة الطيف الوطني

التوصية ITU-R SM.1604 مبادئ توجيهية لنظام محسّن لإدارة الطيف من أجل البلدان النامية

التوصية ITU-R SM.1633 تحليل المواءمة بين خدمة منفعلة وخدمة فاعلة موزعة في نطاقات مجاورة وقريبة

التوصية ITU-R M.1634 الحماية من التداخل في أنظمة الخدمة المتنقلة للأرض التي تستخدم طريقة المحاكاة مونت كارلو وتطبيق تقاسم التردد

التوصية ITU-R P.1546 طريقة التنبؤ بالانتشار من نقطة إلى منطقة بالنسبة إلى خدمات الأرض في مدى الترددات بين 30 MHz و3 000 MHz

الملحق 1

التدريب على إدارة الطيف

1 مقدمة

إن النظام الأوتوماتي لإدارة الطيف نظام للمعلومات كبير الحجم ويمكن أن يكون معقداً، يتضمن قاعدة بيانات كبيرة خاصة بالتطبيقات والتراخيص وتخصيصات التردد والمعلومات الجغرافية وغيرها من البيانات. والتدريب على استخدام نظام من هذا القبيل عنصر أساسي لأي أنشطة لإدارة الطيف تضطلع بها أي إدارة من أجل إعداد الموظفين لأداء مهامهم. ونظراً للتطور السريع في أنظمة الاتصالات الراديوية، ينبغي أن يكون التدريب مستمراً وعملية متطورة على نحو مطرد. ويحتاج الموظفون المعنيون بإدارة الطيف إلى معرفة واسعة بالمواضيع المتعلقة بطيف التردد الراديوي والخدمات الراديوية. فالتجهيزات وبرمجيات الحاسوب تتسم غالباً بدرجة عالية من التخصص ولا تُستعمل خارج نطاق الإدارة. ولذلك من الضروري إعداد برامج تدريب خاصة واستخدام معلمين مؤهلين.

وينبغي تصميم الدورات التدريبية لتلائم الموظفين الذين يتعين تدريبهم؛ فالفئات المختلفة من الموظفين المذكورة في البند 2، تتطلب دورات تدريبية مختلفة. ويمكن أن تتألف الدورات التدريبية هذه من تشكيلات نمطية أو وحدات معيارية يغطي كل منها مواضيع محددة ضمن إدارة الطيف. ويمكن تقسيم الدورات التدريبية إلى ثلاث فئات عريضة:

- التدريب الأساسي (تدريب الموظفين الجدد)
- التدريب أثناء العمل
- التدريب على تنمية القدرات المهنية.

وتناقَش هذه الفئات بمزيد من التفصيل في البند 3. وبالإضافة إلى ذلك، قد تلزم دورات تمهيدية قصيرة و/أو دورات تدريبية طويلة الأجل وأكثر تعمقاً. ويمكن أن توفر الدورات التدريبية القصيرة التي تستغرق أسبوعاً أو أسبوعين لمحة عامة عن إدارة الطيف وتغطي بعض المواضيع المحددة المذكورة في البند 3.3 أو تعرِّف المتدربين على نظام محدد لإدارة الطيف. ويوفر التدريب الطويل الأجل فهماً متعمقاً أكبر لمواضيع محددة أو فهماً تفصيلياً لعمل أحد الأنظمة.

ويستند التدريب على استعمال النظام الأوتوماتي لإدارة الطيف، بوجه عام، إلى المعلومات المتضَّمنة في الوثائق التي يوفرها النظام. وبوجه عام توفر الجهة المصنعة الوثائق التالية فيما يتعلق بنظام ما:

- وثائق معيارية عن التجهيزات والبرمجيات حسبما يقدمها مورِّدو التجهيزات وبرمجيات الحاسوب الأساسية.
- وثائق عن النظام تُستخدم كمجموعة كتيبات مرجعية وليس كمجموعة إجراءات لإدارة الطيف.

وينبغي بالنسبة لكل دورة تدريبية توفير مجموعة من مواد التدريب تشمل المواد الخاصة بالطلبة والأدلة الخاصة بالمعلمين. وينبغي أن يتلقى كل متدرِّب نسخة من مواد التدريب بما في ذلك الشرائح والمراجع وغيرها من مواد التدريب. وينبغي للوكالة المعنية بإدارة الطيف استبقاء هذه المواد كمراجع دائمة خصوصاً في الحالات التي يكون فيها معدل استبدال الموظفين عالياً.

ويوفر هذا الملحق ملخصاً للتدريب على أدوات الطيف المرتبطة بتوريد أنظمة إدارة الطيف الأتوماتية. ويناقَش التدريب على إدارة ومراقبة الطيف أيضاً بإيجاز في التوصية ITU-R SM.1370 – مبادئ توجيهية لتصميم وإعداد أنظمة لإدارة الطيف أوتوماتياً (الصيغة الأخيرة)، كما يناقش بمزيد من التفصيل في البند 8.2 من كتيب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف، جنيف 2011.

2 المهارات اللازم توفرها في المتدربين

يتعين على الموظفين المعنيين بإدارة الطيف الراديوي مواجهة طائفة واسعة من الخدمات الراديوية والأنظمة والإجراءات الإدارية. ولذلك يلزم توفر طائفة متنوعة واسعة من العاملين الذين يتمتعون بمهارات وخبرات واسعة متنوعة لكي تتيسر للإدارة طائفة واسعة من المعارف والمهارات اللازمة. ويشمل هؤلاء الموظفون بوجه عام الأنواع التالية من العاملين:

- *المديرون*: الأشخاص المسؤولون عن إدارة المشاريع وتشغيل الأنظمة.
- *المستعملون التقنيون*: المهندسون والتقنيون والأخصائيون المسؤولون عن الهندسة الراديوية والتحليل التقني وتخصيص التردد (مستعملو أدوات برمجيات الهندسة الراديوية).
- *المستعملون الإداريون*: الأشخاص المسؤولون عن أداء المهام الإدارية (أي معالجة الطلبات وإعداد الفواتير وإعداد التقارير).
- *الأخصائيون في مجال تكنولوجيا المعلومات*: الأشخاص المسؤولون عن تحميل الأنظمة والإشراف عليها والمحافظة على البيانات وإدارة المستعملين.

وتتمثل المعارف والمهارات التي يتعين توفرها في هذه الأنواع المختلفة من العاملين فيما يلي:

- *المديرون*
  - تنظيم الهيئة التنظيمية
  - الأهداف والاستراتيجيات والأنشطة الحالية والمستقبلية للهيئة التنظيمية المعنية بإدارة الطيف
    - المهام الإدارية المتصلة بإدارة الطيف
    - تصميم النظام الراديوي وتخطيطه
    - معالجة الإشارات ونظرية المعلومات
    - انتشار الموجة الراديوية
    - تحليل التداخل
    - تخطيط التردد
    - توفر معرفة أساسية بشأن استعمال الحاسوب
- *المستعملون التقنيون*
  - انتشار الموجة الراديوية
  - تحليل التداخل
  - تخطيط التردد
  - توفر معرفة أساسية باستعمال الحاسوب وإتقان استعمال برمجية التطبيق ذات الصلة، من قبيل معالجة النصوص وتحليل صحائف تمديد الطيف وبرمجية إدارة التردد
- *المستعملون الإداريون*
  - تنظيم الهيئة التنظيمية
  - أداء المهام الإدارية المتصلة بإدارة الطيف
  - توفر معرفة أساسية باستعمال الحاسوب بما في ذلك Microsoft Windows
- *الأخصائيون في مجال تكنولوجيا المعلومات*
  - أنظمة التشغيل

- توفر معرفة أساسية ببرمجية التطبيق التي يستعملها النظام
- إدارة قاعدة البيانات الترابطية
- تكنولوجيا المعلومات والاتصالات/بروتوكول الإنترنت، والشبكتان LAN وWAN.

ويمكن اكتساب بعض هذه المهارات تبعاً للحاجة من خلال التعاقد أو الخبراء الاستشاريين أو ترتيبات المساعدة المتبادلة مع الوكالات الحكومية الأخرى. وفي بعض الحالات، لا تتطلب المنظمات المسؤولة عن إدارة الطيف درجة عالية من المهارات المتخصصة في كل من هذه المواضيع لكنها ستحتاج إلى توفر فهم واضح للمبادئ المعنية. وكي يكون بعض هؤلاء الموظفين وخصوصاً المديرين مؤهلون جيداً لأداء وظائفهم، يتعين أن تتوفر لديهم خبرات سنوات كثيرة في مجال إدارة الطيف.

3 مواضيع الدورات التدريبية

ينبغي أن تضع الإدارة خطة للتدريب ملائمة ومناسبة لاحتياجاتها. ويلزم بوضوح التدريب على الأنظمة الجديدة وهو تدريب يوفره عادة مورّد النظام. ويلزم تدريب أساسي منتظم على المواضيع التمهيدية للموظفين الجدد المستخدَمين ليحلوا محل الموظفين المغادرين نتيجة لاستبدال الموظفين. وتلزم خطط طويلة الأجل لتوفير التدريب على مواضيع جديدة لتنمية المهارات المهنية للموظفين ذوي الخبرة تمهيداً لارتقائهم الوظيفي.

وترد في هذا القسم المواضيع المقترح تناولها في الدورات التدريبية. وهناك اختلافات بين البلدان فيما يتعلق بأنظمتها القانونية وهياكلها الإدارية وأنظمتها التعليمية وأنظمة إدارتها للترددات. كذلك، فإن المهارات اللازمة للموظفين المعنيين بمراقبة الطيف تتوقف على مهامهم الخاصة. ولذلك، ينبغي أن تعامَل المواضيع المقترح تناولها في الدورات التدريبية كمبادئ توجيهية، كذلك يمكن تعديلها حسب متطلبات فرادى الإدارات

وكمثال على ذلك، يمكن لبرنامج تدريبي أن يخصص زهاء 3/4 برنامجه الزمني لإدارة الطيف، وزهاء 1/4 برنامجه الزمني لمراقبة الطيف.

وينبغي أن تتوفر للموظفين المذكورين في البند 2 المعارف والفهم العامين للمبادئ المعنية حسبما ذُكرت في ذلك القسم؛ إلا أنه عندما تحصل الإدارة على نظام جديد فإن هؤلاء الموظفين سيحتاجون إلى تدريب خاص على ذلك النظام.

1.3 التدريب المقترح للنظام المبيّن في التوصية ITU-R SM.1370، مثل مفيد على التدريب الأساسي

تصف التوصية ITU-R SM.1370 عناصر نظام أوتوماتي لإدارة الطيف (ASMS) لمساعدة الإدارات على الاضطلاع بمسؤولياتها في مجال إدارة الطيف. وتدرج فيما يلي مواضيع التدريب المقترحة لنوع النظام الموصوف في التوصية.

تطبيقات إدارة الطيف. يتضمن التدريب مدخلاً تمهيدياً بشأن إدارة الطيف، وفهماً لدور نظام إدارة الطيف.

فهم بنية نظام إدارة الطيف. يتضمن مناقشات لبنية النظام وإدماج الأنظمة الفرعية.

فهم الأنظمة الفرعية لإدارة الطيف واستعمالها. يتضمن فهم واستعمال الأنظمة الفرعية لمنح التراخيص الراديوية، والتحليل التقني، والتنسيق/التبليغ الدولي، وإعداد الفواتير والدفع، وشهادات مشغّل الاتصالات الراديوية، وبائعي (تجار) تجهيزات الاتصالات الراديوية، واختبارات قبول النمط، والتفتيش، وتخطيط الإدارة، والسطوح البينية لإدارة النظام ومراقبته. ويتضمن أيضاً فهم الجداول المرجعية للنظام.

فهم المشروع والجدول الزمني لتنفيذه. يتضمن فهم نطاق انطباق المشروع ونتائجه وكيفية إدماج مختلف الأنظمة الفرعية، والجدول الزمني للتنفيذ وآثاره، ومسؤوليات المقاول والإدارة.

النظام الفرعي لمنح التراخيص الراديوية. يتضمن إدخال البيانات المتعلقة بطلبات الحصول على التراخيص، وبمنح التصاريح الخاصة بتشغيل محطات الاتصالات الراديوية، وإعداد الفواتير، وإصدار/تعديل/إلغاء/تجديد التراخيص، والاستفهام من قواعد البيانات وإعداد التقارير وفهمها.

فهم/أداء عملية التحليل التقني. يتضمن مدخلاً تمهيدياً إلى التحليل التقني، وتعليماً مفصَّلاً لكيفية أداء التحليلات التقنية.

فهم/أداء التنسيق الدولي والإقليمي. يتضمن التبليغ عن الترددات وتسجيلها، وأداء التنسيق الدولي والاستفسارات والتقارير.

فهم عملية إدارة المستعمِل. يتضمن تحديد البائعين وفهم عملية إصدار الشهادات والتسجيل، وفهم رسوم منح التراخيص للبائعين.

فهم عملية قبول نمط التجهيزات. يتضمن فهم وظيفة وعملية قبول النمط.

إدارة النظام. يتضمن فهم وتطبيق تشكيلات النظام وتشكيلات الشبكة، والمحافظة على نظام إدارة قواعد البيانات واستعادته، وفهم النفاذ إلى النظام وأمن النظام.

نظام التفتيش. يتألف من فهم النظام الفرعي للتفتيش واستعماله.

استيفاء الجداول والرموز المرجعية لنظام منح التراخيص واستعمالها. يصف مختلف أنماط الرموز، واستعمال كل من جداول الرموز.

فهم وظيفة المراقبة ومعرفة الاتجاه. يعرِّف المتدربين بأنظمة المراقبة ومعرفة الاتجاه، ويصف الواجهة بين أنظمة المراقبة وأنظمة منح التراخيص، ودور المراقبة في إدارة الطيف، وأنظمة المراقبة الثابتة والمتنقلة، وتقارير المراقبة، وتشغيل أنظمة المراقبة الثابتة والمتنقلة، وتقنيات قياس الطيف.

2.3 التدريب أثناء العمل

بعد أن يتلقى الموظف الجديد التدريب الأساسي، يُسند إليه دور ومهمة يتعين الاضطلاع بهما في المؤسسة، وتعيَّن له وظيفة في إحدى الإدارات من أجل أداء عمل معين. ولأداء المهام المنشودة أداء فعالاً، يُعدّ التدريب أثناء العمل هو أكثر أشكال تدريب الموظفين الجدد فعالية وشيوعاً. ويمثل نهجاً رئيسياً للمحافظة على الدراية التقنية للإدارة. ومع ذلك، لا يكفي أن يَعهَد المرء بالموظفين الجدد إلى زميل ذي خبرة، ويثق بأن كل شيء سيكون على ما يرام. ومن مسؤوليات المدير أن يخطط التدريب أثناء العمل مثلما يخطط دورة تدريبية أو يراقب التقدم المحرز. ويركّز هذا النمط من التدريب على المهمة الخاصة للموظف.

3.3 التدريب التفصيلي؛ التدريب على تنمية القدرات المهنية

يوفر التدريب على تنمية القدرات المهنية معلومات تقنية تفصيلية للموظفين من أجل تأهيلهم للترقي، أو لتغيير المهام الموكلة إليهم أو لصقل معارفهم التقنية. وهناك طائفة متنوعة من المواضيع التي ينبغي تغطيتها في الدورات التدريبية على تنمية القدرات المهنية على إدارة الطيف. وينبغي أن تُختار المواضيع التي تغطيها دورة معينة وفقاً لمهارات ووظائف العاملين الذين يتعين تدريبهم. والمواضيع التي ينبغي تغطيتها في دورة تدريبية لإدارة الطيف ينبغي أن تُختار بوجه عام من المواضيع التالية:

1 المبادئ العامة لإدارة الطيف

2 فهم أنظمة الإدارة الأوتوماتية للطيف واستخدامها

3 منح تراخيص الاتصالات الراديوية

4 فهم/إجراء تخصيص الطيف

5 فهم/إجراء التحليل التقني

6 فهم/إجراء التنسيق الدولي

7 فهم عملية الموافقة على نمط التجهيزات

8 نظام المحاسبة، بما في ذلك حساب الرسوم وإعداد الفواتير

9 التطبيقات على نظام الإدارة:

أ) استعمال النظام وتشغيله

ب) فهم وتطبيق تشكيلة الشبكة

ج) اعتبارات النفاذ إلى النظام

د) فهم وتطبيق حماية النظام واسترداده

ه) فهم الاعتبارات المتعلقة بأمن النظام

و) فهم عمليات قاعدة البيانات وأداء هذه العمليات

10 إدخال البيانات

11 مراقبة الطيف

12 إدارة أنظمة إدارة الطيف.

ينبغي للمديرين أن يتلقوا تدريباً على جميع المواضيع المذكورة أعلاه. وينبغي للمستعملين التقنيين أن يتلقوا بوجه عام تدريباً على جميع المواضيع باستثناء الواردة في الأرقام 8 و9-ب) و9–د). وينبغي للمستعملين الإداريين أن يتلقوا تدريباً على المواضيع الواردة في الفقرات الفرعية 2 و8 و9-أ) و9–و) و10. وينبغي أن يتلقى مديرو الأنظمة تدريباً على المواضيع الواردة في الفقرات الفرعية 2 و9 و12، بما في ذلك تلقّي دورات متخصصة في إدارة أنظمة البرمجيات وقواعد البيانات.

وبالإضافة إلى الدورات التدريبية النظامية، ينبغي أن يتضمن البرنامج الكامل للتدريب على تنمية القدرات المهنية خبرات الإدارات الأخرى والمشاركة في أنشطة الاتحاد الدولي للاتصالات من قبيل ما يلي:

- المشاركة النشطة في لجان الدراسات التابعة للاتحاد ومؤتمرات الاتحاد؛
- المشاركة النشطة في المنتديات الإقليمية والمنظمات المعنية بالتقييس؛
- تبادل الأفكار والمعلومات مع الإدارات الأخرى. ومن شأن عقد اجتماعات للتنسيق والقيام بزيارات للإدارات الأخرى أن يثري الخبرات المكتسبة؛
- حضور الحلقات الدراسية/حلقات العمل المعنية بقضايا التكنولوجيا الجديدة.

4 مرافق التدريب

يتيسر التدريب على إدارة الطيف الراديوي ومراقبته من طائفة متنوعة من المصادر في كل أنحاء العالم، بما في ذلك المصادر التالية:

- يوفر الاتحاد الدولي للاتصالات التدريب المعني. ويوفر كل من مكتب تنمية الاتصالات في الاتحاد (BDT) ومكتب الاتصالات الراديوية (BR) فرصاً للتدريب على النحو المذكور أدناه، ويمكن لمكتب تنمية الاتصالات أن يوفر إرشادات للبلدان النامية فيما يتعلق بدورات محددة ومصادر التمويل الممكنة ليتسنى لها حضور تلك الدورات، بما في ذلك مصادر التمويل لتكاليف التدريب ومصاريف السفر/المعيشة على السواء.
- عرضت الإدارات في جمهورية ألمانيا الاتحادية وأستراليا وكندا وجمهورية الصين الشعبية وجمهورية كوريا والولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا ودولة إسرائيل وإيطاليا واليابان والبرتغال والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، في القرار ITU-R 23-2 (RA-12)، استقبال موظفين مسؤولين عن المراقبة من الإدارات الأخرى لتدريبهم على تقنيات المراقبة وتحديد الاتجاه. وجميع هذه التدريبات معفاة من رسوم التعليم.
- ويتيسر التدريب أيضاً من منظمات وجامعات قائمة في بعض البلدان، على النحو المذكور في الأقسام الفرعية التالية. وبعض هذه الدورات التدريبية دون رسوم تعليم، وبعضها يتطلب دفع رسوم للتعليم.
- وتعرض الجهات المصنعة، مثل TCI وشركة SPX (الولايات المتحدة الأمريكية) وأنظمةElbit (إسرائيل) وLS telcom (ألمانيا) وThales (فرنسا) وAgilent Technologies (الولايات المتحدة الأمريكية)، توفير التدريب بما في ذلك التدريب على الأنظمة

التي تورّدها. ويرد وصف برامج تدريب هذه الجهات المصنّعة في المرفقات بهذا الملحق. ولا تفرض الجهات التي وقعت اتفاقات شراكة مع مكتب تنمية الاتصالات رسوم تعليم على الملتحقين بدوراتهم التدريبية و/أو توفر المحاضرين مجاناً في حلقات العمل والحلقات الدراسية التي تنظمها مراكز التميز التابعة لمكتب تنمية الاتصالات؛ أما بعض الجهات المصنّعة الأخرى فقد تفرض رسوماً لقاء التدريب.

وتم إلى حد كبير الحصول على المعلومات المقدمة في هذا القسم عن مرافق التدريب استجابة لنداء وُجِّه إلى المسؤولين يطالبهم بوصف الدورات التدريبية ومرافق التدريب المتيسرة وفقاً لما جاء في الرسالة المعممة 1/LCCE/54 لقطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) ومكتب تنمية الاتصالات (BDT). والتدريب المذكور في هذا القسم متيسر بشأن مواضيع عامة مختلفة ضمن إدارة الطيف، وبشأن تجهيزات وبرمجيات حاسوب محددة قد تكون خاصة بفرادى الإدارات.

1.4 موارد التدريب المتيسرة عن طريق الاتحاد الدولي للاتصالات

إن الاتحاد الدولي للاتصالات ملتزم بتنمية الموارد البشرية. وتوافق المؤتمرات العالمية لتنمية الاتصالات على برامج عديدة، بما في ذلك البرامج الخاصة ببناء القدرات البشرية، وبرامج خاصة أخرى لصالح البلدان النامية. وتوفر هذه البرامج إمكانيات نقل المعارف، وتقاسم الخبرات والدراية التقنية، ونشر المعلومات، كما تشمل موارد من مثل برنامج التدريب على إدارة الطيف ومراكز التميز ومراكز التدريب التقديري المذكورة أدناه. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الحلقات الدراسية المعنية بالاتصالات الراديوية تسهّل التدريب.

1.1.4 برنامج التدريب على إدارة الطيف

برنامج التدريب على إدارة الطيف (SMTP) هو رزمة كاملة من المواد التدريبية على مستوى عال في جميع مجالات إدارة الطيف، يعكف على وضعها خبراء من داخل الاتحاد وخارجه. ويشمل هذا البرنامج طائفة كاملة من الموضوعات تتناول إدارة الطيف. ويوفر البرنامج وسيلة قوية لتدريب الموظفين نظرياً وعملياً في إدارة الطيف الحديثة. وهو يحتل مكانة بمثالة "المعيار الذهبي" العالمي لإدارة الطيف.

نظرة عامة. الغرض من برنامج التدريب على إدارة الطيف هو خدمة الدول الأعضاء وأعضاء القطاعات في الاتحاد. وهو يلبي على وجه الخصوص احتياجات بناء القدرات لدى المشغلين والهيئات التنظيمية وواضعي السياسات. وهو أيضاً منهل من الموارد لأعضاء الدوائر الأكاديمية وشبكة مراكز التميز لدى الاتحاد. ولكن فيما أبعد من هذه المجموعات المستهدفة، فإن البرنامج متاح أيضاً لكل من يرغب في تعزيز وتوسيع معارفه المهنية أثناء العمل في مجال إدارة الطيف. وعلى هذا النحو، فإن الطلاب الذين يلتحقون بالبرنامج قد يأتون من مستويات مؤسسية مختلفة، من التقنية إلى الإدارية، ومن خلفيات مختلفة (الهندسة والقانون والاقتصاد، وما إلى ذلك).

ويتألف البرنامج SMTP من مستويين: أساسي ومتقدم. والمستوى الأساسي أكثر تركيزاً على الناحية التقنية، بينما يرتبط المستوى المتقدم أيضاً بمواضيع ومهارات غير تقنية.

ويتكون *المستوى الأساسي* من الوحدات التالية:

1 الوحدة 1 الإلزامية: "الأساس القانوني والإطار التنظيمي لإدارة الطيف"؛

2 الوحدة 2 الإلزامية: "أساسيات هندسة الطيف"؛

3 الوحدة 3 الإلزامية: "تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية"؛

4 الوحدة 1 الخيارية:

- الخيار 1: "مراقبة الطيف"؛
- الخيار 2: "الإنفاذ والموافقة على نمط التجهيزات"؛
- الخيار 3: "إدارة الطيف للأنظمة الساتلية"؛
- الخيار 4: "إدارة الطيف لأنظمة الموجات الديكامترية (HF) وخدمات العلوم والخدمات البحرية وخدمات الهواة"؛

- الخيار 5: "إدارة الطيف لخدمات الطيران والاستدلال الراديوي والأنظمة العسكرية"؛
- الخيار 6: "إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب".

ويتكون *المستوى المتقدم* من الوحدات التالية:

1 الوحدة 4 الإلزامية: "الأدوات الاقتصادية والسوقية لإدارة الطيف"؛

2 الوحدة 5 الإلزامية: "التخطيط الاستراتيجي والسياسات من أجل الابتكار اللاسلكي"؛

3 الوحدة 2 الخيارية:

- الخيار 1 (التخصص القانوني): "أنظمة ترخيص الطيف المتقدمة"؛
- الخيار 2 (التخصص القانوني): "الأثر الاجتماعي الاقتصادي لتنظيم الطيف؛ التنافس وحماية المستهلك"؛
- الخيار 3 (التخصص التقني): "تخطيط البث التلفزيوني للأرض والانتقال الرقمي"؛
- الخيار 4 (التخصص التقني): "النفاذ الانتهازي إلى الطيف والأنظمة الراديوية الإدراكية".

لمزيد من المعلومات، انظر الموقع: **http://academy.itu.int/news/item/1077/**

2.1.4 الحلقة الدراسية العالمية بشأن الاتصالات الراديوية

ينظِّم مكتب الاتصالات الراديوية في سنوات متناوبة (بوجه عام في شهر نوفمبر) في المقر الرئيسي للاتحاد في جنيف حلقة دراسية (مدتها خمسة أيام) تعالج مسألة استعمال طيف الترددات الراديوية، ومدارات السواتل، وتعالج بوجه خاص تطبيق أحكام لوائح الراديو التي يصدرها الاتحاد. وتغطي الحلقة الدراسية الجوانب الدولية لإدارة الترددات الخاصة بالخدمات الأرضية والفضائية، بما في ذلك الأعمال المتعلقة بلجان الدراسات التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد. ويولى اهتمام خاص في هذا الصدد للإجراءات الخاصة بلوائح الراديو التي تعتمدها المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية. كما تنظَّم عروض إيضاحية وحلقات عمل لتمكين المشاركين من اكتساب خبرات عملية بشأن إجراءات التبليغ التي يضعها الاتحاد وبشأن بعض المنشورات المتعلقة بالبرمجيات والمنشورات الإلكترونية التي ييسرها مكتب الاتصالات الراديوية لإدارات الدول الأعضاء وللأعضاء في قطاع الاتصالات الراديوية. وتؤدى المحاضرات والمناقشات أثناء الحلقة الدراسية بلغات العمل الست في الاتحاد، مع توفير تسهيلات الترجمة الشفوية الفورية. وترد الوثائق على موقع قطاع الاتصالات الراديوية على العنوان التالي (http://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/Pages/default.aspx) كما يمكن تيسيرها بعد الحلقة الدراسية عند الطلب لأغراض التدريب داخل الإدارات. وتنظَّم حلقات دراسية من هذا القبيل أيضاً بين فترة وأخرى في أقاليم مختلفة.

3.1.4 مراكز التميز

يدير مكتب تنمية الاتصالات عدة مراكز للتميز في مجال الاتصالات في أماكن شتى من العالم لصالح البلدان النامية حيث تؤدي هذه المراكز وظائف التدريب التالية:

- تعمل المراكز كجهات للتنسيق من أجل التدريب وتنمية القدرات المهنية، وإجراء البحوث وتوفير المعلومات بشأن المسائل المتعلقة بالاتصالات في مناطق شتى؛
- تدرِّب واضعي السياسة العامة والجهات القائمة بالتنظيم على وضع السياسات والتنظيمات الوطنية الخاصة بالقطاع؛
- تدرِّب مديري الشركات رفيعي المستوى على إدارة شبكات وخدمات الاتصالات؛
- تدرِّب مديري الترددات على إدارة طيف الترددات وذلك في الجوانب المتعلقة بسياستها العامة والجوانب التنظيمية والتقنية؛
- توفِّر التدريب بشأن مسائل مختارة تتعلق بتكنولوجيا الاتصالات والمعلومات المتقدمة، وبتمويل الاتصالات وبالاتفاقات التجارية المتعددة الأطراف؛

- توفِّر المقدرة على تطوير معايير الاتصالات وتحقيق تناسقها، بما في ذلك تقديم الدعم للمشاركة في المنتديات العالمية لتقييس الاتصالات؛
- تعمل كجهات تنسيق للمبادرات الإقليمية والعالمية الخاصة بمجتمع المعلومات؛
- توفِّر المقدرة على وضع وتنفيذ المشاريع التجريبية التي توضح تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مجالات محددة هامة لأقاليم شتى؛
- توفِّر الخبرة الاستشارية للحكومات ومصالح القطاع الخاص؛
- توفِّر التسهيلات اللازمة لعقد المؤتمرات والحلقات الدراسية والندوات لمناقشة ونشر المعلومات بشأن المسائل المتعلقة بالاتصالات.

وهناك ستة مراكز تميز تتمثل فيما يلي:

1 مركز التميز الخاص بالبلدان الإفريقية المتحدثة بالفرنسية (نقطة اللقاء الرئيسية: داكار)

2 مركز التميز الخاص بالبلدان الإفريقية المتحدثة بالإنكليزية (نقطة اللقاء الرئيسية: نيروبي)

3 مركز التميز الخاص ببلدان آسيا والمحيط الهادئ (نقطة اللقاء الرئيسية: بانكوك)

4 مركز التميز الخاص بالأمريكتين (نقاط اللقاء الرئيسية: كوستاريكا وإكوادور وفنزويلا وبيرو وكولومبيا والأرجنتين وشيلي وهندوراس)

5 مركز التميز الخاص بالمنطقة العربية (البلدان الرائدة: سورية ومصر والأردن وتونس والسودان)

6 مركز التميز الخاص ببلدان أوروبا الشرقية وبلدان كومنولث الدول المستقلة (البلدان الرائدة: روسيا وأوكرانيا وبيلاروس وسلوفاكيا وبولندا وبلغاريا).

وتدير هذه المراكز مجالس إدارات أو لجان توجيهية تضع هياكل الإدارة والبرامج الأكاديمية اللازمة لتحقيق أهداف المراكز في مجال التدريب.

وتتيسر معلومات أخرى عن أنشطة هذه المراكز في موقع الاتحاد الدولي للاتصالات على شبكة الويب على العنوان التالي (http://www.itu.int/ITU-D/hrd/coe/~index.html).

4.1.4 مركز التدريب الافتراضي

أنشأ مكتب تنمية الاتصالات مركزاً للتدريب الافتراضي. وهنالك مكتبة في موقع هذا المركز على شبكة الويب (http://www.itu.int/ITU-D) تحتوي على مواد موجهة نحو التدريب.

وأحد المواضيع الواردة في برامج التدريب هو "إدارة الطيف". كما عقد الاتحاد الدولي للاتصالات اتفاقات شراكة بشأن تنفيذ برامج مع القطاع الخاص والوكالات الإقليمية والدولية والحكومات والدوائر الأكاديمية ومؤسسات التدريب لبناء أوجه تآزر وحشد موارد إضافية من أجل المبادرات الخاصة ببناء القدرات. ولهذا البرنامج ثلاثة نُهُج رئيسية للمساهمة في التطوير: وضع اتفاق بشأن التدريب (عن طريق إلغاء رسوم التدريب)، والمساهمة في خطة العمل السنوية لمكتب تنمية الاتصالات، و/أو الانضمام إلى المشاريع الإقليمية القائمة على شراكات بين القطاعين العام والخاص التي تركّز على توفير السبل للاستدامة الذاتية الطويلة الأجل.

2.4 التدريب الذي توفره الإدارات والمنظمات

1.2.4 مرافق التدريب في الولايات المتحدة الأمريكية

دأب معهد التدريب على الاتصالات في الولايات المتحدة (USTTI، http://www.ustti.org) على توفير فرص للتدريب داخل الولايات المتحدة على إدارة الطيف الراديوي وذلك منذ عام 1983 بعد بدء إنشاء المعهد في مؤتمر المندوبين المفوضين التابع للاتحاد الدولي للاتصالات الذي عُقد في نيروبي، كينيا. وتضطلع الشركات في الولايات المتحدة و/أو الوكالات الحكومية برعاية الدورات

التدريبية لمعهد التدريب على الاتصالات في الولايات المتحدة. ويقدم المعهد كل عام عدداً من الدورات التدريبية التي تتعلق بشكل مباشر بإدارة الطيف الراديوي تتمثل فيما يلي:

1 التدريب على إدارة الطيف الراديوي ومسائل السياسة التنظيمية (وينظم كل ربيع وتشترك في تنفيذه لجنة الاتصالات الاتحادية، ومعهد التدريب على الاتصالات في الولايات المتحدة).

2 التدريب على إدارة طيف التردد الراديوي (وينظَّم كل ربيع وتشترك في تنظيمه الإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات (NTIA) وComsearch.

3 التدريب على إدارة الطيف في القطاع المدني (وينظَّم كل ربيع وتشترك في تنظيمه لجنة الاتصالات الاتحادية في الولايات المتحدة وComsearch).

4 التدريب على مراقبة وقياس الطيف الراديوي (وينظَّم كل أسبوع وتضطلع بتنظيمه اللجنة الاتحادية للاتصالات في الولايات المتحدة (FCC) وL-3/Apcom, Inc).

5 التدريب على التطبيقات العملية لإدارة الطيف ومراقبة الطيف (وينظَّم كل ربيع، ويقوم بتنظيمه معهد الاتصالات).

6 التدريب على تقنيات وإجراءات مراقبة الطيف الراديوي (وينظَّم مرتين في العام، إحداهما كل ربيع والأخرى في الصيف وتضطلع بتنظيم التدريب لجنة الاتصالات الاتحادية).

7 التدريب على تقنيات المختبرات دعماً لبرامج إجازة التجهيزات (وينظَّم كل خريف وتضطلع بتنظيمه لجنة الاتصالات الاتحادية).

وبالإضافة إلى هذه الفرص، ترعى شركات الولايات المتحدة الدورات التدريبية في مجال الاتصالات الراديوية اللاسلكية التي ينظمها معهد التدريب على الاتصالات في الولايات المتحدة USTTI والتي يمكن أن تتضمن عناصر تتعلق بإدارة الطيف. وتفاصيل هذه الدورات التدريبية متيسرة في فهرس الدورات التدريبية للمعهد USTTI الذي يُنشر سنوياً.

والتدريب تحت رعاية المعهد (USTTI) يتم بدون دفع رسوم التدريب. ويتعين على مقدمي الطلبات أن يلتمسوا التمويل من منظماتهم الخاصة أو الحكومات التي ينتمون إليها أو من منظمات أخرى لتغطية تكاليف سفرهم إلى الولايات المتحدة والانتقال فيها، وتغطية تكاليف معيشتهم أثناء فترة التدريب.

2.2.4 برنامج التدريب الدولي لهيئة الاتصالات الأسترالية

أعدت هيئة الاتصالات الأسترالية (ACA) (http://www.aca.gov.au/) برنامج التدريب الدولي استجابة لعدد متزايد من الطلبات المقدمة من منظمات دولية من أجل تدريب الأفراد وتنفيذ برامج للعمل–الدراسة. ويستهدف البرنامج توفير استعراض عام للاتصالات في أستراليا المحررة تحريراً تاماً، ولبيئات الاتصالات الراديوية من منظور تنظيمي. وللبرنامج التدريبي الأسترالي ثلاثة روافد تغطي مسائل الاتصالات الراديوية والاتصالات بوجه عام. وتنظَّم جميع الدورات التدريبية باللغة الإنكليزية.

ويزود برنامج التدريب الدولي البلدان التي في طور إقامة بيئة تنافسية إلى جانب البلدان التي تنظر في إدخال المنافسة بمنظورات جديدة للتعلم من خبرات أستراليا. كما ينطوي البرنامج على فائدة إضافية تتمثل في تزويد المشاركين بفرصة فريدة من نوعها للارتباط بالأفراد من منظمات وبلدان في وضع مماثل لأوضاع منظماتهم أو بلدانهم، ومن بلدان أخرى تنتهج طريق فتح الباب للمنافسة.

وتوفر هيئة الاتصالات الأسترالية جميع أنشطة التدريب بدون دفع رسوم للتدريب إلا أنه يتعين على المشاركين تغطية جميع تكاليف إيوائهم وسفرهم ومعيشتهم.

3.2.4 التدريب في أكاديمية الاتصالات في المملكة المتحدة

تقدم أكاديمية الاتصالات في المملكة المتحدة (UKTA) (http://www.ukta.co.uk/) مجموعة من أنشطة التدريب على الاتصالات بدون فرض رسوم للتدريب على الإطلاق على مقدمي الطلبات من البلدان التي تلتمس تنمية خبراتها المتخصصة في مجال الاتصالات.

والأكاديمية مشروع مشترك بين بعض شركات الاتصالات الرائدة وجامعات مختارة في المملكة المتحدة التي تستخدم مقدراتها المشتركة على التدريب لتنظيم مجموعة من اللقاءات التدريبية ذات النوعية العالية. وتقدَّم فرص التدريب في هذه اللقاءات إلى المديرين والمشغلين التقنيين من البلدان ذات بيئة الاتصالات الأقل تطوراً. ويرجَّح أن يساهم الناجحون من هؤلاء المديرين والمشغِّلين التقنيين (أو يطمحون إلى المساهمة) على نحو هام في تطوير البنية التحتية للاتصالات ومقدرات الاتصالات في بلدانهم.

وتتلقى الأكاديمية الدعم من وزارة التجارة والصناعة في حكومة المملكة المتحدة، وقد أنشئت الأكاديمية لتوفير فرص التدريب للمندوبين من البلدان الراغبة في المشاركة في المعارف والخبرات الفنية لصناعة الاتصالات في المملكة المتحدة.

ويغطي التدريب طائفة واسعة من الاتصالات المتعلقة بالمعارف والخبرات الفنية والأنشطة بما في ذلك الإدارة والتطور التجاري والتقني والشخصي. وتتراوح فترات الدورات التدريبية بين يوم واحد وسنتين. وليس ثمة دورات تدريبية محددة تحت عنوان إدارة الطيف وإنما هنالك دورات تدريبية موجهة نحو التكنولوجيا يمكن أن تتضمن جوانب من جوانب إدارة الطيف. ويجوز لمقدمي الطلبات أن يختاروا مجموعة من الدورات التدريبية من هذا الكتيب لتشكل برنامجاً مترابطاً ملائماً لاحتياجاتهم الشخصية. وتؤدى جميع أنشطة التدريب باللغة الإنكليزية.

4.2.4 الدورة التدريبية الإسرائيلية الوطنية على إدارة الطيف

تنظم إسرائيل (http://www.moc.gov.il/sip_storage/FILES/5/1725.pdf) دورات تدريبية وطنية على إدارة الطيف لتدريب المهندسين والمحامين والاقتصاديين الذين يعملون في وزارة الاتصالات، أو لتدريس خبراء آخرين مرتبطين بالإدارة الوطنية للطيف (NSM). ويوفر رابط هذا الموقع على شبكة الويب المحتوى والجدول الزمني الخاصين بالتدريب الذي تبلغ مدته خمسة أيام. ونُظمت الدورة التدريبية في إسرائيل ونيبال وجزء منها في أكثر من 28 بلداً، بما في ذلك تنظيم الدورات التدريبية بشأن التعلم عن بعد التي خصصها قطاع تنمية الاتصالات في الاتحاد لمنطقة آسيا والمحيط الهادئ وأمريكا اللاتينية. وتستند الدورة التدريبية إلى أنشطة إدارة الطيف على المستويات الدولية والإقليمية والوطنية، بما في ذلك تطوير عدة برامج وطنية لإدارة الطيف.

وفي إطار هذه الدورة يتم التعرف على أساسيات الاتصالات اللاسلكية؛ ويسلط الضوء على أجهزة الاستقبال والهوائيات وانتشار الموجات. ويتم بالتفصيل عرض الخدمات اللاسلكية الرئيسية؛ ويكون التركيز على البث، والخدمات الثابتة المتنقلة (الخلوية أساساً) البرية والخدمات الساتلية والأجهزة القصيرة المدى والرادارات. وتناقش مخاطر الترددات الراديوية التي يتعرض لها الإنسان، وتنظيم هذه الترددات والتوافق الكهرمغنطيسي (EMC) وتداخل الترددات الراديوية (RFI). والموضوعات الـ 14 هي في متناول عامة الناس (سيضاف موضوع الاتصالات الساتلية)؛ ويمكن النفاذ إلى المحتوى التفصيلي للدورة عبر وصلة الويب المدرجة بحروف ثخينة.

الاجتماع	الموضوع	التفاصيل
1	مقدمة	الاتصالات اللاسلكية من طرف إلى طرف وطيف الترددات الراديوية
	Radio Frequency (RF) Engineering	
2	الانتشار 1: معادلات	معادلات Maxwell؛ معادلة Friis وخسارة الانتشار في الفضاء الحر، العناصر التي تؤثر على خسارة الانتشار؛ معادلة رادار في الفضاء الحر؛ المجال البعيد، المجال القريب؛ أثر Doppler في مناطق Fresnel
3	الانتشار 1: الأفق الراديوي والموجات الديكامترية (HF)	الأفق الراديوي كدالة تابعة لارتفاع الهوائي؛ قانون Snell؛ نصف القطر الفعلي للأرض؛ التوهين بسبب الغازات الجوية؛ الجريان؛ انتشار الموجات الديكامترية (HF)؛ المناطق والطبقات والقفزات الأيونوسفيرية
4	الهوائيات: المعلمات الأساسية	فتحة الهوائي وعرض الحزمة، صيغ عملية؛ مخطط هوائي ثلاثي الأبعاد؛ الإعاقة وخسارة العودة ونسبة الموجات المستقرة الفلطية؛ MIMO
5	المرسلات والمستقبلات	مخططات المرسلات والمستقبلات؛ بث المرسلات غير المطلوب والأقنعة؛ شروط الاستقبال؛ الحساسية والانتقائية؛ رقم الضوضاء، الضوضاء الحرارية
	Radio Frequency (RF) Services	
6	البث: الفيديوي والصوتي والبيانات	شبكة البث، المعلمات التقنية لأنظمة التلفزيون؛ نطاقات التردد الراديوي؛ تعدد المسيرات؛ المكاسب الرقمية من التردد الراديوي؛ تعايش التلفزيون والخلوي
7	المتنقلة البرية: الخلوية أساساً	المعايير المتنقلة، الشبكة المرجعية الأساسية للاتصالات المتنقلة الخلوية؛ النفاذ المتعدد بتقسيم التردد/ الشفرة الزمن؛ OFDM/OFDMA؛ واجهات IMT وتطورها؛ بنى الأنظمة GSM/UMTS/LTE؛ نطاقات LTE؛ تفريغ Wi-Fi؛ توصيل شبكي
8	الخدمات الثابتة	التطور والحالة الراهنة لتكنولوجيا الخدمات الثابتة؛ طوبولوجيات النشر؛ وصلات LoS و NLoS في الخدمة الثابتة؛ تطبيقات وأمثلة؛ ترتيبات القنوات والقدرات؛ ميزانية الوصلة لوغاريتمياً وعددياً من نقطة إلى نقطة
9	الاتصالات الساتلية	تعاريف: لوائح الراديو الصادرة عن الاتحاد؛ المدارات والخدمات الساتلية؛ التجهيزات الساتلية؛ تنظيم الاتصالات الساتلية
10	الأجهزة القصيرة المدى	تعاريف: التقنيات الجديدة لتعدد الارسال والنشر والتشكيل؛ تطبيقات نموذجية؛ تكنولوجيا RFID؛ الترددات الراديوية للتنسيق العالمي أو الإقليمي؛ 3 دراسات حالة
11	أنظمة الرادار	تطبيقات؛ خسارة الإرسال الرئيسية friis في الرادار؛ احتمالات الكشف؛ أثر Doppler؛ معلمات الرادار؛ الدلالة على الهدف المتحرك
	RF: Regulation, RFI and Human Hazards	
12	لوائح ومعايير التردد الراديوي	موضوع التنظيم؛ دور التنظيم والمعايرة؛ المنظمات الدولية والاقليمية والوطنية، مراقبة الطيف؛ المقارنة والمفارقة بين أوروبا وأمريكا
13	RFI و EMC	RFI: الاقتران من هوائي إلى هوائي، أنماط وأساليب التداخل؛ التخفيف، داخل أنظمة RFI وفيما بينها؛ خصائص حساسية المستقبل؛ الاشارات غير المطلوبة؛ نسبة الموجة الحاملة إلى التردد الخطية؛ معيار حماية S/N
14	مخاطر تعرض البشر للتردد الراديوي	التعرض للترددات الراديوية وفرط الحساسية؛ الكميات التقنية؛ كثافة القدرة في المجال البعيد (من المحطة القاعدة) وSAR في المجال القريب (جهاز محمول باليد)؛ المبادئ التوجيهية ICNIRP للحد من التعرض؛ المستويات المرجعية حول العالم؛ التعرض من إرسالات هوائيات متعددة؛ حدود مخاطر التردد الراديوي وأثره على تخطيط الشبكات الخلوية

3.4 التدريب الذي توفره الجامعات

تقدم بعض الجامعات أيضاً دورات تدريبية قصيرة في الإدارة التنظيمية وفي إدارة الطيف إما في هيئة وحدات نمطية للبرامج الخاصة بطلاب الدراسات العليا أو من خلال عمليات تدريب مستقلة قصيرة المدة. ويتجاوز نطاق هذا الملحق تغطية جميع الدورات التدريبية ذات الصلة التي تقدمها جميع الجامعات. ولذلك يقدَّم أدناه مثال لدورتين تدريبيتين تنظَّمان في جامعتين. وتنظَّم هاتان الدورتان لقاء دفع رسم للتدريب بالإضافة إلى التكاليف الأخرى التي تتحملها الإدارة، بما في ذلك تكاليف السفر والاقامة والمعيشة.

1.3.4 الدورات التدريبية المنظَّمة في جامعة يورك

توفر إدارة الإلكترونيات (http://www.elec.york.ac.uk/contedu/welcome.html) في جامعة يورك وحدات نمطية للتدريب تستغرق أسبوعاً واحداً في الدورات التدريبية النمطية التي تنظَّم لطلاب الدراسات العليا في جزء من الوقت بشأن الملاءمة الكهرمغنطيسية واتصالات الترددات الراديوية التي يمكن أن تنفَّذ أيضاً كدورات تدريبية قصيرة المدة. وتتمثل إحدى الدورات التدريبية التي يجري تنظيمها في "إدارة الطيف الراديوي والبيئة التنظيمية الراديوية" (التي تستغرق خمسة أيام). وتتناول هذه الدورات التدريبية الطيف الراديوي باعتباره مورداً محدوداً، كما تستعرض الأدوات والتقنيات والإدارة اللازمة لضمان استعمال الطيف بكفاءة.

2.3.4 الدورات التدريبية المنظَّمة في مركز تنمية القدرات المهنية التابع لجامعة جورج واشنطن

ينظم مركز تنمية القدرات المهنية التابع لجامعة جورج واشنطن "برنامجاً للتعليم المتوائم والدولي" (http://www.gwu.edu/~cpd/ceip) لحفز التطور الشخصي والمهني في كيانات الأعمال التجارية والصناعات والحكومات والكيانات التي لا تستهدف الربح. كما يعرض المركز إمكانية وضع منهاج دراسي متلائم لتلبية أهداف التعلم الخاصة بالمنظمات. وتتمثل إحدى الدورات التدريبية المقدمة في "إدارة طيف الترددات الراديوية CWTC 551" (وتستغرق خمسة أيام). وتبحث هذه الدورة التدريبية التعقيدات التقنية والتنظيمية والقانونية المرتبطة بإدارة طيف الترددات الراديوية، وكيفية تأثير هذه التعقيدات على تطوير التكنولوجيات وكيفية اتصالها بالتخطيط الاستراتيجي.

المراجع

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية

كتيب الاتحاد بشأن مراقبة الطيف (جنيف، 2011).

التوصية ITU-R SM.1370 مبادئ توجيهية لتصميم وإعداد أنظمة لإدارة الطيف أوتوماتياً.

القرار ITU-R 23-2 تمديد نظام المراقبة الدولية على نطاق عالمي.

المرفق 1

للملحق 1

التدريب على إدارة الطيف ومراقبته*

1 برنامج التدريب

شركة TCI هي المورّد الوحيد للأنظمة الأوتوماتية لإدارة ومراقبة الطيف الذي يقوم بتصميم وصنع وتركيب أنظمة كاملة متكاملة داخليا بدون مقاولين رئيسيين من الباطن، وهي بهذه الصفة الشركة الوحيدة المؤهلة لتوريد أنظمة متكاملة لإدارة ومراقبة الطيف، وتوفير التدريب اللازم على تلك الأنظمة. والتدريب المتعمق أساسي لضمان النجاح في تنفيذ نظام إدارة ومراقبة الطيف. وتقدِّم الشركة برنامجاً للتدريب صُمم ليلائم الطبيعة المتكاملة للنظام. ويزود برنامج التدريب هذا العاملين في الإدارة بالمعارف والقدرات اللازمة للنجاح في تشغيل وصيانة نظام إدارة ومراقبة الطيف أوتوماتياً.

وفيما يلي موظفو الإدارة الذين يوفَّر لهم التدريب:

- الموظفون المعنيون بإدارة الطيف، والموظفون التقنيون والإداريون المسؤولون عن تشغيل نظام الإدارة
- مشغلو نظام المراقبة
- المهندسون والتقنيون المسؤولون عن صيانة النظام.

وتنفَّذ الدورات التدريبية باستعمال أساليب التدريب الملائمة، بما في ذلك المحاضرات التي يلقيها المعلمون، والتدريب في المختبرات والتدريبات العملية الأخرى. وتتوفر للمعلمين معلومات أساسية وخبرات واسعة النطاق فيما يتعلق بالمراقبة الراديوية وتحديد زوايا الاتجاه راديوياً ومفاهيم إدارة الطيف.

وبالنسبة لكل دورة تدريبية توفَّر الموارد اللازمة للتدريس والمواد السمعية البصرية بما في ذلك مجموعة من مواد التدريب القابلة للاستنساخ ليستعملها المعلمون والطلاب خلال الدورة التدريبية . وتتضمن مواد التدريب هذه بعض مخططات الفدرات والرسوم التوضيحية والرسوم التخطيطية للأنظمة. ويمكّن التدريب الإدارة من وضع برنامج للتدريب قابل للمقارنة ومستمر. وتتضمن مواد التدريب تمارين تستند إلى سيناريوهات مختلفة لتمكين المستعملين من الفهم والأداء المتعمقين واللذين تتوفر فيهما الكفاءة فيما يتعلق بالمهام الخاصة بالمستعملين.

2 مدة الدورة التدريبية

لئن كان يمكن تقديم دورات تدريبية في مدد تطول أو تقصر، فإن المدة المعيارية للدورة التدريبية للشركة تبلغ أربعة أسابيع تقدَّم خلالها ثلاث دورات متعاقبة: دورة عن إدارة الطيف ودورة عن عملية المراقبة ودورة عن الصيانة. وتتيح مدة التدريب التي تبلغ أربعة أسابيع تخصيص قدر كبير من الوقت للتدريب الشامل على الإدارة الأوتوماتية الحديثة للطيف ونظام المراقبة. وتقدَّم الدورة التدريبية التي تبلغ مدتها أربعة أسابيع باعتبارها الدورة التدريبية المعيارية للشركة وليست الدورة الأطول مدة للأسباب التالية:

- إن التشغيل المستند إلى نظام ®Windows بدهي ولذلك يسهل تعلمه.
- إن نظام المساعدة السياقي يتيح للمستعملين الحصول على المعلومات عن النافذة النشيطة حالياً عند الضغط على زر.
- يقدَّم جهاز محاكاة للتدريب (يرد وصفه في الملحق 3 للفصل 7) كجزء من تسهيلات النظام فيما يتعلق بالتدريب أثناء العمل.
- تتألف أنظمة المراقبة المتطورة المتكاملة من عتاد أقل بكثير من الأنظمة الأقدم ولذلك يلزم لها قدر أقل من التشغيل والصيانة.

---

* هذا المرفق مقدَّم من شركة TCI (www.tcibr.com).

3 الدورات التدريبية

الدورة التدريبية لإدارة تخصيص الترددات ومنح التراخيص. تنفَّذ من أجل تشغيل نظام الإدارة، دورة تدريبية لتشغيل نظام الإدارة مدتها عشرة أيام تقدَّم عادة لعدد يصل إلى عشرة من موظفي الإدارة. وتشمل المواضيع التي تغطيها هذه الدورة ما يلي:

- إدارة الطيف:
  - المبادئ العامة لإدارة الطيف.
  - استعراض عام لبرمجية نظام إدارة الطيف المؤتمت (ASMS).
  - تشغيل النظام، بما في ذلك تدفق العمل النموذجي.
  - توزيع طيف الترددات لاستعماله في مختلف المتطلبات التجارية ومتطلبات المستهلكين.
- إدخال البيانات:
  - عملية إدخال البيانات المستخدَمة في نظام إدارة الطيف المؤتمت (ASMS).
  - مجموعة من المحاضرات والاستخدام العملي للنظام ومعالجة التطبيقات.
- الترخيص والإدارة:
  - كيفية تقييم طلب ترخيص للموافقة، ومعاملة تعديلات الترخيص، وعمليات التجديد والإنهاء وما إلى ذلك، وإدارة تسوية الشكاوى.
  - فهم متعمق لعملية تقديم الطلبات ومنح التراخيص والاتساق مع الإجراءات اللازمة.
- تخصيص التردد والتحليل التقني والهندسي:
  - عملية تخصيص التردد واستخدام أدوات التحليل الهندسي في تخصيص الترددات وتسوية الشكاوى.
  - الاستخدام العملي لتخصيص التردد وأدوات التحليل الهندسي التي تقدَّم مع نظام الإدارة، بما في ذلك توليد التقارير.
- حساب الرسوم:
  - عملية حساب الرسوم وغيرها من وظائف المحاسبة.
  - محاضرة ومعالجة عملية للرسوم المطلوبة واستعمال رزمة المحاسبة.
- إدارة النظام وشؤونه الإدارية:
  - قيام مديري النظام بصيانة البرمجيات المعيارية.
  - الإلمام باستخدام الأدوات التالية والبرمجيات الأساسية: أدوات نظام إدارة قاعدة البيانات الترابطية (RDBMS)؛ وبرمجية استرداد البيانات.
  - التخزين الاحتياطي للبيانات؛ إنشاء وإدارة حسابات مستعمل الحاسوب؛ إدارة الأمن؛ صيانة قاعدة البيانات؛ إدارة الشبكة؛ الإجراءات.

دورة بشأن تشغيل المراقبة. من أجل تشغيل محطات المراقبة، تنظَّم دورة مدتها خمسة أيام بشأن تشغيل المواقع الثابتة والمتنقلة، وتنظَّم هذه الدورة عادة لعدد يصل إلى ثمانية موظفين. وفي الجدول التالي وصف لهذه الدورة:

التدريب على العمليات

العنوان	الهدف	المحتوى
التدريب على تشغيل المراقبة	لتمكين المشغلين من أداء مهام المراقبة اليومية أداء فعالاً	استعراض عام للنظام (المعدات)
		مخطط بياني للمحطات
		برمجية مراقبة الطيف
		المصطلحات والمفاهيم
		تقنيات المراقبة
		نظام التشغيل
		النظام القائم على العميل/المخدم
		بدء تشغيل البرمجيات
		الأساسيات
		استكشاف البرمجيات
		استعراض عام للقياسات
		البرنامج الزمني
		تقييم نتائج المراقبة
		التقارير وعروض البيانات
		تشخيص المشاكل والإبلاغ عنها
		تحديد الاتجاه الزاوي
		الخرائط المرقمنة
		القياسات

دورة في الصيانة. لصيانة النظام، تنظَّم دورة مدتها خمسة أيام لعدد يصل عادة إلى ثمانية تقنيين. وفي الجدول التالي وصف لهذه الدورة:

دورة في الصيانة

العنوان	الهدف	المحتوى
دورة تدريبية في الصيانة	لتمكين التقنيين/المهندسين من كشف مواطن الخلل وإصلاح مكونات النظام	مخطط بياني
		مخططات الكبلات والأسلاك والتوصيل البيني
		استعراض عام للمعايرة وعمليات التشخيص ورسائل الأخطاء
		عمليات التشخيص ورسائل الأخطاء
		المعايرة
		كشف مواطن الخلل وإصلاحها
		إصلاح واستبدال الوحدات الميدانية التي يمكن استبدالها
		الصيانة الوقائية

المرفق 2

للملحق 1

برامج تدريب شركة LS telcom*

1 برنامج التدريب

تقدم شركة LS telcom AG، ألمانيا، طائفة واسعة متنوعة من الدورات التدريبية وحلقات العمل والحلقات الدراسية المهنية التي تعالج جميع جوانب إدارة الطيف وهندسة الطيف.

ورغبة في تعزيز خدمات التدريب المقدَّمة إلى البلدان النامية وإضفاء طابع رسمي عليها، تعمل الشركة في شراكة مع الاتحاد الدولي للاتصالات ومراكز التميز التابعة للاتحاد في إفريقيا وآسيا ومنطقة البحر الكاريبي والمنطقة العربية، حيث يتمثل الهدف الجماعي في هذا الصدد في مساعدة البلدان النامية في تحقيق إدارة أكثر فعالية للمسائل المرتبطة بتحرير شبكات الاتصالات لديها وخصخصتها.

2 الدورات التدريبية

يتيسر تقديم الدورات التدريبية التالية إما في ألمانيا أو في بلد ثالث يختاره العميل.

ولا تقدَّم في التدريب الأساسيات النظرية فحسب من خلال استخدام أمثلة عملية وإنما تقدم أيضاً طائفة من تدريبات الحواسيب العملية الاختبارية أيضاً.

ويقدِّم الجدول الزمني الخاص بالتدريب وصفاً أكثر تفصيلاً لكل دورة تدريبية.

إدارة الطيف

- مبادئ إدارة الطيف الراديوي
- المسائل التقنية لإدارة الطيف الراديوي
- قياسات مراقبة الطيف

الإذاعة

- أساسيات التخطيط الإذاعي (FM/TV، T-DAB/DVB-T)
- التخطيط الإذاعي المتقدم (FM/TV، T-DAB/DVB-T)
- الراديو الرقمي العالمي (DRM)

الشبكات الثابتة

- أساسيات وصلة الموجة الصغرية وتخطيط وتنسيق الخدمة الثابتة
- حساب وتنسيق الوصلة الراديوية (WLL، PtP)
- تنسيق الساتل والتبليغ عنه

* هذا المرفق مقدَّم من شركة LS telcom، ألمانيا (www.lstelcom.com).

الاتصالات المتنقلة

- أساسيات التخطيط الراديوي للشبكات المتنقلة
- الراديو المهني المتنقل PMR (TETRA وTETRAPOL)
- انتقاء وتنسيق التردد للخدمة المتنقلة البرية
- GSM – المبادئ التقنية وتخطيط الشبكة الراديوية
- UMTS – المبادئ التقنية وتخطيط الشبكة الراديوية

دورات أخرى

- بيانات طبوغرافية رقمية: المتطلبات والإنتاج والاستعمال
- تسعير الطيف
- المزادات العمومية بشأن الطيف
- تقارير برمجية "Crystal Reports".

المرفق 3

للملحق 1

التدريب على إدارة الطيف*

1 مبادئ التدريب

شركة THALES شركة عالمية فروعها موجودة في القارات الخمس، وتقوم بتشغيل أنظمة عديدة لإدارة الطيف ومراقبته، وهي عضو في القطاعات الثلاثة للاتحاد الدولي للاتصالات.

وتورّد هذه الشركة نظاماً متكاملاً تماماً لإدارة الطيف ومراقبته. وتقوم شركة CTS (Cril Telecom Software)، وهي شركة فرنسية ناشرة للبرمجيات متخصصة في توريد أنظمة إدارة الطيف الأوتوماتية والحلول البرمجية اللازمة لمشغلي الاتصالات، بتوريد نظام إدارة الطيف والوحدات النمطية للواجهات اللازمة لمراقبة الطيف. وتضطلع شركة CTS عادة بالتدريب على إدارة الطيف.

والمشاريع التي تديرها كلتا الشركتين هي عادة مشاريع جاهزة تشمل عادة توريد أنظمة ومنصات وكذلك تقديم الخدمات اللازمة مثل التركيب والتشغيل وترحيل البيانات وإدماجها وتوفير التدريب. وبفضل خبراتهما الطويلة في تنفيذ الأنظمة على النطاق العالمي، اكتسبت الشركتان، على السواء، خبرات فنية قيمة لدى تصميم برامج التدريب.

والتدريب مكوّن رئيسي أثناء تنفيذ المشاريع. فالواقع أنه بدون تدريب سليم قد لا تتوفر لمشغّلي الأنظمة المحتملين المهارات اللازمة للاستفادة الكاملة من الأنظمة المورَّدة. ويمتثل التدريب على إدارة الطيف في نظام شركات ELLIPSE لتوصية الاتحاد الدولي للاتصالات ITU-R SM.1370 لدى معالجته للاحتياجات والمتطلبات الخاصة بكل إدارة من حيث المحتويات والمدة. ويمكن أن ينفَّذ التدريب في المواقع الخاصة بالزبائن أو في المواقع الخاصة بالشركة في فرنسا. ويمكن أن تنفَّذ المساعدة التقنية في المواقع الخاصة بالزبائن لأنها تتمثل في التدريب والمساعدة العمليين/التدريب والمساعدة أثناء العمل في الوقت الذي يؤدي فيه المشغّلون مهامهم اليومية الخاصة بإدارة الطيف.

ونظام إدارة الطيف المؤتمت هو نظام محوسب للمعلومات يعالج المهام الإدارية والتقنية التي يتعين أن تتناولها الإدارة المسؤولة عن إدارة الطيف. وهو يضم عادة نظاماً للمعلومات الجغرافية أيضاً.

ولذلك يعالج التدريب المواضيع التالية:

- مهام إدارة الطيف
- برمجية التطبيق
- منصة وبرمجية النظام المحوسب
- إدارة قاعدة البيانات والنظام

ويتألف التدريب من جزء نظري وجزء نظري تطبيقي مصحوب بممارسة عملية يعقبها تدريب أثناء العمل ومساعدة تقنية أثناء الاستعمال اليومي للنظام.

وتتألف وثائق التدريب من الكتيب الخاص بمستعملي الطيف، بالإضافة إلى وثائق خاصة تتعلق بالتدريب (من قبيل النشرات التي توزع مجاناً، والوثائق الخاصة بعروض Power Point، والتي تتضمن أمثلة عملية).

* قدَّمت هذا المرفق شركتا Thales (www.thalesgroup.com) وCril Telecom Software (CTS) (www.criltelecom.com).

2 برامج التدريب

يعرض هذا القسم على نحو مفصَّل كامل برامج التدريب التي يمكن للشركات أن تقترحها على الإدارات لدى تنفيذ أحد حلول إدارة الطيف الجاهزة. وتتألف هذه البرامج من وحدات نمطية معيارية تُنتقى وفقاً لسمات المتدربين:

- *المديرون*: هم الأشخاص المسؤولون عن إدارة المشروع وتشغيل النظام.
- *المستعملون التقنيون*: هم المهندسون المسؤولون عن دراسات هندسة الطيف والتوافق الكهرمغنطيسي وعن تخصيص التردد (مستعملو أدوات برمجيات الهندسة الراديوية).
- *المستعملون الإداريون*: هم الأشخاص المسؤولون عن المهام الإدارية (معالجة التطبيقات، وإعداد الفواتير، وإعداد التقارير).
- *مديرو النظام*: هم الأشخاص المسؤولون عن تحميل النظام والإشراف عليه وإمكانية استرجاع البيانات وإدارة المستعملين.

وتُعرض التفاصيل في الأقسام الفرعية التالية.

1.2 الدورات التدريبية لمديري الشؤون الإدارية

- الشروط الأساسية المطلوب توفرها في المتدربين: ينبغي أن يتوفر لدى المتدربين المهارات اللازمة في المجالات التالية:
  - تنظيم الهيئة التنظيمية وأهدافها واستراتيجيتها وأنشطتها الحالية والمقبلة بشأن إدارة الطيف.
  - المهام الإدارية المتصلة بإدارة الطيف.
  - انتشار الموجة الراديوية وتحليل التداخل وتخطيط التردد.
  - المعرفة الأساسية باستعمال الحاسوب، بما في ذلك أنظمة تشغيل MS Windows.
- وحدات التدريب النمطية الموصى بها
  - المفاهيم الأساسية: قاعدة بيانات التشغيل، وقاعدة البيانات المرجعية، وأسلوب الذاكرة، والموقع، وشبكات المحطات.
  - المكونات الأساسية: إطلاق نظام الطيف؛ العرض متعدد الطبقات؛ انتقاء قواعد البيانات؛ تحديث قاعدة بيانات التشغيل بقاعدة البيانات المرجعية؛ معالجة الكيانات التقنية، وتشكيل النماذج؛ والتغطية؛ والطباعة؛ وتصدير النتائج؛ وتحديث قاعدة البيانات المرجعية من خلال قاعدة بيانات التشغيل.
  - إدارة الخدمات؛ وخطط الترددات؛ والتجهيزات.
  - إعداد التراخيص؛ والموافقة على النمط، وإعداد الفواتير، ومتابعة الحسابات.
  - عقد الاتفاقات؛ وإيجاد تشكيل أنماط التنسيق، وإصدار الملفات الإلكترونية وإدماجها.
  - القيام بحملة قياس؛ والاستفادة من النتائج. والاستفادة من البرنامج الخاص بالتقارير: الواجهة مع قاعدة بيانات الطيف الترابطية؛ إعداد التقارير؛ وقواعد حماية البيانات.

2.2 الدورات التدريبية للمشغلين التقنيين

- الشروط الأساسية المطلوب توفرها في المتدربين: ينبغي أن يتوفر لدى المتدربين المهارات التشغيلية اللازمة في المجالات التالية:
  - تنظيم الهيئة التنظيمية والمهام الإدارية المتصلة بإدارة الطيف.
  - انتشار الموجة الراديوية وتحليل التداخل، وتخطيط التردد.
  - المعرفة الأساسية باستعمال الحاسوب، بما في ذلك أنظمة Windows ونظام إدارة قاعدة البيانات الترابطية (RDBMS).

- وحدات التدريب النمطية
- المفاهيم الأساسية: قاعدة بيانات التشغيل؛ قاعدة البيانات المرجعية، وأسلوب الذاكرة، والموقع، وشبكات المحطات، وإطلاق نظام الطيف؛ والعرض المتعدد الطبقات؛ وانتقاء قواعد البيانات؛ وتحديث قاعدة بيانات التشغيل بالنسبة إلى قاعدة البيانات المرجعية؛ وعملية تناول تشكيل الكيانات التقنية.
- *C/I* نواتج التشكيل البيني؛ نماذج الانتشار؛ مواءمة النماذج؛ تخصيص التردد للخدمة المتنقلة البرية. إقامة الشبكات؛ إقامة محطات أرضية على البر؛ التصريح بالوصلة؛ ميزانية الوصلة. تحليل التداخل MW-MW وMV-GES.
- قوائم الخيارات؛ استمارات الطلبات؛ عقد الاتفاقات؛ تشكيل أنماط للتنسيق؛ إصدار الملفات الإلكترونية وإدماجها.
- إدارة الخدمات؛ خطط الترددات؛ التجهيزات؛ وضع التراخيص؛ الموافقة على النمط؛ إعداد الفواتير؛ متابعة الحسابات.
- القيام بحملة قياسات، والاستفادة من النتائج. واستخدام البرنامج الخاص بالتقارير: الواجهة مع قاعدة بيانات الطيف الترابطية؛ إعداد التقارير؛ وقواعد حماية البيانات.

3.2 الدورات التدريبية للمشغلين الإداريين

- الشروط الأساسية المطلوب توفرها في المتدربين: ينبغي أن يتوفر لدى المتدربين المهارات التشغيلية اللازمة في المجالات التالية:
  - تنظيم الهيئة التنظيمية.
  - المهام الإدارية المتصلة بإدارة الطيف.
  - معرفة أساسية باستعمال الحاسوب، بما في ذلك أنظمة Windows، ونظام إدارة قواعد البيانات الترابطية (RDBMS).
- وحدات التدريب النمطية
  - قوائم الاختيار؛ واستمارات تقديم الطلبات، وإنشاء الملفات؛ وعملية المتابعة.
  - إدارة الخدمات؛ وخطط الترددات؛ والتجهيزات.
  - وضع التراخيص؛ والموافقة على النمط؛ وإعداد الفواتير؛ ومتابعة الحسابات.
  - عقد الاتفاقات؛ وتشكيل أنماط التنسيق؛ وإصدار الملفات الإلكترونية وإدماجها.
  - القيام بحملة للقياس؛ والاستفادة من النتائج. واستخدام البرنامج الخاص بالتقارير: الواجهة مع قاعدة بيانات الطيف الترابطية؛ وإعداد التقارير؛ وقواعد حماية البيانات.

4.2 الدورات التدريبية لمديري النظام

- الشروط الأساسية المطلوب توفرها في المتدربين: ينبغي أن يمتلك المتدربون المهارات التشغيلية اللازمة في المجالات التالية:
  - أنظمة التشغيل وأنظمة Windows.
  - نظام إدارة قواعد البيانات الترابطية (RDBMS).
  - الشبكات TCP/IP، LAN WAN.
- وحدات التدريب النمطية
  - قوائم الاختيار؛ واستمارات تقديم الطلبات.
  - المفاهيم الأساسية لنظام تشغيل قاعدة البيانات، والنفاذ من خلال SQL إلى إطار النظام.
  - إدارة النظام: إمكانية استرجاع البيانات، وإصلاح النظام؛ وإدارة حق النفاذ. استعمال برمجية Crystal Report: الواجهة مع قاعدة بيانات النظام FMS؛ وإعداد التقارير، وقواعد حماية البيانات.

الملحق 2

النهج التنظيمي للأجهزة القصيرة المدى في بلدان المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT)

1 مقدمة

تؤدي الأجهزة القصيرة المدى (SRD) دوراً متزايداً في الاقتصاد وفي الحياة اليومية للمواطنين. وتشمل هذه الأجهزة طائفة واسعة من التطبيقات، مثل أنظمة جمع البيانات بالتعرف الأوتوماتي أو إدارة الموجودات في المستودعات، وأنظمة بيع التجزئة والإمداد، وأجهزة مراقبة الأطفال، وفتح أبواب المرائب، والأنظمة الراديوية لقياس البيانات المنزلية عن بُعد و/أو أنظمة الأمن والسلامة، وأنظمة دخول السيارات دون مفتاح، ومئات الأنواع الأخرى من التجهيزات الإلكترونية الشائعة التي تقوم على مرسِلات من نمط التشغيل هذا. وفي أي وقت من اليوم، غالباً ما يكون الناس على مقربة أمتار من منتجات استهلاكية تستخدم الأجهزة القصيرة المدى. وبسبب هذا التنوع، فإن سوق الأجهزة القصيرة المدى ليست كياناً وحيداً لأنها تشمل عدداً من الأسواق لطائفة واسعة من التطبيقات التي توفر قيمة اقتصادية حقيقية لدوائر الصناعة وللمواطنين في جميع أنحاء العالم من حيث الكفاءة ونوعية المعيشة.

وتعمل الأجهزة SRD على مجموعة متنوعة من الترددات، وهي عموماً معفية من متطلبات الترخيص الفردية. وخلافاً لما هو الحال في الخدمات الإذاعية المحددة بوضوح والتي تستفيد من نطاقات التردد الموزعة، فإن نطاق تردد الأجهزة SRD لا وجود له، ومن ثم يتعين على هذه الأجهزة أن تتقاسم ترددات التشغيل مع التطبيقات الراديوية الأخرى دون أن تتسبب في تداخل ضار فيها، ولا أن تطالب بالحماية من أي تطبيق أو خدمة. وينبغي ضمان ذلك من خلال تحديد إطار تنظيمي ملائم ينبغي أيضاً أن يوفر كفاءة استخدام الطيف.

وفي هذا السياق، يبدو من المهم النظر في جميع الجوانب المحددة المرتبطة بنهج الأجهزة SRD من أجل تحديد استراتيجية لوضع أنسب تنظيم من شأنه أن يوفر الثقة الكافية لدوائر صناعة هذه الأجهزة ومن شأنه أيضاً أن يوفر الضمان والحماية المناسبين للخدمات الراديوية.

2 سياق الأجهزة القصيرة المدى

لم يتم تحديد تطبيقات الأجهزة القصيرة المدى (SRD) كخدمة راديوية. وهذا يعني أن هذه الأجهزة ليس لها توزيع محدد في الطيف ومن ثم يمكنها أن تعمل في كل مكان في الطيف الترددي وفقاً للشروط التالية:

1) تعمل الأجهزة القصيرة المدى في نطاقات متقاسَمة، ولا يُسمح لها بأن تتسبب في تداخل ضار في الخدمات الراديوية؛

2) لا تستطيع الأجهزة القصيرة المدى أن تطالب بالحماية من الخدمات الراديوية.

وتحدد هذه الشروط، علماً بأن هذه الأجهزة مرخص لها عادة في إطار نظام تراخيص عامة، المسوغات لوضع الإطار التنظيمي المناسب.

وتتسبب هذه الشروط المحددة في بعض التعقيد في تحديد اللوائح المناسبة. وفي الجزء التالي من هذه الوثيقة يرد وصف المسائل والآثار ذات الصلة بكل من الجوانب.

تقاسم استعمال الطيف

لاعتبارات تقاسم الطيف، من المهم التمييز بين شغل الطيف وكفاءة الطيف. فالقيمة المرتبطة باستخدام جزء معين من الطيف مستمدة من الفائدة التي يقدمها للمستعملين، وهي ليست بالضرورة على غرار حركة البيانات. وينبغي التمييز بين مفهوم كفاءة الطيف المطلقة لنظام واحد (SAE)، التي تقوم على البيانات الخام المرسلة، ومفهوم كفاءة طيف المجموعة (GSE)، التي هي أقرب

إلى الفائدة الأوسع أو الخدمة المقدمة. ويمكن تعريف كفاءة طيف المجموعة GSE في بيئة تضم أجهزة ذات طبيعة مختلفة ومتشابهة (التقرير ECC 181 [5]).

ولدى نشر الأجهزة SRD ليس من الممكن إعطاء كل تطبيق مدى التردد المحجوز الخاص به.

ولاعتبارات تقاسم الطيف لا بد من الاعتراف بأن الأهمية لا تقتصر على المعلمات التقنية للإشارة الراديوية وميزانية الوصلة الناجمة عنها. فأنظمة تبديل الرزم الحديثة القابلة للتكيف تنطوي على أنماط تشغيلية معقدة لا تقتصر على إشراك الطبقة المادية بل تشمل أيضاً مستويات التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI) الأعلى للحفاظ إجمالاً على تدفق الاتصالات. ولذلك، ومن الناحية المثالية، ينبغي لمصممي الأنظمة، فضلاً عن مديري الطيف، أن ينظروا في هذه الجوانب الأكثر تطوراً من أجل تحديد مستويات المرونة التشغيلية للأنظمة قيد النظر وإقامة التوازن بينها.

ومن أهم المعلمات التشغيلية في هذه الفئة هو اشتراط الكمون. وهو الحد الأقصى للتأخير المقبول في نقل الرزمة/الرسالة ولا يمكن بصفة عامة استدلاله من مجرد الاعتبار التقني لميزانية الوصلة المفيدة إزاء حالة التداخل. ولذلك قد يتعين النظر في الكمون إلى جانب المعلمات/القياسات الأخرى المماثلة عند تخطيط الطيف في النطاقات المتقاسمة.

وثمة استنتاج آخر وهو أن التحليل على أساس احتمال بسيط من التداخل لا يكشف، في حالة مزج تطبيقات مختلفة، عن الصورة بأكملها. ولذلك، فإن تحليل التوافق في بيئة محايدة من حيث التطبيق يتطلب تحليلاً أوسع في أدنى طبقتين من نموذج التوصيل OSI، وخاصة في المجال الزمني، مما يحدث حالياً في الحالات التي يتم فيها تعريف التطبيقات.

وتشير التوصية ITU-R SM.1046-2، المرجع [9]، إلى منهجية ينبغي استخدامها لمقارنة الأنظمة المتشابهة. وهذا يجعل من الصعب تطبيق هذا المفهوم مباشرة على نطاقات الأجهزة SRD، حيث تتقاسم مجموعة شتى من التطبيقات المختلفة نفس الطيف. ومن شأن الانتقال نحو الحياد من حيث التطبيق في لوائح الطيف (لتشجيع الابتكارات مثلاً) أن يزيد من صعوبة تطبيق الإجراءات الواردة في التوصية ITU-R SM.1046-2. وقد بحث المؤتمر CEPT في هذه التحديات في التقرير [5] ECC 181في عام 2012.

نظام الترخيص العام والمسائل ذات الصلة

يعني تطبيق نظام ترخيص عام لتطبيقات الأجهزة القصيرة المدى أنه لا يلزم عادة أي تنسيق وأن الإدارات لا تبذل أي جهود في منح التراخيص الفردية لأجهزة SRD وكذلك لا يُقصد الحد من عدد المستعملين. ولكن واحدة من العواقب المباشرة هي أن الهيئة التنظيمية ليس لديها أي معلومات دقيقة عن المواقع المحددة لاستخدام الأجهزة ولا عن كثافة الاستخدام الفعلي لها. وهذا يعني أن فرض قيود جديدة، سواء كانت قيوداً تقنية إضافية أم شروط ترخيص أخرى في مرحلة لاحقة (بعد وقوع مشاكل تداخل مثلاً)، قد يكون مسألة صعبة. وبغية التغلب على مشاكل التداخل من هذا القبيل، يمكن إدخال المتطلبات التقنية الجديدة للتجهيزات القصيرة المدى في المعايير الدولية، إلا أن التأثير الفعلي على الأسواق لن يظهر إلا بعد عدة سنوات، كما أن التجهيزات الموجودة المستخدمة بالفعل في السوق لن تتأثر بالتغيرات في إصدار لاحق من هذه المعايير.

وأخيراً لابد من الإشارة إلى أن الأجهزة القصيرة المدى قد تكون منتجات تسويق على مقياس واسع و/أو منتجات محمولة يمكن بسهولة نقلها واستخدامها عبر الحدود؛ ومن ثم فإن الاختلافات في شروط النفاذ إلى الطيف تحول دون حرية حركتها وتزيد من تكاليف إنتاجها وتؤدي إلى مخاطر تداخل ضار في التطبيقات والخدمات الراديوية الأخرى.

3 الخطة الأوروبية لتحديد تنظيم الأجهزة القصيرة المدى

الإطار التعاوني القائم على العلاقة بين المفوضية الأوروبية والمعهد ETSIواللجنة ECC لدى المؤتمر CEPT

تشارك المفوضية الأوروبية والمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) ولجنة الاتصالات الإلكترونية (ECC) لدى المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) في عملية التعاون في اتخاذ قرارات إدارة الطيف، وذلك بوضع المعايير واتخاذ القرارات التنظيمية.

وتصف مذكرة التفاهم بين المؤتمر CEPT والمعهد ETSI العملية التعاونية التي تنطبق على وضع معايير أوروبية متسقة واتخاذ قرارات من جانب اللجنة ECC (أو غير ذلك من مخرجاتها). والغرض من هذه العملية هو تسهيل النفاذ إلى الطيف للتطبيقات الجديدة التي يتوخاها المعهد ETSI. ووفقاً لمذكرة التفاهم بين المؤتمر والمعهد، فإن أي تعديل في المعايير الأوروبية المتسقة يتطلب تعديلاً في مخرجات اللجنة ECC ينبغي أن يفضي إلى عملية تنسيق بين الهيئتين. والأمر نفسه ينطبق إذا توخت اللجنة ECC تغييراً في لوائحها يتطلب تعديلاً في المعايير الأوروبية المتسقة.

ويتم الاتفاق على المعايير الأوروبية المتسقة بالإجماع بين الإدارات ودوائر الصناعة، وتعتمد بالتصويت من خلال المنظمات الوطنية لوضع المعايير. وحالما تعتمد تقوم المفوضية بنشرها في الجريدة الرسمية للاتحاد الأوروبي دون مزيد من التدخل، إلا في حالات استثنائية.

ويمكن اعتماد مخرجات CEPT/ECC طوعاً من قبل الإدارات الأعضاء في المؤتمر CEPT بعد مشاورة عامة. وبالإضافة إلى ذلك، وعندما يكون تدبير الاتساق مشمولاً بتكليف من المفوضية، يقدم تقرير CEPT إلى المفوضية الأوروبية التي تقترح تدابير الاتساق على أساس عملية اتخاذ قرار الطيف. وتنفيذ تدابير الاتساق على أساس قرارات المفوضية الأوروبية ملزم للدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.

دور المعهدETSI في تنظيم الأجهزة القصيرة المدى

المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) مكلف بإعداد معايير متَّسقة لأجهزة الاتصالات الراديوية. وهذه المعايير المستعمَلة للأغراض التنظيمية معروفة بتسمية معايير أوروبية (تتصدَّرها السابقة EN).

وتحتوي المعايير المتسقة، الخاصة بالتجهيزات الراديوية، متطلبات تتعلق بالاستعمال الفعال للطيف، وبتجنُّب التداخل الضار. فيستطيع المصنِّعون استعمال هذه المعايير كجزء من عملية تقييم المطابقة. وتطبيق المعايير الأوروبية المتسقة التي وضعها المعهد ETSI ليس إجبارياً، إلا أنه يجب، في حال عدم تطبيقها، استشارة هيئة مختصة. ويتعين على منظمات التقييس الوطنية، طبقاً لقانون الاتحاد الأوروبي، دمج المعايير الأوروبية للاتصالات (ETS أو EN) في المعايير الوطنية، وسحب أي من المعايير الوطنية المنافية لها.

وفيما يخص الأجهزة القصيرة المدى، وضع المعهد ETSI أربعة معايير عمومية هي: EN 300 220 وEN 300 330 وEN 300 440 وEN 305 550 وعدداً من المعايير المحددة المتعلقة بتطبيقات معينة.

تنظيم الأجهزة SRD من جانب المؤتمر CEPT في أوروبا

تتضمن التوصية CEPT ERC 70-03 وكذلك قرار المفوضية الأوروبية 2006/771/CE (والتعديلات اللاحقة) بشأن الأجهزة قصيرة المدى قائمة بالنطاقات المتاحة لتطبيقات هذه الأجهزة مع ما يرتبط بها من شروط الاستخدام. وإلى جانب قائمة النطاقات والشروط، تتضمن الوثيقتان تعاريف التطبيقات ذات الصلة.

وبناء على تفويض دائم من المفوضية الأوروبية، يكلف المؤتمر CEPT بتحديث الملحق التقني بقرار المفوضية 2006/771/EC على نحو منتظم.

ويضمن العمل في المؤتمر CEPT توفير ما يكفي من المعلومات لدراسات التوافق وإتاحتها لأصحاب المصلحة والمعهد ETSI. وتطلق وثائق النظام المرجعية لدى المعهد عادة هذه العملية أو تسهم فيها من خلال توفير معلومات قيّمة لتحديد معلمات المدخلات لهذه الدراسات. وبالإضافة إلى ذلك، تسهم أيضاً أفرقة العمل المتخصصة لدى المعهد بمعلومات جديدة. وبصفة عامة، تنطلق من ذلك عملية تنظيم مشترك تشارك فيها الإدارات ودوائر الصناعة والمشغلون/المستعملون للتوصل إلى أفضل نهج تنظيمي مناسب لتطبيقات الأجهزة القصيرة المدى.

- *التوصية CEPT/ERC/REC 70-03 – المتعلقة باستعمال الأجهزة القصيرة المدى*

تعرض هذه التوصية (http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/REC7003E.PDF) الوضع العام فيما يتعلق بتوزيعات الطيف المشتركة من أجل الأجهزة القصيرة المدى (SRD) في بلدان المؤتمر CEPT. والغرض منها أيضاً هو أن تستعملها البلدان الأعضاء في المؤتمر وثيقةً مرجعية عند إعداد لوائحها الوطنية. وتبيِّن التوصية أيضاً متطلبات إدارة الطيف والمواصفات التقنية

بخصوص الأجهزة القصيرة المدى. وهي تشمل أيضاً روابط بجميع الوثائق المرجعية ذات الصلة، مثل تقارير CEPT/ECC وقرارات CEPT/ECC وقرارات المفوضية والمعايير الأوروبية المتسقة.

وهذا النهج المعين من خلال التوصية CEPT/ERC/REC 70-03 هو مثال جيد لاستخدام المؤتمر CEPT أسلوب "المواءمة اللينة"، حيث تبقى الخدمات القائمة محمية بقدر ما تعتبره ضرورياً الإدارات الوطنية، ومع ذلك فهو يوفر الفرصة للتطوير المنسق للخدمات الجديدة في معظم البلدان الأوروبية. ونجاح التوصية ERC 70-03 مدين بالكثير لنهج "المواءمة اللينة"، وهو أسرع تحقيقاً من عملية التنسيق المركزية الأكثر تصلباً لتطبيقات الأجهزة القصيرة المدى، حيث من شأن التدابير اللازمة، للتعامل مع مصلحة مهمة لكنها محدودة لجهة تشغيل قائمة، أن تمنع أو تأخر إتاحة فرص استخدام الطيف أمام الأجهزة SRD.

- *المعلومات الأوروبية بشأن الأجهزة القصيرة المدى (SRD) في نظام معلومات الترددات الأوروبي (EFIS)*

التوصية ERC 70-03 الصادرة عن اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (التي تشمل معلومات التنفيذ الوطنية) متاحة في نسق بيانات في نظام معلومات ترددات المكتب الأوروبي للاتصالات (ECO) (www.efis.dk)؛

ويمكن الاطلاع على المعلومات ذات الصلة بالأجهزة قصيرة المدى عبر الرابط: EFIS SRD Regulations. ويمكن نقل المعلومات في نسق csv (excel).

ويدرج كذلك في نظام معلومات الترددات الأوروبي (EFIS) جدول التوزيعات الأوروبية المشتركة ويمكن تنزيله (يكفي اختيار ECA في قاعدة بيانات EFIS). وهو يحتوي على جميع تدابير الاتساق الخاصة بلجنة الاتصالات الأوروبية (ECC) ذات الصلة بنظام SRD والمعايير الأوروبية المتسقة المعمول بها والصادرة عن المعهد ETSI.

الإجراءات العامة

لقد أرسيت إجراءات واضحة لوضع لائحة جديدة لأجهزة SRD ابتداء من تقديم طلبات رسمية لينظر فيها المؤتمر CEPT. ويمكن أن تنشأ هذه الطلبات من دوائر الصناعة، غالباً من خلال المعهد ETSI عبر وثيقة نظام مرجعية، أو من الإدارات التي استبانت حاجة معينة لتطبيق جديد.

وتصدر 'وثيقة نظام مرجعية' عادة من أجل تطبيق SRD جديد أو لتغيير في لائحة قائمة لأجهزة SRD. وينبغي أن تتضمن الوثيقة معلومات وصف تقني بشأن تقاسم السوق والطيف يمكن أن تستخدمها بلدان المؤتمر CEPT في مداولاتها بشأن توافق الطيف والمسائل التنظيمية. وينظر المؤتمر CEPT في هذه الطلبات للتحقق من ضرورة أي توافق وتقييم تنظيمي ولوضع توصية بشأن أي إجراء آخر مطلوب. وأي اقتراح بتعديل التوصية ERC 70-03 يتفق عليها مؤقتاً يُطرح لعملية مشاورة عامة مع ما يترتب عليها من أخذ التعليقات في الاعتبار قبل الموافقة النهائية للنشر.

وبالتوازي مع عملية المؤتمر CEPT الموجزة أعلاه، يضع المعهد ETSI عموماً معايير أوروبية متسقة (HEN) للتطبيق SRD ذي الصلة. وخلال هذه العملية يقوم المعهد ETSI بالتواصل مع المؤتمر CEPT ملتمساً المعلومات المتعلقة بشروط التشغيل المناسبة لضمان التوافق مع الخدمات القائمة.

وتشمل فوائد هذه العملية التنظيمية ما يلي:

1) تعريف نقاط الدخول في العملية من جانب دوائر الصناعة؛

2) بعد إجراء دراسات محايدة:
   - التوافق مع المستعملين الحاليين؛
   - كفاءة الاستخدام الأقصى للطيف؛
   - التشغيل الموثوق للتطبيقات الجديدة بتحديد الشروط التشغيلية المناسبة؛

3) مشاورة عامة الغرض منها تسهيل عملية التنفيذ على المستوى الوطني.

وترمي سياسة اللجنة ECC إلى زيادة كفاءة العملية التنظيمية، ولا سيما دراسات التوافق، وإلى توفير عملية سريعة لتعيين التردد وإعطاء درجة أعلى من اليقين لدوائر الصناعة. والعنصر الرئيسي في هذه العملية هو تشجيع الصناعة على توفير دراسات أولية للطيف لدعم مقترحاتها.

ولدى صقل العملية التنظيمية في الممارسة العملية، ينبغي النظر في الجوانب التالية:

1) العملية الإجمالية تستغرق وقتاً طويلاً، ومن ثم ينبغي تحديد مواعيد نهائية لعناصر العمل في النهج التنظيمي. وإلا فإن النهج قد لا يتسق مع العمر الافتراضي القصير لبعض منتجات الأجهزة القصيرة المدى. وينبغي تجنب الإدارة الصغرية لفرادى التطبيقات القصيرة المدى و/أو نطاقات التردد الصغيرة جداً. ومن شأن تجميع الطلبات والتطبيقات المتماثلة للأجهزة القصيرة المدى أن يساعد أيضاً على تجنب تجزئة نطاقات التردد.

2) ينبغي تجنب أي تركيز واسع وغير ضروري بشأن توفير الحماية لتطبيقات SRD القائمة. وينبغي اتباع نهج متوازن بين التطبيقات القصيرة المدى الحالية والجديدة في نطاق تردد ما، وينبغي أن تكون القاعدة الأساسية هي "المساواة في النفاذ إلى الطيف"؛

3) ينبغي تجنب تنازلات "القاسم المشترك الأدنى" بين أصحاب المصلحة، التي تميل إلى المساواة في عدم إرضاء الجميع. وينبغي أن يلبي الحل التنظيمي احتياجات تطبيق الأجهزة SRD. وإذا لزم الأمر، ينبغي النظر في نطاقات تردد مختلفة جراء النتائج السلبية في توافق الطيف.

4 مبادئ واستراتيجية وضع لوائح بشأن الأجهزة القصيرة المدى في المؤتمر CEPT

يُبحث في مفهوم SRD باتباع عملية مشتركة محددة.

لقد وردت المبادئ والاستراتيجية في التقريرين 14 و44 الصادرين عن المؤتمر CEPT [2، 3] والتقرير 11 الصادر عن اللجنة ECC [4].

ينبغي أن تخضع جميع طلبات تطبيق SRD لوصف مفصل.

يتطلب تحديد شروط التقاسم لكفاءة استخدام الطيف لنطاق تردد معين وتطبيقها عادة إجراء دراسات توافق شاملة وذلك لضمان أن هذا الاستخدام الجماعي الجديد (انظر المرجع [7]) لن يعرّض للضرر المستعملين المرخص لهم. لذلك فإن جميع الطلبات الجديدة للحصول على تطبيق SRD تخضع لدراسات توافق لتحديد خطة تقاسم ونظام ترخيص. وينبغي أن توفر البيئة التنظيمية لتطبيق SRD توجيهات واضحة بشأن التزامات الأجهزة وحسن سلوكها.

يمكن البحث في نمطين من التطبيقات ضمن نهج SRD:

أ) تطبيق عمومي؛

ب) تطبيق محدد.

والفائدة من النهج العمومي هو أن التنظيم سيكون مفتوحاً قدر الإمكان لتطورات تطبيق الأجهزة SRD الجديدة. وهذا يشجع الابتكار.

ومن ناحية أخرى، يمتاز استخدام نهج تطبيق SRD محدد بنطاق التردد بتقدير عدد الأجهزة على نحو أفضل، وربما التنبؤ بسيناريوهات التداخل على نحو أكثر موثوقية؛ وذلك عندما يتطلب الأمر عموماً مستويات قدرة أعلى من تلك المستخدمة عادة لتطبيقات SRD العمومية.

ومن تحديات هذا النهج هو الدقة في تحديد فئة تطبيق الأجهزة SRD لضمان السيطرة على كثافة الاستخدام الشاملة لأجهزة SRD في نطاق التردد.

النهج التقني

يمكن اختيار التخطيط التقني للأنظمة الراديوية الكاملة بأقصى قدر من الحرية. ويقع ضمن اختيار الجهة المصنعة كل من نظم التشكيل وبروتوكولات تصحيح الأخطاء وخيارات إنشاء الوصلات من أجل المتانة والكمون والتطبيق. ولكن يتعين على الإدارات، عند تحديد نطاق تردد التشغيل الملائم، النظر في تجميع تطبيق مختلف أجهزة SRD من أجل تعزيز الاستخدام الجماعي والفعال للطيف.

مبادئ الحياد

من المرجح أنه لنفس سبب الحياد التكنولوجي سيكون هناك اتجاه نحو تجميع المستعملين ليس بحسب التطبيق وإنما بحسب نمط الإشارة المرسلة. وهذا يدعم أيضاً مبدأ الأجزاء "العمومية" من الطيف غير المصممة خصيصاً لتطبيق واحد ولكن المتاحة للمستعملين الذين يمتثلون لقواعد النفاذ المشترك، من قبيل النفاذ إلى نطاق فرعي للتردد يعتمد على توليفة من المعلمات، مثل القدرة ودورة التشغيل ومدة الإرسال وأسلوب النفاذ إلى الطيف.

ويرد وصف التطبيقات التي تشير إلى فئات من أجهزة SRD أو أنماط منها تؤدي مهمة محددة ولها قاعدة معينة في وثيقة أو أكثر من وثائق النظام المرجعية (بما في ذلك سيناريو استخدام هذه الأنماط من الأجهزة) و/أو المعايير المنسقة الخاصة بالتطبيق.

وهي، على هذا النحو، معرّفة كمجال أو نطاق تطبيق من حيث تطبيق الاستخدام، من قبيل التطبيقات غير المحددة بالأجهزة SRD (أي جميع مجالات الاستخدام) أو تطبيقات معينة، أي مجالات استخدام معينة يفترض من أجلها سيناريوهات استخدام معينة وكثافات استخدام معينة في دراسات توافق الطيف لكل منها. وينبغي ألا يساء فهم كلمة تطبيق على أنها تشير إلى مجال معين من التكنولوجيا.

ويعني مبدأ حياد التطبيق نهاية الفصل بحسب التطبيق حيث كانت النطاقات الفرعية مخصصة حصراً لتطبيق SRD معين (كما هو موضح في التقرير 44 الصادر عن المؤتمر CEPT [3]). ورغبة في الحفاظ على الكفاءة التقنية، ثمة بديل مناسب ممكن وهو تقسيم النطاقات على أساس الأهداف التقنية؛ مثال ذلك نطاقات فرعية للموثوقية العالية أو للكمون المنخفض أو الصبيب المرتفع. ولكن هذا قد يؤدي إلى تعريف أكثر تفصيلاً مطلوب في وصف المتطلبات التقنية للنفاذ إلى الطيف، وهذا قد يؤدي بدوره إلى انخفاض في الحياد التكنولوجي إذا لم يكن الأداء على الوجه الصحيح.

بيد أن العلاقة بين النفاذ إلى الطيف والوظيفية المنظورة تختلف باختلاف التطبيقات، حتى لو كانت معلمات الإشارة متماثلة. ولذلك لا يمكن أن يتحقق هذا النهج إلا إذا وصفت التكنولوجيا المناسبة، من حيث الكمون أو الموثوقية أو عرض نطاق البيانات، لجميع أنماط التطبيقات في نفس البيئة. وقد لا يكون الحياد الكامل من حيث التطبيق هدفاً يمكن تحقيقه ومن ثم ينبغي معاملته بحذر.

الحياد التكنولوجي

يختلف تعريف الحياد التكنولوجي باختلاف مجالات التكنولوجيا، وفي مجال الاتصالات الالكترونية يوصف عادة بأن "القواعد ينبغي ألا تتطلب أو تفترض أي تكنولوجيا معينة". وكما يتجلى بالنسبة لتكنولوجيا الأجهزة SRD يُفهم ذلك في جزأين: "تتطلب" كما هو الحال في اللوائح و"تفترض" كما هو الحال في المعايير.

ومبدأ الحياد التكنولوجي أصعب تحقيقاً وبالتالي قد لا يتحقق دوماً عن طريق التنظيم دون التضحية بكفاءة استخدام الطيف. وينبغي التمكن من وضع اللوائح بحيث يُسمح مثلاً بالتشكيل التماثلي أو الرقمي أو بمدى من عرض النطاق الترددي. ولكن من الضروري، في معظم الحالات، وضع شروط تقنية محددة لتمكين نجاح التقاسم، ومن ثم فإن الحياد التكنولوجي يتنافى مع كفاءة استخدام الطيف. وللمساعدة في ظهور تكنولوجيات جديدة، ينبغي تطبيق مبدأ الحياد التكنولوجي إلى أقصى حد ممكن.

والحياد التكنولوجي هدف مرغوب فيه، ولكن لا يمكن تحقيقه حقاً إلا عندما تتساوى بالنسبة للتطبيقات إمكانية النفاذ والمتطلبات. وبالإضافة إلى ذلك، فإن كفاءة الطيف والحياد التكنولوجي متعارضان مباشرة ما لم تتحدد شروط الحدود التقنية الإلزامية لجميع الأجهزة في بيئة معينة.

بيئة تقاسم يمكن التنبؤ بها

هذا يتناول مستوى ثان من التوافق (أي التقاسم فيما بين الأجهزة القصيرة المدى) يتعين تحديده لضمان أن الأجهزة القصيرة المدى (SRD) تتمتع بنفس القدر من إمكانية النفاذ إلى النطاقات، ومن ثم يتعين أن يحمي بعضها البعض الآخر (بدلاً من أن تتمتع بالحماية من قبل الهيئات التنظيمية). وتصبح عندئذ قواعد التقاسم التي يفرضها تنظيم الطيف هي البيئة المتكافئة التي يتعين أن تعمل فيها الأجهزة SRD. وعلى هذا النحو، قد يكون هناك بيئات مختلفة لفئات مختلفة من الأجهزة SRD. ومن شأن القواعد الملائمة للنفاذ إلى الطيف أن تسهل ترتيبات التقاسم التي يمكن التنبؤ بها.

ومن المفترض تحديد بيئة التقاسم التي يمكن التنبؤ بها بمثابة سلوك مشترك لتجهيزات وأنظمة الاتصالات، أي بمثابة قواعد مشتركة لها معلمات تقنية وأساليب تخفيف محددة بوضوح لتوفير شروط تقاسم أفضل تحديداً ضمن نطاق تردد معيّن.

ويتجلى، من متطلبات الطيف المقدمة من دوائر الصناعة، أن بعض الخدمات والوظائف الجديدة، مثل التطبيقات المتعلقة بالسلامة، قد تتطلب بيئة تقاسم أكثر قابلية للتنبؤ من تلك التي توفرها أساليب التخفيف التقليدية. وينبغي النظر في سيناريوهات مختلفة للجمع بين الخدمات التي تتطلب بيئة تقاسم يمكن التنبؤ بها خلال دراسات التوافق من أجل التوصل إلى حل مقبول.

وبديلاً من ذلك، قد يكون من الممكن، من خلال تحديد دقيق للمعايير التقنية وأساليب التخفيف، توفير بيئة تقاسم يمكن التنبؤ بها للنطاق بأكمله تنطبق على جميع الأجهزة القصيرة المدى.

اعتبارات أساليب التخفيف

من أجل ضمان كفاءة استخدام الطيف، بالنظر في مختلف تطبيقات الأجهزة SRD في نفس نطاق التردد، يتعين النظر منهجياً في أساليب التخفيف. ويشمل ذلك مثلاً تقييدات دورة تشغيل محددة ومتطلبات الاستماع قبل الإرسال وآليات تكييف التردد والكشف والتجنب. ويمكن النظر أيضاً في تقنيات أخرى أكثر تطوراً، مثل مواصفات التعايش الشائعة التي ينفذها مختلف قطاعات/فئات الأجهزة SRD لكي تتمتع بتكافؤ فرص النفاذ إلى الطيف. ويتطلب معظم أساليب التخفيف مواصفات واضحة في المعايير الدولية، بحيث تتمكن الإدارات من استخدامها في نهجها التنظيمي.

تكييف نظام الترخيص الفردي في حالات محددة

ترتبط الأجهزة القصيرة المدى عادة بالتراخيص العامة. ومع ذلك، يمكن أن تقع التراخيص الفردية أيضاً في إطار نهج هذه الأجهزة. وقد يكون لهذا أهمية خاصة بالنسبة إلى 'أنظمة الترخيص اللينة' حيث تدعو الحاجة مثلاً إلى التنسيق مع المستعمل الحالي، أو 'المشاعات الخاصة' حيث يحدد مستعمل فرد (ومرخص له) شروط النفاذ.

ومن مآخذ نظام الترخيص لنهج أجهزة SRD هو أن المستعملين المرخص لهم بشكل فردي، من خلال هيئة تنظيمية، لديهم الوسائل للتعامل مع التداخل الضار، ومع ذلك من غير المرجح أن يتمكن مستعمل الأجهزة SRD من اللجوء إلى هذا الخيار، لا من خلال الشركة المصنعة ولا من خلال الهيئة التنظيمية (ما لم يكن سبب التداخل إرسالات غير قانونية).

ولا يمكن تطبيق نظام من هذا القبيل إلا على تطبيقات SRD محددة بوضوح.

مسؤولية الشركات المصنعة

لا بد من التأكيد على أن ذلك هو في نهاية المطاف مسؤولية الشركات المصنعة لبناء الأجهزة القصيرة المدى بحيث يمكن حماية هذه الأجهزة من التداخل الضار إلى أقصى حد ممكن والحد من مخاطر التداخل من خدمات الاتصالات الراديوية وكذلك من الأجهزة القصيرة المدى الأخرى التي تتقاسم نفس الوسط. وينبغي مراعاة ذلك على وجه الخصوص لتلك الأجهزة التي يدعي فيها المستعملون أن لديهم مثلاً متطلبات عالية من حيث الكمون أو الصبيب أو القدرة على التنبؤ أو الموثوقية في وصلة الاتصالات اللاسلكية. وفي هذه الأحوال، ربما تتوفر الحلول في تنفيذ الأساليب التكيفية "للتهرب" من التداخل أو تعريف شروط خاصة بنطاق التردد.

المراجع

[1] Recommendation ERC/REC/70-03, Relating to the Use of Short Range Devices (SRD), Tromsø 1997 and Subsequent amendments.

[2] CEPT Report 014, "Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate to Develop a strategy to improve the effectiveness and flexibility of spectrum availability for Short Range Devices (SRDs)", July 2006.

[3] CEPT Report 44, "In response to the EC Permanent Mandate on the Annual update of the technical annex of the Commission Decision on the technical harmonisation of radio spectrum for use by short range devices", Report approved on 8 March 2013 by the ECC.

[4] ECC Report 011, "Strategic plans for the future use of the frequency bands 862-870 MHz and 2400-2483.5 MHz for short range devices", Helsinki, May 2002.

[5] ECC Report 181, "Improving spectrum efficiency in the SRD bands", September 2012.

[6] Radio Spectrum Policy Group Opinion on "streamlining the regulatory environment for the use of spectrum", 19 November 2008.

[7] Radio Spectrum Policy Group, "Report on Collective Use of Spectrum (CUS) and other spectrum sharing approaches", November 2011.

[8] COMMISSION DECISION 2006/771/EC of 9 November 2006 on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices and subsequent amendments (2009/812/EC, 2010/368/EU, 2013/752/EU).

[9] Recommendation ITU-R SM.1046-2 – Definition of spectrum use and efficiency of a radio system.

الملحق 3

أفضل الممارسات في الإدارة الوطنية للطيف

مقدمة

مع المراعاة الواجبة لدستور الاتحاد الدولي للاتصالات واتفاقيته، يتناول هذا الملحق أفضل الممارسات المتعلقة بأنشطة الإدارة الوطنية للطيف. ولا ترد في هذا الملحق الممارسات الدولية. إلا أن بعض أفضل الممارسات الواردة فيما يلي تستهدف التآزر مع الممارسات الدولية أو الانتقال إليها، أي الممارسات المتعلقة بالتعاون مع الزملاء في البلدان الأخرى أو بالتنسيق معهم، على غرار ما هو متوقع حدوثه أثناء مشاورة ثنائية أو متعددة الأطراف تسبق انعقاد مؤتمر عالمي للاتصالات الراديوية أو اجتماع دولي للتنسيق الساتلي. وبالإضافة إلى ذلك، تستهدف هذه الممارسات مواءمة سياسات إدارة الطيف على الصعيد العالمي، قدر الإمكان، وذلك بمواءمة الممارسات بين الإدارات الوطنية.

الممارسات:

1 إقامة منظمة وطنية لإدارة الطيف والحفاظ عليها، قد تكون إما مستقلة أو تشكل جزءاً من سلطة تنظيم الاتصالات المسؤولة عن إدارة الطيف الراديوي للمصلحة العامة

2 تشجيع سياسات تستهدف إدارة الطيف بطريقة تتسم بالشفافية والإنصاف والكفاءة والفعالية الاقتصادية، وهذا يعني تنظيم الاستعمال الكفء والملائم للطيف، مع المراعاة الواجبة لضرورة تجنب التداخلات الضارة وإمكانية فرض قيود تقنية لكي يتسنى حماية المصلحة العامة

3 نشر الخطط الوطنية لتوزيع التردد وكذلك البيانات المتعلقة بتخصيص التردد وذلك لتشجيع الانفتاح وتسهيل وضع أنظمة راديوية جديدة، أي تنظيم مشاورات عمومية بشأن التغييرات المقترحة في خطط التوزيع الوطنية لتخصيص التردد وبشأن قرارات إدارة الطيف التي من شأنها أن تؤثر على مقدمي الخدمات بحيث تتمكن الأطراف المهتمة من المشاركة في عملية اتخاذ القرارات

4 الحفاظ على عملية اتخاذ القرارات مستقرة وبحيث تسمح بمراعاة المصلحة العامة في إدارة طيف التردد الراديوي، وبعبارة أخرى توفير ضمانات قانونية وذلك عن طريق عملية منصفة وشفافة لمنح التراخيص لاستعمال الطيف، وباستعمال آليات المنافسة عند الضرورة

5 النص في العملية الوطنية، بالنسبة للحالات الخاصة التي لها ما يبررها، على استثناءات أو تنازلات للقرارات المتخذة بشأن إدارة الطيف

6 النص على عملية لإعادة النظر في القرارات في مجال إدارة الطيف

7 تقليل اللوائح غير اللازمة إلى أدنى حد ممكن

8 تشجيع سياسات الاتصالات الراديوية التي تؤدي إلى استعمال الطيف بمرونة، إلى الحد الممكن عملياً، بحيث تسمح بتطوير الخدمات[46] والتكنولوجيات باستعمال طرائق محددة بوضوح، مثل:

أ) إزالة الحواجز التنظيمية وتخصيص الترددات بطريقة تسهل للمنافسين الجدد بدخول السوق،

ب) تشجيع الكفاءة في استعمال الطيف بتقليل أو إزالة القيودات غير اللازمة في استعمال الطيف، وبالتالي تشجيع المنافسة وبحيث يكون العائد على المستهلكين إيجابياً،

[46] حيثما يُستعمل تعبير "خدمات" في هذا الكتيب، فهو يعني خدمات وتطبيقات الاتصالات الراديوية المعرَّف بها.

ج) تشجيع الابتكار وإدخال تطبيقات وتكنولوجيات راديوية جديدة

9 ضمان المنافسة المفتوحة والعادلة في أسواق الأجهزة والخدمات، وإزالة الحواجز التي قد تحول دون المنافسة المفتوحة والمنصفة

10 مواءمة سياسات استعمال الطيف الكفؤة على المستويين المحلي والدولي، بالقدر الممكن عملياً، بما في ذلك استعمال التردد الراديوي، وخدمات الفضاء، والموقع المداري المرتبط بمدار الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض وأي خصائص مرتبطة بالسواتل على المدارات الأخرى

11 العمل بالتعاون مع الزملاء على المستويين الإقليمي والدولي بغية وضع ممارسات تنظيمية منسقة، أي العمل بالتعاون مع السلطات التنظيمية في الأقاليم والبلدان الأخرى لتجنب التداخلات الضارة

12 إزالة أي حواجز تنظيمية أمام الحركة الحرة والتنقل العالمي للمطاريف المتنقلة وسائر أجهزة الاتصالات الراديوية المماثلة

13 استعمال أنساق البيانات وعناصر البيانات الموصى بها دولياً من أجل تبادل المعلومات والتنسيق، من قبيل تلك الواردة في التذييل **4** من لوائح الراديو، وفي توصية قطاع الاتصالات الراديوية ITU-R SM.1413 بعنوان قاموس بيانات الاتصالات الراديوية

14 استعمال خطوات ومراحل الإدارة المحددة "المرامي" للمراقبة والتحكم في تنفيذ أنظمة الاتصالات الراديوية الذي يستغرق وقتاً طويلاً

15 اعتماد قرارات محايدة تكنولوجياً تسمح بتطوير تطبيقات راديوية جديدة

16 تسهيل اعتماد تطبيقات جديدة وتكنولوجيات جديدة في حينها، وفي الوقت ذاته حماية الخدمات القائمة من التداخلات الضارة، بما في ذلك، عند الاقتضاء، وضع آلية للتعويض من أجل الأنظمة التي يتعين إعادة نشرها لتلبية الاحتياجات الجديدة من الطيف

17 دراسة وضع سياسات فعالة للتخفيف من حدة الآثار الضارة على المستعملين الناتجة عن الخدمات القائمة عند إعادة توزيع الطيف

18 عندما يندر الطيف، تشجيع تقاسم الطيف باستعمال التقنيات المتيسرة (التردد، الزمنية، المكانية، تشفير التشكيل، المعالجة، وما إلى ذلك)، بما في ذلك استعمال تقنيات التخفيف من حدة التداخلات والحوافز الاقتصادية، إلى المدى الممكن عملياً

19 استعمال آليات التنفيذ، عند الاقتضاء، وتطبيق العقوبات في حالة عدم التقيد بالالتزامات أو الاستعمال غير الفعال لطيف التردد الراديوي وذلك بموجب عمليات الطعن

20 تطبيق المعايير الإقليمية والدولية حيثما أمكن، وحسب الاقتضاء، ومراعاتها في المعايير الوطنية

21 الاعتماد قدر الإمكان على معايير الصناعة بما في ذلك تلك المدرجة في توصيات الاتحاد الدولي للاتصالات، بدلاً من اللوائح الوطنية.

الاتحاد الدولي للاتصالات
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN 978-92-61-18796-5 SAP id 39926

طبع في سويسرا
جنيف، 2016
إصدار الصور: Shutterstock