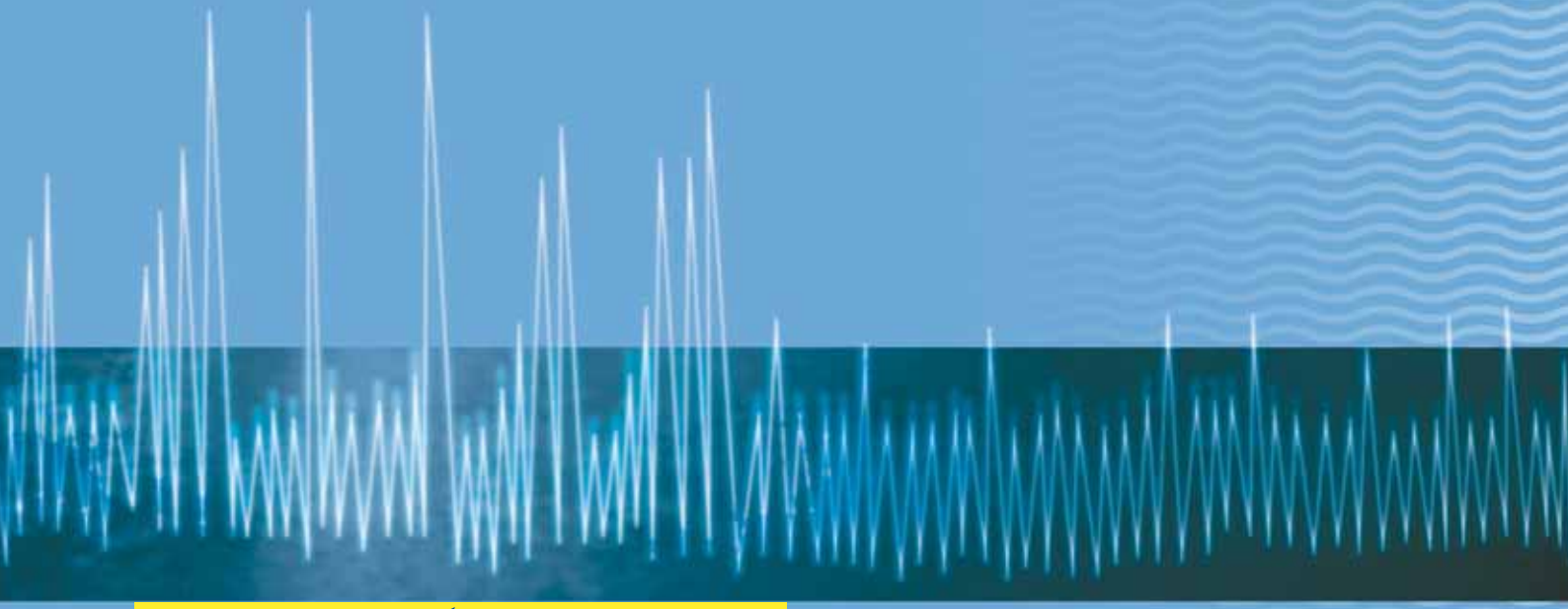
الاتحاد الدولي للاتصالات

دليل
الإدارة الوطنية للطيف

طبعـــة 2005



مكتب الاتصالات الراديوية

الاتحاد الدولي للاتصالات

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياسية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

للحصول على المعلومات المتعلقة بمسائل الاتصالات الراديوية

يرجى الاتصال بالعنوان التالي:

ITU
Radiocommunication Bureau
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Telephone	+41 22 730 5800
Fax	+41 22 730 5785
Internet	brmail@itu.int
Web:	www.itu.int/itu-r

لطلب منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات

يرجى ملاحظة أن الطلبات لا تقبل عن طريق الهاتف، ولذلك ينبغي إرسالها بالفاكس أو بالبريد الإلكتروني.

ITU
Sales and Marketing Service
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Fax:	**+41 22 730 5194**
E-mail:	**sales@itu.int**

زوروا المكتبة الإلكترونية لمنشورات الاتحاد على الموقع التالي: www.itu.int/publications

© ITU 2005

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن نسخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات.

الاتحاد الدولي للاتصالات

دليل
الإدارة الوطنية للطيف

طبعة 2005

مكتب الاتصالات الراديوية

تصدير

تطلبت مراجعة دليل الإدارة الوطنية للطيف إدخال تحديثات وتوسعات كبيرة على الطبعة التي كانت قد صدرت في عام 1995. وقام بوضع هذه المراجعة فريق المقرر الذي أنشأته لهذا الغرض لجنة الدراسات 1 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية، وقام السيد روبرت ج. ماير، الرئيس السابق للجنة الدراسات 1 بمهمة المقرر للفريق، وساعده في مهمته المستشار السيد دوسان شوستر. أما أعضاء الفريق المسؤولون عن مراجعة فصول الدليل فهم: السيد ستيفن بوند، والسيد ديف باريت، والسيد هوارد دل مونتي، والسيد وليم لوثر، والسيد فيليب ميج، والسيد ألكساندر بافليوك، والسيد توماس راسين، والسيد جان فيردوجين، والسيد روي وولسي.

فاليري تيموفيف
مدير مكتب الاتصالات الراديوية

جدول المحتويات

الصفحة

تصدير iii

الفصل 1 – أساسيات إدارة الطيف 1

الفصل 2 – تخطيط الطيف 35

الفصل 3 – تخصيصات الترددات والترخيص 61

الفصل 4 – مراقبة الطيف والتفتيش والتحقيق في استعمال الطيف 101

الفصل 5 – ممارسات هندسة الطيف 129

الفصل 6 – اقتصاديات الطيف 179

الفصل 7 – أتمتة أنشطة إدارة الطيف 209

الفصل 8 – تدابير استعمال الطيف وكفاءة استعمال الطيف 285

الملحق 1 – التدريب على إدارة الطيف 305

الملحق 2 – أفضل الممارسات في الإدارة الوطنية للطيف 327

الفصل 1

أساسيات إدارة الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.1 مقدمة 3

2.1 الأهداف والمقاصد 4

3.1 النواحي الدولية المتعلقة بإدارة الطيف 5

4.1 التوجيهات والقوانين الوطنية الرئيسية المتعلقة بإدارة الطيف 5

1.4.1 قانون الاتصالات الراديوية 5

2.4.1 الجدول الوطني لتوزيع الترددات 6

3.4.1 اللوائح والإجراءات 6

5.1 الهيكل التنظيمي والعمليات التنظيمية 6

1.5.1 الهيكل والتنسيق 6

2.5.1 عملية اتخاذ القرارات 7

6.1 المسؤوليات والمتطلبات الوظيفية لإدارة الطيف 8

1.6.1 تخطيط إدارة الطيف، والتنظيم ووضع السياسات 10

2.6.1 وضع جدول زمني لتوزيع الترددات 11

3.6.1 تخصيص الترددات وتراخيص الترددات 12

4.6.1 العلاقة بين رسوم الطيف وعملية إدارة الطيف 13

5.6.1 وضع المعايير الراديوية والترخيص باستخدام المعدات 14

1.5.6.1 نبذة عامة 14

2.5.6.1 الترخيص بالمعدات 16

6.6.1 الرصد 17

7.6.1 تنفيذ التشريعات المتعلقة بالطيف 17

8.6.1 التعاون الدولي 18

1.8.6.1 نبذة عامة 18

2.8.6.1 المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات 19

9.6.1 التعاون الوطني (الاتصال والتشاور) 20

10.6.1 الدعم الهندسي للطيف 21

11.6.1 الدعم الحاسوبي 21

7.1 وضع هيكل تنظيمي لإدارة الطيف 21

1.7.1 نبذة عامة 21

2.7.1 الإدارة المركزية مقابل الإدارة اللامركزية 22

3.7.1 الإدارة بهيكل الصفيفة 22

4.7.1 ملخص المبادئ 22

5.7.1 أنظمة إدارة الطيف 23

الملحق 1 للفصل 1 – الإدارة الدولية للطيف والاتحاد الدولي للاتصالات 27

1 نبذة تاريخية 27

2 الهيكل التنظيمي 27

قطاع الاتصالات الراديوية/مكتب الاتصالات الراديوية 28

لجنة لوائح الراديو 28

مؤتمرات الاتصالات الراديوية العالمية والإقليمية 29

جمعية الاتصالات الراديوية 30

الفريق الاستشاري للاتصالات الراديوية 30

لجان الدراسات لقطاع الاتصالات الراديوية 30

الاجتماع التحضيري للمؤتمر 31

الملحق 2 للفصل 1 – مثال لإطار عام لوثيقة وطنية عن النواحي التنظيمية والإجرائية لإدارة الطيف الراديوي 32

1 نبذة عامة 32

2 المناقشة 33

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 تلك التكنولوجيات من أجل التنمية الاجتماعية. وقد أدى التقدم التكنولوجي باستمرار إلى فتح أبواب جديدة أمام طائفة كبيرة من تطبيقات الطيف الجديدة مما أدى إلى زيادة الاهتمام بموارد الطيف المحدودة وزيادة الطلب عليها. وتقتضي زيادة الطلب تحسين كفاءة استعمال الطيف وتنفيذ عمليات إدارة فعالة 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]، بما فيها الدفاع الوطني والسلامة العامة والإذاعة والأعمال والاتصالات الصناعية والتجارية والاتصالات الراديوية في الملاحة الجوية والبحرية، وتوجيه مسار السفن والطائرات، وفي الاتصالات الشخصية. وتختلف وصلات الاتصالات الراديوية عن الاتصالات اللاسلكية، وهي ضرورية في بيئة متحركة أو متنقلة قد لا تتوافر 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 للاتحاد 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 لخدمة الراديو. 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. وليس من الواقعي توقع أن تقوم كل الإدارات بإدارة الطيف بنفس الطريقة تماماً، ولكن من الضروري أن تكون العمليات الأساسية عنصراً مشتركاً في جميع النهج الوطنية.

---

[1] تشمل كلمة "الخدمة" في هذا الدليل الخدمات الراديوية المعترف بها وجميع التطبيقات الراديوية الأخرى.

2.1 الأهداف والمقاصد

من أجل نجاح أي نظام لإدارة الطيف يجب تحديد الأهداف والمقاصد. والأهداف 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 الوطنية وقواعد الراديو وخطط الطيف على المدى الطويل. ويجب أن تضمن الإدارة الوطنية للطيف إتاحة الطيف بشكل مناسب على المديين القصير والطويل لمنظمات الخدمات العامة من أجل القيام بمهامها، وللمراسلات العمومية، وللاتصالات الخاصة بالأعمال، ولأغراض الإذاعة. وتولي كثير من الإدارات أيضاً اهتماماً كبيراً باستخدام الطيف في الأنشطة البحثية وأنشطة الراديو للهواة.

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 واستكشافها.

ولتلبية هذه الأهداف يجب أن يوفر نظام إدارة الطيف وسيلة منظمة لتخصيص نطاقات التردد وتوزيعها وللإذن 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 ربط 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 معيَّنون سياسيون، وأن تقتصر مهمة مدير الطيف على وضع طرق التنفيذ وبتنفيذ القرارات.

علاوة 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 تلك الخطة وجود جدول وطني لتوزيعات الطيف، يوفّر إطاراً للمستعملين يقومون على ضوئه بتحديد أهدافهم. 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.

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 (الاتحاد) وتقوم بدور مهم في هذه العمليات. ويورد الملحق 1 بهذا الفصل وصفاً لهيكل الاتحاد الدولي للاتصالات وأنشطته.

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 لها نفس الأهمية التي للقوانين المتصلة بإدارة الأراضي والمياه في البلد، وإن اختلفت البيئة التشغيلية ومتطلبات الإدارة. وينبغي أن تكون الأحكام المتصلة بالراديو في القانون الأساسي محددة بوضوح. وإذا كانت الاتصالات الراديوية غير مستعملة على نطاق واسع في البلد حتى الآن، 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 الممنوحَيْن لمشغلي الاتصالات. ويمكن أن تساعد المنافسة في تشغيل خدمات الاتصالات الراديوية على تيسر تلك الخدمات للمستعملين بأسعار مناسبة.

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 المناطق الثلاث للاتحاد الدولي للاتصالات. وينبغي وضع الجدول الوطني على أساس هذا الجدول. على أن جدول الاتحاد الدولي للاتصالات (الذي يشمل المناطق الثلاث 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. وأياً كان النهج المفضل على النطاق الوطني فالمطلوب من الإدارات أن تأخذ في الاعتبار كيفية استخدام نطاقات الطيف في البلدان الأخرى، ليس لمجرد التوافق مع الدول 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 القرارات (الخاصة باعتماد أو تعديل اللوائح والإجراءات) وأن تشتمل على الإجراءات 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 نشرة واحدة. 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، فهذا مما 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 تعطي سلطة الإدارة إلى منظمتين أو أكثر. ولكن زيادة عدد المنظمات ذات الاستقلال في اتخاذ القرارات والمسؤوليات يزيد من صعوبة التنسيق وكذلك من إمكانية تجزيء 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 من أجل إطلاعها على الجديد في الموضوع. 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 الأهداف والمقاصد الوطنية تطوير عمليات توزيع الطيف وتخصيص الترددات لأصحاب التراخيص على المستوى القومي، 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)؛

هـ) الاتصال والتشاور على المستوى الوطني؛

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

ز) المعايير[2]، والمواصفات وتراخيص المعدات؛

ح) رصد الطيف؛

ط) تنفيذ لوائح الطيف؛

- التفتيش؛
- التحقيق؛

ي) وظائف دعم إدارة الطيف، بما في ذلك:

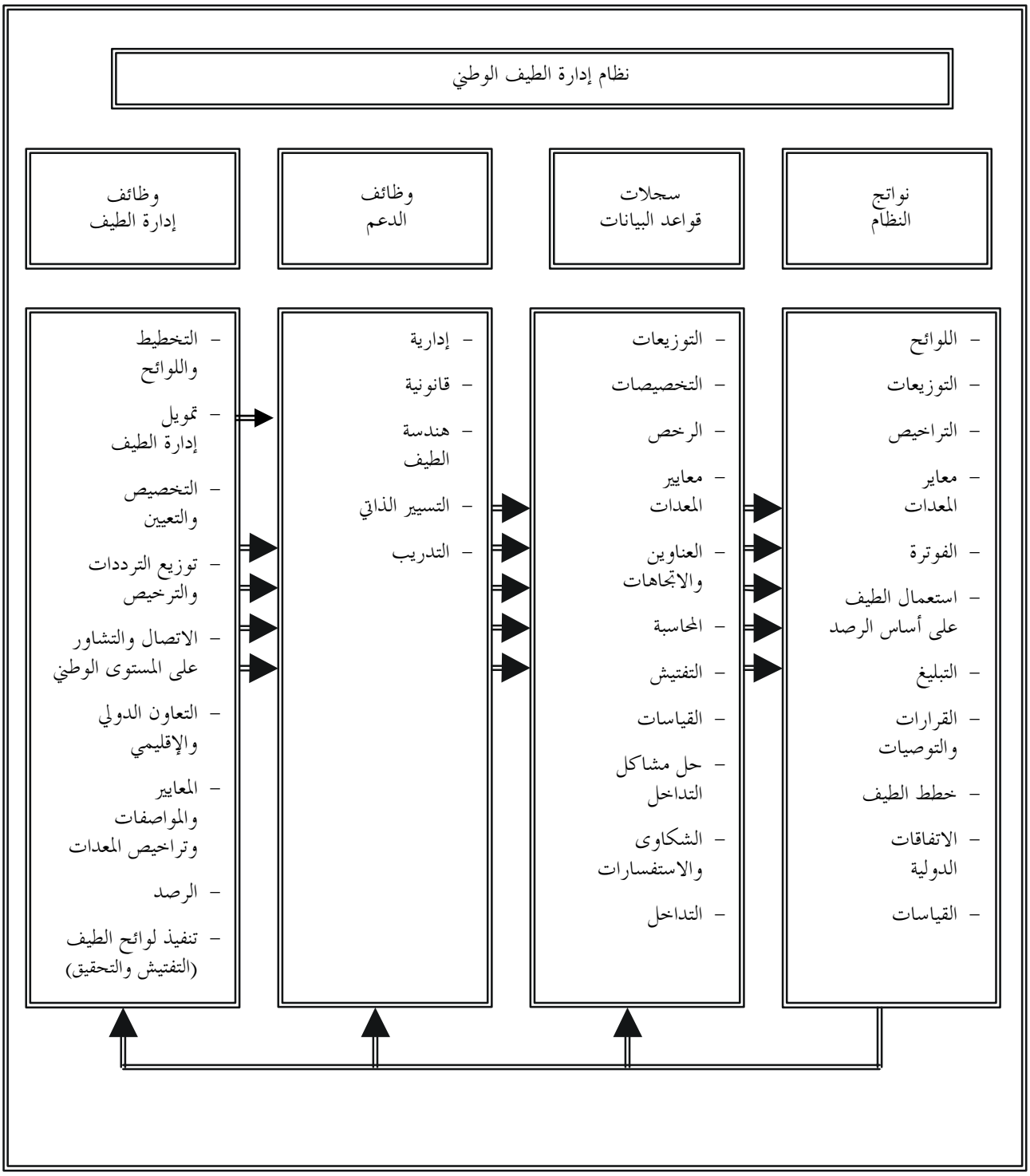
- الوظائف الإدارية والقانونية؛
- الميكنة الحاسوبية؛
- هندسة الطيف؛
- التدريب.

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. ويعطي الشكل 1.1 إطاراً لنظام إدارة الطيف على الصعيد الوطني.

[2] يشير استخدام "المعايير" إلى توصيات الاتحاد الدولي للاتصالات أو أي معايير أخرى معترف بها.

الشكل 1.1

نظام إدارة الطيف الوطني على أساس المهام الوظيفية



SpecMan-011

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 التكنولوجيات وكذلك الواقع الاجتماعي والاقتصادي والسياسي.

وناتج عملية التخطيط ووضع السياسات هو توزيع نطاقات الترددات على مختلف خدمات الراديو حسب الأغراض. وحين يوجد 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 المصلحة

- 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 الكهربية الأخرى المحتمل مصادفته؛
- مدى ملاءمة التكنولوجيا (ما إذا كانت التكنولوجيا مجرَّبة ومتاحة وتواكب التطورات الحديثة أو 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 الانبعاثات الهامشية والخارجة عن النطاق؛

- أنواع الهوائيات المتاحة للخدمة والقيود العملية من ناحية تشغيلها (مثل الحجم والتكلفة والخصائص التقنية) بما في ذلك أفضل طرق 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، ففي هذه الحالة قد توجد ميزة لتقسيمات فرعية لتخصيصات الطيف بين المنظمات الوطنية (مثلاً المنظمات المدنية والحكومة) بدلاً من تقاسُم نفس النطاق.

2.6.1 وضع جدول وطني لتوزيع الترددات

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 للمنطقة التي ينتمي إليها البلد المعني. ولا يوجد التزام على أي بلد باتباع جدول الاتحاد الدولي للاتصالات على وجه الدقة، ولكن من المهم اتباع هذا النموذج للأسباب التالية:

- أن المعدّات المتاحة في المنطقة مجهزة لنطاقات التردد التي تتفق مع جدول التخصيصات؛

- أن من شأن ذلك أن يقلل من مشاكل التداخل مع البلدان المجاورة؛

- أن تخطيط نطاقات الترددات ينطوي على اعتبارات تقنية للتجهيزات التي تتفق مع الجدول الإقليمي؛

- أنه توجد خدمات، مثل خدمات الملاحة الجوية والبحرية وبعض الخدمات الساتلية، تقتضي استخدام نطاق تردد معيَّن من قبل جميع البلدان من أجل تقديم خدمات الاتصالات على المستوى العالمي.

ومن الممكن لأي بلد أن ينحرف عن التخصيصات الدولية إلى درجة معينة من أجل الوفاء بالاحتياجات الوطنية، ويُعتبر هذا الاستعمال متفقاً مع الرقم 4.0 من لوائح الراديو[3]، ما لم يتسبب في تداخل ضار وما لم يكن مطلوباً حماية النطاق المعني.

وكما ذكرنا سابقاً فإن جدول التخصيصات 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 تخصيصات 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

---

[3] "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)."

(الحديثة) يتحملها غيره. وبعد إعداد سجل الاستعمالات الراهنة توضع خطة عن كيفية استعمال جميع الخدمات في المستقبل. فقد تتطلب خدمات الأمن القومي قدراً كبيراً من الطيف قد لا يتفق مع تخصيصات جدول 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 بتخصيصات 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؛
- إدراج تخصيصات للحكومة ولدواعي الأمن تتسم بالكفاءة والتوافق مع تخصيصات البلدان الأخرى.

3.6.1 تخصيص الترددات وتراخيص الترددات

تخصيص الترددات هو جزء أساسي من العمليات اليومية للهيئة المسؤولة عن إدارة الطيف. وتقوم وحدة تخصيص الترددات بالتحاليل 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:

- 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 طرق 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 الرصد 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 ومن ثم فهو أحد الأصول الوطنية القيّمة التي تديرها الحكومة عادة. والتحدي الذي تواجهه الحكومة هو تحقيق توازن 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 الاتحاد وتقاريره؛
- وضع معايير للراديو تتفق مع المعايير المطلوبة في لوائح الراديو وتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية، أو تفضُلها؛
- سحب 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 تجديد الشهادات.
- رسوم إدارية – لتغطية النفقات الإدارية لتجهيز الرخص إذا لم تغطّها رسوم الطلبات.

وتسدَّد بعض الرسوم نظير إدارة الطيف، وهذه الرسوم لا تُعتبر ضريبة عن قيمة الطيف. فالأولويات تختلف اختلافاً كثيراً، ومن ثم تختلف أغراض رسوم التراخيص اختلافاً كبيراً فيما بين البلدان (انظر الفصل السادس).

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 و3 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 المنطقة تتفق مع تلك اللوائح. ويتم هذا التحقق من خلال استعمال "خصائص المعدات" (أي الوثائق التي تبين معايير الأداء الدنيا المطلوبة للمرسِلات والمستقبِلات وسائر المعدات) وسائر 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 الدولي للاتصالات). 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.

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

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 طرق، مثل قبول شهادة المصنع بشأن ملاءمة المعدات، تقلل كثيراً من الأعمال الإدارية والتكاليف.

ويمكن أن تعتمد الإدارة كجزء من عملياتها قبول نتائج اختبار المعدات الصادرة عن إدارات أخرى. وتجد بعض الإدارات أن شهادة الملاءمة الصادرة من المصنع 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 معاملها. 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 والرصد في المنظمة؛
- تقييم قبول المعدات التي يتم شراؤها لأغراض التفتيش والرصد؛
- تجهيز مركبات رصد لأغراض خاصة ومعايرة المعدات التي تركَّب في هذه المركبات.

مثال لإجراء القبول بشهادة المصنع 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). ويوجد 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 المصانع 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 معمل 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 بإبلاغ 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 الترخيص بالمعدات

يضع الاتحاد الدولي للاتصالات توصيات بشأن المعايير الدولية، ويتعاون في هذا الصدد مع هيئات التقييس الأخرى، وكثير منها أعضاء في قطاعات الاتحاد، ومنها اتحاد الصناعات والأعمال الراديوية (ARIB)، ومعهد الأبحاث الإلكترونية والاتصالات (ETRI)، وجمعية المقاييس الكندية (CSA)، وجمعية صناعات الاتصالات (TIA)، والمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، وغيرها كثير.

وفي إطار السياق الدولي الذي يزداد اتساعاً يجد الاتحاد نفسه في بيئة بها كثير من اللاعبين الآخرين منهم:

- منظمات التقييس المشتركة بين الحكومات (ISO/IEC وCISPR)
- فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF)
- مشاريع الشراكة (مشاريع الشراكة للجيل الثالث)
- هيئات تقييس الاتصالات الوطنية والإقليمية (لجنة البلدان الأمريكية للاتصالات (CITEL) وجمعية صناعات الاتصالات (TIA) والمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) واتحاد الصناعات والأعمال الراديوية (ARIB))
- منتديات وضع المعايير
- اتحادات المشغلين والبائعين (ETNO وGSM-A وECTA وEICTA)
- هيئات وضع المعايير التي لا تركز على الاتصالات (CENELEC وCEN)
- جمعيات المستعمِلين والمستهلكين.

وقد بدأ المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) في سنة 1988، وكان يضم 126 عضواً، كهيئة تقييس إقليمية أوروبية لوضع معايير الاتصالات الإلكترونية. ومنذ ذلك التاريخ تطور المعهد إلى مجموعة دولية تضم أكثر من 850 عضواً في 54 بلداً. وقد أصدر المعهد كثيراً من المعايير في مجالات الاتصالات المتنقلة (GSM مثلاً) والنفاذ الراديوي (DECT مثلاً) والإذاعة (DAB مثلاً) والشبكة الرقمية متكاملة الخدمات (ISDN مثلاً) وبنية الأنظمة، والمطابقة الكهرمغنطيسية.

وهذه العلاقات هي إما علاقات مباشرة (من خلال اتفاقات رسمية) أو غير مباشرة (عن طريق العضوية والمشاركة في أكثر من صناعة) بين الهيئات التي تقوم بوضع المعايير. ومن العلاقات الرسمية بين مختلف المنظمات ما يلي:

- قام الاتحاد الدولي للاتصالات بتحسين الوسائل الرسمية حيث يقوم الاتحاد بالإشارة في توصياته إلى منشورات الهيئات الأخرى (انظر القرار ITU-R 9).
- هناك اتفاقات تعاون محددة بشكل جيد بين المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات وكثير من المنظمات المناظرة.
- يمكن إقامة مشاريع شراكة تتيح للخبراء في مختلف هيئات التقييس العمل معاً من أجل وضع حلول مشتركة للمشاكل التقنية، وتقدَّم هذه الحلول في كثير من الحالات إلى قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات للنظر فيها.

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 والموضوعية.

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 الرصد

يمثل رصد الطيف حاستي السمع والبصر في عملية إدارة الطيف كما أنه يساند وظائفها من خلال التحقق من تخطيط الطيف. والمعرفة بالاستعمال الفعلي للطيف ضرورية قبل اتخاذ أي قرار بشأن تخصيصات الطيف أو تعييناته.

ويمثل الرصد سنداً لجهود إدارة الطيف بشكل عام لأنه يؤدي مهمة القياس العملي لاستعمال القنوات والنطاقات حتى يمكن إعداد إحصاءات عن تيسر القنوات وتقييم فعالية استخدام الطيف. وبناء على هذه البيانات يمكن إجراء مقارنات بين التخطيط النظري والاستعمال الفعلي. ويمكن استخدام هذه المقارنات في تعديل الخطط.

ويمثل الرصد كذلك دعماً لوظيفة التنفيذ، فعن طريق تقديم بيانات عن الاستخدام الفعلي للطيف يمكن لنشاط التنفيذ أن يستخدم هذه المعلومات في الوصول إلى الوضع الأمثل الخالي من التداخلات، مما يمكّن من حُسن ترخيص وتنسيق الطيف.

ويتصل الرصد اتصالاً وثيقاً بعملية التفتيش ومهام المطابقة من حيث إنه يمكّن من التعرف على الإشارات المتداخلة وقياسها والتحقق من الخصائص التقنية والتشغيلية للإشارات المتداخلة، واكتشاف أجهزة الإرسال غير القانونية وتحديد هويتها.

ومعلومات الرصد ضرورية لأن صدور الترخيص لا يعني بالضرورة استعمال الطيف المرخص به. 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 الساتلية والأرضية وإدخال أجهزة أخرى مشعّة عن غير قصد مثل الحواسيب، التي قد تتسبب في تداخلات محلية.

ولجأت بعض الإدارات إلى استخدام الرصد بدلاً من سجلات التراخيص. وهذا النهج ينطوي غالباً على استعمال كثيف للقوى العاملة من أجل استعراض البيانات وتفسيرها، وقد لا يؤدي إلى بيان استعمال الطيف بالكامل في بعض الظروف. ولذلك لا يوصى بالاعتماد على الرصد وحده في تسجيل الترددات.

7.6.1 تنفيذ التشريعات المتعلقة بالطيف

تعتمد الإدارة الفعالة للطيف على قدرة مدير الطيف على التحكم في استعماله من خلال تطبيق مختلف اللوائح. والغرض من التفتيش والرصد لتنفيذ لوائح الطيف هو دعم عملية إدارة الطيف وتقويتها، ولذلك ينبغي أن ترتبط هاتان العمليتان ارتباطاً وثيقاً بالسلطة المسؤولة عن إدارة الطيف وأن تكونا خاضعتين للأولويات العامة لبرنامج الإدارة. ويتناول الفصل الرابع عمليتي التفتيش والرصد في تنفيذ اللوائح.

ويجب أن يكون لمديري الطيف سلطة تنفيذ لوائح استخدام الطيف وتحديد عقوبات في حالة المخالفة. فينبغي مثلاً أن يكون من حق 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 هذه السلطة ويجب ألا تتعدى المعدات إلى محتوى المعلومات المرسَلة.

ويجب أن تتضمن سلطة منح تخصيصات الترددات شروطاً تقضي بالالتزام بشروط التخصيص. ويجب أن تتعاون الجهة المسؤولة عن إدارة الطيف تعاوناً وثيقاً مع الوحدات المسؤولة عن الرصد والتخصيص والترخيص في جمع المعلومات. وقد تعتمد مهمة التفتيش على مهمة الرصد، ويمكن أن تتضمن مهمة التفتيش ما يلي:

- التحقيق في شكاوى التداخلات؛
- التحقيق في التشغيل غير القانوني أو الذي لا يتفق مع شروط ترخيص المحطة الراديوية؛
- جمع المعلومات من أجل مقاضاة المخالفين أو مساعدة جهات تنفيذ القانون؛
- التأكد من أن مشغّلي محطات الراديو ملتزمون بالمتطلبات القانونية الوطنية والدولية والتنظيمية؛
- جمع قياسات تقنية، مثل قدرة الضوضاء عند الخرج، وقياسات التشتت وسوية القدرة في موقع الإرسال.

8.6.1 التعاون الدولي

1.8.6.1 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 الدولي للاتصالات، 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 من الإدارات بشكل كبير 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.

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 المنظمة الدولية للطيران المدني والمنظمة البحرية الدولية والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الخاصة التابعة للهيئة الكهرتقنية الدولية للتداخل (CISPR)، ولذلك يجب أن تنظر الإدارات أيضاً في اشتراكها في تلك المنظمات.

وتساعد 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.

2.8.6.1 المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات

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 المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2002. وفي هذا الإطار يجتمع فريق من خبراء إدارة الطيف من البلدان المتقدمة والبلدان النامية بشكل منتظم من أجل تنسيق الأعمال والعمل على تقدمها. وقد تم تنظيم العمل على مراحل باستخدام استبيانات للحصول على معلومات تفصيلية بشأن الممارسات الوطنية لإدارة الطيف واستعمال الطيف في نطاقات الترددات المعترف بها باعتبارها ذات أهمية خاصة للبلدان النامية. وقد نُشر تقرير عن المرحلة الأولى لهذا النشاط في 2002 ونُشر تقرير ثان في 2004. وأُنشئت قاعدة بيانات تحتوي على المعلومات المتعلقة بالطرق التي تستعملها الإدارات في حساب رسوم الطيف، وذلك على موقع الاتحاد على الشبكة[4]، وجاءت هذه المبادرة استجابة للمسألة 21/2 التي تنظر فيها لجان الدراسات في قطاع تنمية الاتصالات، والمتصلة بالقرار 9 المراجع في المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2002. ويمكن الحصول على مزيد من المعلومات، بما في ذلك الردود على الاستبيانات، من موقع لجنة الدراسات 2 التابعة لقطاع تنمية الاتصالات على الشبكة، من خلال الروابط المتعلقة بالقرار 9.

وفيما يلي تلخيص لاحتياجات إدارة الطيف للبلدان النامية كما وردت في الردود على الاستبيان المتعلق بالقرار 9:

- *المساعدة في النهوض بوعي واضعي السياسات الوطنيين بأهمية الإدارة الفعالة للطيف في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلد*

بعد إعادة تشكيل قطاع الاتصالات وظهور المنافسة والطلب الواسع على الترددات من قبل مشغلي الاتصالات، أصبحت الإدارة الفعالة للطيف أمراً لا يمكن أن تستغني عنه الدول. ويقوم الاتحاد الدولي للاتصالات بدور أساسي في النهوض بوعي صانعي السياسات عن طريق تنظيم ندوات مخصصة لهذا الغرض.

- *التدريب ونشر وثائق الاتحاد المتاحة*

يجب أن تكون إدارة الطيف وفقاً لأحكام لوائح الراديو والاتفاقات الإقليمية التي تبرمها الإدارات فيما بينها ومتفقة مع اللوائح الوطنية. ويجب أن يكون مديرو الطيف قادرين على تزويد مستعملي الترددات بالمعلومات اللازمة. ومن أجل تمكين مديري الترددات من معرفة دقيقة بهذه الأحكام وبتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد (وكلاهما يتطور باستمرار) تحتاج البلدان النامية إلى برامج تدريب مكثف في شكل ندوات مخصصة يعقدها الاتحاد. ويمكن للاتحاد من خلال مكاتبه الإقليمية إقامة نظام فعال في الوقت الحقيقي لتزويد مديري الطيف بالمعلومات عن النشرات الحالية والمقبلة.

- *المساعدة في وضع منهجيات لوضع جداول وطنية لتوزيع الترددات*

جداول توزيع ترددات الطيف هي العماد الرئيسي لإدارة الطيف، فهي تحدد الخدمات المتاحة وفئات استخدامها. ويمكن للاتحاد الدولي للاتصالات أن يساعد في وصول الإدارات الحكومية إلى المعلومات المتاحة في البلدان الأخرى.

---

[4] http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp.

– *المساعدة في إنشاء أنظمة محوسبة لإدارة الطيف ورصده*

من شأن هذه الأنظمة أن تسهّل المهام العادية لإدارة الطيف، ويجب أن تراعى فيها الملامح الوطنية. ويهيئ إنشاء الهياكل التشغيلية أيضاً فرصة التنفيذ السلس للمهام الإدارية وتوزيع الترددات وتحليل الطيف ورصده. ويمكن للاتحاد الدولي للاتصالات، وفقاً للمتطلبات الخاصة لكل بلد، أن يقدّم مساعدة تعتمد على الخبرة في تحديد الوسائل التقنية والأساليب التشغيلية والموارد البشرية التي تحتاجها الإدارة الفعالة للطيف.

– *النواحي الاقتصادية والمالية لإدارة الطيف*

يمكن للاتحاد الدولي للاتصالات أن يُنشئ آلية لمساعدة البلدان النامية في المجالات الآتية:

– تحديد الموارد المالية اللازم رصدها للميزانية التشغيلية والاستثمارية لإدارة الطيف؛

– تحديد سياسة الرسوم، ويجب أن تأخذ في الاعتبار الخصائص المحلية لكل بلد وأن تسهم في التنمية الاقتصادية الوطنية بشكل كافٍ.

– *التحضيرات للمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية والمؤتمرات الإقليمية للاتصالات الراديوية ومتابعة مقرراتها*

ومما يضمن أخذ الخصائص الإقليمية في الاعتبار تقديم مقترحات مشتركة للمؤتمرات، ويمكن للاتحاد الدولي للاتصالات وسائر المنظمات الإقليمية أن تعزز عملية إقامة هياكل إقليمية ودون إقليمية للتحضير للمؤتمرات وإدارة هذه الأنشطة. ويحتاج تنفيذ المقررات التي تتخذها المؤتمرات إلى موارد مالية كبيرة، ويمكن للاتحاد أن يسهم في إنشاء جهاز لمتابعة تلك المقررات على المستويين الوطني والإقليمي.

– *الاشتراك في أعمال لجان الدراسات في الاتحاد وفرقها العاملة*

تقوم لجان الدراسات بدور مهم في صياغة التوصيات التي تؤثر على مجتمع الاتصالات بكامله. ومن المهم أن تشارك البلدان النامية في أعمال لجان الدراسات للتأكد من أن احتياجاتها الخاصة تؤخذ في الاعتبار. ولتمكين تلك البلدان من المشاركة الفعالة يمكن للاتحاد، من خلال مكاتبه الإقليمية، أن يساعد في إقامة شبكة دون إقليمية يقوم بالإشراف عليها منسقون مسؤولون عن المسائل قيد الدراسة، وبوسع الاتحاد أيضاً أن يقدم مساعدة مالية تمكّن المنسقين من المشاركة في اجتماعات لجان الدراسات.

9.6.1 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 وتوفر وسيلة للحصول على تغذية عكسية 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.

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 تحقيق حوار كفء ونتائج 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.

10.6.1 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.

11.6.1 الدعم الحاسوبي

يتوقف مدى توفر تسهيلات الدعم الحاسوبي لهيئة إدارة الطيف واستعمالها له على الموارد المتاحة والأولويات والمتطلبات الخاصة لكل بلد. واستعمال الحواسيب أساسي لتحقيق الفعالية لجهود إدارة الطيف أياً كان حجمها. ولا يقتصر الدعم الحاسوبي على سجلات التراخيص أو الحسابات الهندسية المعقدة ولكنه يتحمل المسؤولية عن تطوير مرافق الدعم وصيانتها وتقديم الدعم لكل أنشطة إدارة الطيف تقريباً، بما في ذلك إمساك 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 وتعظيم الاتصالات بين مختلف الوحدات التشغيلية. وأهم نوعين من الهياكل المطلوبة في إدارة الطيف ما يلي:

- 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 من خبراء الطيف، مع شبكة متغيرة من مستعملي الطيف. وعلاقات العمل في هذه الحالة مؤقتة وتنصب 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 المركزية مقابل الإدارة اللامركزية

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 الترددات) للجميع من خلال عملية معلومات مركزية. وفي بعض البلدان ذات الإدارة المركزية للطيف تتم بعض عناصر المسؤوليات عن إدارة الطيف على نطاق لا مركزي، فعلى سبيل المثال تقوم بإدارة جميع العناصر المتصلة بالمسائل البحرية هيئة حكومية أخرى (ويمكن أن يتم ذلك أيضاً بشأن المسائل المتصلة بالملاحة الجوية والإذاعة).

3.7.1 الإدارة بهيكل الصفيفة

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 وكيفية 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 إداري يقوم على أساس الفريق – 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 طرق. وينبغي أن يكون حجم الموظفين قائماً على أساس المتطلبات الوظيفية، وتتوقف هذه على القيمة الجارية لهيكل الاتصالات في البلد، وعدد التراخيص الجديدة المطلوبة، أو عدد الترددات الراهنة والمحتملة. وأبسط هذه النهج 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 1.1

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 به أكثر من 100 000 تخصيص من تخصيصات التردد

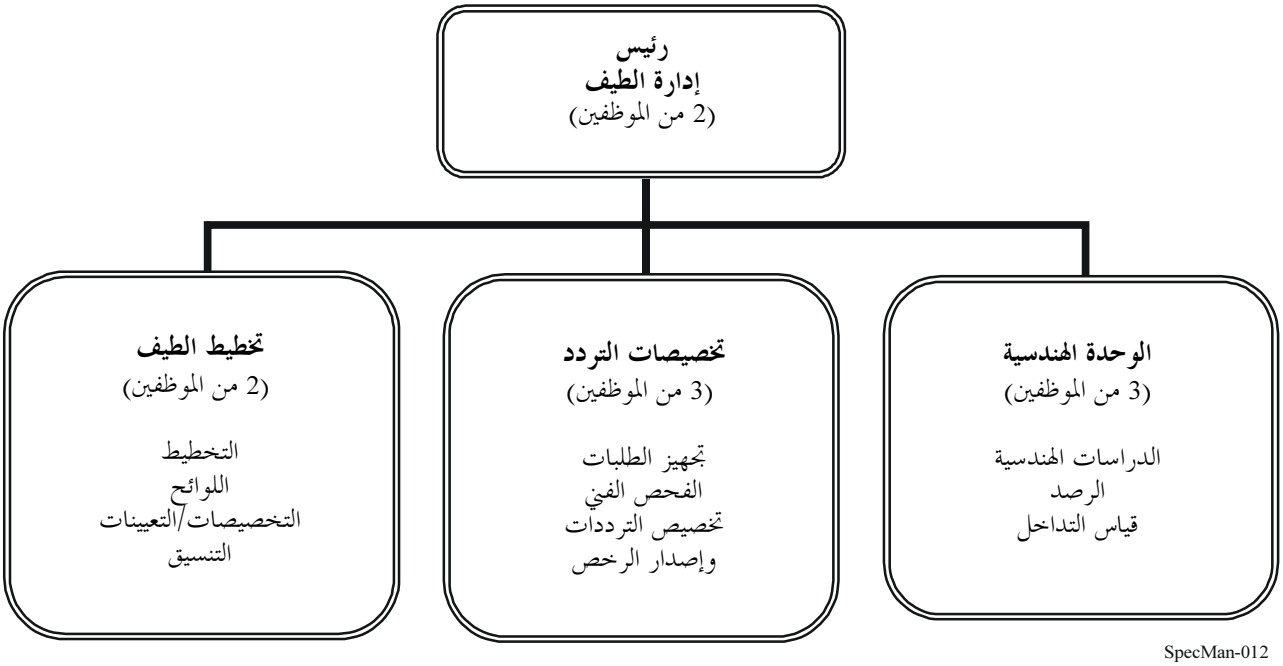
والنطاق المعتاد للإجراءات الأساسية يتوقف على عدد التراخيص/تخصيصات التردد التي يتم تجهيزها في كل أسبوع أو التغيرات التي تدخل على معلمات التراخيص القائمة. ويتوقف عدد الموظفين أيضاً على الخبرة والتعليم والخلفية التقنية للموظف.

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 رصد 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، بها من 10 موظفين إلى 50 موظفاً مهنياً، أن تتوفر لها الموارد اللازمة للقيام بالعناصر الوظيفية التي تحدثنا عنها آنفاً. ويمكن عمل تصميم للمهام بطرق 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 فعال لمنظمة متوسطة الحجم لإدارة الطيف. ويوجد في 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.

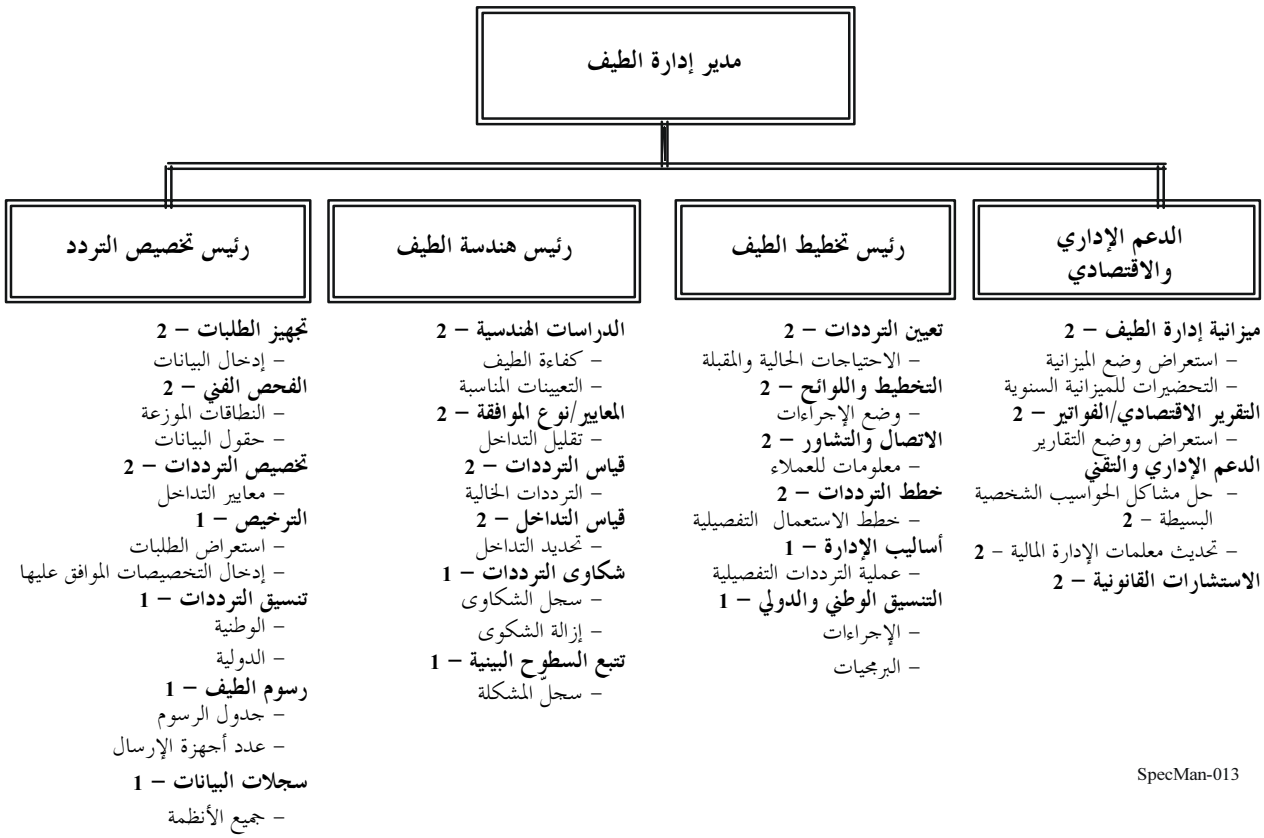
- قسم هندسة الطيف: يتأكد من أن الأنظمة الراديوية المستخدمة ذات كفاءة وفاعلية. ويستخدم القسم عادة نظاماً محوسباً لإدارة الطيف، تسانده القياسات. ونواتج هذا القسم تُعتبر مُدخلاً هاماً لقسمي تخصيص التردد وتخطيط الطيف، كما أنها تساعد مدير الطيف في مهامه الخاصة.

- 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 ويقدم تحاليل 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.

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 للاتحاد

الاتحاد الدولي للاتصالات – لوائح الراديو (طبعة 2004)

الاتحاد الدولي للاتصالات – قطاع الاتصالات الراديوية – دليل رصد الطيف (جنيف، 2002).

الاتحاد الدولي للاتصالات – قطاع الاتصالات الراديوية – دليل تقنيات إدارة الطيف بمساعدة الحاسوب (جنيف، 2005)

التوصية ITU-R SM.667 بيانات الإدارة الوطنية للطيف

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 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 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 فنيين (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.

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 (46 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/مكتب 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 جمعيات الاتصالات الراديوية ولجان الدراسات، بما في ذلك فرق 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 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.

لجنة لوائح الراديو:

- توافق على القواعد الإجرائية التي يستعملها مكتب الاتصالات الراديوية في تطبيق أحكام لوائح الراديو وتسجيل تخصيصات الترددات التي تنفذها الدول؛
- 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 الطيف الترددي العربي (ASMG) والمجموعة العربية، 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 ومستعملي الراديو غير الحكوميين لتهيئ 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 منطقة معينة 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 – 160ح)، 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 لقطاع الاتصالات الراديوية

يشترك في أعمال لجان الدراسات لقطاع الاتصالات الراديوية آلاف من المختصين 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.

توجد حالياً سبع (7) لجان دراسات:

- لجنة الدراسات 1 إدارة الطيف
- لجنة الدراسات 3 انتشار الموجات الراديوية
- لجنة الدراسات 4 الخدمة الساتلية الثابتة
- لجنة الدراسات 6 الخدمة الإذاعية (الأرضية والساتلية)
- لجنة الدراسات 7 خدمات العلوم
- لجنة الدراسات 8 الخدمات المتنقلة وخدمات إنهاء الاتصالات الراديوية وخدمات الهواة وما يتصل بذلك من خدمات ساتلية
- لجنة الدراسات 9 الخدمة الثابتة.

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

- اللجنة الخاصة المعنية بالمسائل التنظيمية والإجرائية
- لجنة التنسيق المعنية بالنصوص
- الاجتماع التحضيري للمؤتمر.

وتُعتبر التوصيات والتقارير وسائر المواد التي تنتج عن لجان الدراسات لقطاع الاتصالات الراديوية، من خلال مشاركة ومساهمة أعضاء القطاع ومنتسبيه، 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.

ويتم في هذا الإطار إجراء دراسات ذات طبيعة تقنية أو تشغيلية في لجان الدراسات المختصة. وتتناول اللجنة الخاصة المسائل التنظيمية والإجرائية، إذا قرر المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية ذلك، وتعمل اللجنة الخاصة 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

يجب إعداد وثيقة عن النواحي التنظيمية والإجرائية لإدارة الطيف وإتاحتها لجميع مستعملي الطيف. وتكون هذه الوثيقة بمثابة دليل يقدم إرشادات لمستعملي الطيف عن النواحي التنظيمية، وتُعتبر 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 راديوية خاصة:
  - الخدمة الراديوية للهواة
  - المحطات التجريبية
  - الخدمات الصناعية والعلمية والطبية
  - الأجهزة ذات القدرة المنخفضة
- الفصل 10: معايير المعدات المرتبطة بالطيف
- الفصل 11: استخدام الرصد في إدارة الطيف.

2 المناقشة

الفصل الأول: يصف الفصل الأول من الدليل 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 الثاني: يشتمل الفصل الثاني على القوانين واللوائح التي تعطي الهيئة المستقلة مسؤولية تخصيص الترددات وإصدار التراخيص. ويشتمل هذا الفصل على قانون الاتصالات.

الفصل الثالث: يناقش الفصل الثالث 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 الرابع: يصف هذا الفصل 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 الخامس: يحتوي هذا الفصل على التعاريف المستعملة في الإدارة الدولية للطيف. وهذه التعاريف (الخدمات الراديوية، وفئات المحطات الراديوية، والمعلمات التقنية للمحطات، إلخ) لازمة لتمكين مديري الطيف من شرح النواحي المختلفة لتخصيصات الترددات وللفهم المشترك للتوزيعات الواردة في قائمة الترددات الدولية للاتحاد الدولي للاتصالات.

الفصل السادس، وهو أهم أجزاء الوثيقة. ويشتمل 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 منطقة 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 كخطوط توجيهية لأغراض تخصيص التردد.

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

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

الفصل التاسع: يحتوي هذا الفصل على القواعد الخاصة بأربع فئات خاصة من الخدمات الراديوية وهي خدمات الهواة والخدمات التجريبية والخدمات الصناعية والعلمية والطبية، والأجهزة ذات القدرة المنخفضة.

ومحطات الراديو 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 الميكروويف.

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

الفصل العاشر: ينبغي أن يشمل هذا الفصل 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 الحادي عشر: يناقش هذا الفصل رصد الطيف الراديوي وسياسات السلطة التنظيمية المستقلة بشأن استعمال الرصد في عملية إدارة الطيف.

الفصل 2

تخطيط الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.2 مقدمة 37

2.2 أهمية التخطيط 38

1.2.2 التخطيط: المنافع مقابل التكلفة 39

2.2.2 التعاريف المتعلقة بتخطيط الطيف 40

3.2 عمليات التخطيط 41

1.3.2 وضع أهداف تخطيط الطيف 41

2.3.2 عوامل تؤخذ في الاعتبار 43

3.3.2 تيسّر الطيف 46

4.3.2 خيارات التخطيط 46

5.3.2 تنفيذ العملية 46

6.3.2 عملية التكرار 47

4.2 النهج التشاوري 47

1.4.2 التحقق من احتياجات الطيف/الخدمات في المستقبل 47

2.4.2 التفاعل فيما بين الجماعات التمثيلية ومعها 48

5.2 النهج التحليلي 49

6.2 نهج السيناريو 50

7.2 اتجاهات الاستعمال 51

8.2 مناهج تكميلية 51

9.2 تخطيط واستعراض نظام إدارة الطيف 52

10.2 تنفيذ التخطيط 53
1.10.2 التخطيط القصير الأمد (من ثلاث إلى خمس سنوات) 53
2.10.2 التخطيط الطويل الأمد (من خمس إلى عشر سنوات) 54
3.10.2 التخطيط الاستراتيجي 58
11.2 تحسين نظام تخطيط إدارة الطيف 59
12.2 هيئات الإدارة 59
بيبليوغرافيا 60

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، وقد تكون 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 أو من نشاط 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 عمليات والالتزام بها من أجل تنفيذ الخطة، لأن حلول الأزمات كثيراً ما تؤدي إلى تشتيت الانتباه وصرفه عن المهام طويلة الأمد. وبالنسبة لإدارة الطيف لا بد من التخطيط على المدى القصير وعلى المدى المتوسط وعلى المدى الطويل للوفاء بحاجة مستعملي الطيف التي تتغير بشكل مضطرد.

وتقتضي إدارة الطيف الراديوي واستعماله توجيه جهود التخطيط وتلاحمها حتى يمكن لمورِد 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. والتخطيط من شأنه 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.

والهدف 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 معينة للراديو وهيكلتها والترخيص بها.

فعلى سبيل المثال، 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 فلا 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 مشتق 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، 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 الراديو وتنوع استعمالاته 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 للتوازن 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. وفي العادة يحتاج تطوير معدات الاتصالات أو شراء معدات جديدة 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، حتى 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. ومع ازدياد 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 نواحي الحياة 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 التخطيط: المنافع مقابل التكلفة

يهدف التخطيط إلى تعظيم 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 المخططة، 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 اتفاقات. 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 تعتوره 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 وسيتوافر 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 مرونة كافية في طرق إدارة الطيف فإن هذا يتيح المجال للابتكار ولتغيير الاتجاه، مع أن طرق تحقيق المرونة ذاتها تحتاج إلى تخطيط. فعلى سبيل المثال من المناسب، 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

التعاريف

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، إلخ.
تخطيط أنظمة إدارة الطيف	التخطيط الذي يحتوي على تقنيات إدارة الطيف وأساليب التحليل والتنظيم والموارد والتطبيقات الحاسوبية، إلخ.
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 خدمات الراديو، 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 المدى 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، وعلى 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 تعظيم 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 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	**العوامل التقنية**
البنية التحتية للاتصالات	تحرك المستعملين
المسائل المتعلقة بالصناعة	التكنولوجيات الأساسية
احتياجات المستعملين	الإلكترونيات الصغرية
الأمن والسلامة العامة	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 وتعظيم استخدامها
	خصائص الهوائيات، اتجاهية أو تكييفية مثلاً
	خفض سوية مخطط الهوائي في الفص الجانبي

2.3.2 عوامل 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[5]، 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 محطات الراديو)؛
- خصائص محطات الراديو؛
- التوزيع الجغرافي لمحطات الراديو بأقصى درجة من الدقة والتناسق؛
- احتمالات تأثير محطات الراديو بعضها على بعض.

سجل الترددات الوطني

تؤخذ المعلومات عادة من السجل الوطني للترددات، ومن الأفضل استكمال تلك 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.

الرصد

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

[5] 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.

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 الرصد، ويجب إخضاع النتائج لتحليلات جيدة في ضوء المعلومات عن الاستعمالات المتوقعة (انظر الفصل الرابع).

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 الجيران في المجتمع الدولي ككل. وتختلف المعلومات المقدَّمة باختلاف الإدارات، وفي بعض الحالات تقف مسألة المعلومات السرية حائلاً أمام الوصول إلى معلومات مناسبة.

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 خدمات الراديو. 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 الرصد لا يمكن أن تكون المصدر الوحيد لهذه المعلومات، وإن كان معدل التغير في المعلومات المستقاة من أي من المصدرين، أو رصد 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 البلد 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 الاشتراك في المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية.

تنبؤات استعمال الطيف

ومن 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، أو 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 هي: 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 في المستقبل. وينطوي تحليل الطيف عادة على استقراء تجريبـــي للمستقبل على أداء أساس 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 مع 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 تعظيم 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 رصد الطيف. وتوضع خيارات لتوزيعات الترددات المتاحة، وتقييم التكلفة النسبية لكل إعادة توزيع أو تحريك لتخصيصات الطيف المقررة.

5.3.2 تنفيذ العملية

تنفيذ مختلف استراتيجيات تخطيط الطيف هي عملية مستمرة. فإدخال خدمات جديدة قد يتطلب تغييرات في جداول تخصيصات 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 تحدّ 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.

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 التحاليل 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 التحقق من احتياجات 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 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 خدمات الراديو 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 أجهزة الراديو فلهم مصلحة في نمو الأنظمة الراديوية، ويمكنهم تقديم ملاحظات تقنية بشأن ملاءمة مختلف نطاقات التردد للخدمة الراديوية المقترحة، مع 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 للمجال العام. ومن واجب الهيئة التنظيمية المحافظة على حماية تلك 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 مهنهم. ولذلك يجب على المشاركين أخذ العوامل المجتمعية والاقتصادية في الاعتبار في ردودهم، وتحديد تلك العوامل، عند ذكر احتياجاتهم.

وبما أن الذين يحتاجون 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 إنه يتيح لهيئة إدارة الطيف الوطنية فرصة كافية للنظر في المسائل، كما أنه يضمن تسجيل جميع الأفكار والنظر فيها.

ومن أجل تعظيم التفاعل، والتسريع بالعملية في بعض الحالات، قد يكون من المناسب عقد لقاءات مع ممثلي أهم مجموعات المجيبين على الاستبيان (إن وجدت) أثناء فترة التحري. ويتيح هذا التفاعل فرصة لإقامة حوار بين جميع المستعملين ومزودي الخدمة والمنظمين لتوضيح الهدف من العملية وتقليل 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 على تخصيصات الطيف وفي النهاية على نتائج التخطيط. وفي كثير من الحالات يساعد هذا الحوار الأطراف المهتمين على مراجعة طلباتهم من خلال عملهم مع الآخرين.

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 تخطيط التنمية/سياسات التنمية، وإذاعة المناقشات مباشرة على الإنترنت في شكل تلفزيوني، 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 المختصة. 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:

- أنها طريقة شاملة من أسفل إلى أعلى تقوم على أساس بيانات تفصيلية تستخدم للحصول على نتائج وتسجيلها.
- أن بيانات العوامل المؤثرة مستقاة من إحصاءات السنوات السابقة، ويمكن استقراء بيانات السنوات المقبلة من هذه الإحصاءات.
- يمكن تحديد الأوزان التي تُستعمل مع كل عامل مؤثر باستخدام عمليات المسح ومواد البحث الأخرى (ومنها مثلاً تقييم الدراسات الخارجية، والتقارير التقنية، والمواد الإعلانية).
- يمكن على الفور تحديد أي تأثير يغيّر أي عامل مؤثر فيما يتعلق بالنتائج المتنبأ بها.
- أن الطريقة التحليلية لا تحتاج بالضرورة إلى مدخلات كبيرة من خارج منظمات إدارة الطيف ويمكن استخدامها باستعمال الإحصاءات المتاحة.
- أن الطريقة التحليلية الشاملة والتفصيلية التي تستخدم إحصاءات يُعتمد عليها ينتج عنها نتائج موضوعية نسبياً.

ويتطلب تنفيذ النهج التحليلي خمس خطوات هي:

الخطوة 1: تحليل دقيق للوضع الراهن؛

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

الخطوة 3: وضع سيناريوهات (انظر الفقرة 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 في مجال معين (مثل الاتجاهات السكانية في البلد) أو التطورات التي تحدث في فترات معينة من الزمن تتصل بشكل أو بآخر بعضها ببعض. والسيناريو ليس تنبؤاً في حد ذاته ولكنه تكملة لطرق 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:

- أنها تزيد من مصداقية التنبؤات وتفسير المخاطر (الاعتمادية)؛
- أنها تفيد في تحديد الخيارات الاستراتيجية الممكنة.

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

ويوجد عدد من العوامل قد يكون مشتركاً، على الأقل بالمعنى العام، 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 إحالة هذه العوامل إلى الخبراء بشكل واضح لم يكن ليتسنى 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. فعلى سبيل المثال يُتوقع أن يؤدي التقارب في مجالي الاتصالات والإذاعة الناتج عن التكنولوجيات الجديدة إلى زيادة كبيرة في عرض النطاق اللاسلكي للاستعمالات المنـــزلية، وتوقُّع التوسع في قدرات الخدمة المتنقلة على نفس المنوال. 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 يترتب عنه تعديلات في الخطط.

ويمكن أن يتضمن نهج السيناريو إجراءات لتصوُّر عدد من التغييرات الأخرى في المجالات غير الراديوية، مثل التغيرات في سلوك المجتمعات والأعمال 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 باقي السيناريوهات. 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 منهما. 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 وتنظيمه.

7.2 اتجاهات الاستعمال

ينبغي مقارنة نتائج أي استقصاء مع المتطلبات 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 الانطلاقات المفاجئة). ففي هذه الحالات قد يزيد الاستعمال في شكل طفرات في المستقبل القريب بسبب قفزة تكنولوجية جديدة، وربما، وهو الأكثر احتمالاً، 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 التحاليل.

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 والتنبؤ 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 تغطي على نواحي القصور في التخطيط.

ومما يساعد في تحديد الترددات التي يمكن استعمالها في المستقبل، اللجوء إلى السجلات القائمة، وفي بعض الحالات إلى عمليات الرصد، للتعرّف على الطيف الذي يُستعمل استعمالاً خفيفاً (من الترددات المخصصة) أو غير المستعمل. ذلك أن حصر هذه الترددات يوفّر مورداً جاهزاً.

ومن الطرق 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 المطلوبة للاحتفاظ بجزء من الترددات كاحتياطي ما يتصل بالاحتفاظ بهذا الاحتياطي من عدم كفاءة في وجه الطلبات المتزايدة. ومع ذلك فإن الاحتفاظ بالاحتياطي هو أفضل إذا كان يوفر التكاليف الباهظة الناتجة عن إجراء تغييرات غير مخططة 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 العنيفة لأي جهود لإعادة توزيع الطيف مما قد يعوق 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. فعلى سبيل المثال تبرز في هذا المجال 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، لإحداث تحسينات نوعية في نظام إدارة الطيف ومهام التحليل والتقييم، وفقاً للأولويات.

وينبغي أن يعاد النظر دورياً في المجالات التالية المتعلقة بتخطيط الطيف:

- عملية اتخاذ القرار وخيارات التمويل؛
- الإجراءات التنظيمية؛
- التجهيزات والبرمجيات الحاسوبية والشبكات؛
- الاحتياجات من قواعد المعلومات؛
- عملية التنسيق؛
- المشاركة في الأنشطة الدولية والإقليمية؛
- تقنيات التحليل؛
- قدرات الرصد/ التفتيش؛
- المعايير وعمليات الموافقة على النوع.

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 بإنشاء 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 فيجب 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.

ويعتمد تقييم السبل التي يراد اختيارها للعملية التخطيطية، 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 جيرانها وعلى صانعي المعدات ومقدمي الخدمة ومستعملي الطيف. ويجب اتخاذ القرارات على أساس الأولويات الوطنية. ولذلك لا يمكن تطبيق قواعد بسيطة تحدد كيفية النظر في تلك العوامل في إدارة ما.

1.10.2 التخطيط القصير الأمد (من ثلاث إلى خمس سنوات)

يُعتبر التخطيط القصير الأمد قصير الأجل لأنه يفتقد إلى اتصال الإطار الزمني من البداية إلى النهاية. فعلى سبيل المثال يمكن اعتبار خطة تخصيص الترددات لنظام وطني جديد بدأ إنشاؤه بالفعل تخطيطاً قصير الأجل، لأن النظام يُفترض فيه أن يبدأ 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 يصبح من الممكن على سبيل المثال، 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 التعرف على 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 التوصية بإدخال تعديلات على تصميم النظام أو وضع حدود للتشغيل للتمكين من 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.

ومن الاعتبارات المهمة التي قد تؤثر على التخطيط على المدى القصير عدم مرونة البيئة. لذلك ينبغي أن تضع الخطة القصيرة الأمد عملية تستطيع عن طريقها 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 في الخطة القصيرة الأمد أن تكون 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 الترددات؛
- صياغة المواقف الوطنية بشأن جداول أعمال المؤتمرات الدولية للراديو؛
- 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 إنها توفّر أساساً للنظر في السبل الممكنة للعمل وتقييمها. وينبغي في التخطيط الطويل الأمد أن يسعى إلى تحقيق ما يلي:

- اتخاذ القرارات اليومية بشأن استراتيجيات تخطيط الطيف مع مراعاة الآثار التي تترتب عليها في المستقبل؛
- تحديد الآثار المتوقعة للقرارات المتخذة في الماضي على المستقبل؛
- تعديل القرارات، بشكل دوري، لمواكبة الظروف المتغيرة.

ويبين الجدول 2-3 كثيراً 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.

وفي نفس الوقت فإن التخطيط طويل الأمد يجب أن يتصف بكثير من المرونة. إذ يمكن نقل الاستعمالات الحالية، بسبب تقادمها الطبيعي، أو يمكن توسيعها إلى نطاقات أو أماكن أخرى. ويمكن تغيير خصائص التوزيع بسبب مراجعات المعايير أو خطط القنوات. ويمكن تغيير تقنيات إدارة الطيف بشكل أفضل إذا توفّرت قواعد بيانات مناسبة وحين تتوفر تعاريف للخدمات الجديدة أو تعاريف أدق للخدمات القائمة أو حين تظهر أساليب جيدة 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 مجتمع 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. ويجب في وضع الخطة فهم اتجاهات الجيران وشركاء التجارة. وكثيراً ما يُنظر في هذا النوع من التخطيط في نهج 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، وعلى سبيل المثال: – 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
مَوْرد 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 – الاحتياجات المقبلة
الخطة طويلة الأمد *الجدول الزمني للأنشطة والمعلمات المرحلية*	*الجدول الزمني للأنشطة والمعلمات المرحلية*

ومن ناحية الطيف ذاته، يُعتبر الجدول الوطني لتوزيعات الترددات هو أساس الخطة الطويلة الأجل لاستعمال الطيف. ويجب أن يكون لدى كل إدارة جدول للتوزيعات تعتبره الإدارة ومكوّناتها دليلها في تنفيذ خدمات الراديو.

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 وضع خطة لتنفيذ التكنولوجيات 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 تكنولوجيات جديدة أو إلى نطاقات تردد جديدة. ويمكن أن تنشأ الحاجة إلى إعادة التوزيع عن أي من الأسباب الآتية:

- قد يكون أحد توزيعات الطيف عاملاً لفترة طويلة و لم 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؛

- قرار صادر عن أحد المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية بتخصيص أو توزيع أحد نطاقات الترددات المشغولة حالياً إلى خدمة مختلفة على أساس عالمي أو إقليمي أو وطني (ملاحظة 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 للإدارة أن تبرر الجهد والنفقات الكبيرة التي ينطوي عليها الأمر. ويمكن أن يكون إعادة توزيع الطيف اختيارياً (وفي هذه الحالة لا يكون التخطيط مطلوباً إلا فيما يتعلق بالسماح بإعادة التوزيع وفق الأحكام التنظيمية) وإما أن يكون إلزامياً.

إعادة توزيع الطيف اختيارياً

تمثل هذه الطريقة الحالة التي يقرر فيها أحد مستعملي الطيف الحاليين، اختيارياً، 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 التكنولوجيات 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 تزيد مصاريف الترخيص أو حين تحتاج المعدات الحالية إلى خدمة أو تغيير، أو حين لا يعود التمويل متاحاً لاستمرار العمليات.

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

إعادة توزيع الطيف إجبارياً

يتصل إعادة توزيع الطيف إجبارياً بسياسة التخطيط الإيجابي التي تتبناها الإدارة. وفي هذه الحالة يكون من الضروري وجود تخطيط طويل الأمد لضمان الانتقال المنظم ويتيح إهلاك المعدات أو استبدال الخدمة. 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 أسباب 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 النشر

بالإضافة إلى إمكانية إعادة نشر خدمات الاتصالات الراديوية بالجملة، أي على أساس أخذ كل نطاق ترددات على حدة، توجد تقنيات متقدمة لإعادة النشر يمكن النظر فيها كجزء من عملية التخطيط. ومن هذه التقنيات إجراءات إتيكيت التشغيل المفروضة (مثلاً الإصغاء قبل الإرسال، أو الرصد التلقائي لوجود إشارات تحول مؤقتاً دون التشغيل أو تسبب تغيير تردد الإرسال) ومنها تقليل عرض نطاق القنوات (أو تقسيم القنوات) ومنها تحسين التشوير وتقنيات التشكيل، ومنها تطبيق معايير جديدة لتقاسم الطيف. وإذا كان المرتجى هو إعادة التوزيع داخل النطاق الحالي، فيكون من الضروري إدخال تدابير مثل الملاءمة مع المعدات السابقة أو التشغيل البيني. ويورد الجدول 2-4 موجزاً للطرق التقنية التي يمكن استخدامها في تسهيل عملية تقاسم الترددات ويمكن أخذها في الاعتبار كجزء من التخطيط طويل الأمد ومن عملية إعادة النشر.

الجدول 2-4

أساليب تقنية لتيسير إعادة النشر

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 تتيح السطح البيني بدون عيوب 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 للطيف الوطني.

ويمكن اعتبار التخطيط الاستراتيجي طريقة معقولة من طرق التخطيط طويل الأمد تقلل أو تبسّط من مستوى الجهود التخطيطية 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 السياق 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 جميع 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 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 إلاّ 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 في كفاءة استعمال الطيف ما يلي:

- ضرورة أن تكون توزيعات الطيف مدفوعة بقوى السوق؛
- تعزيز المنافسة؛
- الاستفادة من التقدم الحادث والمتوقع على الصعيد التكنولوجي؛
- ضرورة التنسيق والتعاون على الصعيد الدولي.

وباستثناء تركيز الانتباه 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 النهج اللازمة لحل المسائل وتحليل هذه النهج، والسعي إلى الحصول على توصيات من الجهات المعنية، بما في ذلك توصيات ومشاغل الإدارات الأخرى التي يمكن أن تتأثر من عملية التخطيط

11.2 تحسين نظام تخطيط إدارة الطيف

تكتسي خطط تحسين أنظمة الإدارة نفس القدر من الأهمية الذي للخطط 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 التكنولوجيات 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.

12.2 هيئات الإدارة

من الضروري إنشاء كيان إداري يقوم بمهمة القيادة والإرشاد لتنفيذ برنامج تخطيط الطيف للتأكد من الاهتمام 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 لخطورة 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، 2002).

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

التوصية ITU-R SM.667 المعطيات 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 نشر 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 63

الجزء ألف – تخصيص الترددات للمحطات الراديوية 67

1.3 النواحي التنظيمية في عملية تخصيص الترددات 67

2.3 النواحي التقنية في عملية تخصيص التردد 69

1.2.3 إجراءات تخصيص الترددات للمحطات الراديوية 69

2.2.3 المعلومات المطلوبة لطلبات التردد 70

3.2.3 طرق تحليل التداخل من أجل تخطيط التردد حسب الموقع 70

3.3 خطة الترددات 73

1.3.3 التخطيط الخطي للترددات من حيث الموقع 74

2.3.3 تخطيط التردد وتخصيصه بشكل تتابعي 76

3.3.3 شبكات التخصيص "الخالية من التداخل" 78

4.3.3 طريقة تخطيط التردد حسب الموقع للخدمة الخلوية 79

5.3.3 عملية مرنة لتخطيط التردد حسب الموقع 80

4.3 البرمجيات والأتمتة 80

الجزء باء – الترخيص 84

5.3 مقدمة 84

6.3 متطلبات الترخيص 84

7.3 ترخيص المحطات الراديوية 85

8.3 رفع القيود عن الترخيص 87

9.3 ممارسات الترخيص 87

1.9.3 الترخيص لمستعملي الراديو غير التجاريين 88

2.9.3 الترخيص لمستخدمي الراديو التجاريين 89

3.9.3 ترخيص الخدمة الثابتة لمشغلي خدمة الاتصالات 90

4.9.3 ترخيص الخدمة المتنقلة 91
5.9.3 ترخيص الخدمات الإذاعية 93
10.3 الترخيص على الخط 94
1.10.3 نظام الترخيص البسيط على الخط 94
2.10.3 نظام الترخيص الأكثر تعقيداً على الخط 95
3.10.3 نظام الترخيص على الخط لأكثر من بلد 95
4.10.3 مسائل أخرى تخص الترخيص على الخط 95
11.3 المسائل المتعلقة بأمن المعلومات 95
المراجع 96
بيبليوغرافيا 97

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. وفي بعض التطبيقات (الخدمات الإذاعية والمتنقلة مثلاً) يمكن تخصيص الترددات لمختلف المواقع بشكل إجمالي مقدماً ثم يعاد تخصيص هذه الترددات فيما بعد مع 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 تسبب تداخلات ضارة مع المستعملين الحاليين سواء على أساس محلي أو دولي.

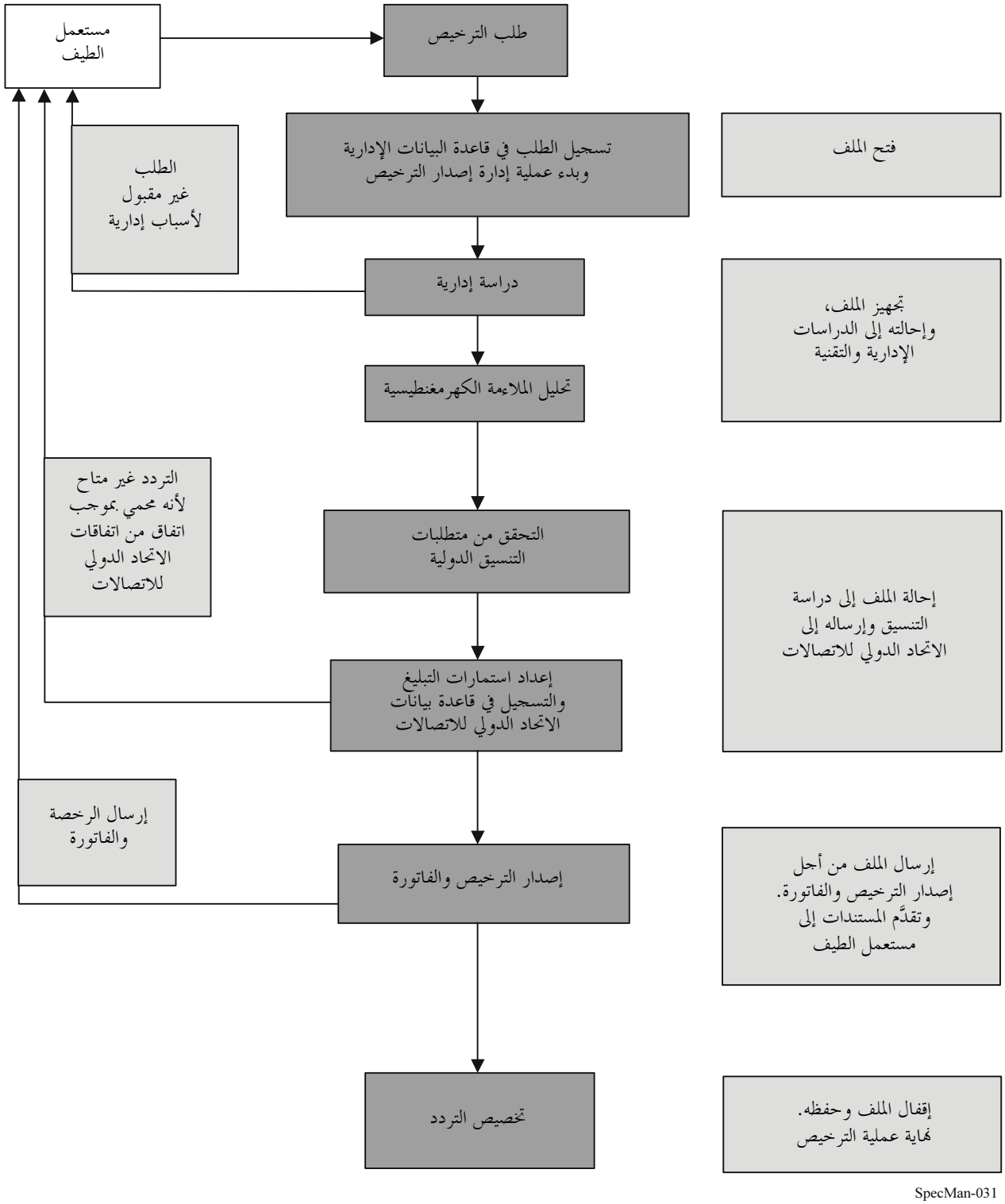
وتتضمن عملية التخصيص تحليل احتياجات الخدمات الراديوية وكذلك أي دراسات تتعلق بها، وتخصيص الترددات وفقاً لخطة تعيين الترددات الوطنية. ويمكن أن تشتمل هذه الخطة أيضاً على إشارات إلى الإجراءات الضرورية اللازمة لحماية أنظمة الاتصالات في البلد من التداخل المحتمل من تخصيصات بلدان أخرى منشورة في السجل الدولي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

ومتى تمت عملية تخصيص الترددات بنجاح فسينتج 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 العمل في منظمات إدارة الترددات ومعظم وقت الموظفين. ولذلك فإن النسخة التشغيلية لهذا الإجراء، المعدّة لاستعمال منظمات إدارة الترددات، يجب أن تُدرس بعناية أثناء مرحلة التخطيط (انظر الفصل 1) وأن تكون موضع استعراض دوري لإدخال تغييرات عليها من واقع الخبرة.

ولكي يحصل المستعمِل على ترخيص بتخصيص ترددات فعليه 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



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. ويجوز لأنظمة الراديو التي تحتوي على عدة محطات إرسال واستقبال ألاّ تحتاج 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 لشكل تسلسلي لنظام تخصيص الترددات والترخيص في أحد أنظمة إدارة الطيف.

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

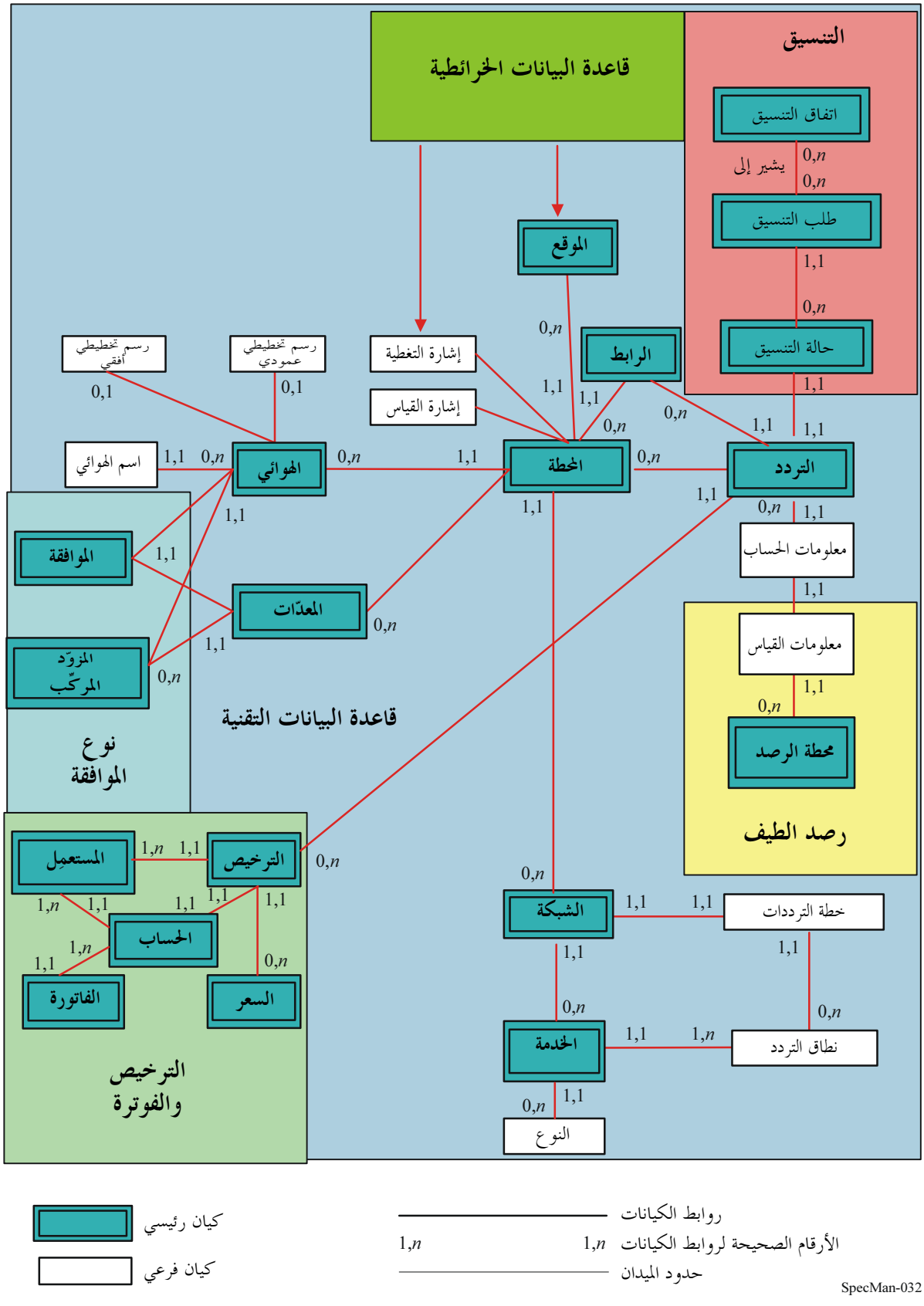
- الأساس: قاعدة البيانات التقنية؛
- التمديدات الإدارية: التنسيق والترخيص والفوترة والموافقة على المعدات وإحصاءات الأنشطة.

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 سلسلة البيانات لها وضع مختلف (انظر التوصيات ITU-R SM.1048 وITU-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 في الاتحاد الدولي للاتصالات (طبعة 2005)).

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.

فعلى سبيل المثال، تتشارك الخدمات المتنقلة البرية والخدمات الإذاعية، حسب لوائح الراديو الخاصة بالاتحاد الدولي للاتصالات، 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 متناهية الصغر في الوقت الذي يقوم فيه باستعمال نفس هذه الموجات ناقلون محليون أو وطنيون، أو شركة أو شركات خاصة، وكلهم يستعملون 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 اللوحات الانسيابية الواردة في التوصية ITU-R SM.1049 حيث تُقدِّم إرشادات تفصيلية عن عملية التنسيق في تخصيص الترددات الأرضية. ويحتوي الفصل الخامس 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[6] 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

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

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 في الاتحاد الدولي للاتصالات فإن ذلك يعطيها اعترافاً دولياً ويعطيها، 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[7].

ويمكن تقسيم الإجراءات الخاصة بالتبليغ عن تخصيصات الترددات وتسجيلها في السجل الأساسي الدولي للترددات، 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. والواجب 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.

2.3 النواحي التقنية في عملية تخصيص التردد

المطلوب في معظم الحالات من تخصيص الترددات تخصيص تردد يوفّر لمقدم الطلب إمكانية تقديم المستوى المطلوب من الخدمة وفي نفس الوقت 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 فدرات البيانات تتصل بجميع محطات الراديو العاملة تشتمل 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 للمظهر الجانبي لمسير الانتشار؛

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

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

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

[7] 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.

2.2.3 المعلومات المطلوبة لطلبات التردد

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

3.2.3 طرق تحليل التداخل من أجل تخطيط التردد حسب الموقع

يحتاج الأمر إلى إجراء تحليل للتداخل عند وضع خطط التردد حسب الموقع 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:* 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.

الرقم 168.1 *التداخل المقبول:* 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.

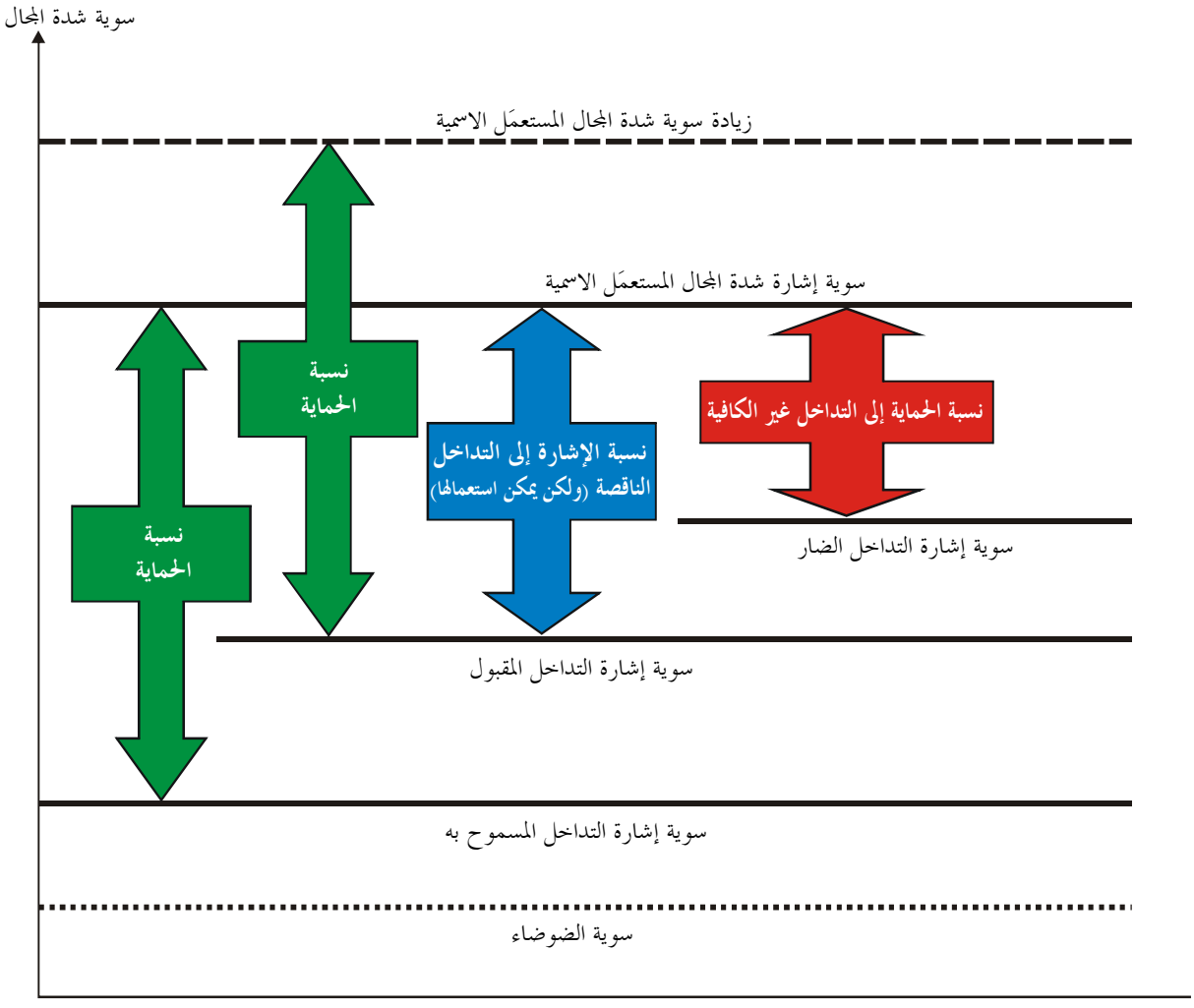
الرقم 170.1 *نسبة الحماية:* هي القيمة الدنيا لنسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة غير المطلوبة عند مدخل المستقبِل، ويعبَّر عنها بالديسيبل عامة، وتحدَّد في ظروف معينة تسمح بالحصول على نوعية استقبال معينة للإشارة المطلوبة عند مخرج المستقبِل.

ولأغراض لوائح الراديو يُستخدم مصطلحا *التداخل المسموح به* و*التداخل المقبول* في تنسيق تخصيصات التردد بين الإدارات. أما 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، *ونسبة الحماية*، *والتداخل 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



SpecMan-033

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 شمال الشكل 3.3. وتعرَّف سوية إشارة التداخل المناظرة بأنها إشارة *التداخل المسموح به* أو إشارة *التداخل المقبول* (المستلَمة 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 خفوت الإشارة. ولضمان استقبال من النوعية المطلوبة تُستعمل هوامش إضافية لشدة المجال المستعملة الاسمية، وتتفاوت قيمها ما بين 6 و12 ديسيبل، 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 *ونسبة الحماية*، المبينة في الشكل 3.3 في صورة عامة، 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 بالنسبة للموقع.

ويشار أحياناً إلى شبكات الراديو المتطورة باعتبارها "خالية من التداخل" (انظر على سبيل المثال الفقرة 3.3.3). 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 مواقع الترددات. فمن ناحية تُعتبر سوية التداخل المسموح بها مؤشراً على نوعية الإرسال المطلوبة، ومن ناحية أخرى فهي مؤشر على كفاءة استخدام الطيف.

ويتناول الفصل الخامس 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 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.

ونورد فيما يلي وصفاً لخمس طرائق لإعداد خطط تخصيص الترددات، وهناك خطط أخرى يمكن استخدامها. والخطط المستخدَمة بشكل تقليدي في إعداد خطة الترددات خطتان هما:

- التوزيع الشبكي – وهو توزيع منهجي منتظم جغرافياً لموارد الترددات على مدى منطقة معينة؛

- توزيع غير شبكي – وهو توزيع لموارد الترددات غير منتظم ولكنه يتسم بالكفاءة من حيث استخدام الطيف، على مدى 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 وجود مناطق خدمة ذات أحجام مختلفة جداً أو ظروف استقبال مختلفة) أو في المناطق التي تحتاج إلى محطات إذاعة رقمية وتوجد بها فعلاً شبكات لمحطات تماثلية، ففي هذه الظروف 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 بطريقة مستوية 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 للترددات من حيث الموقع

قام بوضع فكرة التخطيط الخطي للترددات من حيث الموقع 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 [جامست، 1982 وهال، 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.

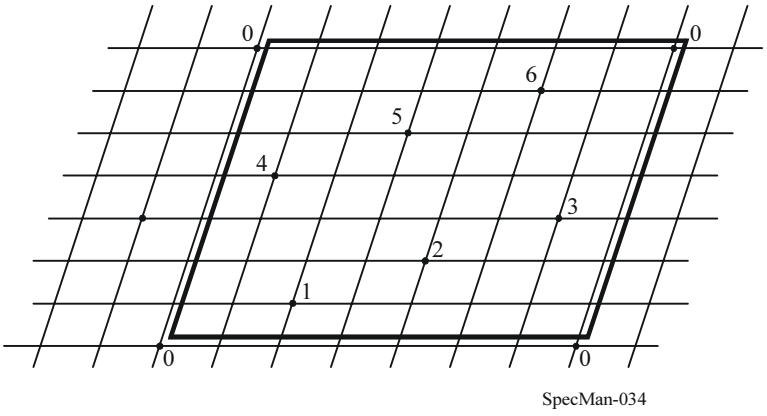
وبتطبيق هذه الافتراضات نجد أن حدود منطقة الخدمة لكل جهاز إرسال هي دائرة يتوقف نصف قطرها على نوع الخدمة (إذاعة صوتية أو تلفزيونية أو خدمة متنقلة، إلخ) وعلى خصائص الانتشار في مدى التردد موضع النظر.

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 معين، النقاط العنقودية التي تقع فيها المرسِلات التي تستخدم قنوات التردد $i = 0 \ldots$ والمرسِلات الأقرب إلى المرسِل الواقع عند الأصل مرقمة بالأرقام 1 ... 6. ويُسمى المعيَّن المتحد القنوات عند النقاط العنقودية للمحطة المرقمة 0 المعيَّن المتحد القنوات الرئيسي. ومحطات الراديو ذات المواقع المرقَّمة $i = 1 \ldots 6$ تقع عند النقاط العنقودية داخل المعين 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 الشبكة (في المعيَّنات الرئيسية المتحدة القنوات) التي تقع فيها 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 تخطيط التردد وتخصيصه بشكل تتابعي

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؛

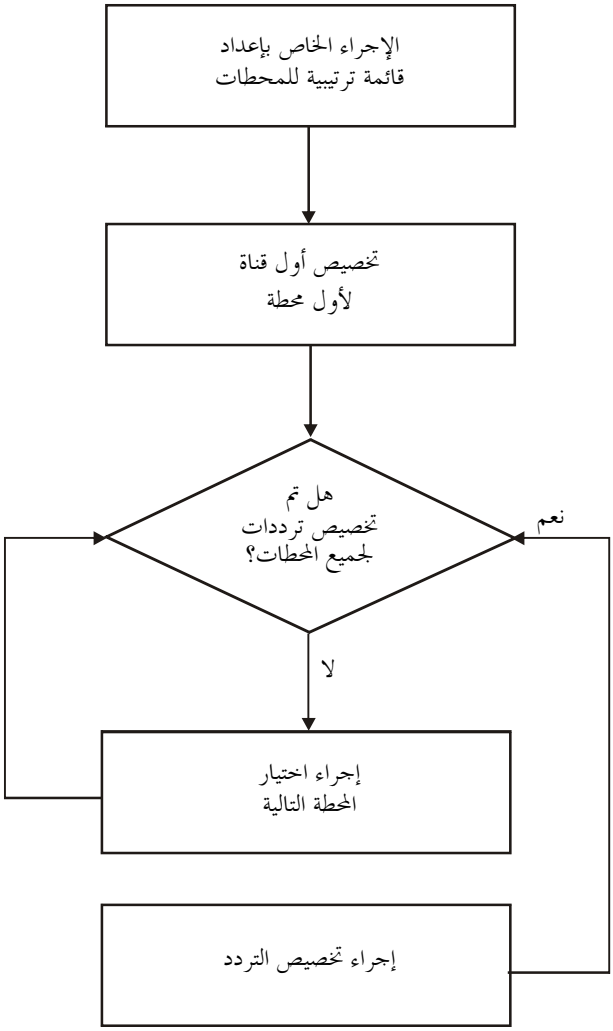
ب) قائمة قنوات التردد المتاحة؛

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



ويبدأ تخصيص الترددات لمحطات الراديو بأول محطة راديو في القائمة ويخصَّص لها أول قناة تردد (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 تخصيص 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

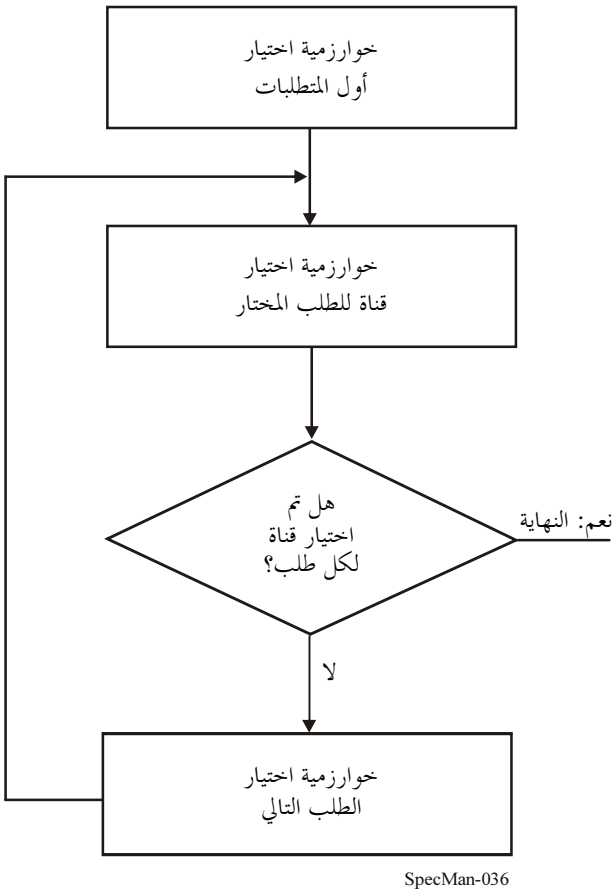
من المكرِّرات ذات القدرة المنخفضة التي تغطي مناطق خدمة صغيرة (حيث يكون استقبال البرامج من محطات التلفزيون ذات القدرة الأعلى صعباً أو مستحيلاً) لكي يصل إلى تغطية كاملة للبرنامج.

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 المنطقتين 1 و3.

الشكل 6.3

لوحة انسيابية للتخطيط المتتابع للترددات



3.3.3 شبكات التخصيص "الخالية من التداخل"

تطبيق شبكات التخصيص "الخالية من التداخل" هو طريقة تم تطويرها للخدمة المتنقلة البرية في كندا [Delfour and De Couvreur, 1989].

وهذه الطريقة هي عبارة عن نظام يتم تطبيقه باستخدام الحاسوب ويبدأ بتطبيق المعادلات المعروفة فيما يخص تقاسم القنوات والقنوات المجاورة وإزالة الحساسية وتداخل التركيب في أجهزة الإرسال والاستقبال. ويتم إنشاء شبكة تخصيصات كبيرة السعة تأخذ في الاعتبار إمكانية استخدام مرشاحات تمرير النطاق. والقرارات المتروكة لمدير الطيف هي القرارات المتعلقة بشروط الاشتراك في نفس القناة، وخاصة مسافة الفصل. ومن شأن هذه الطريقة أن تقلل من المتغيرات التي تؤثر على القرارات. وتوفر شبكات التخصيص طريقة فعالة لاستخدام الطيف ولتقديم خدمة ذات نوعية واحدة. ويمكن باستخدام الحاسوب تعديل الشبكات في ضوء التغييرات في الطلب واختلاف التضاريس والاختلافات في المناطق بسبب نمو السكان أو هجرتهم.

4.3.3 طريقة تخطيط الترددات حسب الموقع 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 بسبب معلمات كل محطة أساسية تقوم بخدمة منطقة صغيرة، أو خلية، ذات حدود معيّنة. وتغطي الخلية المنطقة التي تعمل فيها شبكة المحطة القاعدة وكذلك 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 $\theta = 360°$؛ و$M = 3$ حين تكون $\theta = 120°$؛ و$M = 6$ حين تكون $\theta = 60°$؛ 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 متراً).

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.

5.3.3 عملية مرنة لتخطيط التردد حسب الموقع

بالنسبة لبعض خدمات الراديو وتطبيقاتها، مثل الخدمة الثابتة، بما في ذلك أنظمة الموجات متناهية الصغر أو أنظمة الراديو المتنقلة الخاصة، لا تُعدّ خطط محددة سلفاً أو جامدة لتخصيص الترددات حسب الموقع 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 الخامس 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.

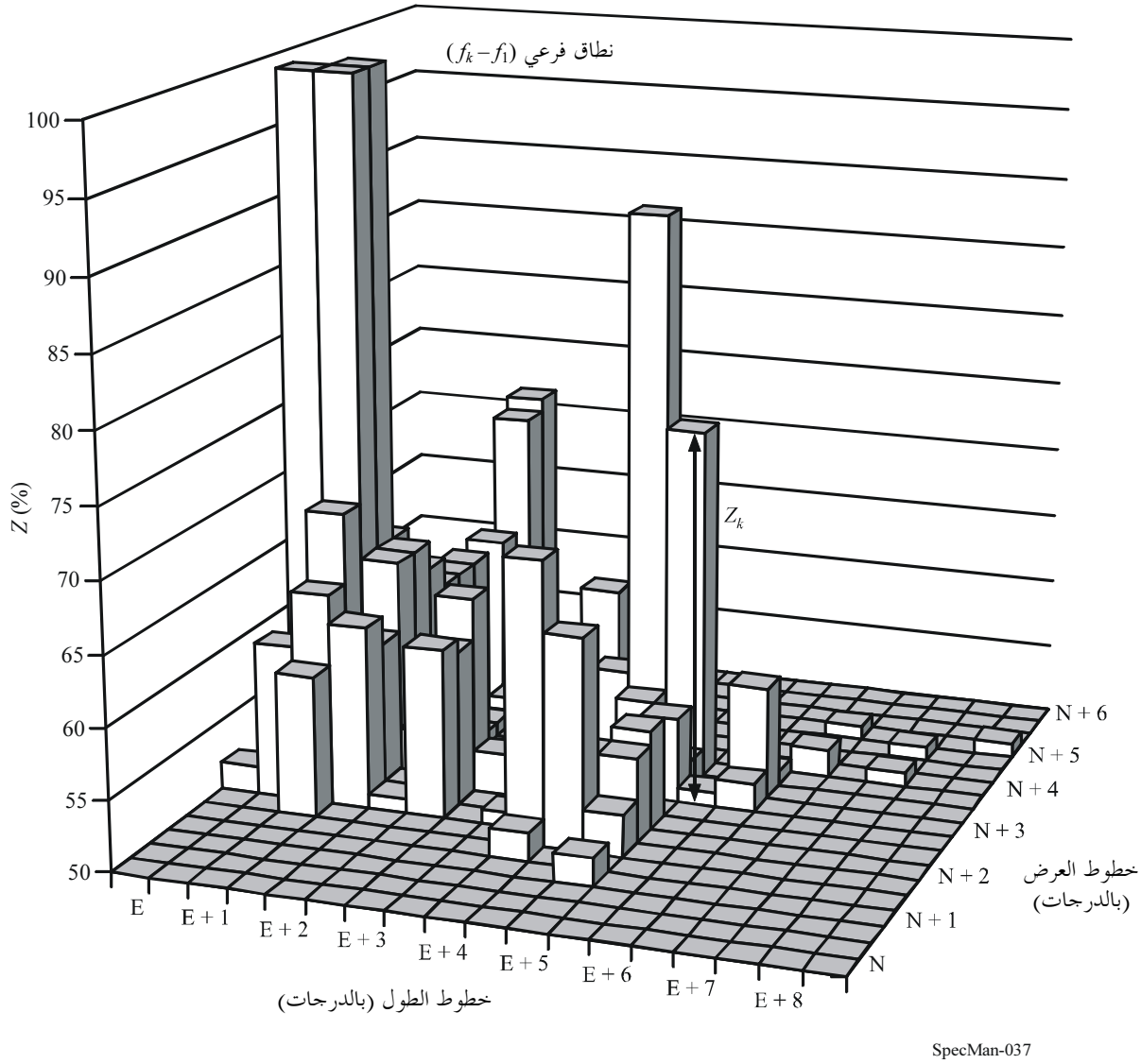
وعلى سبيل المثال يبين الشكل 7.3 توزيع عامل استخدام الطيف (Z) (المعرَّف في التوصية ITU-R SM.1046-1) في أحد النطاقات الفرعية ($f_k - f_1$) بين بُعد خلايا المنطقة $1° \times 1°$ في منطقة كلية بحجم $8° \times 8°$. ويمكن أن يتبين منها النطاق الفرعي Z_k الذي من المناسب إجراء تحليل الملاءمة الكهرمغنطيسية فيه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

4.3 البرمجيات والأتمتة

يحتاج تخصيص التردد وترخيص الأنظمة الفرعية إلى حواسيب ووسائط تخزين كالموصوفة في دليل الاتحاد الدولي للاتصالات عن تقنيات استعمال الحاسوب لإدارة الطيف (جنيف، 2005). ويمكن أن تقوم البرمجية الحاسوبية بإجراء حسابات لتحليل المواءمة وتخطيط الترددات على أساس المنهجية الموصوفة في الفصل السابق. وتوجد برمجيات حديثة لأنظمة إدارة الطيف يمكن تكييفها حسب الاحتياجات المعينة للمستعمِل. ويمكن عن طريقها إعداد نماذج للوثائق المطلوبة وبرمجة الانتشار النوعي [Topcu *وآخرون*، 2000] وحساب رسوم الترخيص. ويوجد 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*) على منطقة معينة
لنطاقات تردد فرعية مختارة

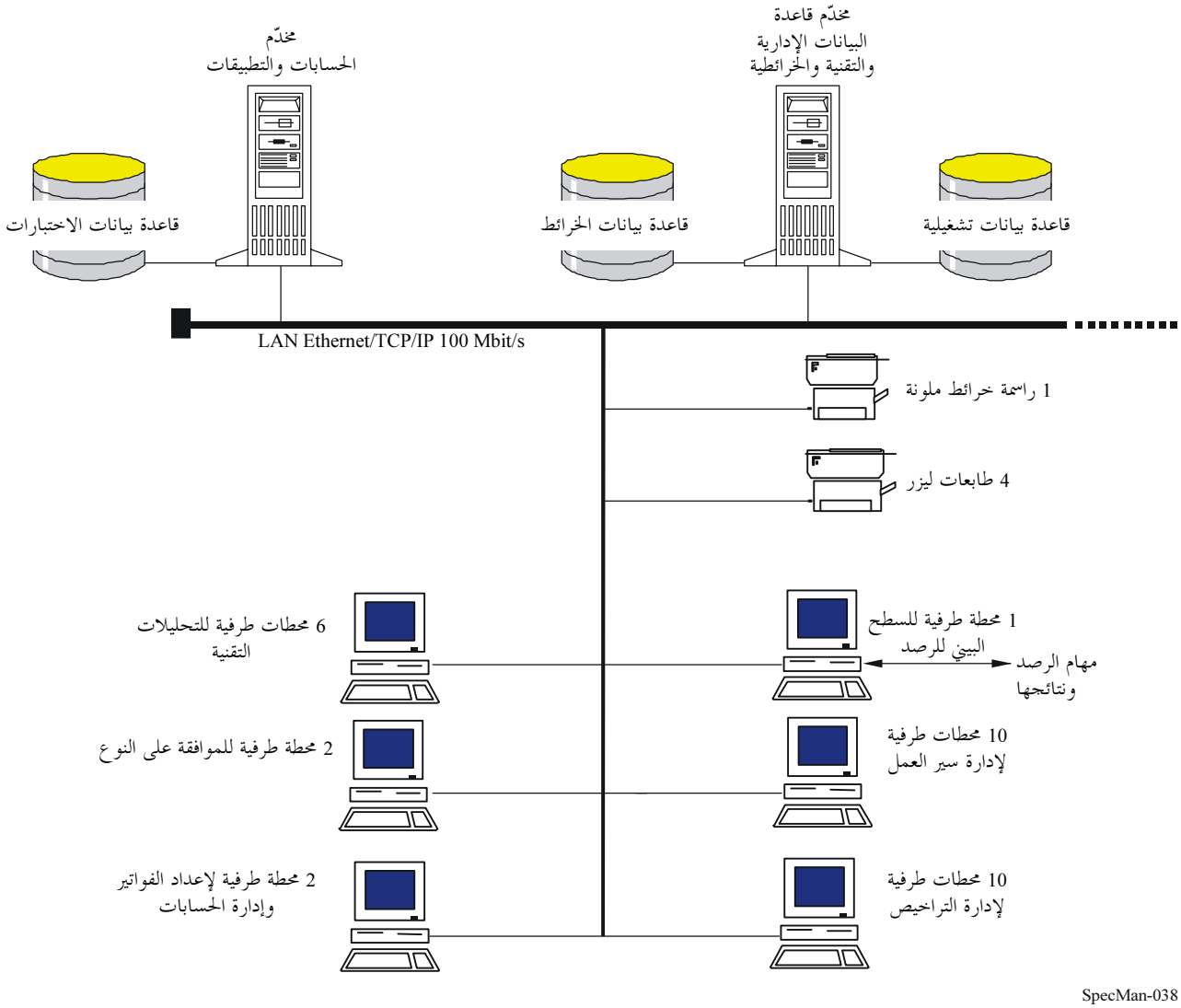


وتستخدم كثير من البلدان أنظمة محوسبة لإدارة الطيف تغطي جميع منشآت الراديو في جميع الخدمات الراديوية [Bare، 1990 وBykhovsky *وآخرون*، 2002] ويمكن استعمال الحواسيب الشخصية في الأنظمة الأتوماتية المحلية الخاصة بخدمات فردية مثل التلفزيون والإذاعة الصوتية على الموجات المترية (VHF) والخدمة المتنقلة البرية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

ويرد في الشكل 8.3 مثال لتشكيل تشغيلي لنظام إدارة الطيف.

الشكل 8.3

نموذج 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.
- طابعة الخرائط الملونة: العروض البيانية والخرائط الغلافية.
- طابعة ليزر: للوثائق الرسمية.
- محطات طرفية للتحليلات التقنية: محطات طرفية لإجراء تحليلات الملاءمة الكهرمغنطيسية باستخدام العروض البيانية.
- محطات طرفية للموافقة على النوع: محطات طرفية لعمليات إدارة الموافقة على المعدات بما في ذلك شهادات الاستيراد وشهادات التوكيل.
- محطات طرفية للحسابات والفواتير: محطات طرفية للنفاذ إلى الحسابات وبيانات إدارة الفواتير.
- محطة طرفية للتفاعل مع محطات ضبط البث: محطة طرفية تُستعمل في إعداد بعثات الرصد وإدماج نتائج الرصد.
- محطات طرفية لإدارة سير العمل: محطات طرفية للتعامل مع العمليات الداخلية للإدارة فيما يخص إدارة الطيف.
- محطات طرفية لإدارة التراخيص: محطات طرفية لإدارة عمليات التراخيص وإصدار الفواتير.

يتوقف 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 بداخلها (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 المعالم 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 الاتصالات الراديوية المخصصة لعموم الأفراد "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 وجود نظام ترخيص الطيف لوصل التداخل إلى 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 على النوع" أو "قبول النوع" 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 مع بعضها البعض، 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 على النوع 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 "بموافقة على النوع".

ولا تتطلب الموافقة على النوع 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 "بقبول للنوع".

والموافقة على النوع أو القبول بالنوع 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 على النوع أو قبوله من الإدارة الأخرى. ويزداد الاعتقاد بأن مفهوم الموافقة على النوع 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، وهو ملزم قانوناً. واعتباراً من 8 أبريل 2001 حل هذا التوجيه محل أكثر من 1 000 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.

وقامت 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 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.

هذه الأجهزة كثيراً ما تتشارك 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 التوصية ITU-R SM.1538 – المعلمات التقنية ومعلمات التشغيل وشروط الطيف لأجهزة الاتصالات الراديوية ذات المدى القصير.

9.3 ممارسات الترخيص

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

- 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 السادس بشيء من التفصيل.

وفي كثير من البلاد 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 الحياة في البحر ولوائح الراديو ينصان على أن تشغيل خدمات الإرسال والمسؤولية عنها في ظروف معينة تقتصر على حملة التراخيص.

وبشكل عادي تُمنح تراخيص التشغيل الراديوي 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 تعليمي 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 إعطاء 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 توجد فيها 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 في العادة. 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 تعطي 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 وُجدت الترددات المطلوبة تُمنح لمقدم الطلب رخصة، قد تكون مقابل رسوم. وإذا لم توجد 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 عادة ما يلي:

- 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.

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

ويجب أن يخضع التخصيص الذي يُعهد به إلى مشغل اتصالات لا سلكية 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 في الاتحاد الدولي للاتصالات، حسب الأصول، للتسجيل في السجل الأساسي الدولي للترددات. 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 السادس).

4.9.3 ترخيص الخدمة المتنقلة

من الممارسات الشائعة في أنظمة الخدمة المتنقلة عدم إبلاغ قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات 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 توجد 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.

من المفيد لبعض المستعملين تشكيل شبكات متنقلة خاصة، فعلى سبيل المثال يمكن 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 لشبكات النفاذ العمومي المتنقلة ذات النطاق الواسع: 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 فدرات 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 توجد 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.

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 توجد 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، فإنه يوجد الآن عدد متزايد من أنظمة الراديو تقدم خدمات عبر الحدود بالاتفاق فيما بين الإدارت 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 "محل الوقفة الواحدة" وقد قامت بإنشاء هذه الأنظمة منظمات إقليمية مثل المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (أوروبا) ولجنة البلدان الأمريكية للاتصالات (الأمريكتين).

4.10.3 مسائل أخرى تخص الترخيص على الخط

قامت بعض الإدارات بإدخال خدمة "التجارة الثانوية" أو هي بصدد إدخال هذا النظام. ويعني هذا النظام 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 4.2 من دليل تقنيات إدارة الطيف باستخدام الحاسوب، جنيف، 2005)، المسائل المتعلقة بأمن المعلومات، سواء كانت تجارية أو وطنية أو لحماية خصوصية معلومات الأفراد، فضلاً عن إمكانية التزوير في استخدام طرق الدفع الإلكترونية.

المراجـــع

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 للاتحاد

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.804	خصائص مستقبلات التلفزيون الأساسية لتخطيط التردد مع أنظمة التلفزيون PAL/SECAM/NTSC
التوصية ITU-R BT.1125	الأهداف الأساسية لتخطيط الأنظمة الإذاعية التلفزيونية الرقمية للأرض وتنفيذها
التوصية ITU-R BT.1368	مقاييس التخطيط لخدمات التلفزيون الرقمي للأرض في نطاقات الموجات المترية والديكامترية
التوصية ITU-R F.382	ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية العاملة في النطاقين 2 و4 GHz
التوصية ITU-R F.383	ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية كبيرة السعة العاملة في النطاق 6 GHz الأدنى
التوصية ITU-R F.384	ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة لاسلكية ثابتة رقمية متوسطة السعة وكبيرة السعة العاملة في النطاق 6 GHz الأعلى

التوصية ITU-R F.385 ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية العاملة في النطاق 7 GHz

التوصية ITU-R F.386 ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة مرحلات راديوية تماثلية أو رقمية بسعة متوسطة وعالية العاملة في النطاق 8 GHz

التوصية ITU-R F.387 ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية العاملة في النطاق 11 GHz

التوصية ITU-R F.497 ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية العاملة في نطاق التردد 13 GHz

التوصية ITU-R F.595 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في نطاق التردد 18 GHz

التوصية ITU-R F.635 ترتيبات قنوات التردد الراديوي بناء على مخطط متجانس لأنظمة المرحلات الراديوية العاملة في النطاق 4 GHz

التوصية ITU-R F.636 ترتيبات قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية العاملة في النطاق 15 GHz

التوصية ITU-R F.701 ترتيبات قنوات التردد الراديوي للأنظمة الراديوية التماثلية والرقمية 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 التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 10 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 قنوات التردد الراديوي لأنظمة المرحلات الراديوية في النطاق 38 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 لأنظمة المرحلات الراديوية الرقمية كبيرة السعة في النطاق 5 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 التردد الراديوي للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في النطاق 55,78-59 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 10,15-10,3/ 10,5-10,65 GHz

التوصية ITU-R M.1036 ترتيبات التردد لتنفيذ مكوّن الأرض في الاتصالات المتنقلة الدولية–2000 (IMT-2000) في النطاقات 806-960 MHz و710 1-025 2 MHz و110 2-200 2 MHz و500 2-690 2 MHz

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

التوصية ITU-R BO.633 تخطيط المدار والتردد في الخدمة الإذاعية الساتلية

التوصية ITU-R BO.634 نسب الحماية من التداخل المقيسة من أجل تخطيط أنظمة البث التلفزيوني

التوصية 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

التوصية ITU-R BO.812 برمجيات حاسوبية من أجل تخطيط الخدمات الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12

التوصية ITU-R BO.814 العوامل التي يتعين النظر فيها لدى اختيار الاستقطاب من أجل تخطيط الخدمات الإذاعية الساتلية

التوصية ITU-R BS.944 تخطيط الشبكات النظري

التوصية ITU-R BS.946 القيود المفروضة على تخطيط التردد للإذاعة الصوتية بتشكيل التردد (FM) في النطاق 8 (VHF)

التوصية ITU-R BT.485 المساهمة في تخطيط الخدمات الإذاعية

التوصية ITU-R M.319 خصائص التجهيزات والمبادئ التي تحكم تخصيص قنوات التردد ما بين 25 و100 MHz للخدمات المتنقلة البرية

التوصية ITU-R M.908 عدد القنوات المطلوبة من أجل نظام نداء انتقائي رقمي

الفصل 4

مراقبة الطيف والتفتيش والتحقيق في استعمال الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.4 مقدمة 103

2.4 مراقبة الطيف كعنصر من عملية إدارة الطيف 103

3.4 تفتيش الطيف والتحقيق فيه كعناصر لعملية إدارة الطيف 105

الجزء ألف – مراقبة الطيف 106

4.4 المراقبة للمساعدة على تخصيص التردد 106

5.4 المراقبة لتقييم انشغال الطيف 108

6.4 مراقبة التقيد بالقواعد واللوائح الوطنية 110

1.6.4 الكشف عن الإرسالات غير المسموح بها وتعرّف هويتها 110

2.6.4 التحقق من المعلمات التقنية والتشغيلية 110

7.4 المراقبة لتعرف هوية مصدر التداخل وإزالته 111

8.4 مرافق المراقبة 111

1.8.4 المرافق دون 30 MHz 111

2.8.4 المرافق فوق 30 MHz 111

3.8.4 مراقبة الفضاء 112

9.4 أتمتة المراقبة 114

1.9.4 أتمتة القياسات الروتينية 114

2.9.4 الأجهزة اللازمة لأتمتة المراقبة 114

3.9.4 برمجيات الحاسوب اللازمة للأتمتة 116

10.4 إدماج النظام الفرعي للمراقبة مع نظام أوتوماتي لإدارة الطيف 117

1.10.4 الكشف الأوتوماتي عن الانتهاكات 117

2.10.4 النفاذ عن بعد إلى موارد النظام 117

الصفحة

الجزء باء – عمليات التفتيش والتحقيق في استعمال الطيف 118

11.4 عمليات التفتيش والتحقيق في التقيد بالقواعد واللوائح الوطنية 118

12.4 التحقق من المعلمات التقنية والتشغيلية 118

13.4 الكشف عن الإرسالات غير المسموحة وتعرف هويتها 119

14.4 عمليات التفتيش لتعرّف هوية مصدر التداخل وإزالته 120

15.4 عمليات التحقيق لتعرّف هوية مصدر التداخل وإزالته 120

16.4 الأجهزة اللازمة للتفتيش 120

17.4 الأجهزة اللازمة لعمليات التحقيق 121

18.4 النفاذ عن بُعد إلى موارد النظام 121

الملحق 1 للفصل 4 – امتياز خدمة المراقبة الراديوية؛ حالة الأرجنتين: حل مبتكر 122

1 مقدمة 122

2 طرح دولي للعطاءات 122

3 التنفيذ 124

4 استنتاج 125

المراجع 127

بيبليواغرافيا 127

1.4 مقدمة

أصبحت الاتصالات على نحو متزايد جزءاً حيوياً من البنية التحتية الاتصالات وبالتالي أصبح اقتصاد بلد ما والنهج الاقتصادية المتبعة في إدارة الطيف الوطني أمراً أساسياً. وتعزز هذه النهج الكفاءة الاقتصادية والتقنية والإدارية وتساعد على ضمان أن تكون الخدمات الراديوية قادرة على العمل على أساس عدم التداخل.

و لم يعد التخطيط النظري كافياً الآن. والدراية بالاستعمال الفعلي للطيف ضرورية قبل اتخاذ أية قرارات بشأن تخصيصات التردد بل حتى تعيينات التردد.

وتدعم المراقبة جهود إدارة الطيف عموماً وذلك بتوفير الاستعمال الفعلي بواسطة قياسات لاستعمال القناة والنطاق، بما في ذلك توفير إحصاءات بشأن تيسر القناة ومدى فعالية إجراءات إدارة الطيف.

وكجزء من جهود التنفيذ المبذولة عموماً، يدعم التفتيش والتحقيق عملية إدارة الطيف عموماً. والتفتيش على المرسلات الجديدة المرخصة قبل تنشيطها، وإيقاف المرسلات غير المرخصة وإزالة التداخلات من الأمور الضرورية لوجود طيف قابل للاستعمال وخال من التداخلات.

ودعماً لعملية إدارة الطيف، تجري معالجة المراقبة والتفتيش والتحقيق في هذا الفصل الذي يتألف من جزأين: الجزء ألف ويتناول مراقبة الطيف والجزء باء ويتناول عمليات التفتيش وعمليات التحقيق. ويعرض الحل المبتكر في الملحق 1 بهذا الفصل.

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 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. وتفاقمت 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 التحقق و"يغلق العروة" على عملية إدارة الطيف.

واستعمال الطيف يحدث 24 ساعة في اليوم، 7 أيام كل أسبوع وكل أسبوع من السنة، سواء على الصعيد المحلي أو الإقليمي أو العالمي. وبالمثل، ينبغي أن تكون مراقبة الطيف أيضاً عملية تجري على أساس مستمر إذا كان يتعين 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 موارد مالية ومن موظفين.

وعلى الصعيد الوطني ينبغي للمرء أن يقرر ترتيب الأولويات في خدمة المراقبة، وإذا كان الأمر يتعلق بمهام إضافية، إلى جانب المهام الوطنية، فيمكن في هذا الميدان التعاون في مجال أنشطة المراقبة الدولية كما حدث أثناء الإعداد للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003 (WRC-03).

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 معطيات قيمة مستمدة من عملية المراقبة من أجل عملية إدارة الطيف الكهرمغنطيسي الخاصة بإدارة معينة فيما يتعلق بالاستعمال الفعلي للترددات والنطاقات (أي انشغال القنوات وازدحام النطاقات)، والتحقق من سلامة الخصائص التقنية والتشغيلية للإشارات المرسلة، وكشف المرسلات غير القانونية وتعرف هويتها، ومسك سجلات للترددات والتحقق منها؛

- المساعدة على حل مشاكل التداخل في الطيف الكهرمغنطيسي، سواء على الصعيد المحلي أو الإقليمي أو العالمي، حتى تتمكن الخدمات والمحطات الراديوية من التعايش في توافق، وتخفيض 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؛

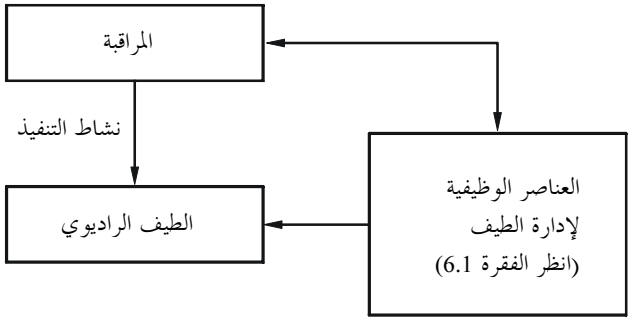
- تقديم معلومات مراقبة قيمة للبرامج التي ينظمها مكتب الاتصالات الراديوية التابع للاتحاد الدولي للاتصالات، وعلى سبيل المثال لإعداد التقارير المقدمة إلى مؤتمرات الاتصالات الراديوية في سعيه إلى الحصول على مساعدات خاصة من الإدارات لإزالة التداخلات الضارة، أو التخلص من التشغيل خارج النطاق، أو لمساعدة الإدارات في العثور على ترددات مناسبة.

ويمكن للمراقبة أن تحدد الحاجة إلى متطلبات الطيف في المستقبل.

ولتوضيح دور المراقبة في عملية إدارة الطيف، يرد مخطط مبسط في الشكل 1.4.

الشكل 1.4

المراقبة في عملية إدارة الطيف



SpecMan-041

الملاحظة 1 – يستعمل الطيف من أجل جميع أنواع الإرسالات الراديوية. تعتبر 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، إلخ.

الملاحظة 2 – ترصد خدمة المراقبة الطيف الراديوي وتقع على مشغلي المراقبة مسؤولية مقارنة ما إذا كان استعمال الطيف الراديوي يتفق مع السياسة ومختلف عناصر إدارة الطيف.

الملاحظة 3 – وفي إطار رصد الطيف الراديوي، يمكن للمراقبة أن توفر معلومات لعناصر إدارة الطيف بشأن الاستعمال غير المتوقع (حتى الآن) للطيف الراديوي. وعندما تجري إدارة الطيف تجربة من أجل خدمات جديدة قبل وضع سياسة (لوائح) تتعلق بالخدمة الجديدة، يمكن للمراقبة أن ترصد التجربة وأن تقدم المشورة بشأنها.

الملاحظة 4 – يمكن للمراقبة أن تنصب أيضاً على مستعملي الطيف الراديوي مباشرة في حالة التداخل أو الانتهاك التقني للوائح الوطنية (أو الدولية). ويمكن لمشغلي المراقبة أن يوفروا مبادئ توجيهية للمستعملين بغية تفادي التداخلات، إلخ. ويطلق على هذا الإجراء نشاط التنفيذ.

3.4 تفتيش الطيف والتحقيق فيه كعناصر لعملية إدارة الطيف

تتوقف الإدارة الفعالة للطيف على قدرة مدير الطيف على التحكم في استعمال الطيف عن طريق تنفيذ اللوائح ذات الصلة. ويستند هذا التحكم إلى عمليات التفتيش والتحقيق التي تشكل جزءاً من وظيفة التنفيذ. غير أن الغرض من عمليات التفتيش والتحقيق هو تعزيز عملية إدارة الطيف. وسيؤدي ذلك إلى توفير دعم مباشر لإدارة الطيف وأهداف استعمال الطيف.

ويجب أن يصاحب سلطة منح ترخيص التردد سلطة تحديد التقيد باللوائح. ويكون وجود وحدة تنظيمية، مزودة بأجهزة التفتيش وبإمكانية التنقل، ضرورياً عادة لتنفيذ اللوائح الوطنية والدولية والمتطلبات التنظيمية لإدارة التردد. وتعمل هذه الوحدة على نحو وثيق مع قسم المراقبة، ومع وحدة التخصيص والترخيص في جمع المعلومات، وتسهم كل هذه الوحدات في توفير تحليلات إحصائية ومعلومات تحليلية لوحدات وضع السياسات. ودور وحدة التحقيق هام أيضاً. ومنع بث الإرسالات غير المرخصة والقدرة على توقيع الجزاءات المناسبة لاستعمال هذه الأجهزة ضروري، خاصة حينما يمنح جزء من الطيف لمشغلين عموميين استثمروا موارد ضخمة لتوفير هذه الخدمات للجمهور.

ويمكن أن تشمل مهمة التفتيش والتحقيق (عن طريق مراقبة الدخل أيضاً) ما يلي:

- التحقيق في شكاوى التداخل؛
- التحقيق في التشغيل غير القانوني، وفي العمليات التي لا تتفق مع شروط ترخيص المحطات الراديوية؛
- تقديم المشورة بشأن التدابير العلاجية للتقيد بالترخيص وسائر المتطلبات التنظيمية؛
- جمع المعلومات عن الحالات التي تستحق الملاحقة القضائية ومساعدة وكالات تنفيذ القوانين على مصادرة الأجهزة غير القانونية؛
- ضمان تقيد القائمين على تشغيل محطات الإذاعة باللوائح الوطنية والدولية؛
- إجراء قياسات، مثلاً، لقدرة الخرج، والتشوه، إلخ. عند المرسل.

الجزء ألف

مراقبة الطيف

4.4 المراقبة للمساعدة على تخصيص التردد

توفر مراقبة الطيف الدعم لجهود إدارة الطيف ككل وذلك بتوفير قياس عام لاستعمال القناة واستعمال النطاق (سيناقش هذا الموضوع بالتفصيل في الفقرة 5.4) بما في ذلك إحصاءات بشأن تيسر القناة. ويوفر ذلك معلومات من أجل عملية تخصيص التردد ويسمح بالتحقق من كفاءة تلك العملية. والمراقبة مفيدة في التخطيط، بحيث يمكن أن تساعد مدراء الطيف على فهم مستوى استعمال الطيف مقارنة بالتخصيصات المسجلة في ملفات المعطيات. وتؤدي المراقبة المهام المحددة التالية لمساعدة عملية تخصيص التردد:

عامل مساعد للتخصيصات الجديدة وفي تخطيطها: يمكن استعمال معطيات الترخيص للتنبؤ بمستويات الاستعمال مع قدر معين من النجاح ويتوقف ذلك على مدى تعقيد نموذج التنبؤ ودقة المعطيات. ومع تزايد حجم الاتصالات الراديوية، ستصبح

المعطيات الجارية تدريجياً أقل ملاءمة في تحديد القنوات الأقل استعمالاً. وتعتبر معطيات المراقبة الجديدة المستمدة من مجال التخصيصات المقترحة جليلة القيمة في تعرف هوية تردد ما يتناسب على أكمل وجه مع التخصيص الجديد.

عامل مساعد في التقاسم: بلغ الطلب على الطيف حداً الآن بحيث يتوقع أن تتقاسمه الخدمات، باستثناء في بعض الحالات المحدودة. ومن الواضح أن بعض أنماط الخدمة غير متوائمة، ولكن غالباً ما تكون المسألة محدودة وسيقتضي الأمر إجراء اختبارات لتحديد درجة المواءمة. وستوفر مراقبة إجراء الاختبارات معلومات، مثل سويات الإشارة النسبية، للمساعدة في تحليل قدرة المستعمل على فهم النظام.

عامل مساعد في تطوير نماذج ملاءمة كهرمغنطيسية أفضل: عند تحليل استعمال الطيف، تكون خدمة المراقبة قادرة على مقارنة نتيجة هذا التحليل مع نموذج الملاءمة الكهرمغنطيسية المستعمل. ويمكن أن يؤدي ذلك، عند الضرورة، إلى تعديل النموذج ذاته.

وقد تكون المعطيات المستمدة من المراقبة غير عملية لاستعمالها في جميع التخصيصات. وتوفر خدمات ملائمة في مناطق البلد الذي يستعمل فيه قدر ضئيل من الطيف الراديوي بواسطة النمذجة القائمة على معطيات الترخيص. ويمكن مقارنة معطيات المراقبة المجمعة من المناطق الأكثر ازدحاماً بالمستويات المتوقعة بواسطة الطرائق التحليلية والنتائج المستعملة لتعرف هوية معطيات الترخيص المشتبه بها أو صقل هذه الطرائق بحيث تتناسب على أفضل وجه مع الصورة الكلية. وهذا يعني أن إمكانية تطبيق هذه الطريقة يمكن تعزيزها ويمكن توجيه المراقبة على نحو أفضل إلى المناطق التي تعتبر في أمس الحاجة إلى المساعدة.

عامل مساعد للتحقق من قواعد المعطيات وتحسينها: دقة وحداثة قواعد معطيات إدارة الطيف تعتبر ذات أهمية أساسية. ويمكن استعمال معطيات المراقبة للمساعدة على التحقق من دقة قواعد المعطيات هذه والمساعدة على تحديثها. وتساعد أيضاً القدرة على المراقبة مع إمكانية التحقق من قواعد المعطيات على توفير دوافع إضافية لصيانة قاعدة معطيات دقيقة ومحينة.

عامل مساعد في الإقرار بآثار الانتشار غير العادية: النطاقات المترية (VHF) والديسمترية (UHF) ليست منيعة من آثار الانتشار غير العادية. ويمكن أن تؤدي مناطق الضغط الجوي المرتفع الموجودة فوق مجرى الأنهار التي تفصل بين بلدين إلى الانتشار بالمجرى. ومناطق التأين المرتفع بشكل غير عادي في الغلاف الجوي المتأين معرضة أيضاً للتسبب في آثار انتشار غير عادية، أي الانتشار الإلكتروني المتفرق. والنتيجة هي تداخلات من خدمات بعيدة تعتبر عادة بعيدة أكثر مما يجب بحيث تبرر لها المزيد من جهود التنسيق. وعادة ما تكون هذه الآثار انتقالية، وفي حين تتوفر عنها معطيات إحصائية، لا يمكن الحكم على انعكاسات بعض أوجه الشذوذ هذه على بعض الخدمات الخاصة سوى بالمراقبة. وقد لا يوجد سوى عدد قليل من الخدمات التي تتأثر بالقليل فقط من المرسلات البعيدة. وسيكون العلاج المناسب هو تناول كل حالة على حدة وسيساعد توفير معطيات مراقبة دقيقة كثيراً في تحديد أسباب المشكلة.

عامل مساعد للتنسيق الدولي والإقليمي: المراقبة مفيدة في الحصول على معلومات تقنية لإدراجها في عملية التنسيق على الصعيد الدولي وكذلك في الأنشطة الثنائية ومتعددة الأطراف، على غرار التنبؤ بانتشار الموجات الديكامترية (HF) للمحطات الإذاعية.

5.4 المراقبة لتقييم انشغال الطيف

لا يمكن إنجاز إدارة جيدة للطيف بطريقة مرضية ما لم يكن المخططون مطلعين على نحو كاف على الاستعمالات الجارية للطيف وبالاتجاهات المتغيرة في الطلب عليه. وإن كان يجري جمع الكثير من المعطيات من المستعملين المحتملين بشأن تطبيق التراخيص واستمارات تجديدها، فهذه المعطيات تدل فقط على أن استعمال التردد مسموح به، ولكنها قد لا توفر معلومات مناسبة عما إذا كان التردد مستعملاً بالفعل. ولذلك فإن أي نطاق تردد قد يبدو مزدحماً على أساس سجلات تخصيص التردد، قد يكون مزدحماً في الواقع أو قد لا يكون كذلك.

وينبغي إيلاء الاهتمام إلى تقييم نطاقات التردد المستعملة في الاتصالات المتعلقة بالسلامة أو الطوارئ. وإن كانت الترددات مطلوبة لهذه الأنشطة، إلا أن انشغال الطيف سيكون منخفض عادة.

من المهم في تخطيط الطيف ووضع سياسة الطيف، معرفة مستوى استعمال نطاقات التخصيص المختلفة. ومن المتوقع أن يستمر الطلب في التزايد على "الإذاعة المتنقلة الخاصة" – لسيارات الأجرة وخدمات المراسلة ولسائر مقدمي الخدمات للمنازل – مع تركيزها في المدن الكبرى. ومن المتوقع أيضاً أن يستمر الطلب في التزايد على خدمة الهواتف الخلوية. والتخطيط لإتاحة المزيد من الطيف، على سبيل المثال عن طريق نقل الخدمات الثابتة إلى ترددات أعلى، عملية طويلة الأجل. وسيؤدي التنبيه المناسب بهذه الاحتياجات إلى تفادي عدم القدرة على إصدار تخصيصات جديدة أو تفادي تدهور نوعية الخدمة دون المستويات المقبولة.

ثمة حاجة لوضع معايير تتعلق باستعمال انشغال القنوات لإدراك نوعية الخدمة، وذلك لأغراض مرجعية لكل فئة من الخدمات المعنية.

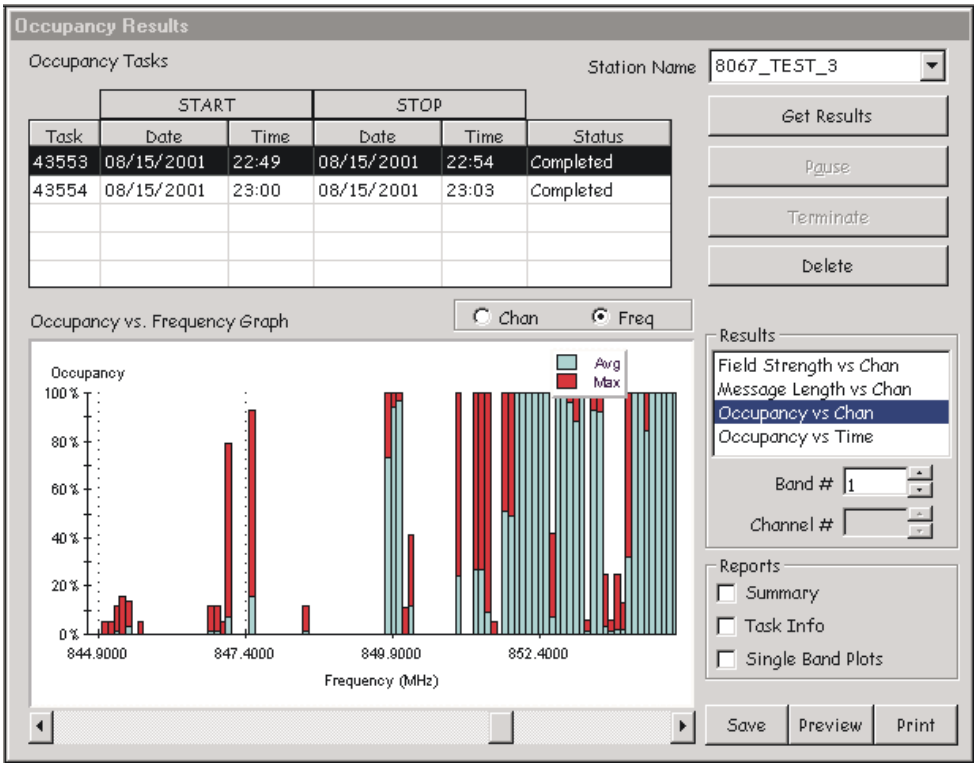
ويمكن أن يؤدي وضع مستقبل حديث يغطي النطاقات الضرورية، ومعالجة كل قناة بحيث تستطيع تسجيل الانشغال، إلى الإسراع بإعطاء صورة عن استعمال النطاق. وعندئذ سيبين تحليل هذه المعطيات نسبة وقت انشغال كل قناة كما يمكن أن يبين لكل حالة مسح انشغال النطاق بأكمله.

ويمكن عرض المعطيات جغرافياً لتسهيل ترئيتها بواسطة المستعمل. وثمة عدد من الطرائق لعرض النتائج. ويقدم الشكل 2.4 موجزاً لنطاق شبكة خلوية بحسب ترتيب التردد مع سوية انشغال كل قناة معبر عنها كنسبة مئوية. ويمكن معايرة القنوات عادة إما بالتردد أو برقم القناة، ويمكن أن يعطي الانشغال من حيث متوسط الانشغال أو الانشغال الأقصى. ويمكن لأشكال عرض أخرى أن توفر معطيات مصنفة بحسب ترتيب الانشغال بالأخرى لا بحسب التردد أو القناة، لإعطاء المستعمل تصور أوضح لعدد القنوات بسويات مختلفة للانشغال، ويمكن أن تبين النسبة بين تحميل ساعة الازدحام والمتوسطات اليومية. ويمكن تقديم الرسوم القضبانية والمخططات الدائرية مبينة عدد القنوات التي تقع ضمن النسبة المئوية لمجموعة الانشغال.

وإن كانت هذه الطرائق المختلفة لعرض المعطيات تبين جوانب مختلفة لتحميل القناة، فإنها مناسبة فقط كملخصات إدارية تبين سويات متوسطة وقدر من الانتظام عبر النطاق. ويتعين عرض النتائج التفصيلية في شكل جداول بحيث يمكن استخلاص المعلومات بدقة. والأفضل هو توفير المعلومات مباشرة بطريقة رقمية إلى مرافق تخصيص التردد ومرافق إدارة الحاسوب.

الشكل 2.4

مثال لانشغال قناة – نطاق شبكة خلوية



SpecMan-042

وبالإضافة إلى التحقق من الاستعمال المصاحب للتخصيص، يمكن لمعطيات المراقبة أن تدعم التطبيقات الأخرى لإدارة الطيف ذات الصلة.

ومع توفر طرائق حساب جديدة لتقييم استعمال الطيف (انظر الفصل الثالث) وإمكانية استعمال المعطيات الناتجة للمساعدة في تخطيط الترددات، يمكن توسيع الدور الذي تؤديه المراقبة إلى حد كبير بجعله آلية فعالة لإدارة استعمال الطيف. ومثل هذا الدور الجديد ممكن فيما يتصل بمعالجة أكثر دقة (تستند إلى القياس) للمعطيات الأساسية اللازمة لدعم حساب درجة استعمال الطيف. ومن بين المعطيات الأساسية التي لا غنى عنها لأداء تقييم كمي لاستعمال الطيف، نسبة حماية الإشارة من التداخل ومقدار التردد والانفصال الفضائي اللازم بين المحطات الراديوية (انظر التوصية ITU-R SM.1050 – مهام خدمة للمراقبة). وتحقيقاً لهذا الغرض سيكون من الضروري إجراء عمليات مراقبة على أساس منتظم، وذلك بتخزين منتظم للمعلومات المستمدة من قواعد معطيات إدارة استعمال الطيف.

6.4 مراقبة التقيد بالقواعد واللوائح الوطنية

تشمل مسؤوليات التنفيذ التي تقع على عاتق سلطة تنظيم الطيف تعرف هوية الإرسالات التي لا تتطابق مع القواعد واللوائح الوطنية إما لأن الإرسال غير مسموح به أو بسبب وجود بعض العيوب التقنية في الإرسال. ويوجد عدد من الأسباب لهذا النمط من العمل:

- يتسبب الإرسال غير المسموح به أو الإرسال المعيب لسائر المستعملين في توفير خدمة سيئة بسبب التداخل؛
- يمثل الإرسال غير المسموح به خسارة الإدارة للإيرادات الناجمة عن الترخيص وعامل لا يشجع سائر المستعملين على الحصول على تراخيص؛
- لا يمكن للتخطيط أن يكون فعالاً إلا في بيئة معروفة ومنسقة.

ويتوقف مدى ما إذا كان العمل في مجال التحقيق والتنفيذ متجهاً إلى بحث الشكاوى أو فعالاً في السعي إلى التوصل إلى الانتهاكات مسألة سياسة إدارية وتكلفة ككل. والتكلفة ليست مجرد تسيير خدمة التنفيذ ولكن الوقت الذي تكرسه الإدارات في التخطيط والتخصيص الذي ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار إلى جانب التكلفة المترتبة بالنسبة للمستعملين المعتمدين في إدارة خدماتهم. وبالمثل، تعتبر الموازنة بين إزالة الاستعمال غير المرخص به عن طريق المساعدة الإدارية أو التقنية مسألة سياسة وتقدير وطني أيضاً، وإذا قدمت مساعدة كبيرة، فإنه يمكن النظر أيضاً في شكل من أشكال استرداد التكاليف.

ويمكن أتمتة جزء كبير من عملية التحقق من التقيد بالقواعد واللوائح الوطنية، حسبما يرد في الفقرة 1.10.4.

وتتألف مراقبة التقيد بالقواعد واللوائح الوطنية من الكشف عن الإرسالات غير المسموح بها وتعرف هويتها والتحقق من المعلمات التقنية والتشغيلية.

1.6.4 الكشف عن الإرسالات غير المسموح بها وتعرف هويتها

يمكن لمراقبة الطيف أن تكشف عن وجود إرسالات غير مسموح بها يمكن أن تتسبب في تداخلات وأن تمثل خسارة في إيرادات الترخيص. ويمكن الاشتباه في الإرسالات غير المسموح بها باعتبارها السبب في التداخل، وثمة ضرورة للتمكين من تعرف هويتها. بيد أنه من الصعب الفصل بين الإشارات غير المسموح بها والإشارات المسموح بها التي غالباً ما تتشارك ذات النطاق المزدحم. ويمكن أن تكشف المراقبة عن بث غير متعمد.

2.6.4 التحقق من المعلمات التقنية والتشغيلية

تستعمل المراقبة للحصول على معلومات تفصيلية بشأن الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الراديوية. ويمكن أن يشمل ذلك عادة قياسات طيف التردد وطيف القدرة وطيف البث في مرسل معين. ويمكن التحقق من التقيد بالترخيص وستساعد القياسات على تحليل المواءمة الكهرمغنطيسية (EMC) أو تحليل التداخل في حالات معينة. وفي بعض الحالات، يمضي هذا التحقيق أبعد من المراقبة إلى التفتيش الفعلي للموقع الذي يرد وصفه في الجزء باء من هذا الفصل.

7.4 المراقبة لتعرف هوية مصدر التداخل وإزالته

وكثيراً ما يقتضي الأمر قدرة مدير الطيف على المراقبة للمساعدة في تسوية شكاوى التداخل. وفي معظم الحالات، لا يستطيع مشغل المستقبل تعرف هوية مصدر التداخل على المستقبلات الراديوية. ولذلك سوف تتطلب شكاوى التداخلات في حالات كثيرة اتخاذ إجراءات من جانب السلطات المسؤولة عن الطيف للفصل في هذه الشكاوى. وبالتنسيق مع المشتكي وبمعرفة تردد تشغيل المستقبِل، يمكن في حالات كثيرة استعمال أجهزة تحديد الاتجاه وتوجيهه لتحديد موقع مصدر إشارة التداخل.

ومع نمو الازدحام يقل رضاء المستعملين عن الخدمة المتاحة. ويمكن التحقق من الطبيعة الحقيقية للمشكلة واستنباط أفضل الإجراءات العلاجية إذا كان في المستطاع المراقبة في المناطق التي تقدم بشأنها أعداد كبيرة غير متناسبة من الشكاوى. كما يمكن أن تساعد على إقامة الدليل على مزاعم المشتكي أو رفضها فيما يتعلق بالتداخل الملموس.

8.4 مرافق المراقبة

يمكن أن تختلف مرافق المراقبة التي تختارها كل إدارة من الإدارات إلى حد بعيد ويحاول هذا الملخص القصير إبراز المرافق الرئيسية التي قد تكون هامة لمدير الطيف (لمزيد من التفصيلات انظر ITU-R Handbook on Spectrum Monitoring). ويمكن لهذه المرافق أن تكون ثابتة أو متنقلة على حد سواء. ويمكن أن تكون المرافق المتنقلة اقتصادية أكثر ولا سيما في نطاقات التردد الأعلى، ونظراً لصغر حجم الأجهزة الحديثة واستهلاكها الضئيل للطاقة، يمكن أن تضطلع المحطات المتنقلة بنفس المهام تقريباً التي تؤديها المحطات الثابتة.

1.8.4 المرافق دون 30 MHz

إذا كانت هناك أسباب تدعو إلى مراقبة الطيف الراديوي دون 30 MHz، أي إذا كانت إدارة ما مسؤولة عن مرسلات بموجات ديكامترية (HF)، ونظراً لطبيعة الانتشار دون 30 MHz، ستحتاج هذه الإدارة إلى مرفق مراقبة واحد على الأقل لخدمة احتياجاتها. وسيحتاج محدد اتجاه الموجات الديكامترية (HF) ثلاثة مرافق ثابتة على الأقل يمكن دمجها بالتعاون مع إدارات أخرى. ويرد موجز للجهاز الرئيسي في مثل هذه المرافق في الفقرة 2.9.4.

وقد يكون نظام متنقل أو يُنقل مفيداً في حل مشاكل المواءمة الكهرمغنطيسية للتداخل على المستوى المحلي. والمتطلبات الرئيسية هنا هي مستقبل معاير وهوائي لقياسات قدرة المجال ومحلل طيفي أو نظام متكامل وفقاً للوصف الوارد في الفقرة 2.9.4. ويمكن لهذا المرفق أن يشكل جزءاً من مهمة إدارة الطيف ككل أو جزءاً من وحدة التنفيذ.

ولتخفيض الاستثمارات في مرفق ثابت، يمكن أن تنظر الإدارات في تقاسم مرفق ثابت. ويوصى بهذه الفكرة بوجه خاص بالنسبة للمناطق الجغرافية التي لا تتوفر فيها مرافق مراقبة للموجات الديكامترية (HF).

2.8.4 المرافق فوق 30 MHz

تتوقف موارد انتقاء المراقبة اللازمة في نطاقات التردد هذه على مدى الانتشار والغرض من إجراء المراقبة. ويتوقف مدى الانتشار على ارتفاعات الهوائيات والعوائق مثل التلال أو الجلبة الحضرية. وعادة ما تكون من عشرات الكيلومترات.

ويمكن تقسيم غايات المراقبة إلى ثلاث فئات عريضة:

- عمليات الرصد أو القياسات المحلية لفترة محددة، عادة لغرض محدد للغاية مثل التنفيذ؛
- قياسات ترتكز على مناطق مكتظة بالسكان للحصول على إحصاءات بشأن الاستعمال والانشغال؛
- عمليات رصد ممتدة أو دائمة تقريباً لمنطقة واسعة لتجميع إحصاءات انشغال الطيف العام وما يتعلق بها من قرارات تتعلق بإدارة الطيف.

ويستعمل الكثير من أجهزة المراقبة العاملة فوق MHz 30 بأسلوب متنقل أو ينقل. وتستعمل أيضاً أنظمة المراقبة الثابتة على نطاق واسع في المناطق الحضرية.

وتستعمل الأنظمة النمطية المتنقلة والتي تنقل لتتبع الإشارة أو التوجيه الراديوي أو قياس انشغال الطيف وتشمل الهوائي والأجهزة الأخرى الموصوفة في الفقرة 2.9.4.

ويشمل النظام المتنقل أو يُنقل بشكل عام لتحديد الاتجاه وتسجيل الصوت والقدرة على تحليل الطيف. ويمكن استعمال مثل هذا النظام لمراقبة الوصلات الثابتة بما في ذلك الأنظمة متعددة القنوات بانتقاء أوتوماتي. ويمكن أن تطبق مرافق لمراقبة الوصلات الثابتة والأنظمة متعددة الإرسال أيضاً حيث تعتبر سوية الانشغال والوصلات متعددة القنوات بمثابة مطلب صالح لخدمة المراقبة.

ويمكن أن تترك الأنظمة المتنقلة والتي تنقل في منطقة الاهتمام لفترة طويلة من الوقت (أسابيع أو أكثر من ذلك). ويمكن تخزين المعطيات في موقع المراقبة أو نقلها من موقع بعيد عن طريق توصيلة مؤقتة بمودم مراقمة هاتفية. وفي بعض الحالات، يمكن إقامة مرافق ثابتة عن بعد لتلبية متطلبات مراقبة طويلة الأجل. وإذا كانت هناك مناطق قليلة بكثافة استعمال مرتفعة بوجه خاص، قد يكون من المجدي إقامة مرفق دائم للمراقبة عن بُعد. وقد يكون من المستصوب توسيع هذا المرفق بحيث يغطي معظم أنحاء البلد.

وستكون المرافق المتنقلة والمرافق التي تُنقل مزودة بمستقبلات تقوم عادة بمسح النطاقات ذات الصلة، وتسجل معطيات الانشغال على حاسوب/مرقاب محلي، إما بخط مكرس أو بخط تبديل مرتبط بمركز مراقبة. وقد توجد أيضاً مرافق لإزالة التشكيل وتحديد الاتجاه ويتوقف ذلك على رغبات الإدارة. ويمكن أن يسعى مركز المراقبة إلى تعرف هوية الإرسالات والمصادقة على صحتها بمقارنتها بالملفات الوطنية، والقدرة على استهداف الموارد المتنقلة في المناطق ذات الأهمية الخاصة. وسيكون هذا المرفق مشروعاً ضخماً، إذا كان من شأنه أن يغطي جزءاً كبيراً من البلد، وسيتطلب قدراً كبيراً من التخطيط وتقييم فعالية تكاليفه. ورغم ذلك، تقوم بلدان عديدة بسلوك هذا الطريق في محاولة منها للتحكم في الازدحام المتزايد للنطاقات الموزعة للخدمات المتنقلة.

3.8.4 مراقبة الفضاء

يجوز لخدمة المراقبة المسؤولة عن تنفيذ القوانين واللوائح الوطنية والمنخرطة في المراقبة الدولية، عملاً بالمادة 16 من لوائح الراديو (RR)، أن تشارك في مراقبة الإرسالات الصادرة عن محطات الفضاء كامتداد معتاد ولازم لمرافق وتقنيات وعمليات المراقبة المنتظمة.

ومن حيث المبدأ، لا تختلف المهام التي تضطلع بها محطة المراقبة الراديوية لخدمات الفضاء عن تلك التي تضطلع بها محطة المراقبة الراديوية لخدمات الأرض، باستثناء خصائص تحديد الموقع أو المدار. غير أن استعمال أجهزة قياس أكثر تعقيداً نسبياً، مثل أنظمة الهوائي الأكثر تعقيداً، ضروري لأداء هذه المهام. كما أن من الضروري وجود إجراءات قياس ومراقبة مختلفة. ويعزى ذلك إلى واقع أن محطة الفضاء توجد على متن ساتل في الفضاء وأن موقعها يتوقف على الوقت. والمعرفة الأساسية بخصائص مدار الساتل شرط مسبق هام لأي شكل من أشكال قياس الساتل ورصده.

تسفر تقنيتا القياس التي يتعين استعمالهما والاختصاصات المحددة عن التفريق بين "مراقبة الأرض" و"مراقبة الفضاء" وعن استنباط مصطلح "محطة مراقبة خدمات الاتصالات الراديوية في الفضاء". ويمكن توضيح مهام مثل هذه المحطة فيما يلي:

- المراقبة النظامية والمنتظمة للطيف RF بهدف الكشف عن إرسالات محطة الفضاء وتعرف هويتها؛
- تحديد الانشغال والنسبة المئوية لاستعمال المرسل/المستجيب أو مرسلات محطة الفضاء؛
- قياس خصائص إرسالات محطة الفضاء وتسجيلها؛
- التحقيق في التداخل الضار الذي تسببه إرسالات محطة الفضاء وإزالته، عند الاقتضاء، بالتعاون مع محطات الأرض وسائر محطات المراقبة التابعة لخدمات الفضاء؛
- التحقيق في التداخل الضار للترددات المستعملة في محطة الفضاء الذي تسببه إرسالات محطات الأرض، ومحطات الأرض غير المعروفة أو سائر السواتل وإزالته، وذلك بمراقبة وقياس المرسل/المستقبل، وإشارة التداخل بطريقة مماثلة للطريقة المستعملة لإرسالات محطة الفضاء المشروعة؛
- تأكيد مواقع المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض أو خصائص المدارات الأخرى؛
- القيام بعمليات القياس والتسجيل للمشاريع التقنية والعلمية؛
- الكشف عن الاستعمال غير المشروع للمرسلات/المستقبلات وتعرف هوية المصدر؛
- استعمال تقنيات الساتل الخاصة لتحديد موقع أجهزة البث على الأرض.

وإن كان يتعين مراقبة جميع أنماط مركبات الفضاء، فإن من الضروري لنظام الهوائي أن يكون قادراً على تتبع السواتل "ذات المدار المنخفض والاختلاف المركزي"، وأن يكون قادراً أيضاً على تسديد أي ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض بدقة في القطاع المرئي من القوس.

وثمة عدد من العوامل التي تنطوي على توفير المرافق سالفة الذكر والتي يجب موازنتها مقابل التكلفة: تغطية التردد، وحساسية النظام وسرعة إمالة الهوائي ودقة توجيه الهوائي وسهولة تغيير معدات تغذية الهوائي عند الضرورة، وقدرة عرض النطاق على

الاستقبال، ودرجة تعقيد معدات تحليل الإشارة ودرجة أتمتة القياسات. والحل الأمثل هو وجود نظام مراقبة مركبة الفضاء عالي الأتمتة والتعقيد، وقابل للتوجيه بالكامل، يسمح بتغطية متواصلة للتردد عبر طيف من 1-60 GHz مثلاً، وحساس بما يكفي لإعطاء نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء قدرها 26 dB على الأقل لجميع الإشارات ذات الأهمية. غير أنه أصبح واضحاً مثلاً، أن زيادة التكلفة المترتبة على تحسين الحساسية بعدة ديسيبلات، تصاعدية تقريباً. ولذلك يجب على كل إدارة أن تقوم بتحليل أولوياتها الخاصة واحتياجاتها الداخلية فيما يخص إدارة الطيف وأن تقرر الأولويات من أجل خدمات مراقبة الفضاء.

9.4 أتمتة المراقبة

ينبغي أن تكون أنظمة مراقبة الطيف أوتوماتية حيثما كان ذلك ممكناً (انظر التوصية ITU-R SM.1537). تسهل الأتمتة عن طريق استعمال الحواسيب والمعماريات الحديثة الزبون/المخدم وغيرها من المعماريات والاتصالات عن بُعد، العديد من الواجبات والمسؤوليات الواقعة على عاتق الإدارات المسؤولة عن إدارة الطيف. وتوفر الأجهزة المحوسبة وسيلة للقيام بمهام القياس الأرضي أو المتكرر بسرعة ودقة، وذلك بتحرير الموظفين لأداء مهام تحليل المعطيات وغيرها من المهام الأكثر تعقيداً.

1.9.4 أتمتة القياسات الروتينية

وقياسات المراقبة التي يوصي بها الاتحاد الدولي للاتصالات مهام متكررة في معظمها ومناسبة للأتمتة. وتشمل هذه المهام قياسات معلمات الإشارة (التردد، وقدرة المجال وسويته، وقياسات معلمات عرض النطاق والتشكيل)، وانشغال الطيف، وتحديد الاتجاه الراديوي. ويمكن أتمتة تحليل الإشارة وتعرف هوية المحطة (بواسطة تحليل الموقع أو الإشارة) إلى حد كبير. والطبيعة الإحصائية لاستعمال الطيف مناسبة للتحليل الأوتوماتي. وتسجل نتائج القياسات الأوتوماتية في قاعدة معطيات القياس لاستعمالها ومراجعتها من قبل المشغلين.

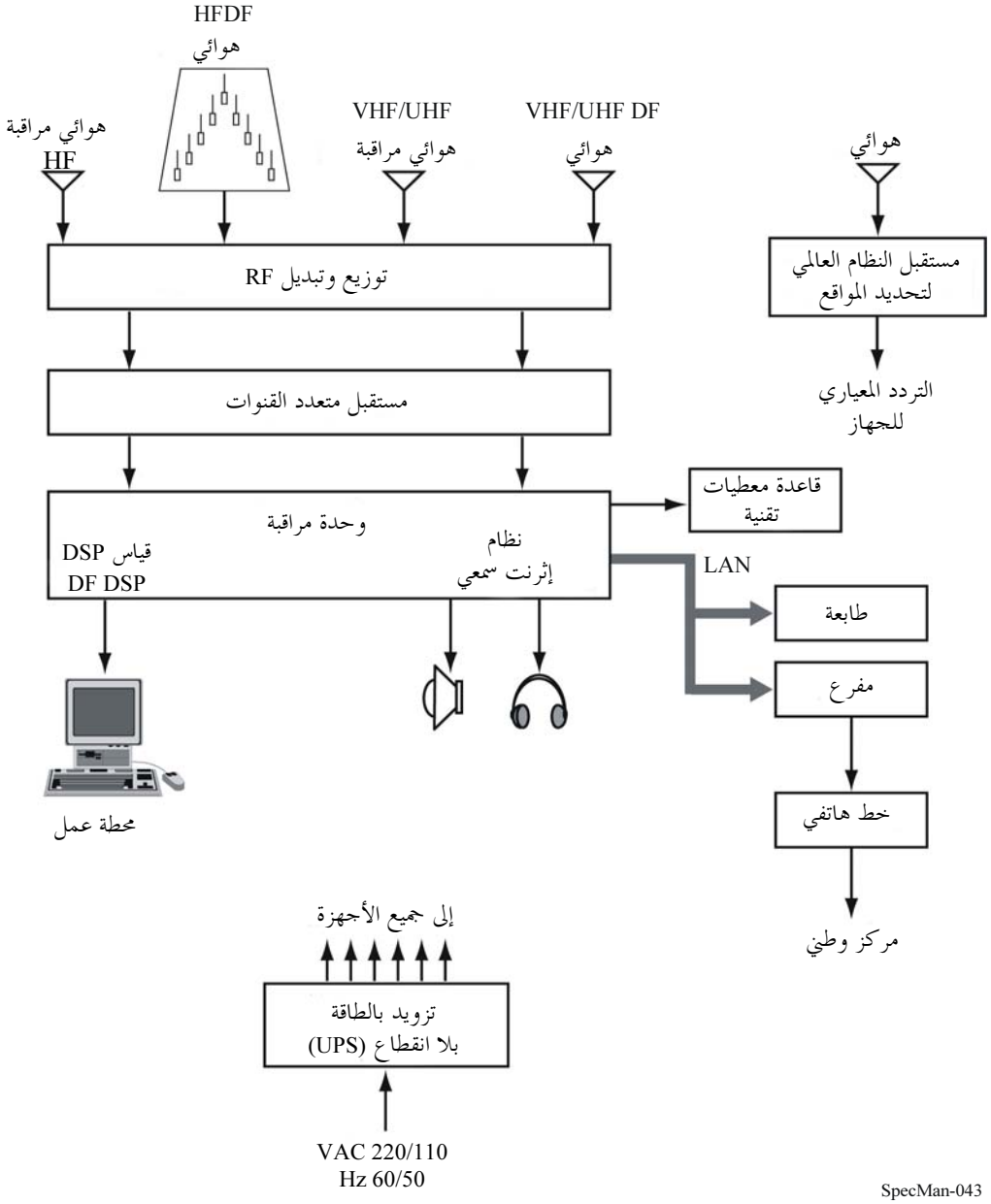
2.9.4 الأجهزة اللازمة لأتمتة المراقبة

تشتمل محطة مراقبة أوتوماتية على مخدم قياس، مزود بمجموعة صغيرة من وحدات أجهزة القياس المعقدة بما في ذلك مستقبلات رقمية تشغل بواسطة حاسوب، ومحطات عمل الزبون، التي توفر السطح البيني للمشغل وتتضمن برمجيات الحاسوب بحيث تجعل النظام سهل الاستعمال والصيانة. وعادة ما تكون معمارية المحطة UHF/VHF/HF المؤتمتة بالكامل على النحو المبين في الشكل 3.4.

وتشتمل المحطة هوائيات، وتوزيع RF، ومستقبل (أو أكثر)، ووحدة معالجة/مراقبة، وقاعدة معطيات تقنية لمعلومات الترخيص والقياس، والتي تتضمن مخدم القياس. وتشتمل الأجهزة أيضاً محطة عمل أو أكثر وأجهزة شبكية للتحكم في الزبون محلياً وعن بُعد. ومخدم القياس مدمج بشكل عام، ووحدة توصيل عالية السرعة تشتمل على وحدات معالجة ومستقبلات وأجهزة إلكترونية. وتتألف التشكيلة البديلة لمخدم القياس لخدمة مجموعة من الوحدات المنفصلة ولكن عالية التكامل، من مستقبلات رقمية ووحدات تحديد الاتجاه ووحدات المعالجة.

الشكل 3.4

مثال لرسم تخطيطي لمحطة مراقبة UHF/VHF/HF مؤتمتة ومتكاملة



وتشمل المتطلبات الوظيفية للجهاز ما يلي:

– استقبال لقياس التردد وصنف البث. وستكون المستقبلات وسائر أجهزة القياس عادة متزامنة للتشغيل من "ميقاتية" مستقرة أو تردد مرجعي وستتضمن مرافق إزالة تشكيل متنوعة تسمح بتحديد طبيعة الإشارة بواسطة وسائل سمعية وتقنية؛

- عرض نطاق آني عريض جداً (10 MHz)، مع مدى دينامي مرتفع لمسح الطيف بمعدلات مسح سريعة جداً واكتساب وقياس الإشارات والترددات المتقطعة عريضة النطاق والترددات خفيفة الحركة التي قد تتراوح من سوية ضعيفة إلى قوية؛

- معايرة الهوائي والمستقبل لقياسات شدة المجال؛

- تحديد الاتجاه لتعرف هوية وصول الإشارات الراديوية؛

- تحليل الطيف للتحقق من فرادى الإشارات وكذلك تسجيل انشغال نطاق الترددات. وهذا التحليل جليل القيمة في تعرف هوية "الشريحة" الشاغرة للخدمات الجديدة المقترحة؛

- إزالة التشكيل والتسجيل الرقمي.

وفي حين كانت الأنظمة الأقدم عهداً مزودة بأجهزة منفصلة لأداء كل وظيفة من هذه الوظائف، تتألف الأنظمة حديثة العهد من أجهزة متكاملة تؤدي فيها كل هذه الوظائف بنظام مستقبل متكامل للمعالجة والقياس.

3.9.4 برمجيات الحاسوب اللازمة للأتمتة

تشمل الأنظمة الأوتوماتية برمجيات حاسوب تشغل على مخدم القياس، الذي يضطلع بوظيفتي المراقبة والقياس، وتشغيل البرمجيات على محطات عمل الزبون، التي توفر السطح البيني للمستعمل. وعادة ما توفر البرمجيات عدة أساليب للتشغيل، بما في ذلك أسلوب تفاعلي، وأسلوب أوتوماتي أو مُجَدْوَل، وأسلوب الخلفية.

يسمح الأسلوب التفاعلي بتفاعل بيني مباشر يوفر تغذية مرجعية آنية، مثل توليف مرقاب المستقبل، وانتقاء إزالة التشكيل وانتقاء العرض واسع الرؤية. ويتم التحكم في هذه الوظائف انطلاقاً من "لوحات التحكم التقديرية" الموجودة في محطات عمل الزبون. وتستنبط العروض واسعة الرؤية والطيفية الاصطناعية على محطة عمل الزبون. وتتبع ملفات المعطيات DF وتوجيهها هو مثال على التشغيل التفاعلي، حيث يتم التحكم في DF في وحدة متنقلة أثناء تحرك الوحدة. ويمكن تقديم نتائج DF فيما يخص واجهة المركبة، والسماح للسائق بتقرير الاتجاه الذي سينتهجه للاقتراب من مرسل الإشارة المنشودة.

ويسمح الأسلوب الأوتوماتي أو المجدول بقياسات تقنية وبمهام تحديد الاتجاه التي يتعين جدولتها للتنفيذ الفوري أو المستقبلي. ويستعمل أسلوب الخلفية لأداء مهام مثل انشغال الطيف، والكشف عن الانتهاك الأوتوماتي الموصوف أدناه، حيث من المستحسن جمع معطيات على مدى فترة طويلة من الوقت. ويمكن تحديد المسح عريض النطاق للكشف عن الانشغال، أو الجمع بين DF والانشغال (مسح DF) على ترددات أو مدى ترددات معينة. وفي إطار مسح DF، يقوم النظام بأداء DF على ترددات عديدة في آن معاً ويوفر السمت مقابل عروض التردد، المفيدة في اعتراض التشكيلات الرقمية الحديثة، حيث إن نتائج DF على نفس السمت من ترددات مختلفة كثيرة هو توقيع إشارة قفزة التردد.

وتعرض نتائج القياسات في شكل أنساق وتقارير مطبوعة مناسبة وكثيراً ما تكون موضحة بالرسوم البيانية. ويمكن تصميم أنظمة الزبون/المخدم المعقدة بحيث يمكن استعمالها بطريقة أسهل من الأنظمة ذات الأجهزة المنفصلة أو القائمة بذاتها مثل المستقبلات ومحللات الطيف. وفي وجود أيقونات مهمة وأشرطة أدوات على شاشة الحاسوب التي يمكن أن ينفذ إليها المشغل عن طريق رمز التأشير أو النقر على شاشة الحاسوب، يمكن لهذه الأنظمة أن تكون بديهية جداً ويسهل تعلمها وتشغيلها.

10.4 إدماج النظام الفرعي للمراقبة مع نظام أوتوماتي لإدارة الطيف

ينبغي دمج الأنظمة الأوتوماتية لإدارة الطيف مع نظام أوتوماتي لمراقبة الطيف (انظر التوصية ITU-R SM.1537). يسمح هذا الدمج بتبادل المعلومات بين قواعد معطيات الإدارة والمراقبة، وتكليف نظام الإدارة لنظام المراقبة، وتقديم تقارير بنتائج المراقبة إلى نظام الإدارة، وغيرها من الخصائص الأخرى المفيدة جداً، بما في ذلك الكشف الأوتوماتي عن الانتهاكات والنفاذ عن بُعد إلى موارد النظام.

1.10.4 الكشف الأوتوماتي عن الانتهاكات

يمكن أن يضطلع نظام متكامل وأوتوماتي لإدارة ومراقبة الطيف بقياسات مثل الانشغال، والمعلمات التقنية مثل الترددات وعرض النطاق، وملفات المعطيات DF، ومقارنة هذه القياسات بالمعلومات المتعلقة بمحطات الترخيص في قواعد معطيات نظام الإدارة. وتسمح عملية الكشف الأوتوماتي عن الانتهاكات هذه بالكشف الأوتوماتي عن الإشارات غير المرخصة والإشارات المرخصة على حد سواء، التي تنحرف عن المعلمات المرخصة بها.

ويحدد المستعمل عادة بدء ووقف الترددات للنطاق (النطاقات) الذي يتعين مسحه، وكذلك معلمات المسح بما في ذلك عرض النطاق والفترة الزمنية التي يجرى خلالها البحث. ويقوم النظام بأداء المسح المحدد ثم ينفذ إلى قاعدة معطيات الترخيص لتحديد الإشارات في الطيف المقاس غير الموجودة في قاعدة معطيات الترخيص، ويقدم أوتوماتياً قائمة بالترددات الجاري استعمالها وغير الموجودة في قاعدة المعطيات. كما يتحقق النظام من معلمات الإشارة، مثل عرض النطاق والتشكيل المفرط وعدم التواجد ضمن تسامح التردد المرخص، ويصدر تقارير عن مواقع وجود الانتهاكات.

ويستلزم أي نظام قاعدة معطيات تراخيص سارية وكاملة لكي يتمكن من أداء الكشف الأوتوماتي عن الانتهاكات. وتواجه بعض الإدارات صعوبات، خاصة في بادئ الأمر عندما تتحول إلى أنظمة الإدارة والمراقبة الأوتوماتية للطيف، في إتاحة قاعدة معطيات دقيقة للتراخيص، ويمكن أن تحتاج إلى بذل جهود كبيرة في إقرار صلاحية المعطيات المتاحة وتوفير المعطيات الناقصة كيما تتمكن من أداء وظيفة الكشف الأوتوماتي لإقرار الصلاحية على النحو المنشود.

2.10.4 النفاذ عن بعد إلى موارد النظام

تستعمل الأنظمة الأوتوماتية المتكاملة لإدارة ومراقبة الطيف عادة شبكات محلية وشبكات مناطق واسعة لوصل جميع الحواسيب جنباً إلى جنب في شبكة واحدة، بحيث تشكل جميع الحواسيب في مركز لإدارة الطيف وكذلك جميع الحواسيب في محطات مراقبة الطيف جزءاً من شبكة تغطي جميع أنحاء البلد. وتشمل هذه الأنظمة برمجيات حاسوبية بحيث يتمكن الزبون في أي محطة من النفاذ إلى أي من مخدمات القياس أو جميعها وإلى مخدم قاعدة معطيات نظام الإدارة. وبالتالي تيسر جميع موارد الشبكة متعددة المحطات لأي مشغل معين، شريطة أن يكون في حوزته الترخيص المناسب للنفاذ إلى كل هذه الموارد.

ويمكن التحكم في محطات المراقبة عن بُعد بواسطة محطة عمل في مركز لمراقبة الطيف أو لإدارة الطيف، ويمكن تقديم تقارير المراقبة إلى محطة العمل التي تطلبها. ولا ينبغي توفير وصلات الاتصالات بين المحطات إلا في الحالات التي يصدر فيها زبون معين تكليفات إلى محطات الخدمة عن بُعد، وفيما بعد حينما يطلب الزبون نتائج تكليفاته. وطالما تيسرت وصلات الاتصالات عند إصدار التكليفات، وإذا كانت التوصيلات غير متيسرة، لا تفقد نتائج القياسات، لكن يبقي عليها على مخدم القياس إلى أن تطلب.

الجزء باء

عمليات التفتيش والتحقيق في استعمال الطيف

11.4 عمليات التفتيش والتحقيق في التقيد بالقواعد واللوائح الوطنية

تتوقف الإدارة الكفؤة للطيف على القدرة الفعلية لمدير الطيف على التحكم في استعمال الطيف عن طريق تنفيذ اللوائح. ويقوم هذا التحكم في المقام الأول على عمليات التفتيش على التركيبات الراديوية وعلى عمليات التحقيق في استعمال/تداخل الطيف، وكلاهما يشكل جزءاً من وظيفة التنفيذ. غير أن الغرض من عمليات التفتيش والتحقيق هو تعزيز عملية إدارة الطيف، وينبغي عليها أن تكفل مباشرة توفير الدعم الفعال لإدارة الطيف وتحقيق غايات الاستعمال الكفؤ للطيف.

ولتأكيد دور التنفيذ من المهم أيضاً تعريف معنى التنفيذ:

يمكن وصف التنفيذ باعتباره "مجموعة من الإجراءات والجزاءات التي يمكن استعمالها لتعزيز القوانين واللوائح الوطنية بغرض تحقيق أفضل نوعية ممكنة للاتصالات (الراديوية) للمستعملين لطيف التردد الراديوي بطريقة مشروعة" [المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT/ECC) 2002].

ويشمل ذلك اتخاذ إجراءات ضد المصادر الحقيقية والمحتملة للتداخل أو الاستعمال غير المرخص، وقد يشمل أيضاً تدابير قضائية ملائمة.

ويجب أن تركب الأجهزة الراديوية وأن تستعمل إما وفقاً لشروط الترخيص أو وفقاً لشروط الإعفاء من الترخيص. ويمكن للتراخيص أن تحدد مثلاً تخصيص التردد وقدرة المرسل وخصائص الهوائي وارتفاع الهوائي الخارجي وانحراف التردد وعرض النطاق المشغول. وتقوم السلطات الوطنية بعمليات تفتيش وعمليات قياس للمحطات الراديوية وفقاً للمبادئ التوجيهية والإجراءات الوطنية الخاصة بها.

ويستمر استعمال الأجهزة الراديوية في التوسع بسرعة. وينطبق ذلك على مشاريع الأعمال والاتصالات والإذاعة وأنشطة الهواة والأنشطة الترفيهية. ويمكن أن يتسبب الاستعمال غير المرخص به للأجهزة الراديوية في تداخلات للمستعملين بطريقة مشروعة.

ويمكن أن تتعرض سلامة الأرواح والممتلكات للخطر، مثلاً، إذا عانت أجهزة الراديو المستعملة من قبل خدمات الطوارئ من تداخلات. ويمكن أن يتأثر تشغيل مشروع للأعمال بصورة سلبية نتيجة تداخلات راديوية. ويمكن أن يمنع المشاهد والمستمع من التمتع بالخدمات مثل الخدمات الإذاعية نتيجة لهذه التداخلات.

12.4 التحقق من المعلمات التقنية والتشغيلية

استناداً إلى سيناريوهات التخطيط الوطنية، يخضع المرسل عادة لعدد من المعلمات التقنية والتشغيلية.

وقبل أن يدخل المرسل حيز التشغيل، يمكن القيام بالتفتيش في الموقع للتحقق مما إذا كانت أجهزته الراديوية ملتزمة بالترخيص العام/الفردي و/أو بالشروط المسموح بها.

ويمكن التحقق من جميع أنماط الأنظمة الراديوية، ولكن التحقيق في الأجهزة الراديوية في بعض البلدان لا يجري سوى في حالات الإفادة عن تداخلات. وبالنسبة للتفتيش على أي نظام راديوي، ينبغي التحقق من عدد الأجهزة المتنقلة والأجهزة التي تحمل باليد في شبكة راديوية متيسرة للاستعمال. والرصد المسبق "على الهواء" يمكن أن يعطي في بعض الحالات فكرة عن حجم العملية وعدد الأجهزة المتنقلة أو عن عدد الأجهزة التي تنقل باليد في أي نظام راديوي.

وينبغي أن يشمل الجانب التقني للتفتيش على الأجهزة الراديوية التحقق على الأقل مما يلي:

- موقع محطة القاعدة الراديوية وموقع الهوائي الخارجي؛
- التردد والتسامح؛
- الإشعاع التوافقي والبث الهامشي؛
- قدرة المرسل؛
- عرض النطاق المشغول أو انحراف التردد؛
- نمط الهوائي وارتفاع الهوائي، إلخ. ويتوقف ذلك على نمط التركيب؛
- المطابقة مع شروط الترخيص الأخرى.

وينبغي التأكيد على أن محطة القاعدة الراديوية تقع في الموقع والعنوان المبين في الترخيص. ويستلزم الأمر حل مثل هذه المسائل قبل القيام بالتفتيش على المحطة. وإذا تحركت محطة القاعدة الراديوية لمسافة قصيرة، بحيث يتغير مجال التغطية قليلاً، ينبغي إعادة النظر في الترخيص، شريطة مراعاة سياسة الإدارة الوطنية، لتعديل أحكام الترخيص، وهذا الإجراء هو الإجراء المفضل بدلاً من قيام الإدارة بإغلاق المحطة.

ويجب التحقق من معلمات التشغيل، إذا وردت في الترخيص، حينما يكون المرسل في حالة التشغيل العادي. ويمكن التحقق من نمط الاتصالات (أي محادثة عمل مقابل محادثة بين مواطنين) أو استعمال المرسل خارج منطقة العمل المسموح بها حول محطة القاعدة.

13.4 الكشف عن الإرسالات غير المسموحة وتعرف هويتها

من الأساسي لنجاح إدارة الطيف استنباط طيف يوفر لجميع أولئك الذي يمنحون حق استعمال الطيف على النحو المنشود.

والحصول على إرسالات غير مسموحة على الهواء قد يكون أساسياً قبل دخول خدمة جديدة حيز التشغيل في جزء محدد من الطيف.

وهذا الأمر يتسم بأهمية بالغة حينما يمنح جزء من الطيف، حيث تتعرض سلامة الأرواح والممتلكات للخطر، لمشغلين عموميين كثيراً ما يكونوا قد استثمروا مبالغ طائلة لتقديم خدمات للجمهور.

14.4 عمليات التفتيش لتعرف هوية مصدر التداخل وإزالته

تقع على إدارة ما مسؤولية ضمان تفادي التداخل الضار، وبالتالي يمكن أن يسترعي التفتيش الانتباه إلى اختلاف الترخيص (إما العرضي أو المتعمد) قبل أن تنشأ أي مشاكل تداخل خطيرة.

قد يكون التفتيش على محطة راديوية ضرورياً حينما تحدد المحطة الراديوية المعنية باعتبارها مسؤولة عن مصدر تداخل معين. والتفتيش، يمكن أن يجري كجزء من برنامج عمل إدارة ما، أو استجابة لشكوى بشأن تداخل محدد، يستهدف ضمان مطابقة التركيبات مع شروط استعمالها، وبحيث تعمل الأجهزة الراديوية بطريقة من الأرجح ألا تتسبب في تداخلات ضارة.

وقد ترغب الإدارات النظر في إمكانية استهلال إجراء يمكن بموجبه للقائمين على تركيب الأنظمة الراديوية بالتسجيل "كعمال تركيب معتمدين". والهدف من ذلك هو تحسين نوعية التركيبات وبالتالي تخفيض معدل الاختلافات.

15.4 عمليات التحقيق لتعرف هوية مصدر التداخل وإزالته

ولإبقاء الطيف خالياً من الاستعمال غير المسموح به وبالتالي قابلاً للاستعمال من أجل المستعمل المستهدف، قد يلزم التحقيق لتعرف هوية مصادر التداخل. وتساعد عمليات التحقيق النشطة في تحقيق هذه الغاية.

تعتبر المعطيات المستمدة من المراقبة ومعطيات تخصيص التردد، وتوفير سجلات للبث المنتظم وغير المنتظم، من الأمور الحيوية في وضع أولويات برامج عمل أقسام التحقيق. وعلى أساس المعطيات المستمدة من المراقبة، تعتبر الإجراءات الرامية إلى كنس البث غير المسموح به من الطيف بمثابة طريقة فعالة لتنظيم العمل.

16.4 الأجهزة اللازمة للتفتيش

يتوقف انتقاء الموارد اللازمة للتفتيش على مستوى التفتيش الذي تحدده الإدارة. ويمكن أن يختلف ذلك من بلد إلى آخر. وتقوم العديد من الإدارات بعمليات التفتيش فقط في حالات الإفادة بحدوث تداخلات. وتقوم بعض الإدارات بعمليات تفتيش روتينية فقط.

والأجهزة الأساسية المستعملة في عمليات التفتيش هي التالية:

- عداد ترددات؛
- مقياس قدرة كهربائي.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن استعمال الأجهزة التالية لإجراء تقييم أكثر تفصيلاً:

- مستقبل للاختبار يُحمل؛
- مولد نغمة؛
- هوائيات مصطنعة؛

- أجهزة فك شفرة؛
- تحليل الطيف عند الضرورة؛
- مستقبل النظام العالمي لتحديد الموقع.

وفي الأوضاع الأكثر تقدماً، يمكن استعمال مرسل، وذلك للتحقق من النظام السمعي الفرعي للشبكات المزدوجة.

17.4 الأجهزة اللازمة لعمليات التحقيق

تعتبر أجهزة وحدات المراقبة المتنقلة بشكل عام، بما في ذلك أجهزة تحديد الاتجاه وأجهزة التوجيه الراديوي، كافية لأنشطة التحقيق. وقد تكون أجهزة التسجيل إضافة إلى ذلك مفيدة.

وتستعمل أجهزة تنقل (مستقبل وهوائي) في حالة ما إذا كان المرسل سيوضع في مكان ما من مبنى سكني.

وستكون هناك حاجة في بعض الحالات إلى استعمال تركيبات خفية في مركبة لكي يتسنى العمل على مقربة شديدة من موقع المرسل، دون استرعاء انتباه المستعمل الذي لا يحمل ترخيصاً.

18.4 النفاذ عن بُعد إلى موارد النظام

وللاضطلاع بعمليات التفتيش والتحقيق، من المهم للغاية إحاطة الموظفين المسؤولين عن عمليات التفتيش والتحقيق علماً بأحدث المعلومات الواردة في قواعد المعطيات. وبالتالي ثمة ضرورة لوجود وصلة مباشرة (عن بُعد) بقاعدة المعطيات الوطنية لتوزيع التراخيص.

الملحق 1

للفصل 4

امتياز خدمة المراقبة الراديوية؛ حالة الأرجنتين: حل مبتكر

1 مقدمة

افتتحت الأرجنتين في عام 1936 أول محطة لها للمراقبة الراديوية، ومن ثم أصبحت البلد الثاني في الأمريكتين والأول في أمريكا الجنوبية الذي يتزود بنظامه الخاص من هذا القبيل.

وفي عام 1974، قامت الإدارة الأرجنتينية بتركيب محطتي مراقبة جديدتين باستعمال أحدث التكنولوجيا المتاحة في ذلك الوقت، واحدة في مدينة بيلار في مقاطعة قرطبة والأخرى في مدينة دون بوسكو في مقاطعة بوينس أيريس. وبذلك بلغ عدد محطات المراقبة أربع محطات تغطي البلد بأسره، ولكن نظراً للوتيرة السريعة للتغير التكنولوجي والافتقار إلى الاستثمار في الصيانة والارتقاء بمستوى المعدات، أصبحت هذه المرافق والأجهزة عتيقة.

وبحلول التسعينات، بلغ الوضع حداً بحيث أصبحت تعمل بوسائل يدوية فقط، دون أي دعم حاسوبي. وكانت مهام إدارة الطيف تتم على الورق. وكانت معدات المراقبة لإجراء مختلف القياسات تشغل ميكانيكياً، باستعمال مبدلات على اللوحة الأمامية للمستقبلات، وكان يجري تعرف هوية البث بواسطة سماعات رأس.

وبلغت الصعوبات التي تواجهها الحكومة في إدارة الطيف بفعالية حداً بحيث أصبح من المستحيل عملياً أداء هذه المهمة وفقاً لمتطلبات النظام الجديد لمنشآت الاتصالات، خاصة بالنظر إلى السرعة التي تتطور بها التكنولوجيا.

وعندئذ فقط أدركت السلطة التنظيمية المسؤولة عن قطاع الاتصالات، وهي السلطة الوطنية للاتصالات (CNC) وحكومة الأرجنتين، ضرورة إجراء تغييرات، إذا كان الغرض هو توفير الأدوات الأساسية المطلوبة لإدارة الطيف الراديوي، وهو المصدر الطبيعي الوحيد الذي يتطلب اهتماماً شديداً.

2 طرح دولي للعطاءات

في نهاية عام 1996، أقرت السلطة التنظيمية في الأرجنتين، بعد أن أمضت سنوات عديدة في تطوير عدد من المقترحات وتذليل مشاكل ومعوقات متنوعة، مستندات طلب طرح دولي للعطاءات لامتياز خدمة المراقبة الراديوية في جميع أرجاء البلد.

وأدخل طرح العطاءات مفهوم جديد: فمن جانب، ستحتفظ الحكومة بدورها كمنظم وكمدير للطيف الراديوي، إضافة إلى وظائف لا يمكن تفويضها (سلطة التنفيذ، وتخصيص التردد، وتخطيط الطيف، ومنح التراخيص، وتحصيل التكاليف وجباية الرسوم، إلخ.)؛ في حين سعت من جانب آخر إلى الحصول على المساعدة من شركة خاصة تتمتع بخبرة دولية واسعة في إنتاج أجهزة المراقبة وأنظمتها، ستكون مسؤولة عن القيام بالاستثمارات اللازمة في مجال تركيب شبكة المراقبة وتشغيلها وصيانتها على الصعيد الوطني، وتكييف وتوفير التحليل التقني والبرمجيات الإدارية اللازمة وفقاً للمواصفات الأرجنتينية. كما سيقوم الحائز على الامتياز بتدريب موظفي الإدارة الحكومية على استعمال هذه الأدوات الحاسوبية الجديدة.

ونص طرح العطاءات على تعويض الحائز على الامتياز عن استثماراته بتلقيه فقط لنسبة مئوية من التكاليف التي كان سيفوترها بنفسه للمستعملين. ولأغراض التحصيل، سيكون على الحائز على الامتياز أن يفتح حساباً مصرفياً واحداً لكي يستعمل من أي مدينة أو بلدة كبيرة الحجم في أي مكان في البلد. بالإضافة إلى ذلك، سيكون المصرف المختار للتعامل في جمع التكاليف مسؤولاً عن فصل الأموال المتلقاة بين الحسابات الحكومية وحسابات الشركة وفقاً للنسبة المئوية المنصوص عليها في العقد.

بالإضافة إلى ذلك، كان الحائز على الامتياز مضطراً لمتابعة تحصيل التعريفات المقررة لمستعملي الطيف، وفي الحالة المحددة للمؤسسات والوكالات الحكومية أن يلتزم بالتعليمات الصادرة من السلطة الوطنية للاتصالات (CNC) في هذا الشأن.

وكان المفهوم ضمناً، أن يستلزم تقديم العطاءات من مقدمي العطاءات القيام بتصميم الشبكة الجديدة المؤلفة من محطات المراقبة الثابتة والمتنقلة، المزودة بالأجهزة الحديثة، التي يتعين تحديثها تكنولوجياً طوال مدة العقد. بالإضافة إلى ذلك، كان على الشركة التي سيرسو عليها العطاء أن تقوم بتوفير التدريب على استعمال التكنولوجيا الجديدة للموظفين التقنيين التابعين للمحطات المملوكة للحكومة الذين تعهدت الشركة باستيعابهم، وتعيين الموظفين اللازمين لتشغيل الخدمة وفقاً للشروط التي وضعتها الحكومة عند طرح العطاء.

وباستعمال شبكة المحطات التي أقيمت على هذا النحو، كان يتعين أن يكون من الممكن مراقبة وقياس جميع معلمات خدمات الاتصالات المخصصة في البلد حتى ذلك التاريخ في أي جزء من أجزاء الطيف؛ وكان يتعين أن يكون من الممكن مواصلة أداء هذه المهمة في المستقبل، وتوفير ما يلزم مع ظهور تكنولوجيات جديدة، وعلى سبيل المثال، الخدمات التي قد تتطلب ترددات أعلى.

ونصت مستندات العطاء أيضاً على أن يقوم الحائز على الامتياز بتطوير وتركيب نظام حاسوبي لإدارة وتنظيم الطيف من شأنه أن يمكن السلطة الوطنية للاتصالات CNC على أداء هذه المهمة بكفاءة أكبر ودقة أكبر، بالنظر إلى أن هذه المهام لم تكن ضمن المسؤوليات التي كان يمكن تفويضها، كما ذكر أعلاه. وكانت هناك ضرورة للقيام بعدد من الإجراءات لضمان الوفاء بهذا الهدف. وأكثرها أهمية، وضع قاعدة معطيات إلكترونية واحدة لمستعملي الطيف، لأن المعلومات التي كانت في حوزة السلطة الوطنية للاتصالات حتى ذلك التاريخ كانت إما في شكل مستندات ورقية فقط أو محفوظة في قواعد معطيات متنوعة وصغيرة منفصلة تخص وحدات تنظيمية مختلفة. بالإضافة إلى ذلك، كان يتعين توفير خرائط مرقمنة للبلد بأسره بمقاييس متنوعة، إلى جانب البرمجيات اللازمة للاضطلاع بالحسابات التقنية ذات الصلة.

وتتعلق النقطة الرئيسية الأخرى الواردة في مستندات العطاء بالقيود التي يتعين فرضها على الحائز على الامتياز فيما يتعلق بمراقبة الترددات التي تخص القوات العسكرية وقوات الأمن الوطنية، وذلك للمحافظة على سرية المعلومات الحكومية التي يحظر اطلاع الجمهور عليها. وبالتالي، كان يتعين برمجة وظيفة المسح التي كان يجب على المعدات أن تقوم بها، بحيث تخمد وظيفة القياس وبحيث لا يمكن تسجيل أي معطيات عن هذا التردد، عندما يصل الماسح إلى تردد معين لا يسمح للحائز على الامتياز بمراقبته. كما طلب من الحائز على الامتياز إقامة مركز مراقبة موصول بشبكة المراقبة، بحيث يستطيع رجال الجيش وقوات الأمن استعماله للتحقق من التقيد بهذا الحكم والقيام بعملهم باستعمال الأجهزة المركبة فيه.

واستلزمت عملية منح العقد من مقدمي العطاءات أن يقدموا ثلاثة أظرف تتضمن:

- معلومات أساسية عن مقدم العطاء؛
- العطاء التقني؛
- العطاء المالي.

وجرى تقييم الأظرف الثلاثة على مراحل استبعاد متعاقبة لأغراض اختيار مقدم العطاء الناجح.

3 التنفيذ

شمل العمل الذي يغطيه تقديم العطاء، الذي بدأ في يوليو 1997، ضمن جملة أمور، شراء الأرض اللازمة التي ستبنى عليها المراكز الإقليمية والمحطات عن بُعد. وفي ذلك الوقت أيضاً بدأ استيراد المعدات والأجهزة والهوائيات والمركبات، إلى أن أقيم في آخر الأمر ما مجموعه ستة مراكز مراقبة وعشرون محطة أوتوماتية عن بُعد (مراقبة عن بُعد بواسطة ساتل). بالإضافة إلى ذلك، تم توفير عشر محطات مراقبة متنقلة وعشر مركبات للدعم والقياس، وشكلت جميعها قدرة التشغيل اللازمة لأداء مهام المراقبة التقنية المطلوبة.

ويرجع الفضل إلى هذه الشبكة من المحطات، حيث أمكن تغطية نحو 60% من سكان البلد (نحو 20 مليون مواطن) وأكثر من 90% من حركته الراديوية.

وأخيراً، شمل التزام الفائز بالعطاء إزاء الحكومة الأرجنتينية توفير وتركيب وصيانة محطة للمساعدة على الملاحة في قاعدة مارامبيو العلمية في القطب الجنوبي وتوفير التدريب على تشغيلها.

وبمجرد منح العقد، شمل دور الحائز على الامتياز تجاه السلطة الوطنية للاتصالات CNC بوجه خاص، القيام بنمطين من المهام:

- تلك المهام التي يضطلع بها وفقاً للمتطلبات التي سبق تحديدها في العقد فيما يخص الخدمات التي يتعين مراقبتها في بعض المدن وعلى فترات فاصلة منتظمة. ولأداء هذه المهام، طلب إلى الحائز على الامتياز إعداد وتقديم برنامج عمل سنوي إلى سلطة CNC يأخذ في اعتباره متطلبات التشغيل المطلوبة منه من حين إلى آخر والخبرة المكتسبة خلال الفترات السابقة.
- تلك المهام التي يضطلع بها بناء على طلب أو الناشئة بدون تحذير مسبق لأي سبب كان، مثل مشاكل التداخل أو الدراسات التقنية الميدانية.

ولأداء هذه المهام بكفاءة، أقام الحائز على الامتياز شبكة اتصالات بساتل تقوم على الصوت والمعطيات تربط المراكز الإقليمية الخمسة، والمحطات عن بُعد العاملة تحت إشرافه ومركز التحكم الوطني في بوينس أيريس.

بالإضافة إلى ذلك، يعمل الحائز على الامتياز مع السلطة الوطنية للاتصالات على أساس متواصل في حالات متنوعة، مثل العمل على تنقية الطيف من التداخلات في أوقات الأحداث الكبرى الخاصة أو بالقرب من بعض المطارات حيث يمكن أن تتأثر الأنظمة الجوية للمعاونة على الملاحة، أو في المهام التي يضطلع بها نيابة عن السلطة الوطنية للاتصالات لأغراض التحقق باليقين من انشغال الترددات في بعض المناطق الجغرافية المحددة وكذلك فيما يتعلق بالخدمات التي يتعين بيعها في مزاد.

وتبين شبكة المراقبة الجديدة بشكلها الحالي في الشكل 4.4.

ومع دخول التركيبات الجديدة الخدمة، أدى ذلك إلى تحرير موارد لاستعمالها في مجالات أخرى. ومنذ أن بدأ تشغيل نظام المراقبة الجديد، كان من الممكن مع ما يوفره النظام من زيادة ملموسة في قدرة التشغيل أن يستجيب لأكثر من 6 000 طلب محدد من أنواع مختلفة قدمته السلطة الوطنية للاتصالات، إضافة إلى المستوى السنوي للنشاط المخطط. وتمت معالجة جميع هذه الطلبات برضاء تام من السلطة الوطنية للاتصالات.

إضافة إلى ذلك، تم تجميع كم هائل من المعلومات بشأن انشغال الطيف في معظم الترددات والخدمات الشائعة، مما أدى إلى حصول السلطة الوطنية للاتصالات على صورة كاملة عن حقيقة سير الأمور فيما يتعلق بالعمليات الراديوية في المدن الرئيسية للبلد ومكنها من اتخاذ القرارات الإدارية والتخطيطية الملائمة.

4 استنتاج

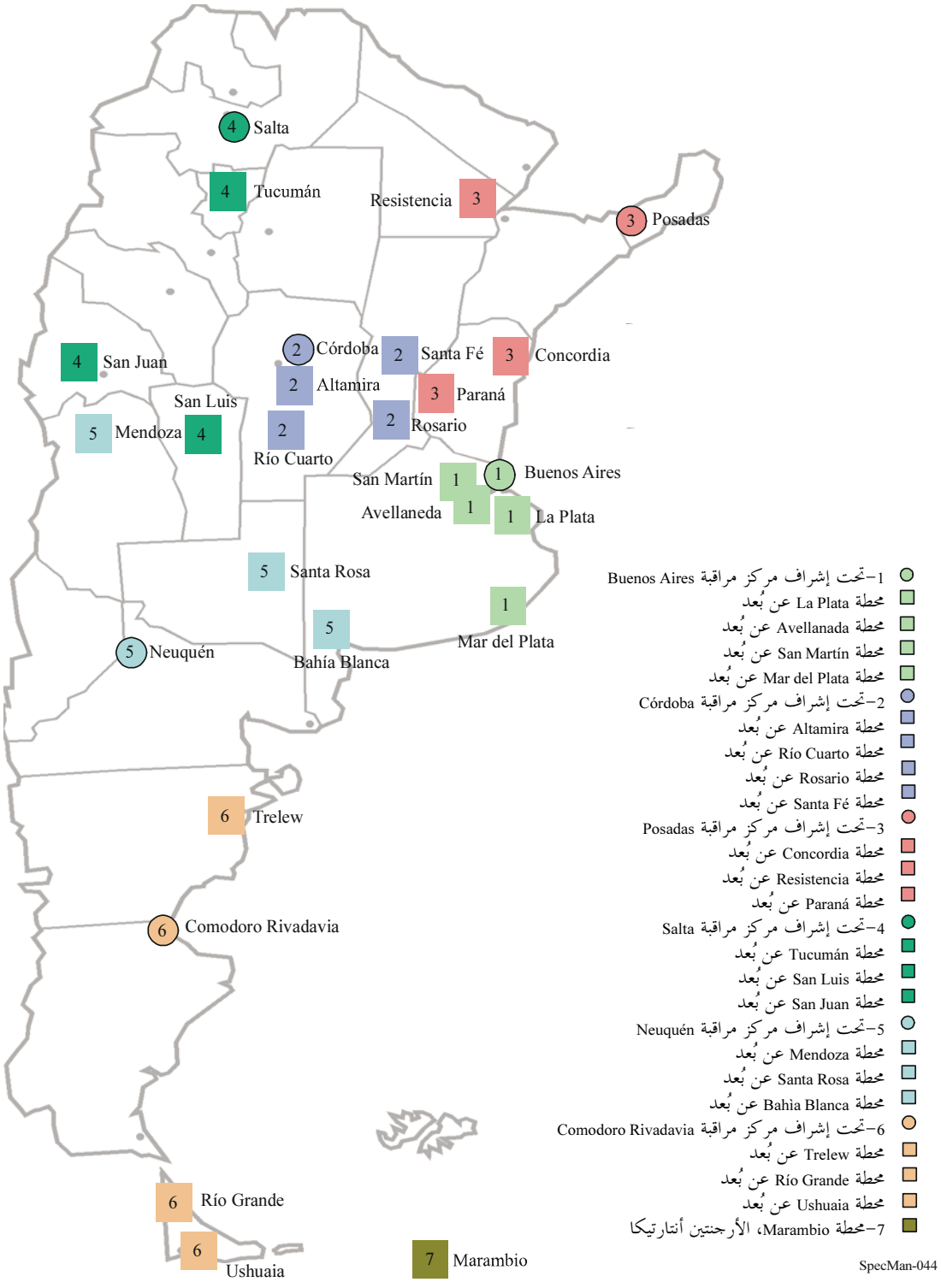
يدعم النظام القائم تنمية البنية التحتية للاتصالات في الأرجنتين بغية تحقيق الأهداف الاستراتيجية للنمو الاقتصادي والاجتماعي في البلد. وفضلاً عن ذلك، مكنت الآليات التي أقيمت فيما يخص إدارة الطيف ومراقبته، الأرجنتين من الوفاء بمسؤولياتها بصورة أكثر فعالية على المستويين الإقليمي والدولي ومن حماية هذا المورد الوطني.

بالإضافة إلى ذلك، سمحت التكنولوجيا المستعملة بالتنظيم التدريجي للإدارة التنظيمية والتقنية للطيف، في ذات الوقت الذي وضعت فيه عملية تخطيط شاملة طويلة الأمد.

وسمحت حقاً التغييرات الهيكلية التي أدخلت للسلطات بإمكانية النفاذ إلى نطاقات تردد جديدة لتنفيذ خدمات وضعت باستعمال التكنولوجيات الجديدة؛ ومكنت عملية التجديد هذه بدورها من توفير ترددات للمستعملين خالية من التداخل وتحسين نوعية خدمات الاتصالات العمومية والشروع في تحقيق الاستعمال الأمثل لهذا المورد الوطني.

الشكل 4.4

النظام الوطني الحالي لمراقبة البث في جمهورية الأرجنتين



المراجع

CEPT/ECC [September 2002] Report 15 on Market Surveillance, Radio equipment Inspection, Spectrum Monitoring and the Enforcement aspects of these activities (www.ero.dk).

بيبليوغرافيا

VERDUIJN, J. [2000] The Changing Role of Monitoring in the Spectrum Management Process. Fifteenth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 675-678.

VERDUIJN, J. [2002] ITU-R Handbook on Spectrum Monitoring. Sixteenth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 671-676.

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد

كتيب عن مراقبة الطيف الراديوي (طبعة 2002).

التوصية ITU-R SM.182	المراقبة الأوتوماتية لشغل طيف الترددات الراديوية
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.377	دقة قياسات الترددات في محطات المراقبة 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.853	عرض النطاق اللازم
التوصية ITU-R SM.854	معرفة الاتجاهات وتحديد المواقع بمحطات المراقبة للإشارات الأقل من 30 MHz
التوصية ITU-R SM.1050	مهام خدمة المراقبة
التوصية ITU-R SM.1051	أولوية التعرف على التداخل الضار والقضاء عليه في النطاق 406-406,1 MHz
التوصية ITU-R SM.1052	تعرّف هوية المحطات الراديوية أوتوماتياً
التوصية ITU-R SM.1053	طرائق تحسين الدقة في معرفة الاتجاهات بالمحطات الثابتة

التوصية ITU-R SM.1054 مراقبة البث الراديوي من المركبات الفضائية بمحطات المراقبة

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 لمراقبة البث

التوصية ITU-R SM.1267 تجميع ونشر معطيات المراقبة لمساعدة تخصيص الترددات للأنظمة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض

التوصية ITU-R SM.1268 الطريقة التي تستعملها محطات مراقبة البث لقياس الانحراف الأقصى لتردد البث الإذاعي

التوصية ITU-R SM.1269 تصنيف التقاويم الزاوية

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.1447 مراقبة التغطية الراديوية للشبكات المتنقلة البرية للتحقق من امتثالها لترخيص معيّن

التوصية ITU-R SM.1536 قياسات درجة انشغال قنوات التردد

التوصية ITU-R SM.1537 أتمتة وتكامل أنظمة مراقبة الطيف مع إدارة أوتوماتية للطيف

التوصية ITU-R SM.1598 طرائق معرفة الاتجاهات والمواقع الراديوية في إشارات النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن والنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة

التوصية ITU-R SM.1600 التعرف تقنياً على الإشارات الرقمية

الفصل 5

ممارسات هندسة الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.5 مقدمة 131
1.1.5 أهمية الأساس التقني 131
2.1.5 نطاق موضوع الفصل 131
2.5 المعلمات التقنية 131
1.2.5 مواصفة التجهيزات وشهادات الصلاحية 131
2.2.5 معلمات التجهيزات 132
3.2.5 معايير الأداء 137
3.5 أدوات التحليل الهندسي 139
1.3.5 نماذج الانتشار 139
2.3.5 البيانات الطبوغرافية 145
3.3.5 انتقاء نموذج انتشار 145
4.5 تحليل التداخل 146
1.4.5 التداخل في نفس القناة 147
2.4.5 التداخل من القناة المجاورة 147
3.4.5 إزالة الحساسية 148
4.4.5 احتمال التداخل 148
5.5 تقاسم نطاقات التردد 152
1.5.5 الأساس التقني لتقاسم تعيينات التردد (التقاسم بين خدمات مختلفة) 152
2.5.5 التقاسم بين الخدمات المتنقلة البرية والخدمات الإذاعية 158
3.5.5 التقاسم بين الخدمات الثابتة وخدمات الإذاعة 160
4.5.5 التقاسم مع أنظمة الرادار 161
5.5.5 التقاسم باستخدام تقنيات انتشار الطيف 161
6.5.5 موجز توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن التقاسم بين الخدمات 164

الصفحة

6.5 نسب الحماية 165

7.5 سويات الضوضاء 168

8.5 حدود الإشعاع 170

1.8.5 الحدود التي وضعتها اللجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل اللاسلكي (CISPR) 170

2.8.5 تأثيرات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية على الصحة 171

9.5 اعتبارات هندسة الموقع 172

1.9.5 هندسة تقاسم المواقع 172

2.9.5 مثال لبنية تحتية متقاسَمة: شبكات خلوية من الجيل الثالث 173

المراجع 175

بيبليواغرافيا 175

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 الانسجام في استعمال الطيف في خدمة المصلحة الوطنية. ومن شأن القوانين الفيزيائية للانتشار والخصائص التقنية للمرسِلات والمستقبِلات أن تحد من مدى خيارات إدارة الطيف الممكنة. كما أنها تقرر 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 موضوع الفصل

يتناول هذا الفصل بالدراسة ممارسات هندسة الطيف وأدوات التحليل في مجال إدارة الطيف. ويتحدث قسم المعلمات التقنية عن 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 أحداهما 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 أو من حيث تخفيض التداخل إلى الحد الأدنى عند المرسِلات والمستقبِلات. وهي لا تهتم عادة بنوعية الخدمة إذ إن 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 مثل 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 الاتفاقات 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 الكتيّب بإيجاز تلك المعلمات التي إذا لم تضبط 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

هـ) الإرسالات غير المطلوبة

و) نواتج التشكيل البيني

ثمة 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 جنباً إلى جنب مع 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 يؤدي مثلاً إلى رداءة 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 استقصاء 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 فإن التداخل في خدمات أخرى يكاد يكون 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 المُرْضي 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 بالهرتز.

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 تحدث توزيعاً داخل النطاقات المخصصة.

وأكبر الصعوبات في اعتماد مجالات تفاوت محسنة هي المشكلة الاقتصادية الناجمة عن وجود عدد كبير 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 ذروة الغلاف (p.e.p.) بالنسبة لمرسلات وحيدة النطاق الجانبي ومتوسط القدرة لجميع المرسلات الأخرى، ما لم يذكر خلاف ذلك. وعبارة "قدرة المرسل الراديوي" معرفة 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 SM.853 طريقة لحساب عرض النطاق اللازم لأنظمة تعدد الإرسال بتقسيم التردد، وتوفر التوصية SM.1138 (المدرجة مرجعياً في لوائح الراديو) طريقة لحساب عرض النطاق اللازم، مشفوعة بأمثلة.

ويدعى الإرسال خارج عرض النطاق اللازم الإرسال غير المطلوب. ويعرّف عرض النطاق المشغول في الحكم 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 مكون طيف منفصل أو أي كثافة قدرة طيفية مستمرة أخفض بمقدار dB x على الأقل من سوية مرجعية محددة سابقة قدرها 0 dB."

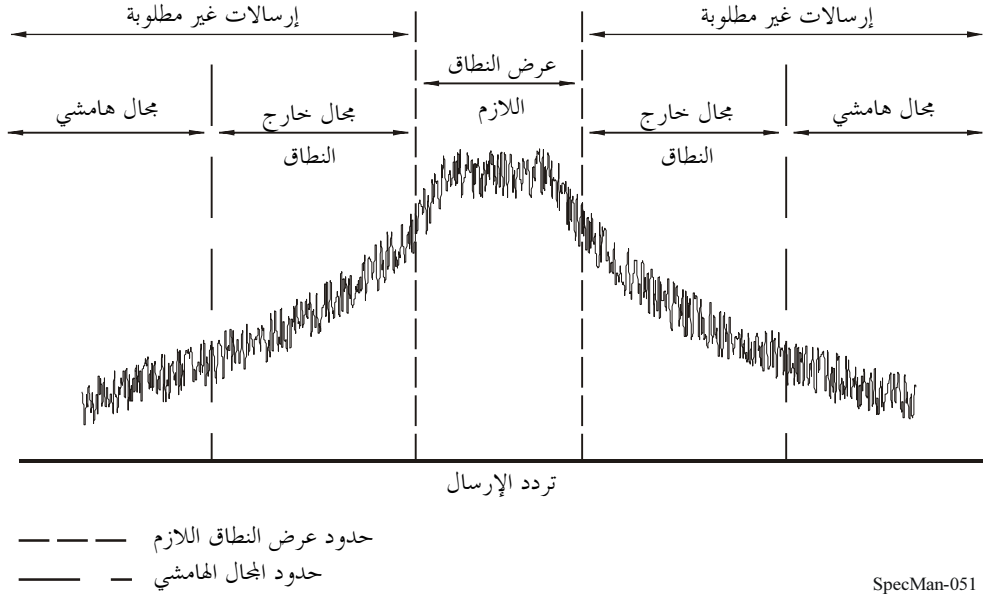
ويمكن التماس المزيد من الإرشاد بشأن عرض نطاق إرسالات محددة في التوصية ITU-R SM.328، وعلاوة على ذلك، يزود كتيب مراقبة الطيف الراديوي الذي وضعه قطاع الاتصالات الراديوية مزيداً من الإرشادات بشأن قياس عرض النطاق عملياً.

هـ) الإرسالات غير المطلوبة الصادرة عن المرسلات

تتكون 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، والحدود المقررة بين المجالات تكون 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 علم 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$f_1 \pm 2f_2$، 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 تلك 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.

يتسبب 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 الدخيل؛
- خسارة اقتران الهوائي؛
- خسارة التحويل: نسبة قدرة الإشارة الدخيلة 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 محدق 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 فإن حساسية المستقبل تتعرض للانحطاط بوجود إشارات غير مطلوبة عند دخل المستقبل. ومن أجل توصيف كامل لخصائص مستقبل ما ينبغي عندئذ 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

إن المقياس الرئيسي لقابلية الفهم لنظام صوتي يعبر عنه 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 عتبة التداخل الأدنى

إن عتبة التداخل الأدنى (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 الأمانة 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 الأدنى هي دالة لنسبة التداخل إلى الضوضاء. ولذلك فإن عتبة التداخل الأدنى 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 مرتفعاً 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

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 الأقصى المسموح به 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

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 ومقادير المدى واستخدام عروض النطاق واحتمال التداخل بالنسبة لنطاقات التردد من أخفضها إلى أعلاها.

الجدول 5-2

أساليب الانتشار والاستخدامات بالنسبة لمختلف نطاقات التردد

النطاق	التردد	الأسلوب	المدى	عرض النطاق	حجم التداخل	الاستعمال
VLF	30-3 kHz	دليل الموجة	عدة آلاف الكيلومترات	محدود جداً	واسع الانتشار	على نطاق العالم، ملاحة راديوية واتصالات استراتيجية بعيدة المدى
LF	300-30 kHz	الموجة على الأرض، الموجة في السماء	عدة آلاف الكيلومترات	محدود	واسع الانتشار	ملاحة راديوية واتصالات استراتيجية بعيدة المدى
MF	3-0,3 MHz	الموجة على الأرض، الموجة في السماء	بضعة آلاف الكيلومترات	معتدل	واسع الانتشار	إذاعة وإرسال بحري متنقل متوسط المدى من نقطة إلى نقطة
HF	30-3 MHz	الموجة في السماء	حتى عدة آلاف الكيلومترات	واسع	واسع الانتشار	اتصالات بعيدة وقريبة المدى من نقطة إلى نقطة، إذاعة عالمية، متنقلة
VHF	300-30 MHz	موجة فضائية، انتثار 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	3-0,3 GHz	موجة فضائية، انتثار 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	30-3 GHz	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	300-30 GHz	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 المعولية 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 سلسلة P من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية على مناقشات مستفيضة لهذه الطرائق.

VLF (f < 30 kHz)

في الترددات التي لا تتجاوز 30 kHz تكون خسائر الانتشار قريبة من مثيلاتها في الفضاء الحر. وعند تردد VLF فإن أسلوب دليل الموجة بين طبقة الأيونوسفير والأرض يمكّن من الانتشار عبر مسافات عالمية.

LF (30 < f < 300 kHz)

في مجال التردد هذا 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 أنها مفوتة) 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.

MF (300 kHz < f < 3 MHz)

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 10 kHz و30 MHz، وهنالك برمجية حاسوب 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 150 kHz و1,7 MHz في كتيب 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 1,6 MHz فإن طرائق التنبؤ بالانتشار في التردد HF الموصوفة أدناه تصبح صالحة. وكذلك الأمر، عندما تتجاوز الترددات 1,6 MHz، تتزايد أهمية الموجة السماوية بالنسبة لأنظمة الاتصالات المتنقلة.

HF (MHz 30 > *f* > 3)

في مجال هذه الترددات يكون انتشار الإشارات عموماً عبر الأيونوسفير وبالتالي 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، التردد الأعظمي المستعمل (MUF) أساسياً وتشغيلياً وشدة المجال والقدرة المستقبَلة ونسبة الإشارة إلى الضوضاء ومقدار المعولية.

VHF وUHF (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 التي يمكن أن تتسبب 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. ويتناول البرنامج الحاسوبي 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 أقاليم محددة في العالم أو فوق أرض وعرة معينة. تحتوي التوصية ITU-R P.1546 على تقديرات لمجموعة مختلفة من الخدمات الراديوية ونطاقات الترددات وأقاليم العالم وارتفاعات الهوائيات التي قد تكون قابلة للتطبيق في حالة معينة قيد النظر.

- الانتشار فوق أرض محددة الملامح. من الممكن عند الضرورة القيام بحسابات مفصلة بشأن الانتشار فوق أرض محددة الملامح اعتماداً على قاعدة بيانات طبوغرافية. وعندئذ تعتمد خوارزميات الحاسوب على الطرائق الموصوفة في التوصية ITU-R P.526.

- نموذج أوكومورا–هاتا. هذا النموذج مشمول الآن في التوصية ITU-R P.1546 وهو يستعمل صيغة أوكومورا–هاتا لحساب التوهين اعتماداً على المسافة والارتفاع المكافئ للهوائي المرسل. ويجري تصويب هذا التوهين اعتماداً على النسبة المئوية من المباني التي تحيط بموقع الاستقبال وعلى نمط المسير (البر أو البحر أو كلاهما).

- لونغلي–رايس، إشارة اختبار الإدراج (ITS). إن نموذج إشارة اختبار الإدراج للانتشار الراديوي بالنسبة للترددات الواقعة بين 20 MHz و20 GHz (نموذج لونغلي–رايس) هو نموذج معمم الأغراض يمكن تطبيقه على طائفة واسعة متنوعة من مشكلات الهندسة. والنموذج، 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.

- نموذج الأرض الوعرة (ITM). طُوِّرَ هذا النموذج أساساً لاستعمال الإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات في الولايات المتحدة. وهو متاح مجاناً على العنوان التالي http://elbert.its.bldrdoc.gov/itm.html.

وعلاوة على ذلك، قد يكون من الضروري أيضاً أن تؤخذ في الحسبان آليات انتشار أخرى قد تؤدي إلى تداخل. 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 تخلق 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 سقوط 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. وتأتي 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 وP.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 % 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 60° أو ما دون. وهنالك أيضاً تصويب تجريبـــي 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 (الدخيلة). وينبغي أن تتوفر معرفة التضاريس من أجل تطبيق بعض طرائق تقدير خسارة الانتشار. ومن مختلف صنوف التضاريس المفيدة في هذا الشأن: 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.

كانت 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 المخزونة 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 وPalmer، 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 انتشار

كثيراً ما يلجأ 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.

وانطلاقاً من نموذج الانتشار الملائم يمكن حساب خسارة الانتشار وبالتالي سوية الإشارة المطلوبة أو سوية التداخل.

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 الترددات 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 نمط 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 أساس 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 الفقرة 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 $FDR(\Delta f)$ 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 منـــزلية.

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 في شكل 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 الفقرة 5.4.4 من هذا الكتيب.

عندما 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:

$$L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi \quad (4)$$

تمثل المساحة فوق المنحني الأداء المقبول للمستقبل. وتقع دون المنحني مساحة الأداء غير المقبول للمستقبل.

الفواصل من حيث التردد والمسافة. المعادلة التي تصف المنحني A هي
$\xi = L_b(d) + FDR(\Delta f)$. فوق المنحني منطقة الأداء المقبول للمستقبل.
دون المنحني منطقة الأداء غير المقبول للمستقبل

يمكن 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 ينصح 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 مرور لحساب قدرة التداخل ونسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء ونسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة الدخيلة. وبحكم تنوع التجهيزات الراديوية وخسائر الإرسال وكثافة حركة المرور 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 "مونتي 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 والملاءمة بين مختلف الأنظمة الراديوية العاملة فـــي نفس نطاقات التردد أو المجاورة لها على التوالي؛
- تقييم أقنعة المرسل والمستقبل؛
- تقييم الحدود من أجل معلمات من قبيل سويات الحجب أو التشكيل البينـــي، بالإضافة إلى الإرسالات غير المطلوبة.

بإمكان طريقة مونتي 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:

- الإذاعة (للأرض والساتلية)؛
- المتنقلة (للأرض والساتلية)؛
- من نقطة إلى نقطة؛
- من نقطة إلى عدة نقاط، وهكذا.

وأفضل ما يفسر المبدأ هو المثال التالي الذي يقتصر على اعتبار الإرسالات غير المطلوبة بأنها سبب التداخل. وبصفة عامة تتناول طريقة مونتي كارلو أيضاً تأثيرات أخرى موجودة في البيئة الراديوية ومنها مثلاً الإرسالات خارج النطاق وحجب المستقبِل والتشكيل البيني. ومن أمثلة تطبيقات هذه المنهجية:

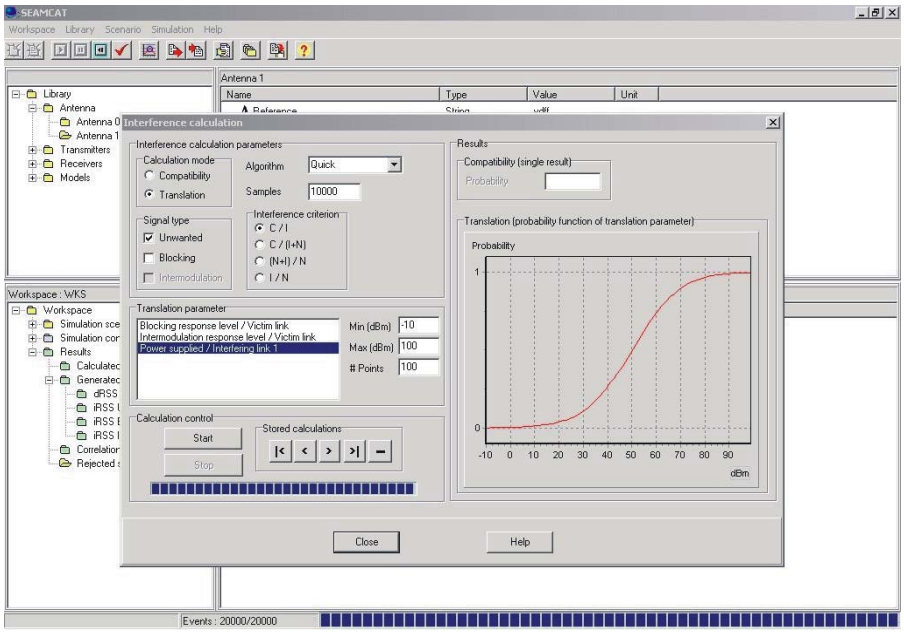
- دراسة الملاءمة بين الأنظمة الراديوية الرقمية المتنقلة لأغراض خاصة أو مهنية (PMR) (تقاسم القنوات الراديوية عبر البلدان الأوروبية، TETRA) والنظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM) عند تردد 915 MHz؛
- دراسة التقاسم بين الخدمة الثابتة والخدمة الثابتة الساتلية؛
- دراسة التقاسم بين الأجهزة قصيرة المدى (Bluetooth) وشبكات المناطق المحلية الراديوية (RLAN) في النطاق المخصص للصناعة والعلوم والطب (ISM) عند تردد 2,4 GHz؛
- دراسة الملاءمة للاتصالات المتنقلة الدولية IMT-2000 وخدمات الاتصالات الشخصية PCS1900 حوالي 1,9 GHz؛
- دراسة الملاءمة 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 مونتي كارلو المتطورة لهندسة الطيف (SEAMCAT®). ويمكن الحصول على هذه الأداة مجاناً من المكتب الأوروبي للاتصالات الراديوية (ERO) ويمكن استبقاؤها مباشرة من موقع المكتب على الشبكة: www.ero.dk.

وتوفر الأداء SEAMCAT جميع الوظائف الموصوفة آنفاً في هذا القسم من خلال برمجية مستعمل بيانية الرسوم ميسورة الاستعمال. ويبين الشكلان 2.5 و3.5 عينات من نواتج البرمجية.

الشكل 2.5

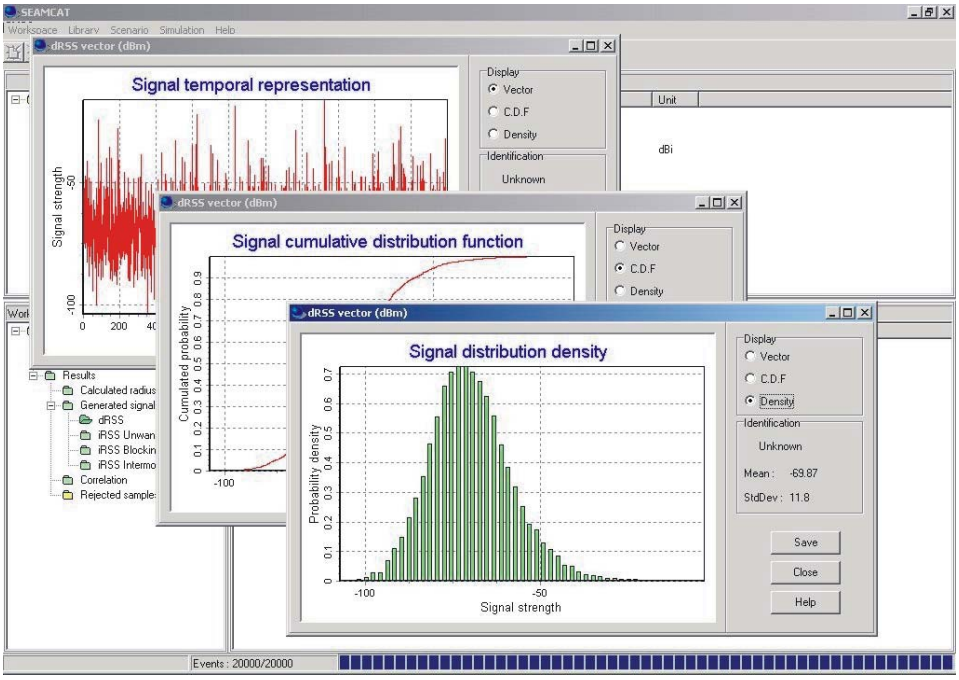
مثال للاستعمال البيني لبرمجية SEAMCAT



SpecMan-052

الشكل 3.5

مثال آخر للاستعمال البيني لبرمجية SEAMCAT



SpecMan-053

5.5 تقاسم نطاقات التردد

إن الطلب المتزايد على خدمات الاتصالات الراديوية الجديدة وتوسيع الخدمات القائمة يعير 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. وتعرف 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. وينبغي النظر في إمكانية تقاسم ترددات قائمة قبل تخصيص أي تردد جديد.

يتوقف استخدام الطيف 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. في هذه الحالة يكون التقاسم بتطبيق الشروط التقنية التي لا تفرّط بمتطلبات الأداء لدى الخدمات الضالعة في الأمر.

1.5.5 الأساس التقني لتقاسم تعيينات 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 5-3 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 تكنولوجيات 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 5-3. ومن أمثلة بعض هذه المعلمات ما يلي:

- توصيف مسافة الفصل الجغرافي بين تجهيزات الخدمات المتقاسمة؛
- توصيف خصائص التشكيل للخدمات المتقاسمة، مثال ذلك 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 الاستخدام ونمط الرسالة، مثال ذلك 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 5-3

طرائق تيسير التقاسم

الفصل من حيث التردد	الفصل من حيث الموقع	الفصل من حيث الزمن	الفصل من حيث الإشارة[1]
خطط ترتيب القنوات	توزيعات متقاسمة جغرافياً	التحكم في دورة الاستخدام	تشفير الإشارة ومعالجتها
تقطيع النطاق	فصل بين المواقع	تخصيص تردد دينامي في الوقت الفعلي[1]، نفاذ متعدد بتقسيم الزمن (TDMA)	تصحيح أمامي للأخطاء (FEC)
أنظمة خفة انتقاء التردد	خصائص أنظمة الهوائيات:		رفض التداخل
تقاسم دينامي:	– هوائي متكيف (هوائي ذكي)		نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)
– تخصيص تردد دينامي في الوقت الفعلي[2]	– تمييز استقطاب الهوائي		انتشار الطيف:
نفاذ متعدد بتقسيم التردد	– تمييز مخطط الهوائي		– تتابع مباشر
التحكم في خصائص طيف الإرسال	– التنوع المكاني		– قفز في التردد
تجزيء متغاير دينامي	– تنوع زاوية أو مخطط الهوائي		– تشكيل تردد (FM) نبضي
الحد من فرق التردد المسموح به	نفاذ متعدد بتقسيم الفضاء (SDMA)		تعديلات قدرة/عرض نطاق التداخل:
النفاذ المتعدد المخصص على الطلب (DAMA)	حواجز مادية وحجب الموقع		– القناة نفسها
تنوع التردد			– مراقبة دينامية لزاوية الإرسال
			– تحديد كثافة تدفق القدرة (pfd) وتحديد كثافة القدرة الطيفية (psd) (تشتت الطاقة)
			تعقد التشكيل
			تشكيل مشفر
			معالجة تكيفية للإشارة
			استقطاب الهوائي

(1) من الممكن أيضاً تطبيق هذه التقنيات التي تتناول الفصل من حيث الإشارة على تكنولوجيا الفصل بين الترددات والمواقع والزمن.

(2) 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.

في داخل الجدول 5-3 يلاحظ أن بعض الطرائق جديد وبعضها 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 نوعيات 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 مزيدٍ 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 هذا التحكم في خصائص طيف الإرسال أن يزيد من كمية الطيف المتوفر للاتصالات الراديوية وذلك بالحد من كمية الطيف التي تهدر 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 على الطلب (DAMA)

إن المأخذ الرئيسي على التخصيص مسبق التحديد للقنوات هو صعوبة مجاراة التغير العشوائي لحركة المرور. وفي حالة الطريق 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 يذكر نظام القناة الواحدة لكل موجة حاملة (SCPC) في النفاذ المتعدد المخصص على 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 استعمال تنوع التردد من شأنه 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 التكنولوجيا بذلك.

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 الاستخدام

دورة الاستخدام هي جراء 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 تضغط 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 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 افترضنا أن 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 سوف 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 (متعامد) (أو تعدُّد إرسال متعامد 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.

وهذه التكنولوجيا توفر 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 القسم التالي 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 VHF ونطاق UHF موصوف في التوصية ITU-R SM.851. وحرصاً على توفّر التشغيل المُرضي لكلتا الخدمتين يعيَّن الحد الأقصى لشدة مجال التداخل عند المستقبلات.

ولحماية الخدمات التلفزيونية 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 5-4

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	

تنطبق 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. حيث A (dB) هي نسبة الحماية المطلوبة من أجل الإذاعة التلفزيونية وهي موصوفة بمزيد من التفصيل في الفقرة 5.4.3 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 محطات القاعدة من خلال مجموعة 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 5-5

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 يولّد تداخلاً "ملحوظاً" وعند الرتبة 3 يولّد 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).

يمكن تحديد شدة مجال المرسِل سبب التداخل الذي يتم تجاوزه في 50 في المائة من المواقع لمدة 10 في المائة من الوقت وذلك من التوصية ITU-R P.370. 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 5-6

نسب الحماية لخدمة متنقلة برية

فاصل التردد (kHz)	نسبة الحماية (dB)
0	8
25	6
50	5,5–
75	17,5–
100	27,5–

يستدعي 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 VHF أو 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 الراديوي 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 غير محمي. 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 يحدث 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 باستخدام تقنيات انتشار الطيف

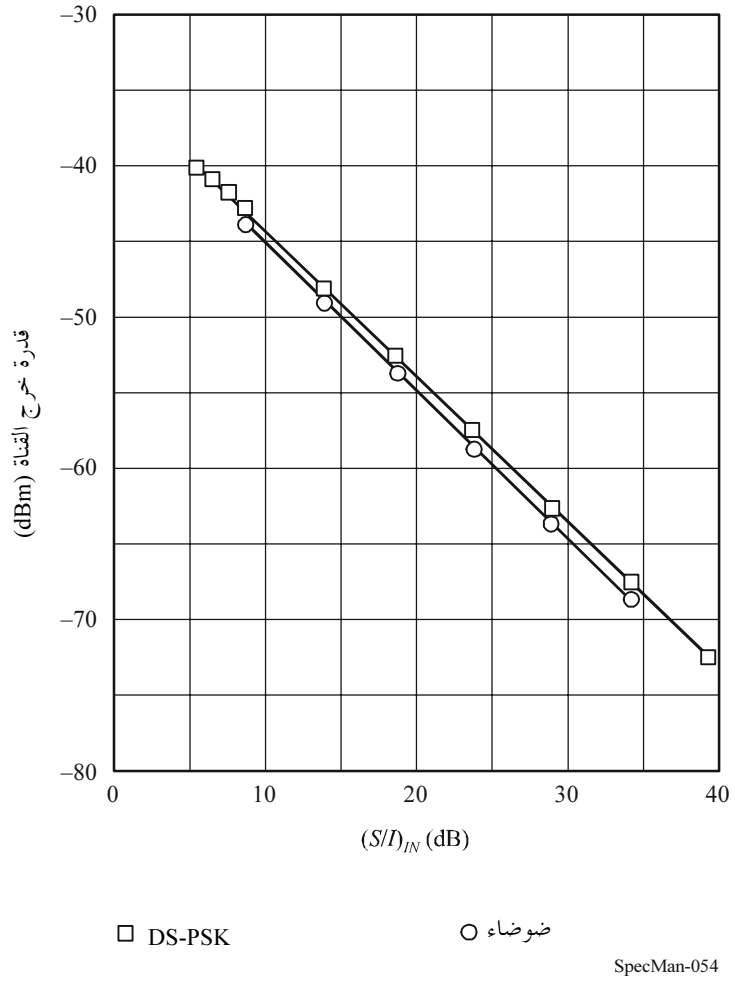
يعرَّف نظام انتشار الطيف بأنه نظام ينتشر فيه متوسط قدرة الإشارة المرسَلة على امتداد عرض نطاق أوسع بكثير من عرض نطاق المعلومات. وتقايض هذه الأنظمة عادة عرض نطاق الإرسال الأوسع مقابل قدر أخفض من متوسط كثافة القدرة الطيفية وزيادة في رفض الإشارات المتداخلة العاملة في نفس نطاق التردد. ولذلك فإنها تنطوي على 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 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 المستقبلات التقليدية. والمثال 1 في التوصية ITU-R SM.1055 الذي يعتمد على بيانات مقيسة ونتائج محاكاة محوسبة يبين 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 العامل بوجود إشارة تتابع مباشر (DS) أو ضوضاء غوسية بيضاء. ويبين الشكل 4.5 نتائج القياسات في قناة علوية في نظام محاكاة FDM/FM قوامه 600 قناة بوجود ضوضاء وبوجود تداخل تتابع مباشر (DS) 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 من 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. وفي المرجع [Hatch *et al*., 1971] هنالك خلاصة للاتجاهات تدلل عليها بيانات مقيسة وعمليات محاكاة محوسبة بالنسبة لحالة التشكيل بالاتساع (AM).

الشكل 4.5

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) مقدار 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 5-7*

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 (FM)				163	177		
400[2]	F8E (FDM/FM)						143,6	148,6
9 000	DS/PSK 10 Mbit/s		127	134	137	144	141,6	147,6
6 000	DS/MSK 10 Mbit/s		129,1	136,1	139,1	146,1	141,6	147,6
36 000	DS/PSK 40 Mbit/s		121	128	131	138	139	145
24 000	DS/MSK 40 Mbit/s		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

* يُقرأ من اليسار إلى اليمين.

[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 فإن تقاسم النطاق بين نظام الملاحة الجوية/تجهيزات قياس المسافة (AN/DME) ونظام انتشار الطيف بالنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (SS TDMA) يستغل 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 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 قَدر أعلى من كفاءة استخدام الطيف.

6.5.5 موجز توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن التقاسم بين الخدمات

الجدول 5-8

توصيات 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.1236 SA.1258 SA.1277 SA.1278 F.1502	M.1469 M.1472 M.1473 M.1474	SF.355 SF.1005 SF.1006 SF.1481 SF.1486				
المتنقلة	SM.851	F.1402		SA.1154 SA.1236 SA.1277 SA.1278						
EESS/SR/SO		F.761 F.1247 SA.1277 SA.1278	SA.1154 SA.1277 SA.1278			S.1069 SA.1071 SA.1277 SA.1449		SA.516	SA.1277	SA.1278
خدمة متنقلة ساتلية				SA.1277					SA.1264	
خدمة ثابتة ساتلية		SF.355 SF.1005 SF.1006 SF.1481 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				SA.516						
سواتل أرصاد/ معينات أرصاد					SA.1158 SA.1264					
بين السواتل				SA.1278						
خدمة ساتلية للملاحة بالراديو				SA.1347	M.1470					
علم الفلك الراديوي[1]										
ملاحة جوية	SM.1009									

(1) تتناول التوصية ITU-R RA.1031 حماية خدمة علم 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 مدخل مستقبِل. ويعبَّر عنها بالديسيبل عامة، وتحدَّد في ظروف معينة تسمح بالحصول على نوعية استقبال معينة للإشارة المطلوبة عند مخرج 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.

والجدول 5-9 مقتطف من التوصية ITU-R SM.669 وهو يشتمل 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 تقرير نسبة الحماية على حسابات وقياسات ويتوقف على النوعية المعيَّنة للاستقبال المرغوب بالنسبة للخدمة التي تشملها الحماية. ويبدو من الجدول 5-9 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 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 VHF وكذلك تجهيزات الملاحة والاتصالات.

الجدول 5-9*

نسب الحماية (dB)

تـــداخـــل ← / إشارة مطلوبة ↓		صنف الإرسال	500HA1B			6K00A2B			6K00A3E			3K00A3E			5M00C3F			7M00C3F-8M00C3F			1K10F1B			16K0F3E			726KF8E			1M32P0N			ضوضاء		
		معلمات	100 Bd PW = 10 ms			m_t = 1			m_t = 0.3						525 خطاً			625 خطاً			50 Bd PW = 10 ms						24 قناة			PW = 5 µs PRF = 300 pps			ضوضاء غوسية بيضاء		
صنف الإرسال	معلمات	سوية الأداء[1]	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة	CO	OFF	ملاحظة
500HA1B	BW_{IF} = 500 Hz, 50 Bd $(S/N)_t$ = 18 dB	$P_E = 10^{-2}$	11		3				6		4	14		4							12		3	8		4									
		$P_E = 10^{-4}$	12		3				7		4										13		3	11		4									
		$P_E = 10^{-6}$	13		3				8		4										14		3	13		4									
6K00A2B	BW_{IF} = 8 kHz m_s = 1.0 $(S/N)_t$ = 18 dB	$P_E = 10^{-2}$	4		1				5		1													4		1							6	–	1
		$P_E = 10^{-4}$	4		1				5		1													4		1							9	–	1
		$P_E = 10^{-6}$	4		1				5		1													4		1								–	1
6K00A3E[2]	BW_{IF} = 8 kHz Δf = 0.5 kHz m_s = 0.3 $(S/N)_t$ = 45 dB	MINIT	44	61	1				43	48	1	50	50	1							47	55	1	48		1				20	10	1			
		0.7 AI	4	8	1				7	8	1	17	14	1							3	8	1	19		1				–17	–22	1	21	–	1
		0.3 AI	–7	–2	1				2	3	1	6	3	1							–2	4	1	8		1				–30	–37	1	10	–	1
		GCQ	39	35	2				32	42	2	44	43	2							37	41	2	40		2				–3	–2	2	41	–	2
		MCQ	21	20	2				14	24	2	26	25	2							19	23	2	22		2				–15	–20	2	23	–	2
		JUQ	12	11	2				5	15	2	17	16	2							10	15	2	13		2				–24	–28	2	14	–	2
3K00J3E or 3K00R3E	BW_{IF} = 2.7 kHz Δf = 0.5 kHz $(S/N)_t$ = 35 dB	MINIT	25	42	1				20	20	1	42	41	1							30	40	1	35		1	38		1	1		1		–	–
		0.7 AI	–14	–8	1				–14	–5	1	3	4	1							–25	–12	1	3		1	0		1	–38		1	9	–	1
		0.3 AI	–28	–24	1				–28	–19	1	–12	–16	1							–43	–37	1	–10		1	–12		1	–52		1	–3	–	1
		GCQ	10	27	2				13	30	2	31	32	2							21	30	2	27		2	26		2	–15		2	32	–	2
		MCQ	–8	9	2				–5	12	2	13	14	2							3	12	2	9		2	8		2	–33		2	14	–	2
		JUQ	–17	0	2				–14	3	2	4	5	2							–6	3	2	0		2	–1		2	–42		2	5	–	2
5M00C3F	BW_{IF} = 6 MHz, خطا 525 $(S/N)_t$ = 46 dB	TASO 2.5				50	15	5	50	15	5				47	25	5							50	15	5									
7M00C3F-8M00C3F	BW_{IF} = 6 MHz, خطا 625 $(S/N)_t$ = 46 dB	ITU-R 4							58	–	6							52	–	6															
		ITU-R 3							51	–	6							45	–	6															
1K10F1B	BW_{IF} = 1 050 Hz D_{PK} = ± 425 Hz 50 Bd $(S/N)_t$ = 18 dB	$P_E = 10^{-2}$	0		1 & 3				2		1	10		4							6		3	0.5		1				–50		1	9	–	1
		$P_E = 10^{-4}$	0		1 & 3				3		1	13		4							7		3	1		1				–49		1	13	–	1
		$P_E = 10^{-6}$	1		1 & 3				3		1	15		4							8		3	2		1				–48		1	15	–	1
16K0F3E[2]	BW_{IF} = 16 kHz D_{PK} = 5 kHz Δf = 0.5 kHz تخفيف $(S/N)_t$ = 22 dB	MINIT	38	38	1																33	33	1	31	31	1	32	32	1	–11		1	–1	–	–
		0.7 AI	0	0	1																2	2	1	2	2	1	4	4	1	–24		1	1		1
		0.3 AI	0	0	1																0	0	1	–5	–5	1	0	0	1				0	–	1
		GCQ	13	13	2																15	15	2	14	14	2	16	16	2				11	–	2
		MCQ	2	2	2																3	3	2	1	1	2	4	4	2				5	–	2
		JUQ	–1	–1	2																1	1	2	0	0	2	1	1	2				2	–	2
726KFBE[3]	24 قناة قناة عليا Δf = 44.5 kHz $(S/N)_t$ = 45 dB	MINIT	47	60	1				55	64	1										55	60	1	55	60	1	46	57	1	25	20	1	–	–	–
		0.7 AI	3	12	1				4	14	1										6	14	1	12	18	1	2	5	1		–34	1	9	–	1
		0.3 AI	0	–15	1				0	4	1										2	6	1	2	6	1	1	–3	1		–39	1	1	–	1
		GCQ	24		2				25		2										29		2				29		2				31		2
		MCQ	6		2				7		2										11		2				9		2				13	–	2
		JUQ	2		2				2		2										5		2				4		2				4	–	2

* يُقرأ من اليسار إلى اليمين.

ملاحظات تتعلق بالجدول 5-9:

(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.

* توصيات اللجنة الاستشارية الدولية للاتصالات الراديوية (CCIR) سابقاً 240 و339 و500 و600.

الجدول 5-10

مراجع نسب الحماية من توصيات لجان دراسات أخرى

المجلد (اللجنة CCIR سابقاً)	التوصية[1]	ملاحظات
III	ITU-R F.240	عديد من نسب الحماية بما في ذلك الخبو
VIII	ITU-R M.589	نسب حماية ملاحة راديوية
VIII	ITU-R M.631	نسب حماية ملاحة راديوية على مراحل
VIII	ITU-R M.441	الخدمات المتنقلة للطيران (R) (ICAO، الملحق 10)
X-1	ITU-R BS.638	نسب حماية الصوت RF/AF
X-1	ITU-R BS.560	نسب حماية الصوت LF وMF وHF
X-1	ITU-R BS.641	نسب حماية الصوت FM
X-1	ITU-R BS.412	نسب حماية الصوت FM/VHF
X/XI-2	ITU-R BO.566	تعاريف نسب حماية الإذاعة
XI-1	ITU-R BT.655	نسب حماية AM TV
XI-1	ITU-R BT.565	TV/RN 625، PRs MHz 606-582

[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 5.5 و6.5، معبَّر عنها بشكل منحني 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

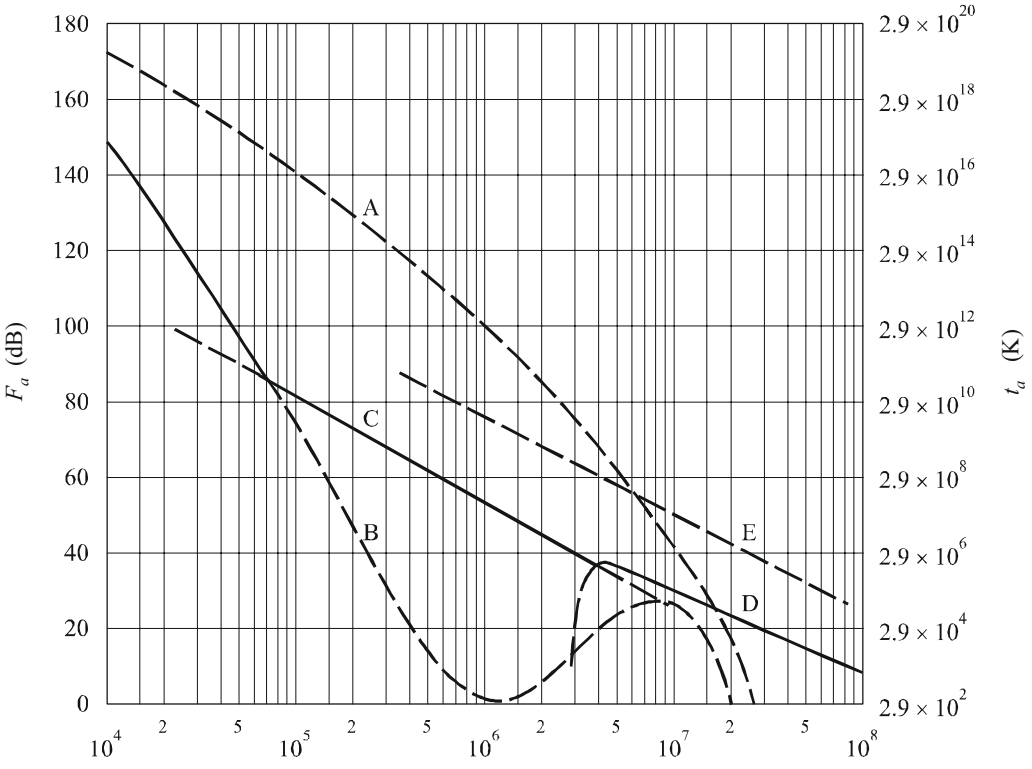
t_t: حرارة خط الإرسال.

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 المفصَّلة 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 5.5

الضوضاء الخارجية F_a مقابل التردد (10^4 إلى 10^8 Hz)

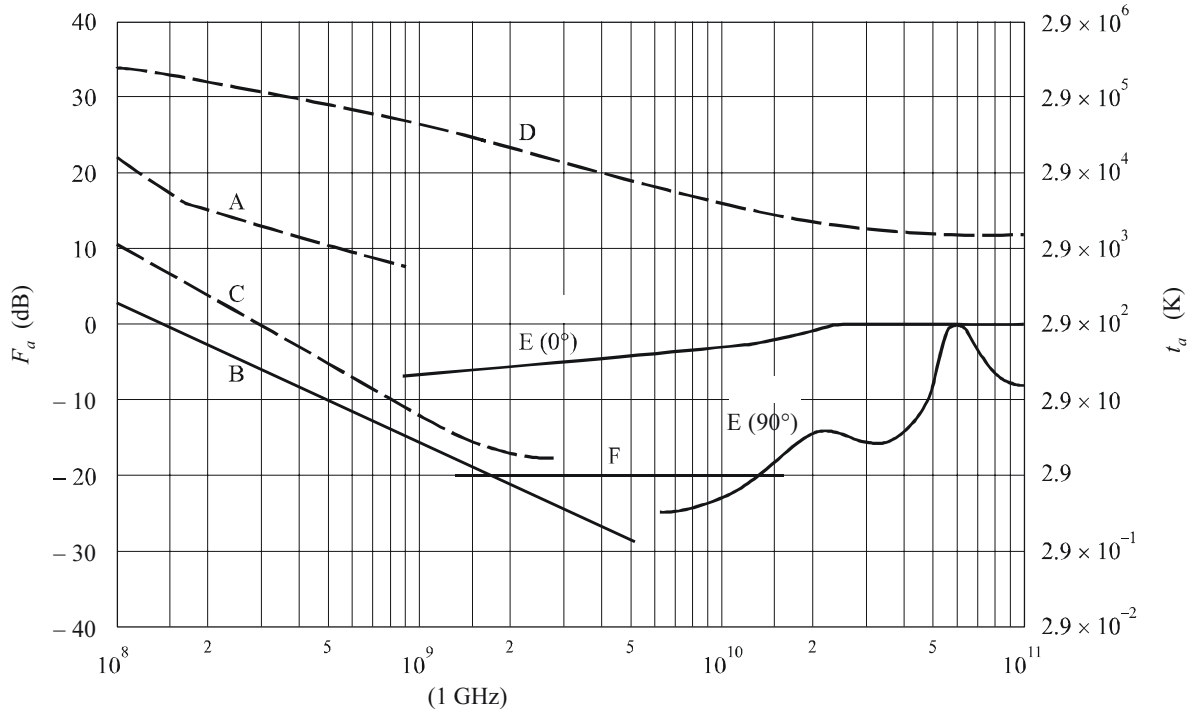


A: ضوضاء الغلاف الجوي، قيمة تجاوزت 0,5% من الزمن
B: ضوضاء الغلاف الجوي، قيمة تجاوزت 99,5% من الزمن
C: ضوضاء من صنع الإنسان، موقع استقبال هادئ
D: ضوضاء المجرة
E: متوسط الضوضاء من صنع الإنسان في منطقة تجارية
الحد الأدنى من سوية الضوضاء المرتقبة

SpecMan-055

الشكل 6.5

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

SpecMan-056

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 5-9 و5-10. 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 المنـــزلية وفي المنشآت الموصولة مباشرة بشبكة لتزويد الطاقة منخفضة التوتر تزود المباني المستخدَمة للأغراض المنـــزلية.

الصنف A يشمل التجهيزات الملائمة للاستعمال في جميع المنشآت عدا المنشآت المنـــزلية وتلك الموصولة مباشرة بشبكة لتزويد الطاقة منخفضة التوتر تزود المباني المستخدَمة للأغراض المنـــزلية.

إن تقرير حدود الإشعاع المُرضي 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. 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.

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.

يمكن الحصول على المزيد من المعلومات من منظمة الصحة العالمية (WHO)، جنيف، رقم الهاتف 2532 791 (22 41)، رقم الفاكس 4858 791 (22 41)، أو 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 النطاقين VHF وUHF في الخدمة المتنقلة.

1.9.5 هندسة تقاسم المواقع

يتسبب تقارُب موقع المرسِلات في أشكال مختلفة من لا خطيّة 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.

يكون 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 اجتماع الموقع بتحسين:

- الإدارة الفعالة للموقع
- سجلات قاعدة بيانات مفصلة للأجهزة المشتركة في موقع واحد ومعلمات التداخل الخاصة
- القدرة على تحليل التداخل عند المشاركة في 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 المستقبِل 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 غير خطية 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 vinyl؛
- 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 عشرون 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.

2.9.5 مثال لبنية تحتية متقاسَمة: شبكات خلوية من الجيل الثالث

تتألف البنية التحتية لشبكات الجيل الثالث 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.

يمكن 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-2000).

- تمكّن هذه الحلول من التطور نحو شبكات منفصلة، في مراحل لاحقة من النشر، تستجيب إلى الاحتياجات المتطورة من حيث حركة المرور والخدمات.

- ويقتصر تأثيرها على مختلف عناصر البنية التحتية، تصميم الشبكات وإدارتها التشغيلية، دون أي تداعيات محددة تنال مطاريف المستعملين.

- وفيما 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 أن نشر الاتصالات المتنقلة الدولية IMT-2000 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 للاتحاد

كتيب القطاع ITU-R – الأيونوسفير وتأثيراته على انتشار الموجات الراديوية للأرض ومن الأرض إلى الفضاء من الترددات VLF حتى الترددات SHF (جنيف، 1997).

كتيب القطاع ITU-R – انتشار الموجات الراديوية في الأنظمة المتنقلة البرية للأرض في النطاقات UHF/VHF (جنيف، 2002).

كتيب القطاع ITU-R – معلومات عن انتشار الموجات الراديوية من أجل التنبؤ فيما يتعلق بالاتصالات على المسير أرض–فضاء (جنيف، 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 F.240	نسب حماية الإشارة إلى التداخل لمختلف أصناف البث في الخدمة الثابتة أدنى من حوالي 30 MHz
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.631	استعمال أنظمة زائدية للملاحة البحرية الراديوية في النطاق 283,5-315 kHz
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	معطيات الانتشار الأيونوسفيري وطرائق التنبؤ المطلوبة من أجل تصميم الخدمات والأنظمة الساتلية
التوصية ITU-R P.533	طريقة التنبؤ بانتشار الموجات 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 RA.1031	حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاقات الترددات المتقاسمة مع خدمات أخرى
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.669	نسب حماية استقصاءات تقاسم 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.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 87-108 MHz تقريباً وخدمات الطيران في النطاق 108-118 MHz

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 100 MHz و105 GHz

التوصية ITU-R SM.1535 حماية خدمات الأمان من الإرسالات غير المطلوبة

التوصية ITU-R SM.1538 المعلمات التقنية والتشغيلية ومتطلبات الطيف في أجهزة الاتصالات الراديوية قصيرة المدى

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 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

الفصل 6

اقتصاديات الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.6 مقدمة 181

2.6 الآليات التقليدية لتمويل إدارة الطيف 181

1.2.6 التمويل من الميزانية الوطنية 182

2.2.6 الترخيص باستعمال الطيف ورسوم استعماله 182

3.2.6 رسوم أخرى 185

4.2.6 أساليب بديلة لدعم أنشطة إدارة الطيف 186

3.6 نُهُج إصدار التراخيص الخاصة بالطيف 187

1.3.6 من يأتي أولاً يُخدم أولاً 187

2.3.6 اختيار أفضل العروض 188

3.3.6 العطاءات المقارنة 188

4.3.6 التخصيص بالقرعة 189

4.6 تسعير الطيف 189

1.4.6 رسوم استعمال الطيف 190

2.4.6 المزادات العمومية كجزء من نُهج تقديم العطاءات 193

5.6 الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف 196

1.5.6 الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف 196

2.5.6 إدارة أي تحول في تمويل الطيف 201

3.5.6 تكاليف إعادة نشر الطيف (كطريقة في إدارة الطيف) 201

الملحق 1 للفصل 6 – تطبيق لتسعير الطيف 201

الملحق 2 للفصل 6 – تكلفة إعادة نشر الطيف 202

1 المصالح التي تسوِّغ قرار إعادة نشر الطيف 202

2 تكلفة إعادة النشر 203

الصفحة

3	حساب تكلفة إعادة النشر باستخدام القيمة المحاسبية المتبقية	203
1.3	تقدير التكلفة التي يتحملها المستعمل عند تركه نطاق التردد	203
2.3	القيمة المحاسبية المتبقية Vcr	204
3.3	تكاليف التجديد	204
4.3	حساب تكلفة إعادة الاستعمال	204
4	حساب تكلفة إعادة الاستعمال باستخدام القيمة الاقتصادية المتبقية	205
5	صندوق إعادة الاستعمال وإجراءات إعادة الاستعمال	206
1.5	صندوق إعادة الاستعمال	206
2.5	إجراءات إعادة الاستعمال	206
بيبليوغرافيا		208

1.6 مقدمة

يعالج هذا الفصل المسائل المتعلقة بتمويل برنامج وطني لإدارة الطيف. وهو يقدم بعض المعلومات عن استعمال أدوات جديدة 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 تبين لكثير 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.2012-2 (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 مواضيع الرسوم في الفصل 6-2.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن لجنة الدراسات 2 التابعة لقطاع تنمية الاتصالات في الاتحاد قامت 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، والتنقية 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 آحاد 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 خليطاً 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 استجلاب هذا التقرير من الموقع الإلكتروني www.ero.dk تحت العنوان التالي 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 آخر الأمر 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 الراديو[8]. 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 الراديو أو على جميع هؤلاء المستعملين. وهناك شكلان هما الأكثر شيوعاً قاطبة بالنسبة لرسوم استعمال الطيف سواء فيما يتعلق بالرسوم الأولية أو الرسوم المستمرة يتمثلان فيما يلي:

- الرسم البسيط؛
- الرسم القائم على استرداد التكاليف.

ويمكن من الناحية العملية اعتبار استرداد التكاليف بمثابة متغير للرسم البسيط نظراً لأن الإدارة هي التي تحدد السعر الذي يتعين على المرخّص له أن يدفعه، بيد أنه ينبغي إجراء تمييز بسبب تأثر بنية السعر 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.

[8] يمكن أن يُذكر خلاف ذلك أن الاقتصاد ككل يستفيد من استعمال الراديو. وأثبتت دراسات التأثير الاقتصادي التي أُجريت في المملكة المتحدة أن استعمال الراديو (بآثاره المباشرة وغير المباشرة) يولّد زهاء 2% من الناتج المحلي الإجمالي للمملكة المتحدة.

ويمكن الاطلاع على أمثلة لتطبيق رسوم الترددات في بلدان كثيرة في الموقع ITU-D SG 2 على شبكة الويب[9].

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. ومن ثم يمكن أن يتمثل نهج أكثر إنصافاً في فرض رسم متغيّر تبعاً لمعايير محددة من مثل القدر المشغول من الطيف أو نطاق التردد المستعمَل، أو المنطقة الجغرافية المغطاة.

ويتمثل أحد عيوب الرسوم البسيطة في أن الرسم المفروض قد لا يعكس تكاليف الإدارة ومن ثم يمكن أن تكون الرسوم المستردة أكبر أو أقل من تكاليف الإدارة، وهناك احتمال إذا كان الرسم مرتفعاً للغاية أن يثني المستعملين عن استعمال الطيف. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الرسوم المستندة إلى معايير محددة قد لا تكون مستندة إلى قيمة الطيف ولا إلى تكاليف الإدارة ومن ثم فإن فرض هذه الرسوم يقلّل من شفافية نظام فرض الرسوم ويمكن أي يجعل تطبيق الرسوم على المستعملين المختلفين أمراً تعسفياً تماماً. 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 ينبغي أن تُعتبر بمثابة ضرائب. ويندرج في إطار السيادة الكاملة للدولة تحديد أي المصادر (الإيرادات، الثروات) والأنشطة هو الذي يخضع للضرائب وتحديد مدى ارتفاع هذه الضرائب.

2.2.2.6 استرداد التكاليف

يتمثل الغرض من نظام استرداد التكاليف في استرداد تكاليف إدارة الطيف التي تتكبدها الإدارة لكن بغرض تفادي فرض رسوم مفرطة على المرخَّص له، وتفادي استخدام الميزانية الوطنية في تقديم إعانات مالية لأغراض إدارة الطيف. وتحدَّد رسوم استعمال الترددات، ومن ثم الرسوم المتعلقة بمنح ترخيص تردد راديوي وفقاً للتكاليف المتكبدة في إصدار الترخيص وفي عملية توزيع أو تخصيص الترددات المصاحبة له (على سبيل المثال: تخصيص الترددات وإخلاء الموقع وتنسيقه) بما في ذلك أية 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 الفقرة 3.2.6. وتنظم رسوم الترخيص عادة على أساس مبدأ استرداد التكاليف الذي يعود بشكل مباشر أو غير مباشر إلى فئة الترخيص.

ومن وجهة نظر المرخص لهم، يمكن أن يكون نظام استرداد التكاليف نظاماً أكثر إنصافاً 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

---

[9] http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp.

الترخيص ملائمة ومبرَّرة. وتزيد هاتان النقطتان على السواء التكاليف الإدارية العامة، وقد تتطلبا وضع أنظمة مالية أساسية بحيث يمكن أن تكون التكاليف مناسبة للرسوم.

كما تجدر الإشارة إلى أن التعريف والتنفيذ الدقيقين لاسترداد التكاليف يمكن أن يختلف 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) يمثل استرداد التكاليف جوانب مبدأ تغطية التكاليف الذي يفسَّر بحيث يكون مبلغ الرسوم المطبقة على المستفيدين من نشاط إداري مساوٍ لمبلغ التكاليف الناجمة عن نشاط قطاع الإدارة المعني. والواقع أنه من وجهة نظر قانونية بحتة، فإن مبدأ تغطية التكاليف يعني فحسب أن مبلغ الرسوم المطبَّقة على المستفيدين من نشاط تجاري لا يتجاوز مبلغ 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 قيمة التكاليف من المستفيدين من نشاط إداري معين عن طريق حساب الرسوم المناسبة لتكاليف قطاع إداري، ولن يكون هذا الاسترداد كاملاً وإنما جزئياً فحسب – نظراً لأن الفرق يموَّل من الميزانية العامة للدولة.

ب) وفي بعض البلدان، يحدث تمييز تبعاً لما إذا كانت الإيرادات الإجمالية للإدارة تماثل مصروفاتها أو مجرد اقترابها من قيمة هذه المصروفات. في الحالة الأولى، لا يُسمح للإدارة بتقديم إعانة مالية إلى المرخص له أو بفرض رسوم مفرطة عليه حيث يتعين أن تُردّ له أية 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 يؤدي الرسم المرتفع أكثر من اللازم إلى تكوين فائض يمكن أن يُستعمل في خفض الرسوم في السنوات اللاحقة والعكس بالعكس.

ج) يمكن أن تستند الرسوم المحددة لاسترداد التكاليف، بشكل مباشر أو غير مباشر، إلى العمل المؤدَّى بترخيص فردي أو إلى المتوسط الخاص بتلك الفئة من التراخيص.

د) أما تعقُّد عملية تخصيص الترددات، وعدد وظائف إدارة الطيف التي يتعين أداؤها من أجل إصدار ترخيص فيمكن أن تختلف بسبب ما يلي:

- الخصائص الوطنية – على سبيل المثال، عدد المستعملين أو معالم المناطق الجغرافية التي تتطلب استعمال قاعدة بيانات طبوغرافية مفصَّلة؛
- التنسيق على النطاق الدولي – على سبيل المثال، نتيجة لالتزامات المعاهدات الثنائية أو المتعددة الأطراف وما يتعلق بها من حواشٍ في لوائح الراديو أو متطلبات التنسيق.
- تكاليف أخرى ذات صلة (الدراسات المتعلقة بالراديو، والمشاركة في المؤتمرات المعنية بالاتصالات الراديوية، وما إلى ذلك).

هـ) كيف يمكن أن تختلف تكاليف آحاد وظائف إدارة الطيف المنسوبة إلى فئة تراخيص معينة. تتمثل الأسباب في هذا الصدد تبعاً لما يلي:

- تفسير ما إذا كان المرخص له هو الذي ينبغي أن يتحمل التكاليف، وينبغي أن تستقطب هذه التكاليف رسماً محدداً أم ينبغي أن تتحمل الدولة التكاليف (التي تُدفع من ميزانية الدولة)؛
- توزيع التكاليف بين التكاليف المباشرة وغير المباشرة، (انظر أدناه).

وتؤثر العوامل المذكورة آنفاً على إعداد رسم الترخيص وعلى 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*

تغطي هذه التكاليف، 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 مشاورات إقليمية أو دولية ومع الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن خدمة معينة. كما أنه في بعض نطاقات الترددات، وفي بعض الخدمات أو إذا كانت المرسِلات قريبة من بلدان مجاورة، فإن التكاليف المباشرة تشمل تكاليف المشاورات الدولية ذات الصلة.

- *التكاليف غير المباشرة*

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 المشاورات 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 آحاد طالبي التراخيص ولا تشمل التكاليف المتعلقة بفئة التراخيص. وهناك بعض الإدارات التي قد لا تفرض أي رسم على التكاليف غير المباشرة.

ويتمثل أحد عيوب استرداد التكاليف في أنه يعوق فرض رسوم على المستعملين تستند إلى استعمالهم التناسبي للطيف ومستوى ازدحام الطيف القائم 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 تتوافر 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 مما يضر ببعض المستعملين (على سبيل المثال، المستعملون الذين يعيشون في مناطق ريفية نائية) بينما لا تتوافر لمستعملين آخرين حوافز كافية لاستعمال الطيف استعمالاً يتسم بالكفاءة. بل إن الأكثر صعوبة هو تسجيل التكاليف المتكبدة لدى إصدار ترخيص فردي حيث لا تشكل هذه التكاليف أيضاً حافزاً لاستعمال الطيف استعمالاً تتوافر فيه الكفاءة.

3.2.6 رسوم أخرى

بالإضافة إلى الإيرادات والتكاليف الناجمة عن إصدار التراخيص، هناك وظائف أخرى للإدارة مرتبطة بأنشطة إدارة الطيف ينجم عنها تكاليف وإيرادات. ويمكن أن تستند هذه الرسوم إلى رسم بسيط يمكنه أو لا يمكنه أن يتيح استرداد تكاليف الوظيفة، أو تستند الرسوم إلى استرداد التكاليف. ويرد فيما يلي بعض الأمثلة على ذلك.

– *رسم الموافقة على النمط أو قبول النمط*

تفرض هذا الرسم الإدارات على الموافقة على نمط أو قبول نمط مطراف 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 تطبق الشهادة في عدد من البلدان كما تغطي التجهيزات إجراءات الإعلان الذاتي التي تتخذها الجهات المصنّعة. وبالتالي، قد تكون الإيرادات المتحصلة من هذه الرسوم غير ذات شأن.

– *رسم الاعتماد*

تضطلع الإدارة في بعض البلدان بأداء اختبارات التجهيزات المطرافية والراديوية، بينما تؤدي هذه الاختبارات في بلدان أخرى مختبرات مستقلة معتمدة لا تشكل جزءاً من الإدارة، بل وفي بعض الحالات التي تكون فيها المختبرات لا تزال تشكل جزءاً من الإدارة يجري تحصيل رسوم من أجل الحصول على الاعتماد من المختبرات. وتجدر ملاحظة أنه إذا أُدِّيت الاختبارات بواسطة هيئات معتَمَدَة، فإن الإدارات لا تستطيع عندئذ أن تفرض رسماً على ذلك إلا إذا أدى تنظيم رسوم وتكاليف الملاءمة الكهرمغنطيسية (EMC) غير المباشرة إلى تكاليف تتحملها الإدارة في مجال مراقبة السوق. ولذلك اختارت بعض الإدارات فرض رسم على الملاءمة الكهرمغنطيسية EMC 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 يؤدى ذلك بطريقة منهجية أو عشوائية. وفي بعض الحالات، يغطي رسم الترخيص العادي الرسم الخاص بالتفتيش، وفي بعض الحالات يكون رسم التفتيش رسماً 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 تغطية 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)*

في حالات هواة 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.

– *الرسم السنوي*

هو رسم يساعد في استرداد تكاليف السلطة القائمة بالتنظيم التي لا تُسترد من الرسوم المذكورة أعلاه.

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 جهداً حكومياً في المقام الأول، فإن النُهُج البديلة التي تستعمل الموارد المتأتية من خارج المدير الوطني للطيف من أجل أداء أو تمويل بعض وظائف إدارة الطيف يمكن أن تعزز كفاءة وفعالية الجهد الوطني.

واستخدم 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 من 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 المدير الوطني للطيف. ويمكن أن يختلف النهج المتبع باختلاف نطاق الترددات والخدمات الراديوية و/أو التطبيقات الراديوية الخاصة، والمقدرة الكائنة لدى المؤسسة الوطنية لإدارة الطيف، والخبرة الفنية المتيسرة من مصادر أخرى. ويمكن للمدير الوطني للطيف أن يضع حدود المسؤولية والسلطة الممنوحة لهذه المجموعات بالاستناد إلى المهام التي يتعين دعمها. وقد ترى إدارات أيضاً أنه قد يلزم تجميع لعدة نهج من أجل أداء الوظيفة الإجمالية لإدارة الطيف.

وتتمثل الأهداف المتوخاة من استعمال كيانات وطنية أخرى لمساعدة 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؛
- استكمال الخبرة الفنية للمدير الوطني للطيف.

3.6 نُهُج إصدار التراخيص الخاصة بالطيف

يتعين اتباع نهج مختلفة لإصدار التراخيص الخاصة بالطيف لمعالجة الاحتياجات المتميزة لآحاد مستعملي الراديو 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 وبوجه خاص إذا تعيَّن التخصيص لهم في فترة زمنية قصيرة فإن خيار "من يأتي أولاً يُخدم أولاً" قد لا يكون مناسباً، وتغدو آليات من مثل إجراءات تقديم العطاءات والعطاءات المقارنة أو التخصيص بالقرعة 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 (على سبيل المثال التسعير الإداري).

2.3.6 اختيار أفضل العروض

تُستخدم هذه الآلية لتحديد أي مقدمي الطلبات ينبغي منحه سبيلاً للنفاذ إلى قدر محدود من الطيف، وربما وهو الأكثر شيوعاً 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 في العادة معلومات عن التغطية السكانية وجودة الخدمة وسرعة التنفيذ وخطة عمل الجهة المشغلة. وبالنسبة للإذاعة، تقدَّم المعلومات عن البرامج: عن عدد الساعات المخصصة لبرامج الأطفال؛ والبرمجة التعليمية؛ والخدمات المتعلقة بإذاعة الأنباء. وتُعد المقترحات في العادة استجابة لمعايير وضعتها ونشرتها الإدارة. وليس على الإدارة التزام بتخصيص الطيف لأي من مقدمي الطلبات إذا لم يكن ممتثلاً للمعايير.

ويمكن أن تكون عملية مراجعة المقترحات مستنفدة للوقت وكثيفة الاحتياج إلى الموارد وعملية صنع القرار غير شفافة. وقد تكون المراجعة ذاتية، وإذا لم تكن أسباب رفض طلب مقدمي الطلبات واضحة ومتفقة مع المعايير التي نشرتها الإدارة فإن مقدمي الطلبات المرفوضين يمكن أن يطلبوا إجراء إعادة نظر قضائية. ويمكن أن يكون لأي طعن قانوني أثر هام على الجداول الزمنية للإدارات فيما يتعلق ببدء تقديم الخدمة ويمكن أن يُلزِم الإدارة بتكرار عملية طرح العطاءات بأكملها.

ويمكن أن يكون تنفيذ الإجراءات الخاصة بالعطاءات غالي التكلفة ومستنفداً للوقت حتى بدون مخاطر توجيه طعن قانوني. وتُستعمل هذه الآلية فحسب عندما يكون هناك عدد صغير من مقدمي الطلبات بالنسبة لعدد محدود من التراخيص. وبالإضافة إلى ذلك، لئن كانت الإجراءات الخاصة بالعطاءات يمكن أن تأخذ مؤهلات المرخَّص له المقبل في الاعتبار كما تستهدف إصدار الترخيص للمؤسسة المجهزة أفضل تجهيز للوفاء بمتطلبات الترخيص فإنها يمكن أن تؤدي أيضاً إلى حالة يقوم فيها مقدم الطلب الفائز بالتعزيز المفرط للعناصر التقنية/عناصر الجودة من أجل الفوز بالعطاء، ومن ثم يتعين عليه أن يطوِّر خدمة حيث على سبيل المثال تكون جودة أو مقدرة النظام تتجاوز المتطلبات التشغيلية أو حيث يجد فيما بعد أن النظام غير قادر على الوفاء بمتطلبات الترخيص.

3.3.6 العطاءات المقارنة

تستند هذه الآلية إلى إجراءات المناقصات، لكن بدلاً من أن تقوم الإدارة بتخصيص الطيف مجاناً أو لقاء رسم محدد، يُدعى مقدمو الطلبات إلى تقديم عطاء نقدي بالإضافة إلى الوفاء بمتطلبات معايير الإدارة المنشورة. ومن ثم فإن أصحاب العطاءات يحددون لأنفسهم القيمة النقدية للطيف.

ويوفر إدخال التقييم النقدي لمقدمي الطلبات مؤشراً محدوداً على قيمة الطيف لكنه قد لا يكون تقييماً تجارياً حقيقياً لأن أجزاء من عروض مقدمي الطلبات المدرجة استجابة لمعايير الإدارات المنشورة قد يكون لها أثر كبير على العطاء النقدي. ولمنع

مقدمي الطلبات من إبرام اتفاق احتكاري للحد من العنصر النقدي في عروضهم جرت العادة أن تقوم الحكومات بعد اتخاذها قراراً إدارياً بشأن قيمة الطيف بوضع حد منخفض للعنصر النقدي في العرض.

وتتمثل إحدى ميزات العطاءات المقارنة، شأنها في ذلك شأن إجراءات المناقصات، في أنه يمكن في إطارها أخذ مؤهلات المرخص له المقبل في الاعتبار، كما يمكن أن تؤخذ قيمة الطيف في الاعتبار على نحو جزئي.

وتقوم الإدارة بمراجعة جميع العروض على نحو ما يحدث في الإجراءات المتعلقة بالمناقصات. وهنا أيضاً لا تكون الإدارة ملزمة بإصدار ترخيص إلى أي من مقدمي الطلبات. ويمكن تبسيط عملية المراجعة إذا قام عدد من مقدمي الطلبات مساوٍ لعدد التراخيص المتيسرة على نحو واضح بتقديم عرض يتجاوز جميع معايير الإدارات ويعرض أفضل تقييم نقدي. إلا أن إجراءات المراجعة تكون في معظم الحالات أكثر تعقيداً لأن العطاء النقدي ليس إلا عنصراً واحداً من العرض وليس مضموناً أن يحقق أعلى عطاء نقدي الفوز. وبالإضافة إلى ذلك، فإن إدخال العنصر النقدي يتطلب تقييماً أكثر شمولاً لخطط مقدمي الطلبات من حيث عملهم التجاري، وبوجه خاص لخططهم المالية. ويمكن أن تكون عملية مراجعة العطاءات المقارنة مستنفدة للوقت وتتطلب موارد كثيفة شأنها في ذلك شأن الإجراءات الخاصة بالمناقصات. وما لم تتضح بجلاء مبررات الفوز بالعطاء يمكن القول بأن قرار الإدارة قد يكون ذاتياً أيضاً كما في حالة الإجراءات الخاصة بالمناقصات بل ويمكن أن يكون أكثر عرضة للطعن القانوني لأنه ينطوي على تقييم عناصر مختلفة (مالية وغيرها).

4.3.6 التخصيص بالقرعة

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، ما لم يكن هناك نوع ما من رسم الدخول، فإن الفائزين يُمنحون الطيف مجاناً. وبناء عليه، يمكن للإدارة أن تقرر فرض رسم على دخول 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 مقدمي الطلبات كما يمكنها أن تسترد جزءاً من قيمة الطيف.

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، وتعظيم 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 ترددات معينة، تجاوز الطلب على الطيف العرض المتيسر منه. وفي الوقت ذاته فإن الاتجاه المتزايد نحو دورات التطور الأقصر زمناً زادت الضغط على مديري الطيف من أجل اتخاذ القرارات على نحو أسرع بشأن من الذي ينبغي له الحصول على سبيل للنفاذ إلى الطيف وما هي التكنولوجيا التي ينبغي لها الحصول على سبيل للنفاذ إليه.

وفي هذه الظروف، فإن سياسات التسعير ومعظم آليات التخصيص على النحو الموصوف أعلاه قد لا تشكل 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 تتوافر فيه الكفاءة؛
- تحول دون المستعملين والاحتفاظ 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 مقدمي الطلبات.

وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض آليات التخصيص التقليدية يصعب تشغيلها بسبب عدد مقدمي الطلبات، كما أنه أكثر عرضة للطعن القانوني فيه نظراً لأن عملية صنع القرار في الإدارة (وخصوصاً عملية المقارنة) ليست شفافة بما فيه الكفاية.

وقد أدت هذه الشواغل إلى استحداث نُهج جديدة لإدارة الطيف بما في ذلك، ضمن نُهج أخرى، المعايير الاقتصادية كأداة جديدة لإدارة الطيف بالنسبة لبعض الخدمات وكوسيلة لحساب بنيات رسوم التراخيص. وتستعمل المعايير الاقتصادية جنباً إلى جنب أدوات أخرى أكثر تقليدية لإدارة الطيف بغرض تحسين هذه الإدارة وإتاحة أمكانية إدارة الطيف الراديوي على أساس أكثر إنصافاً لمنفعة جميع مستعملي الراديو ولصالح الاقتصاد العام.

1.4.6 رسوم استعمال الطيف

يتمثل أحد المجالات التي تتأثر باعتبارات تسعير الطيف في النهج المتبع تجاه رسوم استعمال الطيف التي بُحثت على نحو مستفيض لإدخال قدر مفاهيمي خاص بالقيمة الاقتصادية للطيف في بنية هذه الرسوم. وترد أدناه أمثلة على هذه الآليات لفرض الرسوم.

أ) *رسوم استعمال الطيف المستندة إلى الدخل الإجمالي للمستعملين*

يمكن تحديد الرسوم بالاستناد إلى نسبة مئوية من الدخل الإجمالي لشركة ما. وينبغي أن تكون قيمة الدخل الإجمالي المستعمَلة في حساب الرسوم مرتبطة مباشرة باستعمال الشركة للطيف من أجل تفادي أية صعوبات في عمليات المحاسبة ومراجعة الحسابات.

ب) *رسوم استعمال الطيف التشجيعية*

تحاول رسوم استعمال الطيف التشجيعية استعمال الأسعار لتحقيق أهداف إدارة الطيف، ومن ثم لتقديم بعض حوافز لاستعمال الطيف استعمالاً تتوافر فيه الكفاءة. وتتسم صيغ الرسوم التشجيعية بميزة التعبير، إلى حد ما، عن ندرة الطيف وإيجاراته التفاضلية. ومن ثم، وفي إطار هذا النهج، فإن مستويات رسوم التخصيص لا تتوقف على التحديدات القائمة على التكاليف، وتُعدّ بنية للرسوم تقترب من القيمة[10] التجارية للطيف في السوق. والغاية الإجمالية من الرسوم التشجيعية هو تشجيع زيادة استعمال الطيف بكفاءة من أجل جعل الطلب على الطيف متوازناً مع عرضه من خلال ما يلي:

---

[10] ينبغي تحديد القيمة السوقية للطيف.

- تشجيع المستعملين على التحول إلى استعمال تجهيزات للطيف أكثر كفاءة؛
- 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.

ويُعد الرسم 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 للرسم التشجيعي. ويمكن أن تشمل الصيغة عادة عدداً من المعايير، على سبيل المثال:

- *نطاق التردد*

يختلف قدر الرسم المفروض باختلاف التردد المستعمل لتشجيع المستعملين على استعمال خدمات جديدة في الأجزاء من الطيف الأقل تعرضاً للضغط أو نقل الخدمات القائمة إلى نطاقات توجد فيها قدرات احتياطية. وينبغي أن تدرك الإدارة أيضاً أن بعض الخدمات يحتاج إلى ترددات خاصة أو إلى نطاقات تردد خاصة بالوظيفة المعنية، على سبيل المثال، الاتصالات على الموجات الديكامترية وخدمات الأرصاد الجوية.

- *عرض النطاق المستعمل*

يختلف مقدار الرسم 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. والثاني هو أنه في النطاقات المتقاسَمة ونظراً لأن جميع المعايير الأخرى للتطبيقات الراديوية متطابقة فإن 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 تستبعدها 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 (على سبيل المثال المناطق الريفية). ملاحظة: استعمال الطيف في بعض المناطق الريفية يمكن أن يكون عملياً أكثر ازدحاماً منه في بعض المدن، كما أن استعمال الطيف يختلف باختلاف نوع الخدمة ونطاق التردد.

– *نطاق التغطية*

يختلف الرسم تبعاً لمنطقة الإرسال المغطاة (يشير هذا التعبير إلى المنطقة "المجمَّدة" أي المنطقة التي لا يمكن أن يستعملها آخرون بسبب استعمال حامل الترخيص لها وهي تساوي منطقة التغطية بالإضافة إلى منطقة فاصلة). ويمكن أيضاً استعمال منطقة التغطية تبعاً لعدد الأشخاص الذين يراد تغطيتهم (المشاهدون أو المستمعون المحتملون).

– *تقاسم القنوات الراديوية*[11]

هناك اختلاف في الرسوم تبعاً لما إذا كان المستعمَل هو أنظمة تقاسم قنوات تتسم بالكفاءة أو آحاد الأنظمة الراديوية.

ويتمثل العيب الذي يشوب الرسوم التشجيعية في أنه لا يمكن لأي قاعدة مهما كانت معقدة أن تأخذ في الاعتبار جميع الاختلافات القائمة في السوق.

ويقتضي هذا، التحلي بقدر كبير من التبصّر لدى تحديد رسوم الترخيص إذا كان الغرض المنشود هو تفادي حدوث تفاوت كبير بين الرسم والقيمة السوقية. وبالإضافة إلى ذلك، قد لا يكون إعداد قائمة بشأن تحديد رسم تشجيعي مهمة بسيطة إذا أريد أن يعكس الرسم بدقة الاختلاف في استعمال الطيف عبر بلد من البلدان. كما قد لا تكون الرسوم التشجيعية مناسبة لجميع الخدمات.

ج) *رسوم تكلفة الفرصة*[12]

تحاول رسوم تكلفة الفرصة محاكاة القيمة السوقية للطيف. وقد تتطلب هذه العملية تحليلاً مالياً أو تقديرات للطلب أو دراسات للسوق من أجل إجراء التقييم، كما تتطلب خبرة فنية كبيرة. وتتسم عمليات إعداد الرسوم القائمة على تكلفة الفرصة بميزة أنها موجهة مباشرة نحو تحقيق الهدف المنشود وهو محاكاة القيمة السوقية وبذلك تشجع نظر المستعملين الحاليين في وسائل بديلة للاتصال واسترداد الطيف الفائض. ملاحظة: يمكن اعتبار هذا بمثابة مثل على طريقة حساب الرسم التشجيعي.

ومثلما هو من الصعب للغاية وضع قاعدة لتحديد الرسم التشجيعي تأخذ في الاعتبار جميع المتغيرات ذات الصلة التي تؤثر على سعر الطيف في مكان معين، من الصعب للغاية أيضاً محاكاة أي مزاد عمومي بدقة كما أن الجهد اللازم لاستكمال التحليل قد يتجاوز تكاليف إجراء مزاد عمومي. ويتوقف إجراء محاكاة من هذا القبيل على تقييم قرارات آحاد 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 ستظل على الدوام عملاً غير كامل الدقة إلى حدٍ كبير. ومع ذلك يمكن أن يكون لهذه النُهج ميزات على النُهج البديلة القائمة على التكاليف من حيث إدارة الطيف من أجل تحقيق التوازن بين العرض والطلب وزيادة الرفاه الاقتصادي إلى أقصى حد. كذلك يمكن تطبيق الرسوم التشجيعية على التراخيص العامة على مدى فترة أطول من الزمن بينما تطبَّق المزادات العمومية عادة على تخصيص التراخيص في وقت معين.

يعرض الجدول 6-1 الجوانب الإيجابية والسلبية للنُهج التقليدية والنهج المستندة إلى السوق في تحديد الرسوم.

---

[11] انظر لجنة الدراسات 9 للقطاع ITU-R للاطلاع على التعريف.

[12] انظر ITU-D 1998 (SG 2) التقرير النهائي (الوثيقة 3).

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 وحدها إلى تعزيز الكفاءة التقنية أو الاقتصادية لدى استعمال الطيف.
استرداد التكاليف	بالنسبة لمستعملي الطيف يُضمن لهم ألا يدفعوا سوى التكاليف التي تولّدت عن نشاطهم مع السلطة 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 وحدها الكفاءة التقنية أو الاقتصادية لدى استعمال الطيف إنها عملية معقّدة للغاية لا يتسنى معها توزيع جميع التكاليف المباشرة وغير المباشرة لسلطة إدارة الطيف عن طريق نماذج وتعريفات حساب الرسوم. قد يحدث نتيجة للقيود القانونية ألاّ يتسنى تمويل جميع أنشطة سلطة 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 تعزّز 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	تقترب بصورة جيدة من القيمة السوقية للطيف. تعزِّز استعمال الطيف بكفاءة.	تتطلب قدراً ضخماً من البيانات والتحليلات. لا تطبَّق إلا على جزء محدود من الطيف (وهي لا تراعي سوى المستعملين والاستعمالات التي تتنافس على نطاق ترددات معيَّن).

2.4.6 المزادات العمومية كجزء من نُهج تقديم العطاءات

تمثل المزادات العمومية شكلاً جديداً لآلية تخصيص يحدد فيها مقدمو الطلبات القيمة التي يتعين فرضها. وبهذه الطريقة يحدَّد سعر الطيف تحديداً كاملاً بفعل قوى السوق والترددات الموزعة على الفائز في المزاد. ويمكن للمزاد العمومي أن يستند فحسب على سعر المزايدة أو يمكن للإدارة أن تحدد المعايير التي تشكل شروط الدخول التي يتعين على مقدمي الطلبات الوفاء

بها للمشاركة في المزاد العمومي كما يمكن للإدارة أيضاً أن تحدد سعراً أدنى مسموحاً به. ويمكن أن تكون هذه المعايير مماثلة لنوع شروط الدخول المحدد في العطاءات المقارَنة (أو القائمة على القرعة)، باستثناء أنه في بيئة المزاد العمومي أو القرعة لا تُستخدم هذه المعايير في تحديد الفائز.

- يمكن للمزادات العمومية أن تعزز استعمال الطيف بكفاءة من خلال تزويد مقدمي الطلبات الفائزين بحوافز لاستعمال الطيف بسرعة والاستفادة منه إلى أقصى حد ممكن. وأُعرب عن بعض الشواغل من أن تفرض المزادات العمومية عبئاً على المشغلين في بداية الخدمة لكن ينبغي على نحو واضح أن يكون المزايدون مدركين لاحتياجاتهم من التدفقات النقدية، كما ينبغي للممارسات التجارية الجيدة أن تضمن أن يؤخذ هذا في الاعتبار لدى تحديد قيمة عطاءاتهم.

- ويمكن للمزادات العمومية أن تكون سريعة وتتسم بالكفاءة في تخصيص الطيف مقارنة بإجراءات تقديم العطاءات التقليدية أو تقديم العطاءات المقارنة. ويمكن أن تكون المزادات العمومية ملائمة عندما تكون هناك أعداد كبيرة من مقدمي الطلبات، وتكون مفيدة إلى حد كبير عندما يكون قدر محدود من الطيف متيسر للتخصيص. وبوجه خاص، نظراً لأن تنفيذ المزادات العمومية يحد من إمكانية المحاباة والفساد من جانب الإدارات التي تخصص الطيف، فإن هذه المزادات العمومية تُعتبر شفافة وتحد من إمكانية توجيه طعن قانوني. إلا أنه كلما زاد تطبيق المعايير والشروط الخاصة بالمزاد العمومي كلما زادت إمكانية الحد من قيمة الطيف وربما الحد من مستوى المنافسة. وفي بعض الحالات ومن أجل تحديد القيود التشغيلية للترخيص، قد تحتاج الإدارات إلى تطوير نمط تسهيلات إدارة الطيف الذي كانت تعتبره من قبل غير ضروري، على سبيل المثال، وظائف المراقبة وقواعد بيانات التضاريس والمقدرات الأوتوماتية على تحليل التداخل.

ولكي يجري مزاد عمومي بطريقة سلسة ينبغي أن تُعرف قواعد وإجراءات المزاد العمومي وأن يفهمها جميع المشاركين في المزاد فهماً واضحاً قبل بدئه. ويوجَّه النصح بشدة لأي إدارة تعتزم تنفيذ مزاد عمومي بشأن الطيف بالاطلاع على المجموعة المتزايدة من المؤلفات المتعلقة بهذا الموضوع واستعراض الخبرات المكتسبة من "الرواد" في مجال المزادات العمومية الخاصة بالطيف من أجل التعلّم من كلتا النجاحات والمشاكل التي تمت مواجهتها فيما يتعلق بإعداد خطة المزاد العمومي وتنفيذها، ومدى تأثير المزاد على المشغلين وعلى الجهات المصنّعة لأدوات الاتصالات، وعلى المستعملين النهائيين.

وتبعاً لتعقّد المزاد العمومي المعني، قد يكون من المستصوب الاستعانة بنظام مزاد عمومي مؤتمت. ومن ثم قد تلزم بنية تحتية تقنية لإجراء المزاد العمومي. وقد يلزم أيضاً توفير تعليم وتدريب لكلا مديري الطيف ومقدمي العطاءات المحتملين لضمان توافر مستوى كاف من "المعرفة بالمزادات العمومية".

ويمكن أن تتخذ المزادات العمومية عدداً من الأشكال، وتتمثل بعض الأمثلة على ذلك فيما يلي:

- المزاد العمومي "الإنكليزي"

  يزيد فيه الدلاّل السعر حتى لا يبقى سوى مزايد واحد؛

- وتقدم العطاءات في المزاد في مظاريف مغلقة مختومة على أساس أول سعر

  ويقدِّم المزايدون عطاءاتهم في مظاريف مغلقة ويفوز أعلاها سعراً؛

- وتقدم العطاءات في المزاد في مظاريف مغلقة مختومة على أساس السعر الثاني

  ويقدِّم المزايدون عطاءاتهم في مظاريف مغلقة مختومة وأعلى العطاءات يفوز لكنه يدفع أعلى ثاني مبلغ في العطاءات؛

- المزاد "الهولندي"

  يعلِن الدلال سعراً عالياً ويخفّضه حتى يصيح صاحب عطاء قائلاً "هو لي"؛

- وتتم عدة جولات مزايدة متزامنة

وينطوي هذا المزاد الذي استهلته لجنة الاتصالات الاتحادية في الولايات المتحدة الأمريكية 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 تحدث جولة لا تقدَّم فيها أية عطاءات جديدة أو لا تجري فيها أية قُرَع. وهذا المتغير أكثر تعقيداً من مزادات الجولة الواحدة لكنه يتيح للمزايدين قدراً أكبر من المرونة لتجميع القُرَع بطرق شتى، كذلك نظراً لأن هذا المزاد أكثر انفتاحاً من عملية عطاءات المظاريف المختومة فإنه يحد من أثر الإحساس بالغيظ من الفائز في المزاد ويتيح لأصحاب العطاءات تقديم عطاءاتهم بقدر أكبر من الثقة.

المزايا

تتمتع المزادات العمومية بميزة منح التراخيص إلى من يقدّرونها أعلى تقدير لها مع توليد إيرادات في الوقت ذاته لكن هذا لا يعني أن هذه الإيرادات ستكون مماثلة في حجمها لقيمة العطاءات 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 للطيف في مجال معين أعلى تقييم من جانب الإذاعيين لكن وُزعت على الراديو المتنقل، فإن الإيرادات والفوائد الاقتصادية المتولدة من ذلك الطيف ستكون أقل منه إذا سُمح للإذاعيين بالمشاركة في المزاد العمومي.

كما يتيح توسيع نطاق الاستعمالات على الصعيد الوطني بموجب تراخيص ممنوحة من خلال مزاد عمومي استعمال الطيف في الخدمات التي تكون الحاجة ماسة إليها للغاية.

العيوب

غير أن العيب المحتمل في التعريف الفضفاض للخدمات هو زيادة تكلفة تنسيق التداخل بين المرخَّص لهم الذين يستعملون ترددات مجاورة للطيف ويوجدون في مناطق قريبة جغرافياً. وتنطبق هذه الحجج المتعلقة ببنية التوزيع أيضاً على نظام لحقوق استعمال الطيف التي يمكن نقلها بعد التخصيص الأولي الطيف. وفي المستقبَل، عندما يتزايد التقارُب في استعمال الطيف سيقل هذا الأثر السلبي الجانبي.

والمزادات العمومية ليست حلاً شاملاً 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 المنشودة اجتماعياً، كما إنها غير مناسبة حيثما لا توجد منافسة أو يوجد قدر محدود منها. وفي الواقع إن أهم عامل وحيد لعرض ترخيص في مزاد عمومي هو أن خدمات مقدمي الطلبات الفائزين ينبغي أن تواجه المنافسة؛ ولذلك فإن شرطاً أساسياً لإجراء المزادات العمومية هو وجود تشريع فعلي خاص بالمنافسة لضمان ألا يشكّل مقدمو العطاءات ترتيبات لتحديد السعر.

وقد تكون المزادات العمومية غير ذات كفاءة أو غير عملية بالنسبة لبعض الخدمات أو الأحوال. وتتمثل إحدى الحالات النمطية في الحالة التي تغيب فيها المنافسة عن عملية تخصيص الطيف. ويمكن أن يحدث هذا، على سبيل المثال بالنسبة لأنظمة الموجات الصغرية الثابتة التي تتسم بقدر كبير من الوصلات الفردية ذات فتحات الحزم الضيقة والمواقع المحددة مواضعها بدقة

شديدة أو حيث لا يتوقع المشغلون المحتملون تحقيق عائد حقيقي لاستثماراتهم ضمن نطاق زمني معقول. وتتمثل حالة ثانية نمطية في حالة مقدمي الخدمات المنشودة اجتماعياً والتي تستعمل الطيف من مثل الدفاع الوطني أو البحوث العلمية التي تكابد أحياناً صعوبات في إضفاء قيمة مالية على الطيف مما يؤدي إلى نقص في توفير هذه الخدمات إلى المجتمع إذا واجه جميع مقدمي خدمات استعمال الطيف مزادات عمومية.

وإذا حدثت مزادات ترمي إلى منح ترخيص لأنظمة ساتلية عالمية أو دولية 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 من قبل مقدمي الخدمات المحتملين لأنهم سيصبحوا غير متأكدين من الفوز في المزادات في جميع البلدان التي يرغبون في تقديم الخدمات فيها. وإذا كان عدم التيقن هذا على قدر كاف من الشدة فإنه يمكن أن يعوق تقدّم الأنظمة الساتلية الدولية وتطويرها.

القيود

إذا قررت إدارة استخدام المزادات العمومية فينبغي أن تدرك أنه بوجه عام كلما زاد عدد التنظيمات أو الشروط أو القيود الموضوعة على استعمال الطيف الذي يتعين إدخاله في المزاد كلما انخفض الإيراد المالي للمزاد، ومن ثم، قد ترغب الإدارات تبعاً لأولوياتها في النظر في إجراء عمليات المبادلة المعنية. وبنفس الروح قد تختار الإدارات تقييد عرض الطيف الأمر الذي يؤدي بوجه عام إلى إيرادات أعلى للمزاد؛ إلا أنه توجد مبادلة هنا أيضاً بمعنى أن عرض الطيف المقيَّد يؤدي إلى نطاق أضيق من الخدمات التي تقدم إلى المستهلكين وأسعار استهلاك أعلى وانخفاض إجمالي في الكفاءة الاقتصادية.

وبغية تعزيز المنافسة، قد يكون من اللازم فرض ضمانات إضافية بشأن الخدمات موضع المزاد العمومي. فعلى سبيل المثال، في بعض الحالات قد يكون بعض أو جميع المزايدين المحتملين مقدمي خدمات مهيمنين يسعون إلى تعزيز أوضاعهم الاحتكارية أو أوضاعهم القائمة على احتكار القِلّة (عدد محدود من المتنافسين). ومن شأن القيود المفروضة على التأهيل للمشاركة في مزاد عمومي أو القيود المفروضة على القدر من الطيف الذي يمكن لأي كيان أن يفوز به أن تخفف من حدة هذه المشكلة وإن كان ذلك يمكن أن يحد من عدد المشاركين.

وتحدَّد على المستوى الوطني القرارات المتعلقة باستعمال إيرادات المزادات العمومية.

5.6 الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف[13]

1.5.6 الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف

أدى تسعير الطيف ببعض الإدارات والمرخص لهم إلى إعادة النظر في الحقوق أو التصاريح المرتبطة بالترخيص وفيما يدرجونه في الترخيص وكيف ينبغي لهم تحديد هذه الحقوق وما إذا كانت هذه الحقوق قابلة للمتاجرة بها بصفة رئيسية في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وهناك بديلان في هذا الصدد؛ أحدهما هو ترخيص باستعمال التجهيزات، والآخر هو الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف. وهناك في التطبيق تغيرات أساسية كثيرة في سياسات تسعير الطيف/وفرض الرسوم التقليدية على استعماله، وفي الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف، والتراخيص المتعلقة بالتجهيزات، لكن بعضها غير ممكن تنفيذه من الناحية العملية.

---

[13] تحتاج الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف إلى تعريف واضح من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات، بوجه خاص لأنها تتعلق بالخدمات الساتلية.

الجدول 6-2

تحديد سعر الطيف

المواضيع	المواضيع الفرعية	رقم الفقرة
التسعير التشجيعي للطيف ["قيمة" الطيف]	– "المتغيرات الاقتصادية" لحساب الرسم (قاعدة تحديد الرسم): – عرض النطاق – الحصرية – الموقع الجغرافي – نطاق التغطية – إلخ. – الرسوم القائمة على الدخل الإجمالي – الرسوم القائمة على تكلفة الفرص	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	رسم بسيط على امتياز استعمال مورد عمومي	1.2.6 4.3.6
المزادات العمومية العطاءات المقدمة في إطار "العطاءات المقارنة" العطاءات واختيار أفضل العروض	السعر الذي عرضه الفائزون بالعطاء	2.4.6 2.3.6
المتاجرة الثانوية	"حقوق استعمال الترددات" المنقولة عقب مدفوعات دفعها مستعمِل جديد إلى المستعمل السابق	7.6 4.5.6 5.5.6

تجدر الإشارة إلى أنه ليس من الضروري التوصل إلى اختيار ما من مختلف أنواع التسعير المبيَّنة أدناه. ففي بلد واحد يمكن أن توجد أنواع مختلفة من التسعير جنباً إلى جنب أو يمكن تجميع عناصر تسعير مختلفة معاً في الإجمالي.

1.1.5.6 حقوق استعمال الطيف التي يحصل عليها المرخَّص له

قد يكون الطيف من بعض الوجوه مماثلاً للأرض من حيث إنه يمكن تقسيمه إلى "قطع" يمكن أن تخلَّى أو تؤجَّر، ومع ذلك، فإن الطيف لا يسهل تعريفه أو تحديده مثل الأرض نظراً لأن الانتشار الراديوي غير محدد بحدود مادية أو سياسية. وبالإضافة إلى ذلك، لئن كان تعبير "بيع الطيف" يُستخدم غالباً فيما يتعلق بالمزادات العمومية فإنه ليس في الواقع سوى فكرة مفاهيمية. وفي الممارسة، فإن الترخيص هو الذي يصدر، والمزاد العمومي ليس إلا آلية للسوق تُستعمل لتخصيصه.

ويتوقف مدى الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف التي يحصل عليها مستعمِل على فرادى التراخيص ذات الشروط والاستثناءات المرتبطة بها. ولا تؤثر هذه "الشروط والاستثناءات" على طبيعة الحقوق وإنما تؤثر فقط على نطاقها. وتُمنح هذه الحقوق للمستعمِل عندما يخصَّص الطيف. وتغطي الحقوق المتعلقة باستعمال الطيف عادة تفاصيل تبيِّن الخصائص التقنية والتشغيلية المحددة للنظام الراديوي الذي سيُستعمل انطلاقاً من مكان محدد أو ضمن منطقة خاصة. ويمكنها أن تشمل أيضاً المتطلبات المتعلقة، على سبيل المثال، بفترات التشغيل أو بتقاسم الترددات.

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. وأدى استحداث تسعير الطيف أي من خلال المزادات العمومية 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[14] (بغض النظر عن مدة الترخيص غير أنه كلما كانت المدة أطول كلما كانت قيمة الترخيص أعلى) ويمكن أن يُستخدم في تمويل البرامج الإنمائية للمستعملين. وكلما قلت القيود المفروضة على استعمال الطيف كلما زادت قيمة الترخيص والعكس كلما زادت القيود على استعمال الطيف كلما 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:

  - تعوق إجراء المزاد العمومي أو،

  - إذا أصبحت هذه الحقوق فيما بعد موضع تنازع بين المرخَّص له والإدارة، وتثير الشكوك في قيمة الترخيص – فإن ذلك يمكن أن يفضي أيضاً إلى توجيه طعن قانوني للإدارة أو إلى المطالبة بتعويض.

وإذا اقترحت إدارة إدخال حقوق استعمال الطيف فإن من المهم للغاية تعريف هذه الحقوق، ووضع الأساس القانوني لعملية البيع. ومن المرغوب فيه على نحو واضح 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 تثير مشاكل، خصوصاً عندما يكون هناك عدد من البلدان ذا حدود كثيرة قريبة بعضها من بعض، 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.

في الحالة الأولى على الرغم من أنه من الممكن تشغيل بعض الخدمات على نطاق التردد ذاته، فإنه يتعين أن تُبحث 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 التي يقدمها فقد يكون من الضروري على المرخَّص له أن يسترد 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

---

[14] لا تُستخدم لفظة asset في هذا القسم بمعناها المحاسبي المعياري.

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. ويتم الفصل في الدعاوى المتعلقة بالحقوق الخاصة باستعمال الطيف وفقاً للقوانين الوطنية.

2.1.5.6 حقوق استعمال الطيف التي تحتفظ بها الإدارة

تتسم حقوق استعمال الطيف التي تحتفظ بها أي إدارة بأهميتها للإدارة ولأي مقدمي طلبات متنافسين من أجل الحصول على الطيف. وتتسم هذه الحقوق بأهميتها أيضاً للبلدان المجاورة[15]. ومن ثم لدى تزويد المرخَّص له بحقوق أوسع نطاقاً وربما بالقدرة على تغيير جوانب الخدمة التي يقدمها أو خصائصها التقنية، يتعين على الإدارة أن تضمن أنها تحتفظ بتحكم كافٍ في الطيف وأن لديها المقدرة على استرداده إذا دعت الحاجة إلى ذلك. ومن المنظور الدولي ينبغي للإدارة أن تحتفظ بحقوق استعمال الطيف اللازمة لما يلي:

- توفير نقطة الاتصال الدولية بشأن المسائل الخاصة بالاتصالات؛
- مراقبة جميع الإشارات الراديوية الصادرة من أقاليمها؛
- الوفاء بالتزاماتها بموجب الاتفاقات والمعاهدات الدولية (على سبيل المثال دستور الاتحاد الدولي للاتصالات) وإدراج حق المطالبة باسترداد الطيف من جديد قبل انتهاء مدة الترخيص إذا تعيَّن عليها بالضرورة، على سبيل المثال، 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 من الناحية العملية يمكن أن تكون هناك متطلبات إضافية تتوقف على التشريعات الوطنية، وبنية وتنظيم العملية الوطنية لإدارة الطيف. وقد تتباين المتطلبات الإضافية إزاء مختلف المرخص لهم إذ يمكن أن تتضمن، ضمن أشياء أخرى، مستويات مختلفة فيما يتعلق بإدارة الطيف فيما بين المرخص لهم، كما يمكن أن تتضمن مراقبة الخدمة ونمط النظام الراديوي والمنطقة التي يغطيها ونطاق الترددات والاستعمال الحصري أو المتقاسَم لها والكيفية التي سيُستعمل بها النظام الراديوي.

3.1.5.6 مدة الترخيص

تختلف مدة الترخيص باختلاف البلدان. وعادة ما تتراوح فترة الترخيص بين سنة أو 5 سنوات أو 10 سنوات وإن كانت مدة بعض التراخيص الخاصة أقصر زمنياً من ذلك. كما أنه في بعض البلدان، يمكن 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.

---

[15] يتوقف معنى تعبير البلدان المجاورة في هذا الخصوص على مسافات الانتشار ويمكن أن تمتد إلى 1 000 ميل أو ربما أكثر تبعاً للترددات ولما إذا كان مسير الانتشار فوق الأرض أو في البحر.

4.1.5.6 حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل أو المرنة

لا توجد 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 لا يستبعدان بعضهما بالضرورة.

- *حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل* – تتمثل في نقل حقوق المرخص له في استعمال الطيف إما كلياً أو جزئياً إلى طرف ثالث.

- *حقوق استعمال الطيف المرنة* – تتمثل في 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.

ويمكن في بعض البلدان إجراء نوع من نقل حقوق استعمال الطيف أو المرونة في استعماله 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.

ولتفادي أية تقييدات لا موجب لها في عملية حقوق استعمال الطيف ولضمان أن تكون فعالة اقتصادياً على نحو كامل، يتعين أن يكون تعريف حقوق استعمال الطيف تعريفاً مرناً. ويتيح أقل التعاريف تقييداً للمرخص له أن يختار الخدمات التي يقدمها إلى المستعملين النهائيين لكن هذا لا يتسق مع حماية المستعملين النهائيين القائمين ولا مع ضمان عدم 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 حلٌّ مقبول في مكان ما بين هذين الحدين الأقصى فيما يتعلق بتحقيق توازن 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.

5.1.5.6 سوق التداول

يُعدّ وجود سوق للتداول شرطاً مسبقاً لإدراج حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل في شروط الترخيص المعني وفي حدود المنطقة الجغرافية المعنية. وإذا لم يكن ثمة وجود لسوق للتداول قد يجد صغار المستعملين الذين يتمتعون بحقوق استعمال الطيف القابلة للنقل من الصعب عليهم تحقيق القيمة السوقية الراهنة بالنسبة لطيفهم، ويمكن أن يعانوا من الغُبن مقارنة بكبار المستعملين. وفي الوقت الحالي، فإن حقوق الاستعمال الواردة في معظم تراخيص الترددات في كافة أنحاء العالم ليست قابلة للنقل كما أن سوق التداول تحتاج بوضوح إلى كلا حقوق استعمال الطيف القابلة للنقل وتراخيص ذات قدر كافٍ من تحقيق أمن الحيازة، ومدة الاستعمال الملائمة. ومن شأن القدرة على المتاجرة بالطيف أن تشجع استخدامه على نحو يتسم بالكفاءة من خلال توفير آلية للمرخص لهم من أجل الحصول على عائد اقتصادي من أي قدر من الطيف لم يعودوا بحاجة إليه.

ويتعين تسجيل أي نقل للحقوق لدى سلطات إدارة الطيف. كما أن سوق الطيف، شأنها في ذلك شأن أي سوق، تحتاج إلى تنظيم لتجنب العمليات التعسفية. وثمة حاجة بصفة خاصة إلى تشريع منظم المنافسة لمنع اختزان الطيف وتحديد السعر. وإذا تعيَّن إنشاء سوق للطيف فربما يكون من الضروري المساعدة في إنشاء مؤسسات جديدة لإعادة بيع الترددات، وربما خدمات تسويق الطيف.

2.5.6 إدارة أي تحول في تمويل الطيف

يتوقف ما إذا كان مستوى الفوائد الاقتصادية العائدة من استعمال الراديو تزداد أو تنقص على استعمال الطيف بكفاءة وإدارته على نحو فعّال. ونظراً لأن تنفيذ عملية تسعير الطيف أو الحقوق المتعلقة باستعماله يمكن أن يكون لها أثر كبير على عمليات إدارة الطيف، فإن المستصوَب هو وجوب إدارة التغيير بسبب ما يُحتمل أن ينشأ عن ذلك من آثار على الاقتصاد، وعملية منح التراخيص، وأوساط الصناعة ومستعملي الراديو. ومن الضروري بوجه خاص بحث تأثير أي تغيير في المستوى القائم من تمويل إدارة الطيف سواء في الأجل القصير أو الأجل الطويل. ويتوقف نوع الآثار التي تنشأ على ما يلي:

- عملية إدارة الطيف التي تضطلع بها الإدارة وبنيتها التنظيمية؛
- مدى ونوع خدمات الاتصالات الراديوية وخدمات الاتصالات القائمة في البلد؛
- نوع ومدى التغيرات المقترحة؛
- التشريعات الوطنية.

3.5.6 تكاليف إعادة نشر الطيف (كطريقة في إدارة الطيف)

تمثل إعادة النشر 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 نشر الطيف إلى التجربة الفرنسية. إلا أن المبادئ العامة المحددة يمكن أن تنطبق تماماً على بلدان أخرى (انظر الملحق 2).

الملحق 1

للفصل 6

تطبيق لتسعير الطيف

بموجب قانون الاتصالات الراديوية لعام 1989، أقامت نيوزيلندا نظاماً لإدارة الطيف يعتمد اعتماداً كبيراً على مبادئ السوق الحرة. وأجّرت وزارة التجارة من خلال مزادات عمومية "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، المستويات المحددة. والحقوق الواردة في التراخيص هذه قابلة أيضاً للمتاجرة. وأما نطاقات التردد التي لا تندرج ضمن هذا النظام، بما في ذلك النطاقات التي يُعتقد أن مشاكلها الخاصة بالتداخل الدولي مشاكل مرهقة، فإنها لا تزال تحت إدارة 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 التي تربط الضغوط الاقتصادية بنهج أكثر تقليدية لإدارة الطيف قد استُحدثت في بلدان عديدة، على سبيل المثال، فيما يتعلق بالأنظمة الراديوية الخاصة.

الملحق 2

للفصل 6

تكلفة إعادة نشر الطيف

1 المصالح التي تسوِّغ قرار إعادة نشر الطيف

ينبغي للمجتمع بأكمله أن يستخلص فوائد كافية من إعادة نشر 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" لدى 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 نشر الطيف، من الضروري مقارنة المنافع من حيث القيمة الخاصة والقيمة الاجتماعية بالنسبة للوكيل الذي يُطلب منه التخلي عن نطاقات الترددات والمنافع بالنسبة للوكيل الوافد أو الداخل.

تشير $U_{\text{المشغّل الخارج}}$ و$U_{\text{المشغّل الداخل}}$ إلى المنافع الخاصة بكل منهما (والتي تشمل القيمة الخاصة والقيمة الاجتماعية للمشغّل الذي يترك الطيف والمشغّل الذي يحل محله. أما $C_{\text{تكلفة الانتقال}}$ فتشير تكلفة إعادة نشر 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 النشر

يُفترض نتيجة لإعادة نشر الطيف أن يُلزم مستعمل نطاق الترددات على التخلي 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 النشر". أما تكلفة الانتقال $C_{\text{تكلفة الانتقال}}$ التي نوقشت من قبل فتشكل جزءاً من تكلفة إعادة الاستعمال.

وفي قطاع الاتصالات بوجه خاص، فإن قيمة إعادة بيع التجهيزات المشمولة في عملية الانتقال لا تُعرف في معظم الحالات. وتسمى الاستثمارات المنفذة في هذه الشبكات غالباً "تكاليف متكبَّدة" بالنسبة للمستعملين. ويعني هذا أنه إذا كفّ 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 يتوخى اتباع نهجين يُعرضان أدناه من أجل حساب تكلفة إعادة الاستعمال:

- الحساب باستخدام القيمة المحاسبية المتبقية؛
- الحساب باستخدام القيمة الاقتصادية المتبقية.

3 حساب تكلفة إعادة النشر 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 على سبيل المثال 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 على سبيل المثال بالنسبة لهيئة تمتلك وصلات راديوية ثابتة) فإنه ينبغي مواجهة 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.

وتمثل Ci التكاليف التي يتكبدها المستعمِل لدى تركه نطاق تردد. وCi مساوية إما لـــ Cd إذا أُلزم المستعمِل بشغل نطاق تردد مختلف أو تكون مساوية لـــ Cd الأصغر وCs إذا أتيحت للمستعمل إمكانية اعتماد حل سلكي.

2.3 القيمة المحاسبية المتبقية Vcr

يقدم هذا النهج خَصماً لقاء عمر تجهيزات المستعمِل الخارج، بالأخذ بالقيمة "Vcr" القيمة المحاسبية المتبقية لهذه التجهيزات. ويتمثل التعريف العادي للقيمة المحاسبية المتبقية لأحد التجهيزات على النحو التالي:

Vcr = سعر شراء التجهيزات الجاهزة للاستعمال منقوصاً منه قيمة استهلاكها

وتمثل Vcr قيمة الجزء من التجهيزات المتبقي لتحديد قيمته بعد الإهلاك. وإذا لم يتسنَّ للمالك في هذه المرحلة من مراحل تحديد قيمة الإهلاك أن يستعمل التجهيزات سيتعين على المالك وفقاً للنظرية المحاسبية أن يتحمل خسارة مساوية للقيمة Vcr.

3.3 تكاليف التجديد

بسبب التطور التكنولوجي وتقادُم التجهيزات يُدعى مشغِّل نطاق التردد إلى تجديد تجهيزاته حتى بدون حدوث أي تغيّر في النطاق. وتمثّل Cr تكلفة تجديد التجهيزات هذه بخصائص مطابقة لنطاق التردد ذاته. وتمثل Cr في هذه الحالة التكلفة التي يتعين على مشغل النطاق هذا تحملها حتى في حالة عدم إعادة استعمال أي طيف.

4.3 حساب تكلفة إعادة الاستعمال

يؤخذ في هذا الصدد مَثَل مستعمِل نطاق تردد معين يحدد لتجهيزاته الحالية قيمة محاسبية متبقية Vcr ويتعين عليه أن يخلي هذا النطاق بسبب إعادة استعمال للنطاق. ويعني تركه النطاق أنه يتعين عليه أن ينفق مبلغاً مساوياً لـــCi (انظر الفقرة 1.3.1) ليتمكن من مواصلة أنشطته. وقد يعني إخلاءه للنطاق أن من المستحيل عليه أن يستعمل تجهيزاته الحالية مما يسبب بالتالي خسائر مساوية لـــ Vcr (انظر الفقرة 2.3.1). وإذا كان عليه أن يبقى في النطاق، فإنه يتعين عليه أن ينفق مبلغاً مساوياً لـــ Cr (انظر الفقرة 3.3.1). 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 الاستعمال ويعني هذا أن المستعمِل له مصلحة في أن يترك بإرادته الحرة نطاق التردد الذي يشغله حالياً؛
- يتطلب حساب تكلفة إعادة استعمال نطاق تردد في كل حالة تقييماً يجريه خبير لتحديد التكاليف الفعلية للشبكة القائمة والشبكة الجديدة.

وتتسم نتائج الحساب بحساسيتها الشديدة لمستوى إهلاك التجهيزات ولمعمارية الشبكة القائمة.

4 حساب تكلفة إعادة الاستعمال باستخدام القيمة الاقتصادية المتبقية

يُجعل النهج الاقتصادي في الإمكان، ضمن أشياء أخرى، إغفال العاملين التاليين:

- أن العمر الفعلي للتجهيزات في الخدمة قد يكون مختلفاً عن العمر المستعمَل لأغراض المحاسبة[16] (الذي يحدَّد على أساس مدة إهلاك التجهيزات)؛
- إمكانية عدم تطبيق المستعمِل الخارج لنظام خاص بتحديد قيمة إهلاك التجهيزات.

تحليل قيمة الشبكات

ما أن يدرك المشغل الداخل مصلحته في استعمال موجات راديوية لتقديم خدمته، وعندما يثبُت أن القيمة للمشغل الداخل أكبر من القيمة للمشغل الخارج + 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 صغيرة القيمة للمجتمع وتكنولوجيتها تقادمت أو لم يعد لاستعمالها أي مبرر؛ كل تلك حالات يفضَّل فيها أن يوقِف المشغِّل الخارج نشاطه.
- *تقاسم نطاقات الترددات الخاصة بخدمة واحدة*: يستعمل المشغل الحالي ترددات لكن على نحو غير كافٍ أو أنه غير قادر على تبرير القدر الذي تحت تصرفه؛ في هذه الحالة يمكنه، بدون إعاقة تقنية، الموافقة على أن يضطلع مشغل آخر بتقديم الخدمة ذاتها.
- *تقاسم نطاقات الترددات بين خدمات مختلفة*: يمكن للمشغل الداخل أن يستغل نطاق التردد المضيف بدون أن يتعين على المشغل القائم الانتقال إلى نطاق آخر، ويمكن للمشغل الأخير أن يواصل استغلال الطيف بدون تداخل من المشغل الداخل. وهذا هو الحل المتمثل في تقاسم نطاقات الترددات من أجل توفير استعمالات مختلفة.
- *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 لدى فحص ذلك أن تكلفة تنفيذ نشاط المشغل الخارج على نطاقات ترددات أخرى أعلى من تكلفة تنفيذ النشاط ذاته على كيان داعم سلكي (كبل، ألياف بصرية، وما إلى ذلك). ومن الأفضل بالنسبة لخدمة لم تتغير أن يخلي المشغل الخارج نطاقات الترددات وأن ينتقل إلى منصة بديلة.

ويمكن معالجة هذه الحالات من خلال إجراء دراسة اقتصادية لمختلف الخيارات الاستثمارية.

---

[16] يختلف تقدير إهلاك التجهيزات لأغراض مسك الدفاتر (المحاسبة) عن تقدير إهلاك التجهيزات الاقتصادي. فالتجهيزات التي نقصت قيمتها تماماً نتيجة للإهلاك يمكنها في أكثر الأحيان أن تُستعمل لعدة سنوات قبل استبدالها. وبعبارة محددة فإن الحساب الاقتصادي للإهلاك هو قيمة الإهلاك خلال مدة معينة (الخسارة في القيمة الاسمية للتجهيزات على مدى سنة) وتمثل المدة مكافأة رأس المال الثابت لكن بسعر خصم k (أو تكلفة رأس المال). ولا يُدرج في الأعباء المالية المسجلة في الحسابات إلا المكافأة لذلك الجزء من رأس المال التي تموَّل بالاقتراض (بالدين). ونتيجة لذلك، فإن حساب الإهلاك للأغراض المحاسبية يماثل تكلفة الاستعمال المستمر (الاستثمار مقسوماً على عُمر التجهيزات المستعمَلة الواردة في الحسابات) وتمثل الأعباء المالية المتناقصة فرقاً في التغطية مقارنة بالحساب الاقتصادي للإهلاك. وبالنسبة للحساب الأخير، تطبّق المكافأة على مجموع قيمة رأس مال الاستثمار المعني نظراً لأن ذلك الجزء من التمويل قد تم الحصول عليه داخلياً. ولذلك فهو يغطي كلا المعادِل للأعباء المالية، والمكافأة التي يحصل عليها الاستثمار من موارده الخاصة (مكافأة أصحاب الأسهم، وما إلى ذلك).

وفيما يتعلق بالعمل المنفَّذ في فرنسا بشأن فك مجموعة العروات المحلية وحساب تكلفة الشبكات، تُبحث تكلفة إعادة استعمال الطيف من خلال مقارنة مختلف الخيارات (المسمّاة هنا أيضاً "تشكيلات"). وفي 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 ليلائم مشغّلاً آخر)، ينبغي ألا يؤدي انتقال المشغّل (المسمَّى المشغّل الخارج) إلى إلحاق ضرر بنفسه. وينبغي أن يتضمن الانتقال حافزاً للمشغل الخارج، وإلا فإنه لن يخلي نطاق تردده أو سيحاول تأخير تركه لهذا النطاق. وبالمثل، ينبغي ألاّ يؤدي انتقال المشغل إلى تكوين الأرباح. 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 تجهيزاته فقط.

5 صندوق إعادة الاستعمال وإجراءات إعادة الاستعمال

1.5 صندوق إعادة الاستعمال

تدير الصندوق هيئة مسؤولة عن إدارة الطيف (AFNR: الوكالة الوطنية للترددات) ذات ميزانية خاصة منفصلة تماماً عن ميزانية الوكالة AFNR العامة. ويمكن أن تموَّل هذه الميزانية بعدة طرق تشمل تقديم مساهمات من كيانات عمومية من أجل تلبية متطلبات إعادة الاستعمال. وحتى الآن لم ترد سوى مساهمات من وزارة المالية فقط.

وتقدِّم وزارة المالية السهم الأولي في الصندوق، على أساس سنوي، تبلغ قيمته 3 ملايين يورو، يزداد بمبلغ إضافي يحدَّد كل عام على أساس كل حالة على حدة على ضوء الحالات التي يتم معالجتها. وفي الفترة من 1997 إلى 2001 بلغت قيمة المساهمات الصادرة من وزارة المالية 65 مليون يورو بسبب عمليات الانتقال التي لزمت للتكيف مع التطبيقات GSM 1800، وIMT-2000 وSRD (بما في ذلك تكنولوجيا إدارة الأمتعة على الخط مباشرة). وفي مرحلة لاحقة، ستأتي مساهمات أيضاً من أشخاص من القطاع الخاص. وقد يُدعى المستعملون إلى دفع مساهماتهم في الصندوق في الوقت الذي يحصلون فيه على نطاق التردد الجديد. على سبيل المثال، سيساهم مشغلو النظام العالمي للاتصالات المتنقلة GSM في عام 2002 لقاء ترددات إضافية في النطاق GHz 1,8، كما سيدفع مشغلو الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2000 وما بعدها المساهمات بمجرد منحهم التصاريح، أي في سبتمبر 2001.

وتوقّع الوزارات والسلطات المستقلة (أو الكيانات المفوَّضة لهذا الغرض) المستفيدة من صندوق إعادة الاستعمال اتفاقية لإعادة الاستعمال 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. ويتمثل الكيانات اللذان استفادا فعلياً من صندوق إعادة الاستعمال، بصفة رئيسية، في مشغِّل France Telecom ووزارة الدفاع. ويتمثل مستفيدان آخران بوجه خاص في EDF والشركة الوطنية للسكك الحديدية SNCF.

2.5 إجراءات إعادة الاستعمال

استهلَّ الإجراءات الجزء من الإدارة المسؤول عن تخصيص الترددات قبل إعادة تخصيص نطاق التردد. وفي فرنسا، تُعرف الهيئات المسؤولة عن تخصيص الترددات باسم "affectataires".

تتمثل المهام التي أوكلتها الدولة إلى الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات حسب طلبها، فيما يلي:

- إعداد تقييم مختلف عناصر التكلفة ومبادئ إعادة الاستعمال؛
- اقتراح جدول زمني لعملية إعادة الاستعمال؛
- تنظيم الإشراف على الإجراءات؛
- إدارة صندوق إعادة الاستعمال.

وتعتمد الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات من أجل تنفيذ هذه المهام على عدد من اللجان التي يُسعى داخلها إلى التوصل إلى توافق في الآراء، ويتم التوصل إليه فعلاً. وتتمثل اللجان المشاركة في عملية إعادة الاستعمال فيما يلي:

CPF : لجنة تخطيط الترددات (The Frequency Planning Board).

تتلقى هذه اللجنة طلبات الحصول على الترددات الصادرة من الهيئة المسؤولة عن التخصيص وتفحصها وتنسقها.

وتضطلع هذه اللجنة بالمهام التالية:

- إعداد الجدول الوطني لتوزيع الترددات وتحديثه بصفة مستمرة، والقيام عند الضرورة، بتحقيق التناسق في استعمال نطاقات الترددات؛
- 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 باعتبارها هيئة الاستئناف.

CSPR : لجنة التحليل التجميعي والمستقبلي للاتصالات الراديوية (Radiocommunication Synthesis and Prospective Analysis Commission).

تسهم هذه اللجنة CSPR في التحليلات المستقبلية لطيف الترددات الراديوية بغية تحقيق أمثل استخدام له من قبل عامة الناس والمستعملين الخاصين، وتقديم مقترحات تتعلق بقواعد الاتساق الكهرمغنطيسي؛ وهندسة الطيف والمعايير اللازمة لضمان الاستعمال السليم للأنظمة الراديوية.

وتجمع اللجنة CSPR ممثلي الإدارات المعنية فضلاً عن مشغلي الشبكات المفتوحة لعامة الناس وممثلي أوساط الصناعات المعنية.

وتعمل اللجنة CSPR بمساعدة أربع لجان فرعية:

- CCE: لجنة الملاءمة الكهرمغنطيسية (Electromagnetic Compatibility Commission).
- CVS: لجنة تثمين الطيف (Spectrum Value Commission).
- CRDS: لجنة إعادة النظر في تخصيص الطيف (Spectrum Review Commission).
- CFRS: لجنة صناديق إعادة استعمال الطيف (Spectrum Redeployment Fund Commission).

وتُتخذ القرارات في العادة بتوافق الآراء. إلا أنه حيث لا يتسنى تحقيق ذلك يتخذ القرار مجلس الوكالة الوطنية لتخصيص الترددات وهي الهيئة العليا لاتخاذ القرارات في المسائل المتعلقة بطيف الترددات. ويمكن بعدئذ بدء اتخاذ إجراءات خاصة بالاستئناف لدى مكتب رئيس الوزراء بناء على طلب أحد أعضاء مجلس الوكالة الوطنية لتخصيص للترددات (ANFR).

وقد تمت معالجة جميع حالات إعادة الاستعمال حتى تاريخه باستخدام الإجراءات العادية وتم الحصول على توافق الآراء في اللجان المعنية مع ضمان توافر الشفافية التامة.

بيبليوغرافيا

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد

تقرير قطاع الاتصالات الراديوية ITU-R SM.2012 – الجوانب الاقتصادية لإدارة الطيف

الفصل 7

أتمتة أنشطة إدارة الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.7 مقدمة 213

2.7 تطبيقات أنشطة إدارة الطيف 213

1.2.7 متى تكون أتمتة عملية إدارة الطيف لازمة 214

2.2.7 مزايا أتمتة عملية إدارة الطيف 216

3.7 العناصر الرئيسية لنظام مؤتمت لإدارة الطيف 217

4.7 الانتقال من الأنظمة اليدوية إلى الأنظمة الحاسوبية 220

5.7 الخلاصة 221

المراجع 222

الملحق 1 للفصل 7 – تطوير الاتحاد الدولي للاتصالات لأنظمة إدارة الطيف المحوسبة وتنفيذها 223

1 مقدمة 223

1.1 تطوير نظام WinBASMS ومواصفاته 223

2.1 عيوب نظام WinBASMS 225

الملحق 2 للفصل 7 – إدارة الطيف الراديوي في ماليزيا (دراسة حالة) 226

الملحق 3 للفصل 7 – توصيف إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف (SAAGER) 228

1 مقدمة 228

2 نظام إدارة الطيف 229

1.2 معالجة الطلبات 229

الصفحة

2.2 تخصيص التردد 231
1.2.2 عملية تخصيص التردد 231
2.2.2 الاتحاد الدولي للاتصالات والخطة الوطنية لتوزيع الترددات 232
3.2.2 التنسيق عبر الحدود 232
3.2 إصدار التراخيص 232
4.2 هندسة الطيف 232
5.2 التقارير الهندسية 234
3 مراقبة الطيف 235
1.3 قدرات البرمجية 236
2.3 المقاييس المترية 236
3.3 عرض الخرائط والتحكم فيها 237
4.3 جهاز استقبال المرقاب 237
5.3 تحديد الاتجاه 238
6.3 محاكاة عملية المراقبة لأغراض التدريب 239
7.3 وظائف نظام مراقبة الطيف 240
8.3 التقارير 240
4 استعمال الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا (CONATEL) للنظام 240
1.4 الشكاوى واكتشاف الانتهاكات 241
2.4 إمكانية توسيع إمكانيات نظام إدارة ومراقبة الطيف 242
5 تجارب الآخرين مع النظام المؤتمت لإدارة الطيف الذي تستعمله الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا (CONATEL) 242
1.5 مقدمة 242
2.5 معالجة الطلب 243
3.5 تخصيص التردد 243
4.5 اقتصاديات الطيف 243
5.5 إصدار التراخيص 243
6.5 هندسة الطيف 244
7.5 مراقبة الطيف 244

الصفحة

الملحق 4 للفصل 7 – مثال لبرمجيات وأتمتة إدارة الطيف في وسط وشرق أوروبا 245

الملحق 5 للفصل 7 – الإدارة الوطنية للترددات في تركيا 249

الملحق 6 للفصل 7 – تحديث أنظمة إدارة الطيف القديمة 260

1 نظرة عامة 260

1.1 مقدمة 260

2 التحدي 260

3 الوضع القائم 261

1.3 بيئة البرمجيات غير المتجانسة 261

2.3 بيئات البيانات غير المتجانسة 262

4 نحو نظام متكامل وموحد وحديث 263

1.4 اختيار المنصة 265

2.4 تحليل عمليات العميل 266

3.4 الدروس المستفادة أثناء بناء التطبيق 266

4.4 تحويل البيانات 267

5 النظام المتقدم لإدارة الترددات 268

6 الانتقال إلى نظام إدارة الترددات 270

7 المستقبَل 270

8 ملخص 270

الملحق 7 للفصل 7 – نظام الإدارة والمراقبة الوطنية للطيف في بيرو 272

1 مقدمة 272

1.1 وصف النظام 272

2.1 المنافع التي من المتوقع أن تحققها وزارة النقل والاتصالات 273

الصفحة

2 عرض نظام إدارة الطيف 274

1.2 تنفيذ المشروع 274

2.2 وصف النظام 274

3.2 إدارة مستعملي النظام وإدارة الأمن 277

4.2 المهام الإدارية 277

1.4.2 السطح البيني لإدخال البيانات وتعريف البيانات 277

2.4.2 إدارة مستعملي الطيف 278

3.4.2 إدارة تدفق العمل ومعالجته 278

4.4.2 إدارة التنسيق الدولي 278

5.4.2 الموافقة على أنواع المعدات واعتمادها 278

6.4.2 إصدار التراخيص 278

7.4.2 إصدار الفواتير، ومعالجة الرسوم، والإبلاغ الأوتوماتيكي عن التجديد 279

5.2 أدوات التحليل التقني 279

1.5.2 إدخال بيانات السطح البيني التقني 279

2.5.2 التحليلات الهندسية، وتحليلات التوافق الكهرمغنطيسي، وتحليلات *نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل* 280

3.5.2 تخصيص التردد 281

6.2 السطح البيني مع نظام مراقبة الطيف 281

7.2 نظام المعلومات الجغرافية 282

1.7.2 أدوات نظام المعلومات الجغرافية 282

2.7.2 تشكيل قاعدة بيانات الخرائط بوزارة النقل والاتصالات 283

8.2 الخلاصة 283

بيبليوغرافيا 284

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، وإنتاج تقارير عن البيانات وإجراء الدراسات التحليلية.

وقد أصبحت الأنظمة الحاسوبية غير الباهظة التكاليف والقادرة على التعامل مع كميات كبيرة من البيانات أو إجراء دراسات تحليلية معقدة متاحة منذ فترة من الوقت. وساعدت التطورات التكنولوجية على التقليل 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 قام مكتب تنمية الاتصالات بتزويد الإدارات في البلدان الأقل نمواً بنظامين من المعدات الحاسوبية، كما تبنى المكتب عملية تطوير برمجيات أساسية لإدارة الطيف (WinBASMS) أصبحت الآن متاحة بأربع لغات. وسوف يتم تحديث هذا النظام في القريب تحت اسم SMS4DC.

ويقوم مكتب الاتصالات الراديوية بفحص التخصيصات المقررة للترددات وتحليل مشاكل التداخل المحتملة، وفي حالة ما إذا كانت النتائج إيجابية، يقوم بتسجيل التخصيصات في السجل الأساسي الدولي للترددات أو بتحديث الخطط. ومن المهم بدرجة كبيرة أن تمارس الإدارات منفردة نفس هذه الأنشطة. وينبغي بصفة خاصة أن تكون ملفات البيانات المعيارية وطرائق التحليل متاحة لجميع الإدارات حتى يمكن تحقيق الاستعمالات الفعالة لطيف الترددات الراديوية.

والغرض من هذا الفصل هو تقديم هذا الموضوع والإشارة إلى الوثائق الحديثة التي تتناوله. وليس المقصود أن يكون هذا الفصل بديلاً للكتيب الذي أصدره قطاع الاتصالات الراديوية حول هذا الموضوع بعنوان تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب (2005) أو للتوصيات التي سبق أن أعدتها لجنة الدراسات 1 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 سطح بيني للرد على الاستفسارات؛
- الرسوم والتبليغ الأوتوماتيكي 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 يوجد وصف له 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 تعد ضرورية لتلبية متطلبات إدارة الطيف. ومن الضروري الاهتمام بقائمة عناصر البيانات المطلوبة للتنسيق الدولي. ولوضع منهاج مشترك للحصول على البيانات وتحديثها واسترجاعها، يمكن أن تشمل بيانات إدارة الطيف الفئات التالية:

- بيانات توزيع التردد؛
- بيانات تخصيص التردد؛
- بيانات حاملي التراخيص؛
- بيانات مواصفات المعدات؛
- الرسوم؛
- بيانات التضاريس الجغرافية؛
- بيانات تنسيق التردد؛
- بيانات التبليغ عن التردد؛
- بيانات رصد التردد؛
- وبيانات الإنفاذ.

1.2.7 متى 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، فما لم يتم تصميم نظام الإدارة المؤتمتة للطيف بالشكل الملائم، يمكن أن تتحول إلى عبء على الإدارة وليس حلاً لمشكلتها.

ولكي ينجح النظام المؤتمت لإدارة الطيف، يتعين على الإدارة التي تقترح تنفيذ مثل 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 السلطة المسؤولة عن إدارة الطيف والوحدات المعاونة لها وأنها تعمل بشكل فعال. ومن بين ما يشمله ذلك 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، أو بالتعاقد مع جهة خارجية، أو بشراء البرمجيات المتاحة في السوق، أو 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 جانت 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 مثل أشكال بيانية توضح تدفق العمليات أو شفرة وهمية؛

- تحديد المواصفات الوظيفية والفنية. توضح هذه المواصفات تطور النظام وتمثل الأساس بالنسبة للتصميم التفصيلي للنظام؛

- توافر المستند التنظيمي والإجرائي عن الأنظمة والعمليات القائمة. وسيكون المكلفون بتطوير النظام في حاجة إلى الاطلاع على هذا المستند 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.

ولتعظيم 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. وينبغي 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 مثل 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 الرصد الراديوي (راجع كتيب مراقبة الطيف الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية (جنيف، 2002))؛

- إقامة نظام يحقق سرعة إصدار الفواتير المعززة بالمستندات لمستعملي الطيف؛

- توفير مزيد من الدقة في إعداد وتقديم نماذج التبليغ الإلكترونية التي يتم إرسالها إلى الاتحاد الدولي للاتصالات في ضوء عملية التحقق الأوتوماتيكي من صحة البيانات التي يمكن تنفيذها؛

- وتوافر التبادل الإلكتروني للبيانات فيما بين الإدارات أو مع إحدى الإدارات والاتحاد الدولي للاتصالات (راجع التوصية ITU-R SM.668).

ويعد مجموع عدد عناصر البيانات التي تدعم جميع هذه الوظائف كبيراً 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 مع زيادة حالة ازدحام الطيف. وترتبط 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 بعنوان "تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب" (جنيف، 2005). 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 الأقراص المدمجة (CD-ROM). وبذلك تكون البيانات متاحة في النسق المحدد للاستعمال الوطني في مجال الرد على الاستفسارات وفي شكل قاعدة بيانات. وهذه البيانات متوافرة 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 مدمج.

3.7 العناصر الرئيسية لنظام مؤتمت لإدارة الطيف

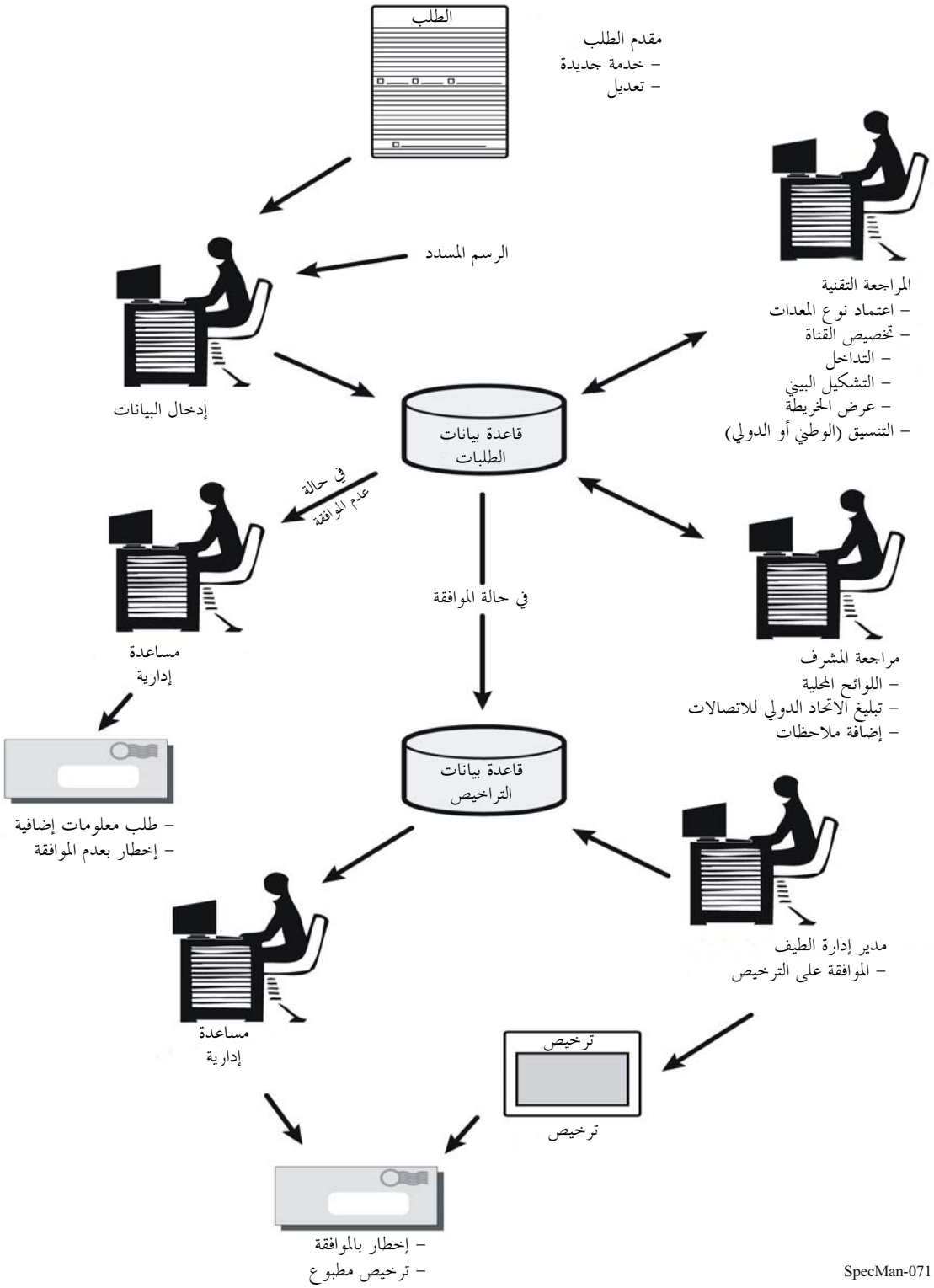
لتقييم تطبيق استعمال الأنظمة الحاسوبية في وضع معين من أوضاع إدارة الطيف، يجب تحليل الأنواع المختلفة من المعدات والبرمجيات الحاسوبية. ويتضمن الشكل 1.7 مثالاً على نظام لإدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب.

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 توافر 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



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 توافر 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.1048 مبادئ توجيهية لتصميم نظام أساسي لإدارة الطيف المؤتمتة. وقد أمكن تطوير البرمجيات المناسبة لهذا النظام، أساساً من أجل البلدان النامية، ويمكن الآن الحصول عليها بدون مقابل من مكتب تنمية الاتصالات. ويعمل أحدث إصدار من هذه البرمجية (WinBASMS 2.1) في بيئة ويندوز (3.1, 95, 98, NT4, W2000, Me, XP) بثلاث لغات (الإنكليزية، أو الفرنسية، أو الإسبانية). كما يوجد إصدار متوفر باللغة الروسية (2.0). وقد نظم مكتب تنمية الاتصالات عدة حلقات دراسية في الماضي لتدريب الإدارات على استعمال هذه البرمجية. وقد دعت التوصية ITU-R SM.1604 إلى تحديث هذه البرمجية، ويقوم مكتب تنمية الاتصالات في الوقت الحاضر بتنفيذ مشروع لهذا الغرض وسوف تعاد تسمية البرمجية ليصبح SMS4DC.

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 للبلدان المختلفة التوصل إلى نفس النتائج فيما يتعلق بتطبيق الخدمة في المناطق الواقعة على الحدود فيما بينها.

4. خرائط جغرافية ونظام للمعلومات الجغرافية لأغراض العرض.

5. سطح بيني واضح المعالم ومن السهل التعامل معه لتسهيلات مراقبة الطيف.

وللاطلاع على مزيد من التفاصيل الخاصة بالتسهيلات التي ستتم أتمتتها، يمكن الرجوع إلى التوصية ITU-R SM.1370.

وتشمل التسهيلات التي لا ينبغي أن تتوقعها الهيئة التنظيمية من عملية الأتمتة ما يلي:

1. التخصيص الأوتوماتيكي للترددات.

2. التخطيط الأوتوماتيكي لموقع التردد.

3. جودة الخدمة في النظام الخلوي.

4.7 الانتقال من الأنظمة اليدوية إلى الأنظمة الحاسوبية

إن الانتقال من تقنيات التحليل اليدوية إلى التقنيات المؤتمتة تترتب عليه مزايا عديدة، ويصبح أمراً لا مفر منه مع زيادة 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) توافر الاعتمادات المالية اللازمة لتطوير التطبيقات التي ستستعمل لفترات طويلة؛

  ه) توافر 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 المستندات (التراخيص ونماذج الطلبات وخطط التوزيع والفواتير، وغيرها) في عمليات إدارة الطيف. وكثيراً ما تكون هذه المستندات مستندات 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 المستندات المستعملة بعناية لكي يمكن الوفاء باحتياجات الإدارة فيما يتعلق بإدارة الطيف وتوفير هذه المستندات 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 المستندات 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 توفيرهم، لأن ذلك يُمكنها من إجراء تقييم دقيق لقدرات المقاول ويزيد من قدرتها على تنفيذ الضمانات.

وقد حدث الكثير من المشاكل التعاقدية في مثل هذه المشاريع في الماضي. وغالباً ما تؤدي الخلافات حول بنود العقد إلى مشاعر سيئة لدى الطرفين. ولذلك، فمن 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 تحريك الطرفين نحو نهاية ناجحة. ولهذه الأسباب، فمن 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 وأنواع الحائزين،....) وكذلك البيانات التقنية العامة (أنواع الخدمات وأنواع المحطات وأنواع المعدات وأنواع الهواتف المتنقلة وخطط الترددات ونسب الحماية ومنحنيات الرفض خارج القنوات،....). وبوسعنا في العادة 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 سيتم إجراؤها للتأكد من نجاح عملية تحويل البيانات، والاختبارات التي سيتم إجراؤها للتأكد من استكمال عملية تحويل البيانات.

وهذه المسؤولية المشتركة ينبغي أن تشكل جزءاً من الاتفاق التعاقدي لتلافي سوء الفهم. وينبغي أن تحدد هذه المستندات 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 المكررة. وكثيراً ما يتم تحويل البيانات المستقاة من سجلات يدوية إلى نسق إلكتروني وسيط (إكسل مثلاً)، ثم يتم إدخالها في النظام الجديد باستعمال لغة البرمجة التي سيحددها المقاول وفقاً لما تقتضيه طبيعة المستند.

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، وزيادة عدد المعاملات، وزيادة عدد العمليات التحليلية ودرجة تعقيدها، يصبح استعمال الأنظمة المؤتمتة لإدارة الطيف من الأمور التي لا مناص منها. وتوجد أنظمة حاسوبية في الوقت الحاضر تتمتع بالقدرات اللازمة من حيث معالجة البيانات وتخزينها، وتوفر أداء جيداً بتكلفة معقولة.

وطبقاً للتوصية ITU-R SM.1048، اشترك في تطوير النظام الأساسي المؤتمت لإدارة الطيف كل من قطاع الاتصالات الراديوية وقطاع تنمية الاتصالات بما يتفق مع أوضاع البلدان النامية من حيث الخدمات الراديوية الأساسية واستعمالات مستعمل واحد (راجع الملحق 1 بهذا الفصل). ويمكن الحصول على برمجية تشغيل هذا النظام من مكتب تنمية الاتصالات، ولكن دون الحصول على دعم. وسوف يحل محل هذه البرمجية إصدار جديد هو SMS4DC، طبقاً للتوصية ITU-R SM.1604.

وقد وضعت لجنة الدراسات 1 توصية جديدة (ITU-R SM.1370) تتضمن مبادئ توجيهية لتصميم نظام مؤتمت متقدم لإدارة الطيف (AASMS)، ولا بد أن تمثل هذه التوصية أساس أي عطاءات تطرحها الإدارات الراغبة في تطوير مثل هذه الأنظمة.

وتتضمن الملحقات من 2 إلى 7 بهذا 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 مثل 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 تعوقه، وليس تحديد تفاصيل أنظمة بذاتها.

المراجع

كتيب قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد – مراقبة الطيف (جنيف، 2002).

كتيب قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد – تقنيات إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب (جنيف، 2005).

نصوص التوصيات الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد

التوصية ITU-R SM.182	المراقبة المؤتمتة لشَغل طيف الترددات الراديوية
التوصية ITU-R SM.668	تبادل المعلومات إلكترونياً لأغراض إدارة الطيف
التوصية ITU-R SM.1047	الإدارة الوطنية للطيف
التوصية ITU-R SM.1048	مبادئ توجيهية لتصميم نظام مؤتمت أساسي لإدارة الطيف
التوصية ITU-R SM.0370	مبادئ توجيهية لتصميم تطوير أنظمة مؤتمتة متقدمة 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
التوصية ITU-R SM.1604	مبادئ توجيهية من أجل نظام متطور لإدارة الطيف للبلدان النامية

الملحق 1

للفصل 7

تطوير الاتحاد الدولي للاتصالات لأنظمة إدارة الطيف المحوسبة وتنفيذها

1 مقدمة

النظام الأساسي المؤتمت لإدارة الطيف (BASMS) والإصدار المستعمل مع برنامج ويندوز (WinBASMS) هما أول نظامين لإدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب، وقد قام بتطويرهما الاتحاد الدولي للاتصالات بمشاركة قطاع الاتصالات الراديوية وقطاع تنمية الاتصالات، وخصوصاً مكتب تنمية الاتصالات التابع لقطاع تنمية الاتصالات. ويعد ذلك مثالاً ممتازاً على التعاون بين القطاعين. وقد تنقل مركز الأنشطة ذات الصلة طوال السنين فيما بين القطاعين.

وقد بدأ تطوير نظام إدارة الطيف بالاستعانة بالحاسوب في عام 1992، بوضع مبادئ توجيهية عامة لتطوير النظام الأساسي المؤتمت لإدارة الطيف (BASMS). واستغرق ذلك ثلاثة اجتماعات دولية لفريق من المتخصصين في لجنة الدراسات 1 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية وعدداً من المتخصصين بمكتب تنمية الاتصالات، وانتهت هذه الاجتماعات بالموافقة على التوصيـــة ITU-R SM.1048.

وقد وضع فريق الخبراء الذي أنشأه مكتب تنمية الاتصالات المواصفات اللازم توافرها في البرمجيات، وأشرف على تطوير البرمجيات ذات الصلة وإجراء الاختبارات عليها وتنفيذها. وبدأ تنفيذ صيغة DOS الأولى من النظام (BASMS) في عام 1995، وتم تعديل النظام في عام 1997 للعمل في بيئة ويندوز (WinBASMS)، وتمت ترجمة السطح البيني للمستعملين من اللغة الإنكليزية إلى اللغات الفرنسية والروسية والإسبانية. وقد تم تنفيذ نظام WinBASMS بالفعل في عدد من البلدان.

واستناداً إلى الخبرة المكتسبة، وضعت لجنة الدراسات 1 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية في عام 1998 التوصية ITU-R SM 1370 التي تحدد المتطلبات الرئيسية للأنظمة المؤتمتة المتقدمة لإدارة الطيف (AASMS). ويعكف فريق الخبراء في الوقت الحاضر على وضع مواصفات تحديث WinBASMS وتطوير البرمجيات المناسبة لنظام SMS4DC الجديد (نظام إدارة الطيف للبلدان النامية).

1.1 تطوير نظام WinBASMS ومواصفاته

الغرض من نظام WinBASMS هو تزويد البلدان النامية بأداة تستطيع بها تحقيق الإدارة الكفء والفعالة للطيف الراديوي أساساً لأغراض البث الإذاعي، والخدمات الراديوية الثابتة والمتنقلة، وبالتالي الإسراع بتنمية التكنولوجيا اللاسلكية في تلك البلدان.

ويتألف نظام BASMS من نظام لإدارة قاعدة بيانات وعدد من الأدوات الهندسية الأساسية لأغراض إدارة الطيف.

ولعل مما يثير الاهتمام أن نعرف أنه أثناء وضع التوصية ITU-R SM.1048، جرت مناقشات كثيرة حول مستوى التعقيد الذي ينبغي أن يكون عليه نظام BASMS، وأنه تقرر في آخر الأمر أن يقتصر النظام على الأدوات الأساسية اللازمة لإدارة الطيف إذ كان من المتوقع أن غالبية البلدان التي ستستخدم النظام سيكون عدد تخصيصات الترددات فيها ضئيلاً نسبياً وأنها لن تكون في حاجة إلى أدوات هندسية معقدة.

ثم استرشد مكتب تنمية الاتصالات بعد ذلك بالتوصية ITU-R SM.1048، كما استرشد بها فريق الخبراء في تنفيذ نظام BASMS. ووضع فريق الخبراء طلب اقتراح وأعلن عنه في عام 1994. وأبرِم عقد مع شركة أمريكية، هي شركة أبحاث الطيف التطبيقية، في عام 1994، لتطوير نظام BASMS. وانتهى العمل في تطوير النظام في عام 1995، وأجرى فريق الخبراء اختبارات ألفا (Alpha testing) عليه لاستعراضه. ثم أجري أول اختبار بيتا (Beta test) على النظام، وأجريت تدريبات عليه في جنيف في أغسطس من عام 1995.

وفي عام 1996، أصبح واضحاً وجود اهتمام كبير بتحويل نظام BASMS من العمل من منصة DOS إلى منصة Windows، وزيادة قدراته وخصوصاً فيما يتعلق بعدد اللغات وترجمته إلى اللغتين الفرنسية والإسبانية لكي يصبح بوسع بلدان أخرى الاستفادة منه. وقام فريق الخبراء بدراسة هذا التعديل بالإضافة إلى التغييرات الأخرى التي لا تؤثر على الوظائف الأساسية للبرمجية. وفي عام 1997، مُنِح عقد لشركة CGI الكندية بتعديل البرمجية بحيث يمكن اختيار لغة التشغيل من بين الإنكليزية أو الفرنسية أو الإسبانية، وتغيير بنيته ليصبح قائماً على نظام WINDOWS وإدخال عدد من التحسينات على طريقة عرض قاعدة البيانات وإجراء الحسابات الهندسية.

وانتهي العمل في تحسين البرمجية في عام 1997. ولأغراض حلقة دراسية في بيشكيك، بجمهورية قيرغيزستان، قامت وكالة الاتصالات بدولة قيرغيزستان بترجمة نظام WinBASMS إلى اللغة الروسية، كما أن كتيب التشغيل أصبح متاحاً باللغة الروسية.

ويتم توزيع نظام WinBASMS في الوقت الحاضر بدون مقابل باللغات الإنكليزية والفرنسية والإسبانية (كما توجد نسخة باللغة الروسية يمكن الحصول عليها بطلب خاص) من خلال الحلقات الدراسية التي يقوم بتنظيمها مكتب تنمية الاتصالات في الأقاليم والمناطق المختلفة، كما تقضي خطة عمل فاليتا، وكذلك في إطار بعثات المساعدات التقنية التي ينظمها مكتب تنمية الاتصالات على تخصيص التردد وتنمية الاتصالات الراديوية.

ونظام WinBASMS مصمم بالشكل الذي يضمن سهولة استعماله وصيانته من جانب مستعمل واحد. ويمكن استعمال نسخ متعددة من هذا النظام داخل الإدارة لتسهيل تشغيل المتطلبات المختلفة لإدارة الطيف. وعلى سبيل المثال، فإذا كان عدد تخصيصات الترددات كبيراً جداً ولا يستطيع مستعمل واحد التعامل معها، يمكن توزيع العمل على أكثر من مستعمل للتعامل مع نطاقات الترددات المختلفة أو الخدمات المختلفة.

ويمكن استعمال نظام WinBASMS لدعم معظم المتطلبات الوظيفية الموضحة في الكتيب الذي أصدره الاتحاد الدولي للاتصالات عن الإدارة الوطنية للطيف في عام 1995.

وقد تم تطوير أدوات تقنية محددة للتعامل مع التطبيقات الخاصة بنظام WinBASMS.

2.1 عيوب نظام WinBASMS

لا يعد نظام WinBASMS خالياً من العيوب، باعتباره أول محاولة دولية في هذا الصدد. ومن أهم هذه العيوب ما يلي:

- أغفل النظام الكثير من الجوانب في تنفيذ نماذج الانتشار، وخصوصاً ما نصت عليه التوصية ITU-R P.370؛
- إجراءات حساب التداخل شديدة التبسيط في خواص تخصيص التردد؛
- قصور عملية تنسيق التردد وملامح التبليغ إلى الاتحاد؛
- قصور القسم الخاص بقاعدة بيانات مراقبة الطيف؛
- وجود بعض العيوب الطفيفة التي تجعل تشغيل النظام صعباً.

ومن الضروري الإشارة إلى أن الكثيرين من الخبراء يرون أن عدم قدرة نظام WinBASMS على دعم أكثر من مستعمل يمثل أسوأ عقبة أمام انتشار إدخال النظام في كثير من البلدان النامية التي يوجد بها عدد كبير من تخصيصات التردد. كذلك أشار بعض الخبراء إلى ضرورة إدخال إجراءات الأمن على مستويات متعددة في النظام، وكذلك إدخال قاعدة البيانات الرقمية للتضاريس والبرمجية المناسبة لإجراء حسابات تتسم بمزيد من الدقة أثناء عملية تخصيص التردد، في حالة رغبة المستعملين في ذلك.

ولذلك، فمن الواضح أن نظام WinBASMS ينبغي تحديثه لكي يكون أكثر قدرة على العمل في عدد أكبر من البلدان. ومن المهم جداً في هذا السياق الربط بين تحديث النظام وتطوير نظام مؤتمت متقدم لإدارة الطيف (AASMS) للحصول على أفضل النتائج. ويمكن في هذا السياق الرجوع إلى التوصية ITU-R SM.1604 – مبادئ توجيهية لتحديث نظام إدارة الطيف من أجل البلدان النامية.

ويعتمد مكتب تنمية الاتصالات في الوقت الحاضر على هذه التوصية وعلى خطة العمل التي وضعها المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2002 في تطوير بديل لنظام WinBASMS تحت اسم SMS4DC. ولا بد أن هذا النظام الجديد سوف يتلافى جميع النقائص والعيوب التي أمكن تحديدها. ومن المأمول أن يصبح هذا النظام متاحاً وقت انعقاد المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2006.

الملحق 2

للفصل 7

إدارة الطيف الراديوي في ماليزيا

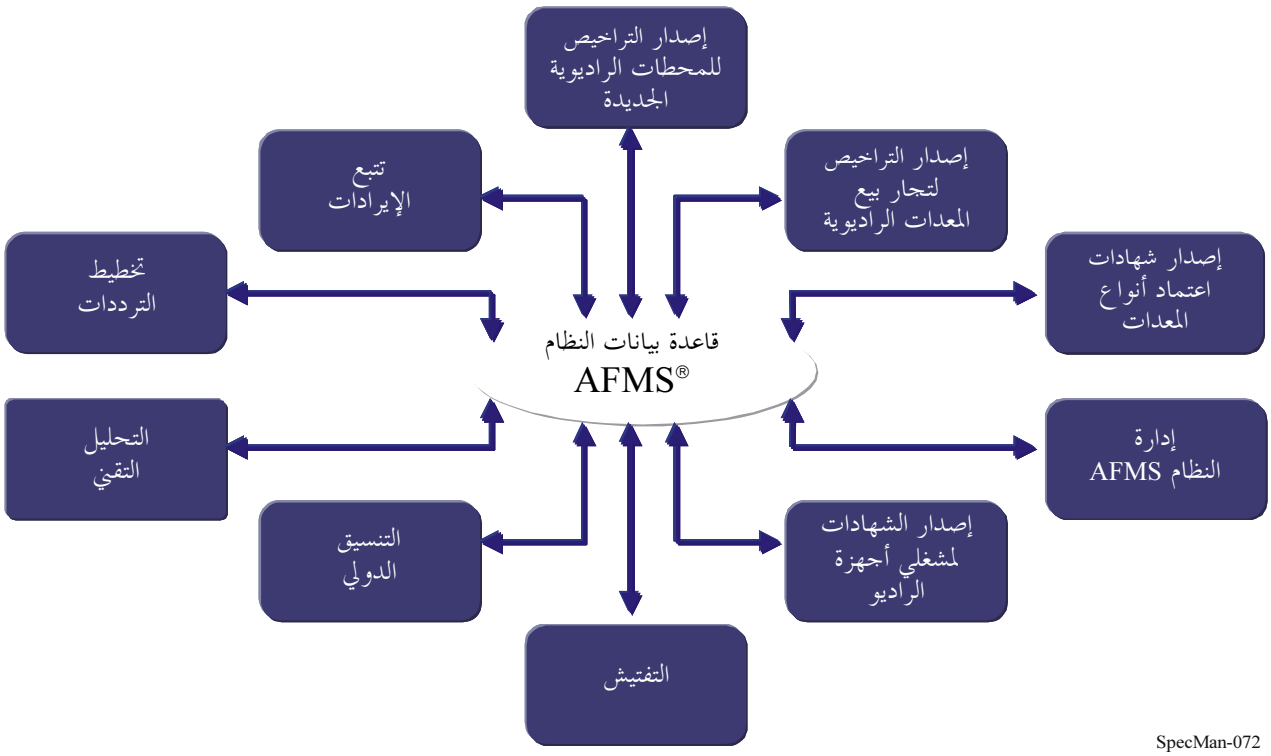
(دراسة حالة)

النظام المؤتمت لإدارة الترددات (AFMS) هو نظام حاسوبي يعمل بنظام ويندوز 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 التردد وقاعدة بيانات الترخيص طبقاً لهيكل أوراكل 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 توجد في كوالالمبور ويتضمن سطحاً بينياً لنظام مراقبة الطيف.

الشكل 2.7

وحدات نظام AFMS



وحتى يوم 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 مع 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 عقد التسعينات من القرن العشرين. وفي سنة 1999، وأثناء معرض تليكوم – 1999 الذي نظمه الاتحاد في جنيف بسويسرا، وافقت ماليزيا على عقد بتحديث أنظمة الحاسوب في هيئة تنظيم الاتصالات، التي أعيد تنظيمها لتصبح هيئة الاتصالات والوسائط المتعددة في ماليزيا. وبفضل بعد نظر حكومة ماليزيا، يتضمن العقد الحالي نصاً له دلالته عن إجراء المشاورات والتدريب على إدارة الطيف.

وكان من نتائج إقامة قاعدة بيانات فعالة لتخصيص التردد وإصدار الترخيص، وإقامة عملية فعالة وحديثة لإدارة الطيف، أن ارتفعت إيرادات التراخيص في ماليزيا بشكل ملموس مع 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.

ويرجع نجاح مبادرة إدارة الطيف في ماليزيا في المقام الأول إلى اعتراف حكومة ماليزيا بضرورة التركيز على نقل المعرفة بالإضافة إلى نقل التكنولوجيا.

وعنوان هيئة الاتصالات والوسائط المتعددة في ماليزيا على الويب هو: http://www.cmc.gov.my.

الملحق 3

للفصل 7

توصيف إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف (SAAGER)

1 مقدمة

يحدد الملحق النظام المؤتمت لإدارة طيف الترددات الراديوية (SAAGER) المطبق حالياً في الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا (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 ومراقبة الطيف. 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 فنـــزويلا (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 البنية التحتية للاتصالات في فنـــزويلا.
- توفير القدرة على التعاون مع البلدان المجاورة فيما يتعلق بتخصيص التردد وتلافي مشكلات التداخل.

مراقبة الإرسالات الراديوية والتحقق التقني منها تقنياً

- تقوم بإجراء جميع القياسات الراديوية التي يوصي بها الاتحاد.
- 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، وحل هذه المشكلات.
- تزود موظفي المراقبة بقائمة بالإشارات غير المطابقة وخصائصها.
- تحدد الجهات التي تعمل بشكل غير قانوني تمهيداً لمقاضاتها وتحصيل غرامات منها، وتحمي الجهات التي تقوم بتشغيل الطيف بشكل قانوني من التداخل.

التحديد الراديوي لمواقع الإرسالات الراديوية

– تحديد الاتجاهات الزاوية ومواقع تداخل الإشارات غير القانونية أو غير المطابقة للمساعدة في إنفاذ اللوائح الراديوية الفنـــزويلية.

تقييس معدات الاتصالات

– الاحتفاظ بقاعدة بيانات عن أنواع معدات الاتصالات المعتمدة كي تصدر التراخيص في فنـــزويلا للأنواع المعتمدة فقط.

يتكون النظام من المواقع والمعدات التالية، والأعداد مبينة بين أقواس:

– *مركز المراقبة الوطني (مركز واحد):* يوجد في كاراكاس، ويقوم بدور المحور الرئيسي للنظام، وتوجد به قاعدة بيانات نظام إدارة الطيف؛ ويحدد أوامر التشغيل، ويوجه الأنشطة التشغيلية لمحطات المراقبة ويتحكم فيها، ويتلقى البيانات الناتجة ويقوم بإدماجها.

– *مراكز المراقبة المساعدة (5 مراكز):* توجد في كاراكاس، وماراكيبو، وكريستوبال، وسان فيليب وماتيورين، وتوفر قدرات على المراقبة والتحقق التقني في نطاقات الموجات UHF/VHF/HF.

– *الوحدات المتنقلة (10 وحدات):* وحدتان بكل 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 أجهزة):* توفر قدرات للتحقق التقني.

وأماكن المواقع محددة على خريطة فنـــزويلا المبينة في الفقرة 5.3 بهذا الملحق.

2 نظام إدارة الطيف

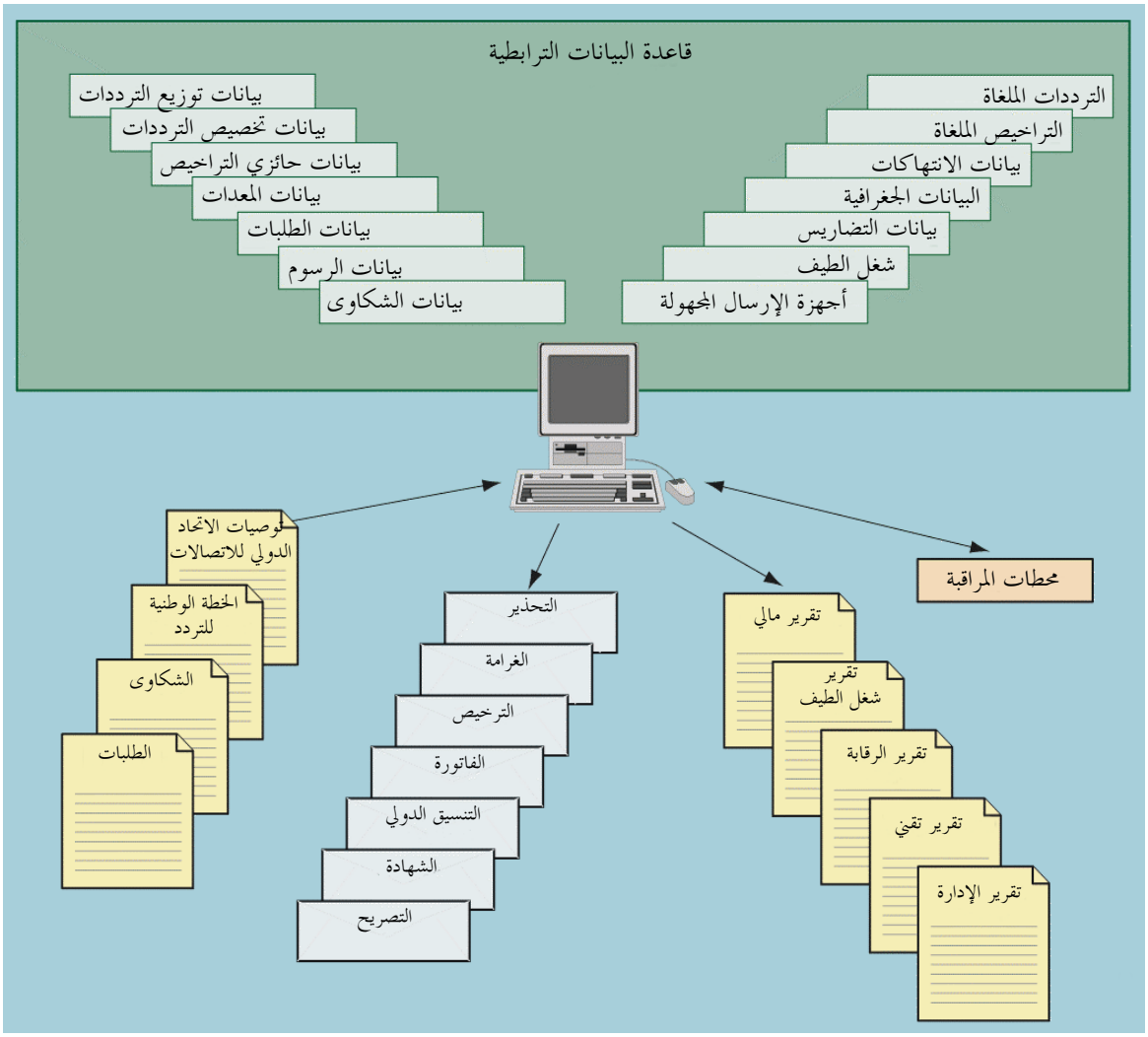
يتضمن هذا القسم توصيف عمليات نظام إدارة الطيف. ويوضح الشكل 3.7 تدفق العمليات في برمجية الإدارة.

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

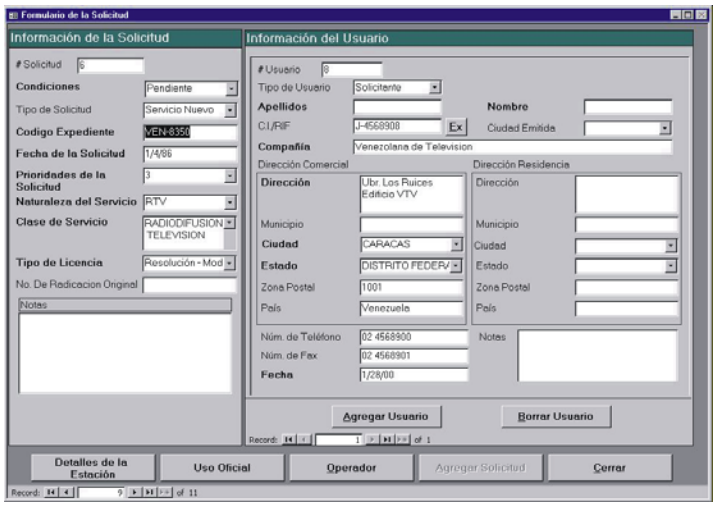
التدفق الوظيفي في برمجية إدارة الطيف



SpecMan-073

الشكل 4.7

نموذج الطلب



SpecMan-074

2.2 تخصيص التردد

يكون 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 التردد

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 لفنـــزويلا. ويستطيع القائم على تشغيل النظام عرض القنوات المتوافقة مع الخطة الوطنية لتوزيع التردد في فنـــزويلا، 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 الترددات 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 فنـــزويلا. ويتم الاحتفاظ بجمع 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 أوتوماتيكية بعد الموافقة على الطلب. ويوفر النظام نموذجاً يقوم على سطح بيني يدعم 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، ومدى التردد وأنواع الخدمات التي تغطيها.

الجدول 7-1

نماذج انتشار وحدة التحليل الهندسي

مدى التردد	نموذج الانتشار	التعليق
من 0,15 إلى 3 MHz	GRWAVE	يقوم نظام GRWAVE بحساب شدة المجال الكهربي وخسارة المسير كلما زادت المسافة بالنسبة لانتشار الموجة الأرضية على امتداد أرض منحنية متجانسة وممهدة. ويستعمل أيضاً في تحليل التداخل في نطاق الموجات الهكتومترية.
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 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 إلى ترددات الموجات المللیمترية.
من 30 إلى 1 000 MHz	Longley-Rice	تتضمن المذكرة التقنية رقم 101 الصادرة عن اللجنة الفدرالية للاتصالات بالولايات 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 أو الأرض الممهدة
من 1 إلى 40 GHz	التذييل 7	حساب كفاف التنسيق لمحطات الأرض والسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض طبقاً للتذييل 7 بلوائح الراديو.
من 1 إلى 40 GHz	التذييل 8	حساب التداخل بين شبكتين للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض طبقاً للتذييل 8 بلوائح الراديو.

أدوات التحليل الهندسي مدمجة في برنامج رسم الخرائط المسمى ArcView المأخوذ من شركة ESRI. وهذا يسمح للنظام بعرض المعلومات المحسوبة على خريطة جغرافية أو طبوغرافية. ويستطيع النظام تنشيط 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/جهاز 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 أوتوماتيكية؛
- 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

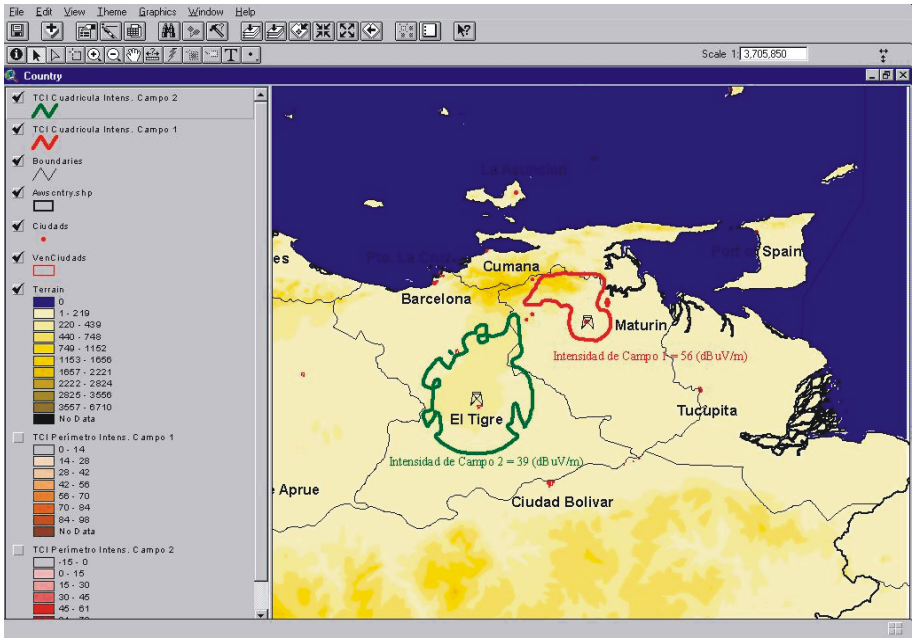
يدخل محلل هندسة الطيف إلى وحدة هندسة الطيف لتحليل البيئة الكهرمغنطيسية والحصول على التقارير. ولدى اختيار التقرير المطلوب، يعرض النظام شاشة يُدخل فيها القائم على تشغيل النظام جميع المعلمات الضرورية ويكون بوسعه بعد ذلك اختيار نسق التقرير (في شكل جدول أو في شكل رسم بياني). ويمكن الحصول على التقارير التالية 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



SpecMan-075

3 مراقبة الطيف

يوجد تكامل بين نظام إدارة الطيف ونظام مراقبة الطيف طبقاً للتوصية ITU-R SM.1537. وهذا يتيح للمديرين القدرة على التحكم في طيف الترددات في فنـــزويلا. ويمكن للنظام المتكامل أن يتلقى أوامر من نظام إدارة الطيف وأن يرسل أيضاً تقارير من محطات مراقبة الطيف. وتقوم كل محطة من محطات المراقبة بتنـــزيل 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 Windows NT client-server 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 الزاوية 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 الوصول المقيس.

1.3 قدرات البرمجية

تتضمن البرمجية القدرات التالية:

المقاييس المترية: توفر هذه التسهيلات أداة لإجراء القياسات الدقيقة لمعلمات الإشارات طبقاً لتوصيات الاتحاد الدولي للاتصالات. 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 الانتشارية 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 الأوتوماتيكي للانتهاكات بالإبلاغ عن التوافق أو جوانب التعارض بين قاعدة بيانات إدارة الطيف والبيئة الكهرمغنطيسية "الحقيقية". 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 البرنامج، يتمتع القائم على التشغيل بمجموعة من الأدوات التي تساعده في تحديد المهام المختلفة بما يلبي احتياجاته، ويستطيع إضافة متطلبات معينة للمهام المجدولة مما يساعده في التأكد من شكاوى حدوث التداخل. فإذا استطاع الشاكي 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 الدولي للاتصالات وكتيب مراقبة الطيف. وتتكرر هذه المعلمات بشكل أوتوماتيكي 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

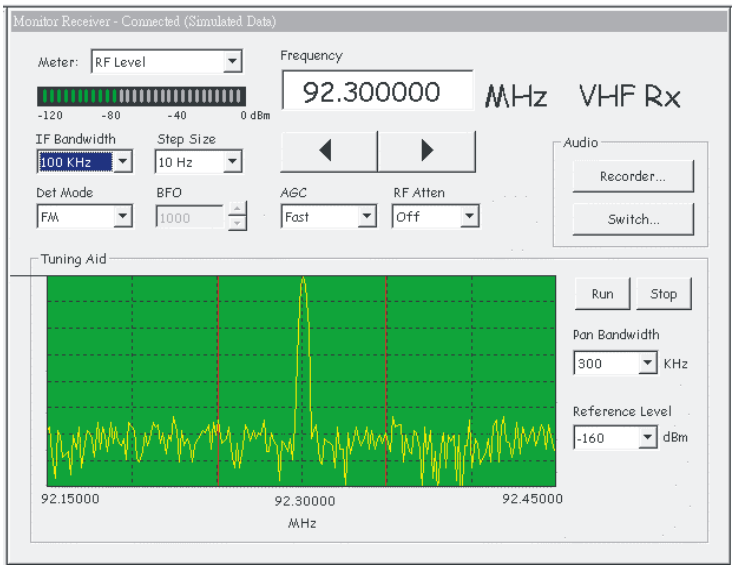
تعرض شاشة الخرائط محطات المراقبة المربوطة بالشبكة، ونتائج عمليات تحديد الاتجاه، ومواقع أجهزة البث (مع حذف الأخطاء). والنظام مزود بخرائط متعددة. ويستطيع القائم على تشغيل النظام عرض طبقات متعددة (المدن، المناطق، الأنهار، وغير ذلك) في فنـــزويلا باختيارها عن طريق الضغط على زر "الطبقات"، كما يستطيع تكبير الخريطة 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، 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 الحقيقي. وتُعرض المعلومات الدالة على وضع وحدة الاستقبال وأدوات التحكم في التردد، والتشكيل، والاتساع، على نفس الشاشة. كما يوجد بالحاسوب زر للاستماع وكرت صوت. وتتم عمليات تسجيل الصوت رقمياً كملفات سمعية (wav.) ويمكن نقلها بين جميع المحطات.

الشكل 6.7

شاشة جهاز استقبال المرقاب



SpecMan-076

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 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.

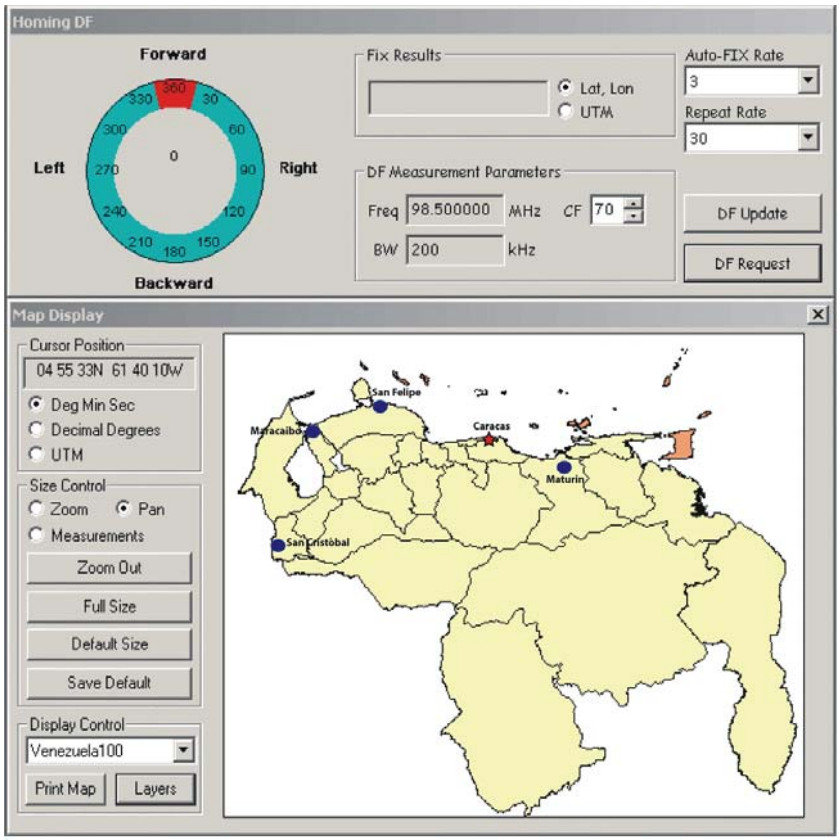
5.3 تحديد الاتجاه

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 (الشكل 7.7).

الشكل 7.7

مثال على نافذة عرض تحديد الاتجاه/الخريطة



SpecMan-077

6.3 محاكاة عملية المراقبة لأغراض التدريب

للمساعدة في تدريب المشغلين الجدد للنظام وتحديث معلومات المشغلين الحاليين، يتضمن برنامج المراقبة وحدة 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 تفاعلية وتقوم على نظام المساعدة المباشرة على الحاسوب بالإضافة إلى نسخة مطبوعة من دليل الاستعمال تساعد المستعمل الجديد على الاعتياد على التعامل مع السطح البيني، 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 الموصى بها من الاتحاد الدولي للاتصالات، 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 إضاعة 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 اكتشاف الانتهاكات أوتوماتيكياً. ويعد الاكتشاف الأوتوماتيكي للانتهاكات من الأدوات الفعالة للتحقق من مدى التقيد بالقواعد من جانب أجهزة البث المرخص لها واكتشاف العمليات غير المرخص بها. ويعمل الاكتشاف الأوتوماتيكي للانتهاكات مقترناً ببيانات الترخيص (تخصيصات الترددات) المأخوذة من قاعدة بيانات الإدارة. وتحدد عملية الاكتشاف الأوتوماتيكي للانتهاكات ما إذا كان إرسال معين يعد مطابقاً لقيم التفاوت المسموح به للتردد المركزي المخصص وعرض النطاق، كما هو محدد في توزيع النطاقات والخدمات في الخطة الوطنية للترددات في فنـــزويلا. كما يقوم النظام بتحديد أجهزة البث التي تعمل بدون ترخيص مقابل في قاعدة بيانات الإدارة. ويمكن إجراء قياسات النظام الأوتوماتيكي لاكتشاف الانتهاكات على تردد منفرد أو على مدى من الترددات التي يحددها القائم على تشغيل النظام. ويوضح الشكل 8.7 شاشة تتضمن النتائج النمطية لعملية الاكتشاف الأوتوماتيكي للانتهاكات.

8.3 التقارير

يمكن أن يوفر النظام تقارير عن معلمة الإشارة، وعن شغل الطيف وعن القياسات الأخرى.

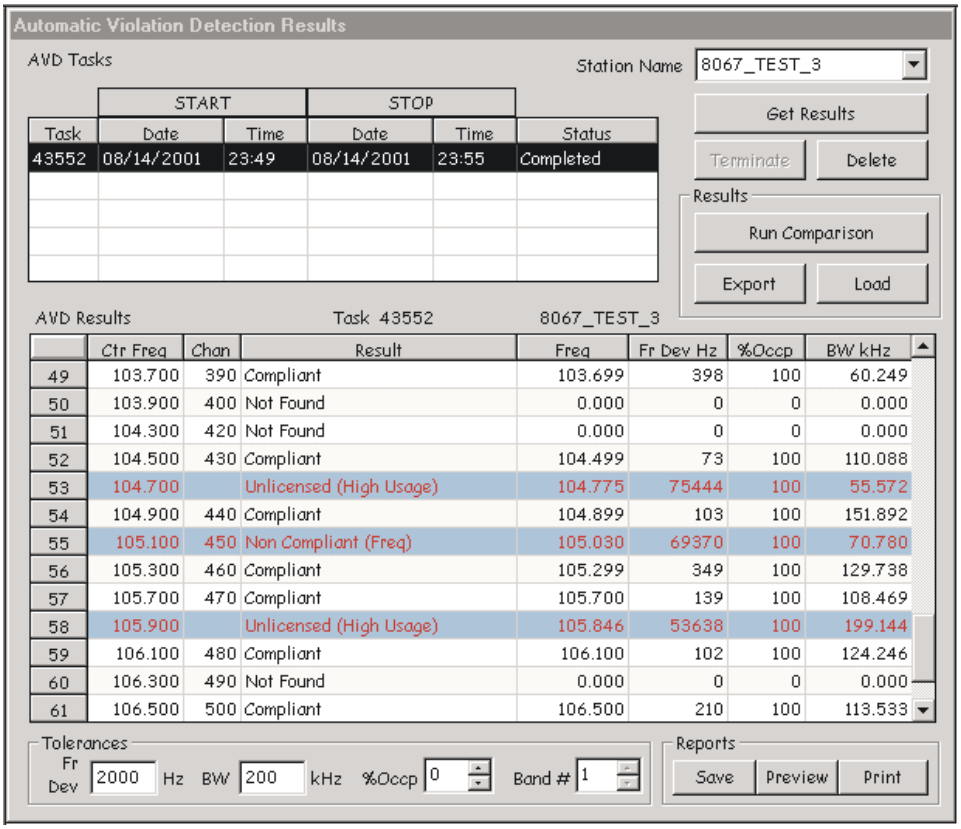
4 استعمال الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا (CONATEL) للنظام

أدى إدخال النظام المتكامل الجديد لإدارة ومراقبة الطيف في فنـــزويلا إلى إحداث تغيير جذري في طريقة عمل الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا. 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 ولا يوجد تكامل بينها وبين نظام الإدارة.

ومنذ إدخال النظام الجديد، أصبح من الممكن الآن 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 توافرها وتوافقها مع أجهزة البث القائمة.

الشكل 8.7

مثال على نتائج الكشف الأوتوماتيكي للانتهاكات



SpecMan-078

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 الاكتشاف الأوتوماتيكي للانتهاكات في دراسة شكاوى العملاء وتحديد أجهزة البث التي تنتهك مواصفات التردد المخصص (عرض النطاق، والقدرة، وما إلى ذلك).

1.4 الشكاوى واكتشاف الانتهاكات

تُستعمل قاعدة البيانات الرئيسية في النظام كنقطة مركزية لتلقي جميع الشكاوى. ولدى تلقي شكوى من عميل، يجري التحقق من الشكوى مقارنة بقائمة الشكاوى المسجلة في النظام لمعرفة ما إذا كانت شكوى جديدة أو 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 بالشكوى: نموذج الشكوى، ونموذج الفحص، ونموذج الانتهاكات:

- ويتضمن نموذج الشكوى معلومات تَعرض الواقعة محل الشكوى والشخص المتقدم بالشكوى.
- ويُستعمل نموذج الفحص في تسجيل المعلومات عن عمليات الفحص التي تجري بشأن الانتهاكات والشكاوى.
- ويُستعمل نموذج الانتهاكات في تسجيل المعلومات الخاصة بالانتهاكات المبلغ عنها في الشكوى.

ويسمح البرنامج لمن يقومون بتشغيله بتجميع جميع 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 توسيع إمكانيات نظام إدارة ومراقبة الطيف

إن استعمال الطيف الراديوي في تطور مستمر. وكلما ازدادت استعمالات الطيف الراديوي سيكون من اللازم تطوير نظام إدارة ومراقبة الطيف لكي يستوعب هذه الاستعمالات. وقد روعي هذا الاعتبار في تصميم النظام. إذ يقوم النظام على وحدات 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 مع النظام المؤتمت لإدارة الطيف الذي تستعمله الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا (CONATEL)

1.5 مقدمة

تناولت الأقسام السابقة من هذا الملحق وصف النظام المؤتمت لإدارة الطيف المستعمل في الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا. والنظام المبين وصفه فيما سبق وفي المرجعين 1 و2 [*] قامت بتوريده شركة TCI الأمريكية، وتستعمله في الوقت الحاضر العديد من هيئات تنظيم الاتصالات في أنحاء العالم بالإضافة إلى الهيئة الوطنية لتنظيم الاتصالات في فنـــزويلا، 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 بين 4-8 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.

---

[*] 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

- درجت بعض الإدارات على تخصيص مجموعات منفصلة من الموظفين لإدارة الخدمات الإذاعية وخدمات الاتصالات، ولذلك لم يحدث أن كانت 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 مخزنة 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. وتقليدياً كان التعامل مع هذه الخدمات يتم بواسطة برامج صغيرة منفصلة للتعامل مع الجداول والكشوف. وقد أتاح النظام لهذه الإدارات الاحتفاظ بقاعدة بيانات موحدة لجميع عملائها، وجميع مصادر إيراداتهم.

وهناك أمثلة أخرى تنطبق على موضوعات معينة مشار إليها في الأقسام المناسبة فيما يلي.

2.5 معالجة الطلب

يوفر النظام إمكانية إدخال ومعالجة بيانات طلبات الخدمة، ويمكِّن الإدارة من القيام بعمليات تخصيص الترددات وإصدار التراخيص، كما هو مبين في الفصل الثالث 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 التردد

يساعد النظام القائمين على تشغيله في القيام بالمهام المتصلة بتخصيص التردد، كما هو مبين في الفصل الثالث 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 لكي تكون شديدة القوة.

4.5 اقتصاديات الطيف

يتضمن النظام وحدة متكاملة لحسابات القبض ويدير عمليات معالجة الرسوم، وهذا يمثل عنصراً أساسياً لاقتصاديات الطيف الوارد وصفها في الفصل السادس 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 تكون شديدة التعقيد باستعمال المستندات الورقية، بينما تكون 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 الثالث 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 الخامس من هذا الكتيب. وقد تبين للإدارات التي تستعمل هذا النظام أن هذه الأدوات تعد مفيدة بصفة خاصة في الرد على الأسئلة التي تبدأ بـــ"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 الرابع من هذا الكتيب. وربما كانت أهم ميزة للنظام المتكامل هي اكتشاف الانتهاكات أوتوماتيكياً. ويمكن للنظام المتكامل أن يقارن القياسات المستمدة من نظام مراقبة الطيف بمعلومات الترخيص المستمدة من نظام إدارة الطيف لتحديد الترددات التي لا تعمل عليها أجهزة بث ليست مدرجة في قاعدة بيانات الترخيص وتحديد أجهزة البث التي لا تعمل داخل المعلمات المرخص بها. وقد حدد بعض مستعملي النظام خاصية الاكتشاف الأوتوماتيكي للانتهاكات في وثائق تقديم العطاءات لكي تكون جزءاً من نظام إدارة ومراقبة الطيف، ووجدت أنها أداة شديدة الفائدة لمساعدة القائمين على تشغيل النظام في اكتشاف أجهزة البث غير المرخص لها وأجهزة البث التي تعمل خارج معلمات الترخيص.

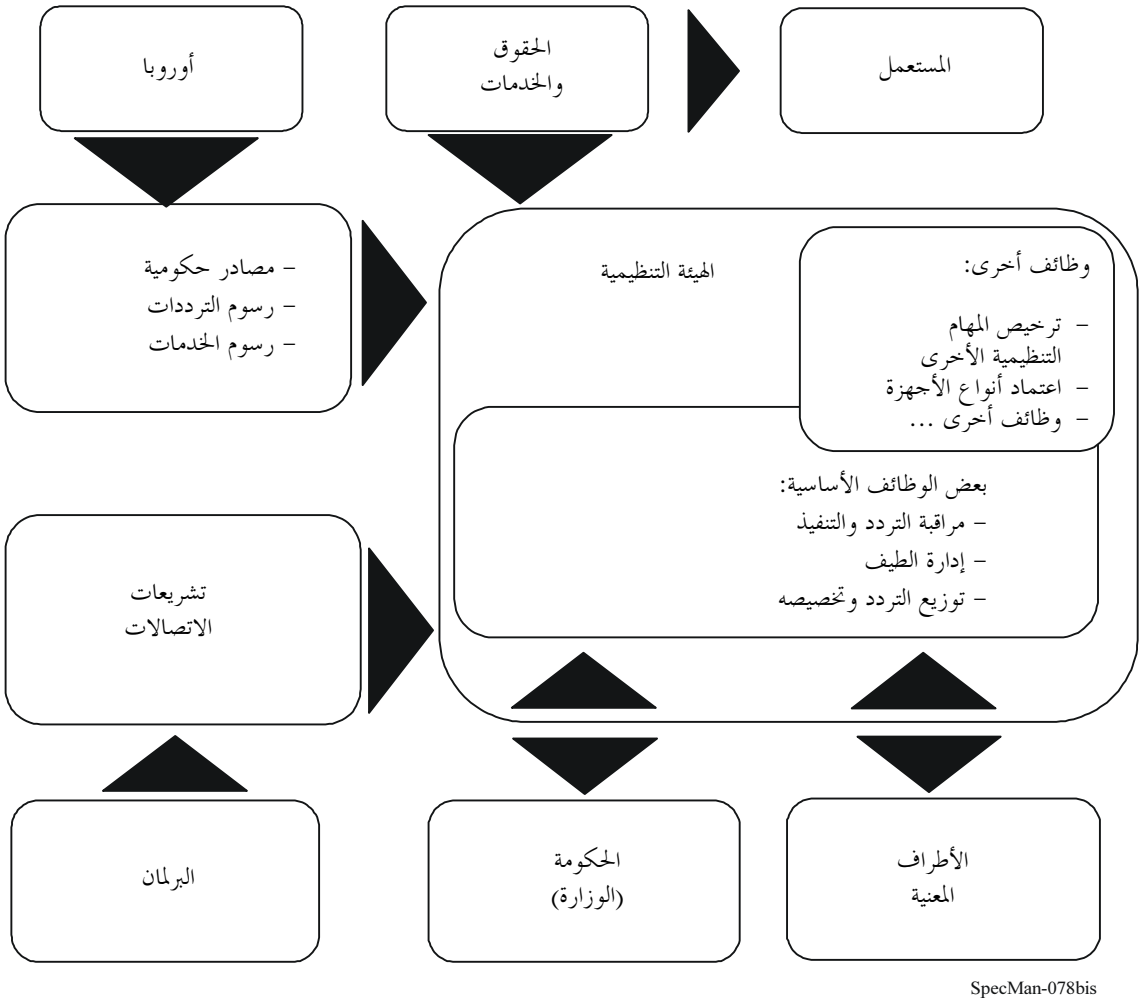
الملحق 4

للفصل 7

مثال لبرمجيات وأتمتة إدارة الطيف في وسط وشرق أوروبا

شارك أحد عشر بلداً من بلدان وسط وشرق أوروبا في مشروع رئيسي لمدة عام برعاية برنامج PHARE متعدد البلدان الذي يموّله الاتحاد الأوروبي لمساعدة هذه البلدان على الانضمام إلى 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.



بيد أن تشجيع استقلال الهيئات التنظيمية لا يعني أن الدولة قد تخلت عن نفوذها في القضايا السياسية 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.

ويعد الاستقلال المالي 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:

- إنشاء الأساس التشريعي
- إقامة البنية المؤسسية
- البت في إمكانيات التمويل
- تنمية الموارد البشرية
- والحصول 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 لا يعد متطوراً في كثير من البلدان.

ويتضح من مشروعات الخطط التي وُضِعت أن عملية التحديث ينبغي أن تصل إلى شكلها النهائي في البلدان المختلفة فيما بين سنة 2000 وسنة 2006. وكان أول تطبيق في هذه الخطط، طبقاً للأولويات، هو تنفيذ سطح بيني معياري للطيف (P-Interface) بين جميع البلدان بما يسمح بتبادل المعلومات بين الإدارات والتعاون عبر الحدود، وهذا السطح البيني يعمل في الوقت الحاضر.

P-Interface: السطح البيني المعياري للطيف

على الرغم من اختلاف المناهج الوطنية المتبعة في إدارة الطيف على نحو ما سبق بيانه، توجد 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 سطح بيني معياري (The P-Interface) يكون بمثابة أداة مشتركة لتبادل البيانات والبرمجيات بين الأنظمة الوطنية لإدارة الطيف. ويعد هذا السطح البيني 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 السطح البيني P-Interface لتبادل المعلومات والبرمجيات فيما بينها. ومن بين الفوائد الرئيسية لهذا السطح البيني 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 سطحاً بينياً فريداً لبرمجة التطبيقات يسمح 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 المخدَّم/المخدِّم حيث يمكن النفاذ إلى الأنظمة الوطنية لإدارة الطيف عن طريق خدمات المخدِّم. ومع وجود سطح بيني معياري 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 المخدَّم.

وتوفر مبادئ برمجيات السطح البيني P-Interface منهجاً منسقاً للجوانب التالية:

استعمال قاموس فريد للبيانات

إن من بين المشاكل الرئيسية في تبادل البيانات عدم وجود تعريف فريد لعناصر البيانات. وعناصر البيانات المستعملة في 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 بقاعدة بيانات الاتصالات الراديوية التي يديرها السطح البيني P-Interface. وتربط بنية قاعدة البيانات بين أحدث النتائج التي توصلت إليها لجان الدراسات في الاتحاد الدولي للاتصالات ويمكن تطويعها لكي تأخذ في الاعتبار احتياجات حسابات التوافق.

شمول قاعدة البيانات الأصلية

يربط السطح البيني P-Interface قاعدة بيانات المستعملين بطريقة تمكن من الاطلاع على "السطح البيني المعياري" الذي يتضمن المعلومات ذات الصلة بتنسيق الترددات وحسابات التوافق. ويستطيع السطح البيني الربط بين العديد من مواقع البيانات في قاعدة بيانات واحدة. وبذلك يمكن الإبقاء على جميع التطبيقات السابقة.

الاستفادة من وحدة مخدِّم الخريطة المشتركة

تَستعمل البلدان المشاركة أنظمة مختلفة للإحداثيات. ولحل هذه المشكلة، تعرض برمجيات P-Interface سطحاً بينياً مشتركاً لبيانات التضاريس الرقمية. وقد احتفظ P-Interface بالنظام الجيوديسي العالمي لسنة 1984 (WGS84) على اعتبار أنه يمثل النظام المرجعي للإحداثيات. ويتيح 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 السطح البيني P-Interface، لا يوجد 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، وطرق 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:

- مراقبة الإشارات الراديوية.
- قياس شغل الطيف.
- قياس الإرسال الإذاعي والتلفزيوني.
- اكتشاف حالات التعدي على الترددات.
- تحديد مناطق التغطية الراديوية ورسم الخرائط التي توضحها.
- تحليل تداخل الإشارات.
- تحديد أماكن 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 بالولايات المتحدة، عقد تطوير النظام الوطني لإدارة الترددات لمركز بحوث الاتصالات وإدارة الطيف بجامعة بلكنت بأنقرة نظراً لمشاركتها منذ فترة طويلة في الدراسات الخاصة بهندسة الطيف في تطبيقات الاتصالات، وخصوصاً فيما يتعلق بتخطيط الترددات، وتخصيصها واستعمالها.

ويشمل نظام المراقبة الوطني مركز المراقبة الوطني بأنقرة وسبعة مراكز مراقبة إقليمية بالمدن المختلفة في تركيا. وتوجد محطات مراقبة ثابتة ومتنقلة، كما توجد أنظمة متنقلة لقياس البث وعربات 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 لإدارة الترددات، 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 بأنقرة. 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.

نظرة عامة على النظام

معمارية النظام

يقوم النظام الوطني لإدارة الترددات ومكوناته على بنية وحدات تندرج ضمن ثلاث طبقات:

- *طبقة مادية*، وتتألف من المعدات الحاسوبية وتسهيلات الاتصال عن طريق الشبكة بأنشطة البنية التحتية للدعم وأنظمة التطبيقات،

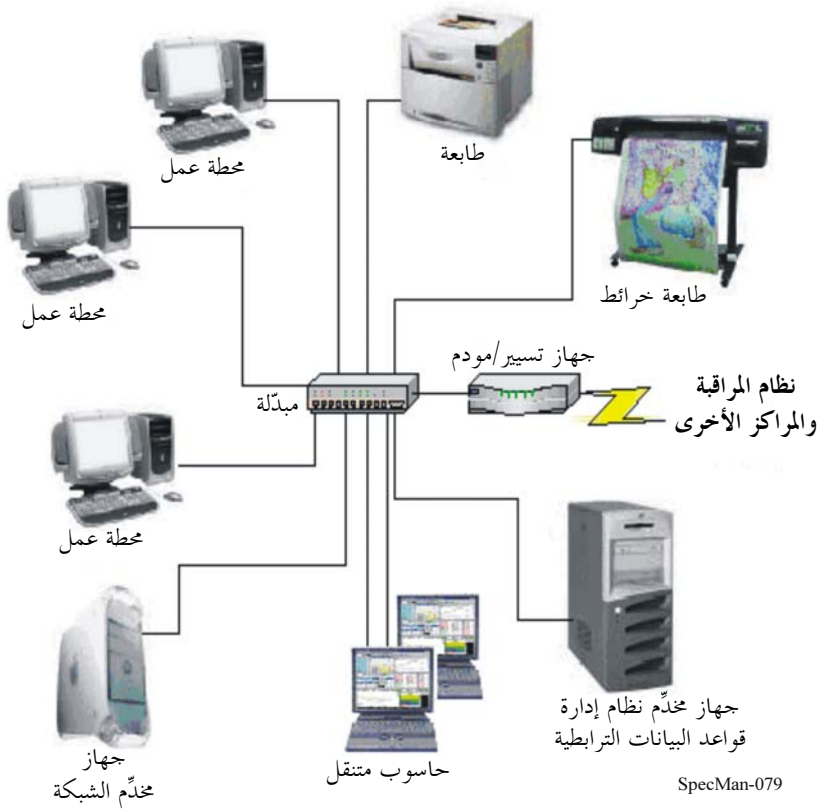
- *طبقة البنية التحتية للدعم*، وتتألف من نظام التشغيل، وقاعدة البيانات ونظام إدارة قاعدة البيانات، وأدوات البرمجيات المخصصة لدعم أنظمة التطبيقات،

- *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، الذي أصدره قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد، مع إدخال تحسينات عليه لكي يعمل في مراكز تشغيل إقليمية متعددة. ويقوم النظام على معمارية المخدِّم–المخدَّم التي تعمل على محطات عمل المستعمل المتصلة ببعضها البعض 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 أربعة 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 توجد به قاعدة بيانات واحدة ويستطيع العملاء في مراكز التشغيل البعيدة النفاذ إلى قاعدة البيانات المركزية هذه والتعامل مع البيانات.

تصميم وتنفيذ المنهجيات: مفاتيح النجاح

أثناء تطوير برمجيات النظام الوطني لإدارة الترددات، اتبعت الطريقة التي يحددها المعيار IEEE J-STD لتطوير البرمجيات، كما جرت إدارة المشروع وتوثيقه بموجب قواعد المنظمة العالمية للتوحيد القياسي 9001: بموجب شهادة اعتماد صادرة في 1994.

وقد ساعد التوحيد القياسي في تطوير المشروع وتوثيقه، وفي إدارة تشكيل المشروع على نجاح تطبيق مبادئ هندسة البرمجيات على عمليات دورة حياة البرمجيات، وبالتالي تلافي إغفال أي تفاصيل في مرحلتي التصميم والتنفيذ، مما يؤدي تحقيق 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 الفنية بالإضافة إلى اكتمال تنفيذ المشروع في الموعد المقرر لذلك.

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 سطوحاً بينية تصويرية تتسم بمزايا معززة مثل التحقق من سلامة البيانات والمساعدة واستقاء البيانات على الخط من المنتظر أن تتوفر 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 أوتوماتيكياً مثل شغل الطيف، أو اكتشاف 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 اكتشاف الانتهاكات أوتوماتيكياً 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 بثلاث طرق 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 اكتشاف استعمال لتردد بشكل غير قانوني، تُكلف محطات تحديد الاتجاه بإجراء قياسات الاتجاهات الزاوية بالنسبة لذلك التردد باستعمال الهوائيات المناسبة. وإذا استطاعت جميع المحطات الثلاثة تحديد اتجاه مصدر الإشارة المعنية، يمكن لتقنية بسيطة تقوم على حساب المثلثات إيجاد الموقع المستهدف، الذي يمكن أيضاً عرضه على الخريطة 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 الخريطة 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 الدولي للاتصالات.
- حساب مساحات تغطية المحطات وعرض النتائج على خريطة رقمية.
- تحليل وصلة الموجة الصغرية وحساب توافر الوصلة باستعمال الطريقة المبينة في التوصية ITU-R P.530.
- في خدمات الإذاعة الصوتية والفيديوية الرقمية للأرض (T-DAB وDVB-T)، حساب مستويات الإشارات المفيدة والإشارات المتداخلة، وكسب الشبكات واحتمال التغطية بالنسبة لشبكة ترددات واحدة.
- 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 الذي يتراوح بين 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 الأوتوماتيكي لتخصيصات الترددات المرشحة للدارات المتنقلة البرية التي تعمل في نطاق الموجات الديكامترية (MHz 30-2) باستعمال برنامج ICEPAC الذي قامت بتطويره الإدارة الوطنية لمعلومات الاتصالات بالولايات المتحدة (NTIA).

- في منطقة الحدود، تحديد أماكن المحطات التي من المحتمل أن تتطلب تنسيقاً دولياً وعرضها على الخريطة.

- الاحتفاظ بسجلات قواعد البيانات لإجراء أنشطة التنسيق مع البلدان المجاورة.

- تحضير نماذج إخطار الاتحاد الدولي للاتصالات 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 الدولي للاتصالات، 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.

يشمل نظام هندسة الطيف أدوات مفيدة لإجراء التحليلات لمساعدة المعنيين بتشغيل النظام في عملية تخصيص التردد. ويتمتع النظام بالخواص التالية:

- بمجرد الانتهاء من تحليل انتشار جهاز إرسال، يمكن إظهار أي عدد من أكفة شدة المجال التي يحددها المستعمل على الخريطة.

- 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.

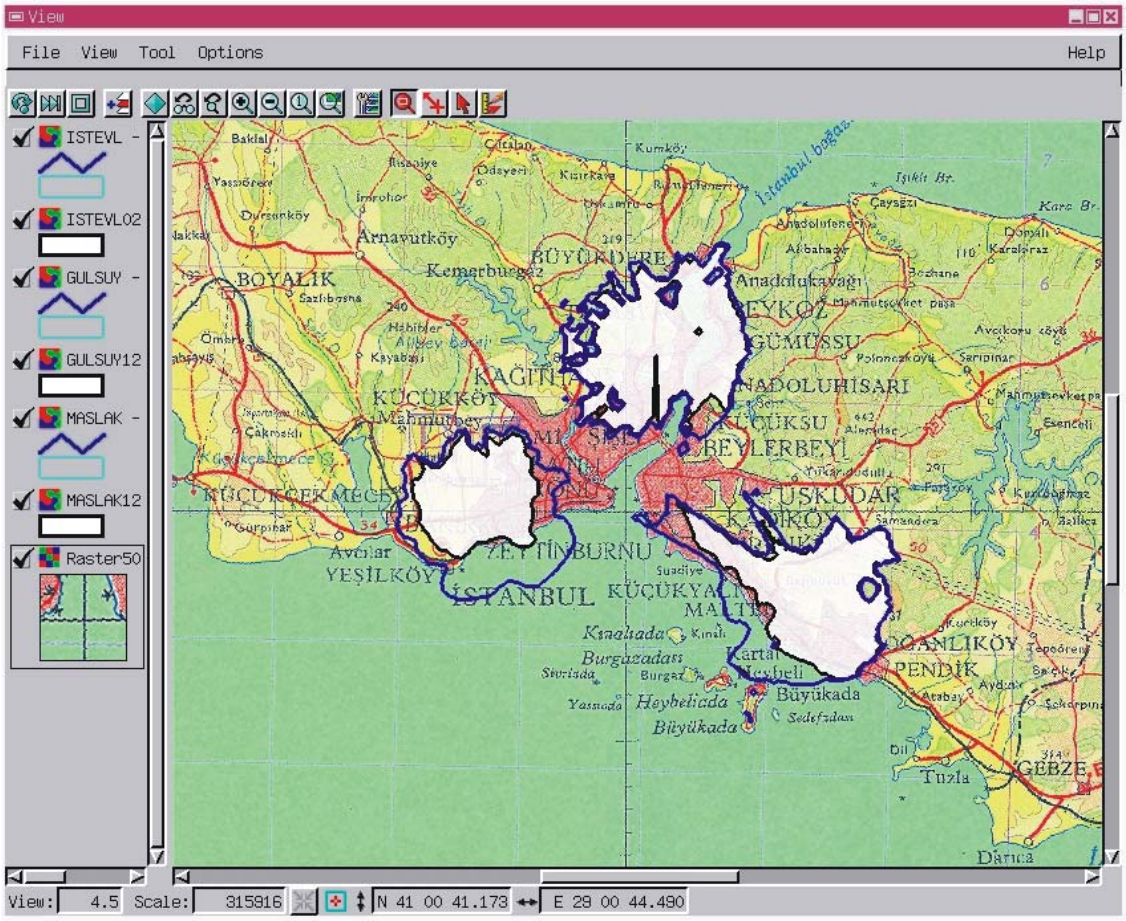
- نتيجة لتحليل التداخل باستعمال نسب حماية القنوات المشتركة والقنوات المجاورة، يمكن حساب منطقة التغطية الخالية من التداخل بالنسبة لكل محطة، وعرضها على الخريطة، كما هو مبين في الشكل 10.7.

- يمكن تحديد الترددات المرشحة الخالية من التداخل بالنسبة للمحطة المقترحة أوتوماتيكياً إذا كان التردد متاحاً.

- حساب تغطية محطة القاعدة ومدى الإجابة المتنقلة بالنسبة للموجات المترية/الديسيمترية بالنسبة للخدمات المتنقلة البرية، وعرض المنطقة التي يكون فيها الاتصال في اتجاهين ممكناً على الخريطة.

الشكل 10.7

مناطق التغطية الخالية من التداخل التابعة لثلاث محطات قاعدة في الخدمة المتنقلة البرية



SpecMan-0710

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، فلكي 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 توافر 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 وُجدت، 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، وحذف السجلات وطباعة التقارير. ويستطيع مدير نظام معلومات الإدارة بهذه الطريقة التحكم في أمن النظام، كما أنه يستطيع باستعمال السطوح البينية للمراقبة متابعة التصرفات المهمة من جانب المستعمل، مثل محو السجلات ومحاولات النفاذ غير المصرح بها.

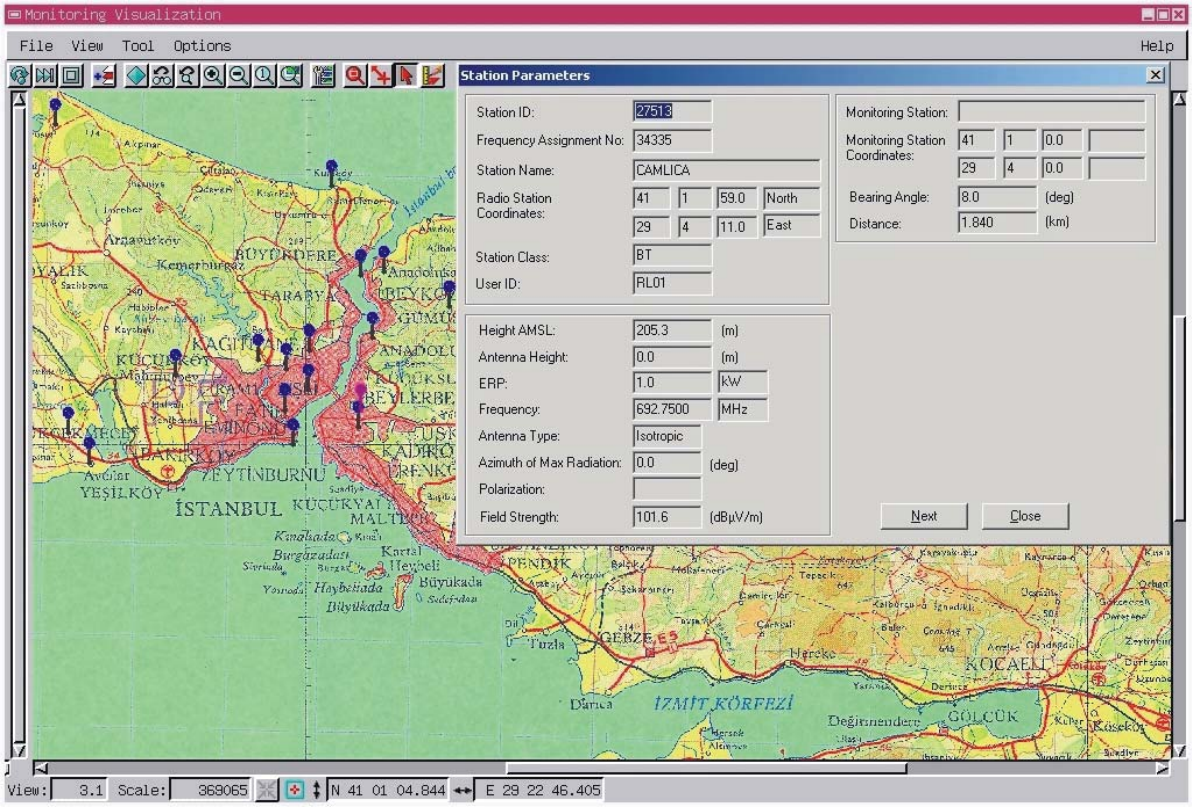
وتلخيصاً لما سبق، يضم النظام الوطني لإدارة الترددات–نظام معلومات الإدارة، الأنظمة الفرعية التالية:

- 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 إيجاد تكامل 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 الخريطة. وعلى سبيل المثال، فإذا أراد مستعمل مشاهدة المحطات الراديوية العاملة في مدى تردد معين بمنطقة جغرافية في تركيا، يدخل البرنامج إلى قاعدة بيانات الترخيص، ويحدد المحطة التي تنطبق عليها المعايير المحددة، ويعرض المواقع على الخريطة بالرموز التي يحددها المستعمل. وبتوجيه المؤشر إلى رمز المحطة الراديوية على الخريطة 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 الخريطة



SpecMan-0711

النظام الوطني لإدارة الترددات في أرقام

توجد 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 تكون مرخصة ومدرجة بقاعدة 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 بطرق متعددة تتراوح بين المستندات الورقية وجداول إكسيل وقواعد البيانات المحدودة، بيد أن الجانب الأكبر من البيانات الإلكترونية كان قد أصابه القدم ويحتاج إلى تصحيح. وخلال مرحلة تطوير قاعدة بيانات النظام الوطني لإدارة الترددات، نُقِلت البيانات الإلكترونية الموجودة أوتوماتيكياً 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.

ويوجد في الوقت الحاضر 365 جدولاً بقاعدة 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. وعلى سبيل المثال، 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 بالمناطق 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[17]. 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 وسطح بيني واسع 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

وقد 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.

---

[17] يشير مصطلح "نظام إدارة الطيف" في الفصل السابع إلى نظام عام يقوم بأتمتة مهام إدارة الطيف. ويشير مصطلح "النظام المتقدم لإدارة التردد" إلى النظام الخاص الذي تم تطويره والمبين في هذا الملحق.

وتشمل كل فئة من هذه الفئات النوعية وظائف متعددة لتنفيذ العديد من العمليات.

ولقد كان 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، 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،
- 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 و REC533 لانتشار الموجات الديكامترية.

– مجموعة من البرامج المكتوبة بلغة FORTRAN واللغة C من قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات.

– برامج مكتوبة بلغة FORTRAN وفرها العميل، من بينها برامج للتنسيق بين السواتل.

2.3 بيئات 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 المطبَّعة التي وفرها العميل. وكان العديد من قواعد البيانات يُستعمل للخدمات المختلفة.

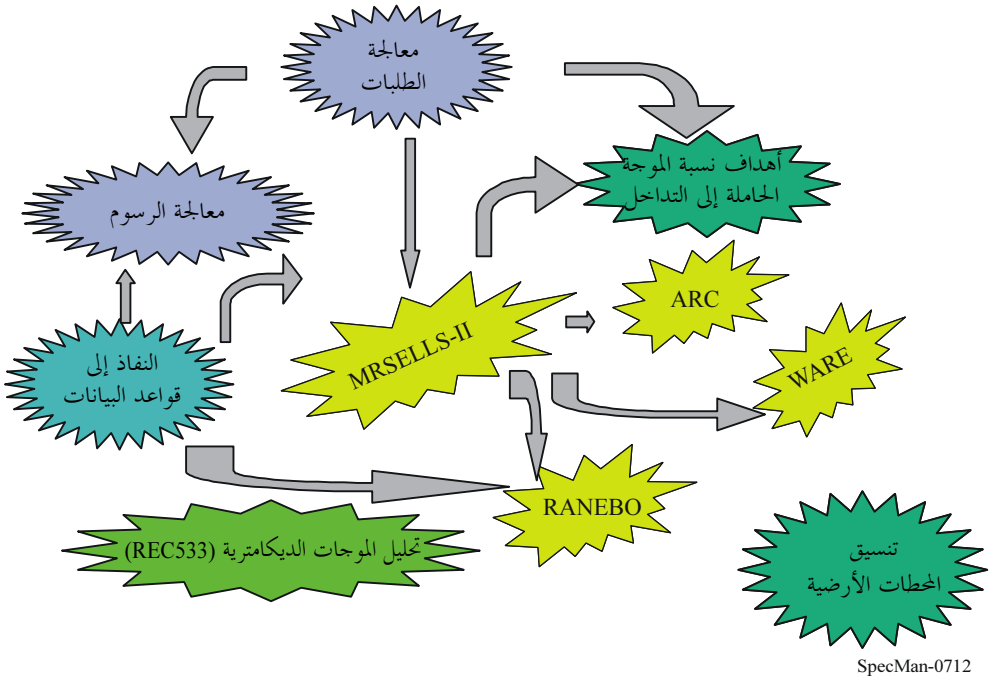
– *قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات:* البيانات المتصلة بتوزيع الطيف، وتعريفات الخدمات، وغيرها كانت مستمدة من لوائح الراديو التي وضعها قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد، والقائمة الدولية للترددات، وغير ذلك من مصادر قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد.

– *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 عن بعضها 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، كانت صيانتها تتطلب العديد من الخبرات.

الشكل 12.7

رسم توضيحي لبيئة غير متجانسة لإدارة الطيف



4 نحو نظام متكامل وموحد وحديث

كان العميل يتطلع إلى نظام على أحدث طراز يجمع بين أكبر عدد ممكن من المكونات ويوحد 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 أوتوماتيكياً من قاعدة البيانات إلى الإجراءات المختلفة وبين العمليات المختلفة. ويوفر هذا النظام سطحاً بينياً متوافقاً مع جميع الخدمات التي يريدها المستعمل.

الشكل 13.7

رسم توضيحي لنظام موحد ومتكامل ومتقدم لإدارة الطيف

SpecMan-0713

وتتمثل مزايا النظام الموحد والمتكامل فيما يلي:

– *التقليل من الصيانة:* فصيانة قاعدة بيانات موحدة أقل تكلفة من صيانة العديد من قواعد البيانات.

– *زيادة الكفاءة:* فالنظام 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 أوتوماتيكياً 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.

– *توافر سطح بيني موحد وطريقة موحدة للتشغير:* تساعد تقنيات هندسة البرمجيات الحديثة التي تقوم على نظام البرمجة بحسب الأغراض (object-oriented) على تسهل تطوير سطح بيني موحد ومتوافق مع احتياجات المستعمل. وفي هذا السياق، تتم العمليات المشتركة بطريقة متماثلة في جميع المهام.

– *تحديث وظائف النظام وتطويرها:* من المزايا الإضافية للتكامل أنه يتيح فرصة لتحديث وظائف النظام وتحسينها.

والعيب الأساسي في الترابط والتكامل الشديد هو كثرة التكاليف والتعقيد المترتب على التكامل بين البرمجيات ونقل البيانات. وبالتالي، يجب الموازنة بين فوائد التكامل والاستبدال من ناحية والصعوبات والتكاليف المترتبة على ذلك. 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 يعد التكامل إلى حد بعيد مسألة برمجة، بينما يتضمن التوحيد أيضاً وضع نماذج للبيانات والمعاملات التجارية. وعادة ما يوجد في أنظمة إدارة الطيف 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 أوراكل 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 أوراكل وكذلك نظام MapInfo هما من منتجات الشركة.

- نُفِّذت الوظائف الهندسية والمالية بأنظمة PL/SQL™، و C++، و Fortran. 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 الحمل 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 المستفادة أثناء بناء التطبيق

أثناء تطوير التطبيق، اتخِذت القرارات التالية وكانت المبررات التالية مطروحة فيما يتعلق بوظائف التطبيق وإعادة استعمال البرمجيات:

- أعيد تطوير غالبية السطوح البينية التي يستعملها المستعمل. وكان السبب في ذلك هو تقنيات السطح البيني للمستعمل تطورت كثيراً خلال فترة قصيرة، بحيث بدت السطوح البينية القديمة بدائية ومن الصعب استمرارها.

- في بعض المجالات، مثل مكونات نظام المعلومات الجغرافية، تسمح المكونات المتاحة بتطوير السطوح البينية التي كان من الصعب تطويرها منذ سنوات قليلة. وقد تعاونت الشركة مع مجموعة نظام المعلومات الجغرافية في أوراكل 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 (object-oriented). 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 السطح البيني للمستعمل. وفي هذه الحالة، كان من الأجدى إعادة كتابة الشفرة من جديد أو استعمال التطبيق كما هو دون إدماجه بالشفرة، وفي حالة عدم وجود شفرة للسطح البيني للمستعمل أو إذا كان كاتب الشفرة الأصلي لا يستطيع استخلاص الجانب العددي من الشفرة، يمكن اللجوء إلى خيار 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. وعلى سبيل المثال، كان العميل 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 الدولي للاتصالات.

- كثيراً ما تكون 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 بدون 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

وثمة 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 أوراكل 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 أوراكل.

- 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.

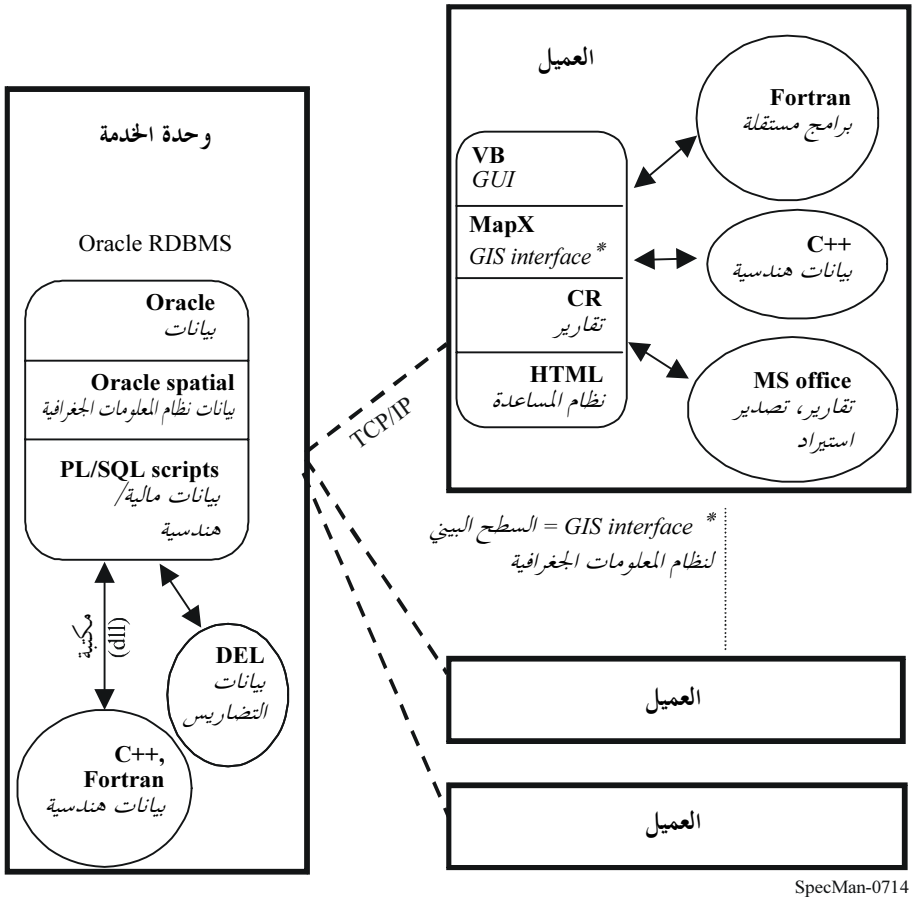
تطلب فرض القيود على البيانات المرجعية، مثل المفتاح الأجنبي والمفتاح الرئيسي، تطوير إجراءات مؤتمتة لتحديد التداخل والتكرار في المعلومات، وإعادة تسمية السجلات أو الربط بينها أو حذفها للمحافظة على سلامة قاعدة البيانات النهائية. وأمكن فرض قيود أخرى عن طريق تغيير حقول البيانات كي يمكن تحقيق الاتساق.

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 السطح البيني لبرمجة التطبيقات. وبالتالي، تستطيع مؤسسة Telcordia تحديث الأداة الهندسية بسهولة عن طريق استبدال مكتبة. ويعد ذلك مُهماً في إدارة الطيف التي تتغير فيها أدوات معينة مثل تنسيق المحطات الأرضية. وبالمثل، فمن الممكن تغيير السطح البيني للمستعمل 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، هي:

- تشمل الوظيفة الإدارية بعض الخواص مثل تسجيل الترددات المخصصة واسترجاع بياناتها، وبيانات مستعمل التردد، وبيانات المعدات، وبيانات الهوائي، وإخراج مختلف النماذج التنظيمية أوتوماتيكياً، 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.
- وتستطيع وظيفة التحليل الهندسي حساب التداخل بين أنظمة الإرسال، وتقييم مناطق تغطية محطات القاعدة، وتحديد أنسب الترددات للتخصيصات الجديدة. ويمكن النفاذ إلى جميع الوظائف من خلال سطح بيني بياني للمستعمل من السهل التعامل معه ويتضمن 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.

- وتوفر 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. وأمكن اختصار فترة التدريب على النظام الجديد لأن موظفي العميل كانوا يتعاونون مع الشركة في تصميم السطح البيني للمستعمل.

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. وعلى سبيل المثال، تم 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، سوف تزداد أهمية التقنيات التي تم تطويرها من أجل التجارة الإلكترونية مثل منصة Java وXML.

8 ملخص

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 السطح البيني للمستعمل، 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 السطوح البينية للبرمجيات، 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 شركة TCC بتوفير نظام مراقبة الطيف، وقامت شركة Cril Telecom Software بتوفير نظام إدارة الطيف ELLIPSE Spectrum (CTS)، وشركة Cril Telecom Software، وهي شركة فرنسية متخصصة في تطوير الأنظمة المؤتمتة لإدارة الطيف وتوفير الحلول البرمجية لمشغّلي الاتصالات (www.criltelecom.com).

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 سنة 2002، على أن يكون من الممكن توسيع نطاق هذا النظام ليشمل مناطق أخرى. ويوضح الشكل 15.7 فيما يلي المعمارية العامة للشبكة القائمة.

يشمل المركز الوطني ما يلي:

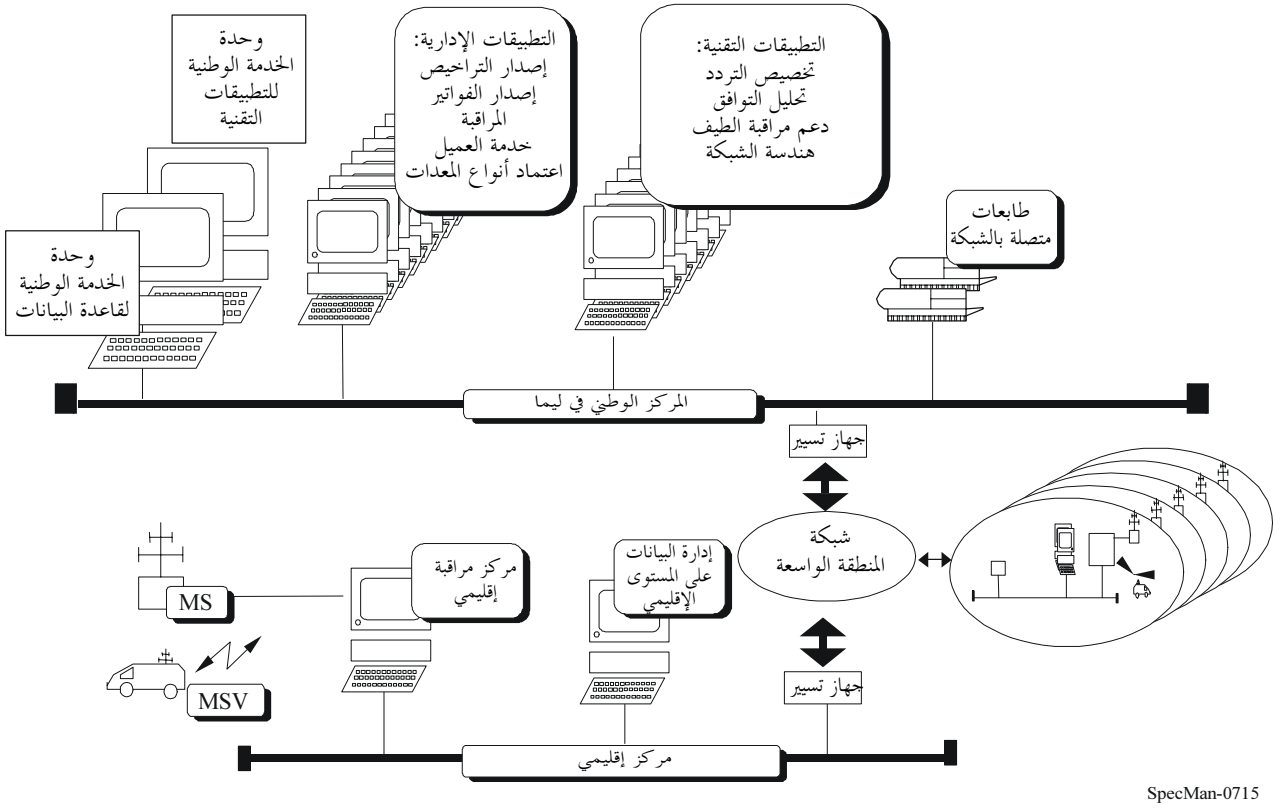
- برمجيات إدارة الطيف ومراقبة الطيف:
  - قاعدة البيانات الوطنية،
  - أدوات التحليل التقني،
  - الأدوات الإدارية،
  - السطح البيني مع نظام مراقبة الطيف،
  - برمجيات مراقبة الطيف الوطني.

يشمل المركز الإقليمي ما يلي:

- برمجيات إدارة ومراقبة الطيف: الأدوات الإدارية، والسطح البيني مع برمجيات مراقبة الطيف،
- المعدات.

الشكل 15.7

المعمارية العامة لنظام إدارة
ومراقبة الطيف في بيرو



2.1 المنافع التي من المتوقع أن تحققها وزارة النقل والاتصالات

بعد حصولها على نظام متكامل تماماً، تعتزم وزارة النقل والاتصالات إدارة الطيف الراديوي الوطني ومراقبته بكفاءة عالية، بما يتفق مع توصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات، 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 قيماً وشحيحاً ومحدوداً. ونتيجة لذلك، ترتبط التنمية الاجتماعية والثقافية والصناعية والاقتصادية لأي بلد بزيادة الطلب على خدمات الاتصالات الجديدة، وهذا معناه 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 القومي.

وإدارة الطيف ضرورة جوهرية لأن الطيف الراديوي أصبح من الموارد القومية 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 والقواعد
- تنسيق المؤتمرات والاجتماعات الدولية
- تخطيط الترددات وتوزيعها وتخصيصها
- إصدار التراخيص وإصدار الفواتير والتبليغ عن تحديد التراخيص بطريقة أوتوماتيكية
- تنسيق الترددات والتبليغ عن ذلك
- توفير الدعم الهندسي (تحليلات التوافق 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 مراقبة الطيف الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات.

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 أوتوماتيكية
- التنسيق الدولي والتبليغ عن ذلك
- هندسة الطيف والتنبؤ بالتغطية والتحليلات الكهرمغنطيسية وحساب *نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل*
- إدارة الشكاوى، وجدولة عمليات التفتيش والتحكم في الطيف
- إيجاد سطح بيني بين إدارة الطيف وأنظمة مراقبة الطيف
- إعداد الإحصاءات والتقارير بطريقة متقدمة

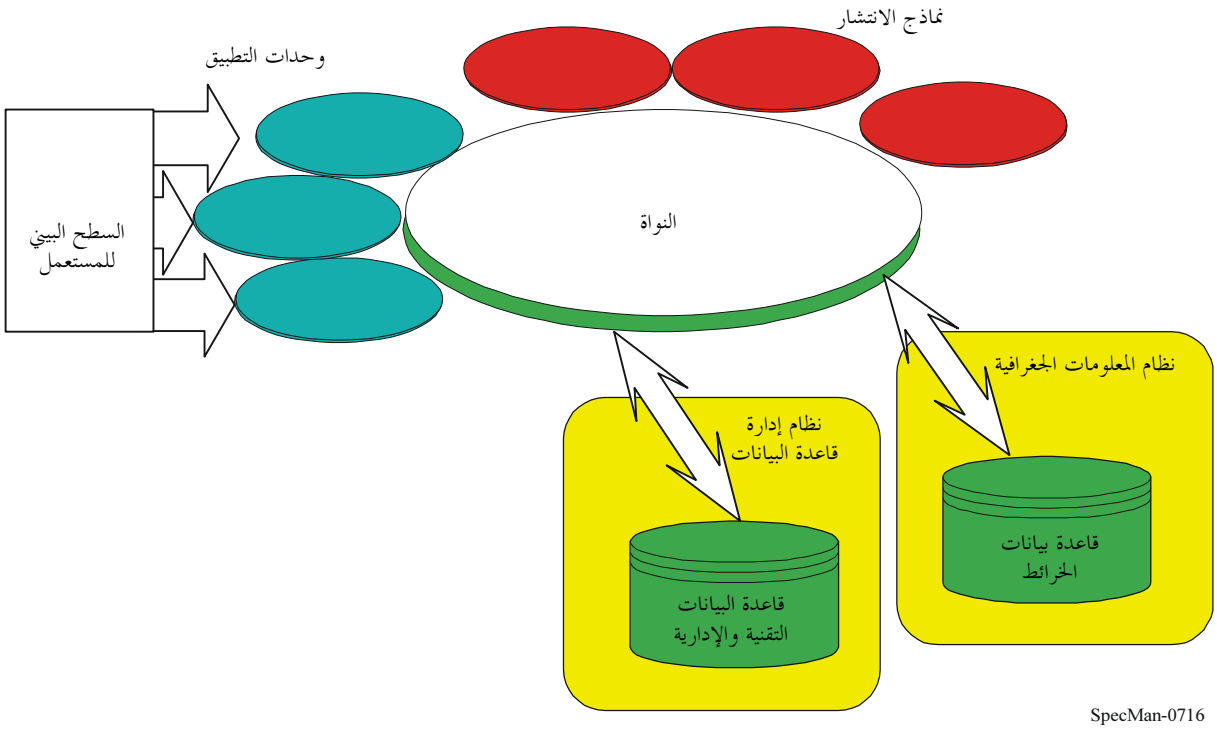
والخواص التقنية الرئيسية للنظام كما يلي:

- 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 التوافق الكهرمغنطيسي، وتحليلات *نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل*
- نظام قوي لقاعدة بيانات ترابطية
- نظام قوي لسطح بيني بياني للمستعمل
- نظام معلومات جغرافية قوي
- نظام مرن، سهل الاستعمال ويمكن الاعتماد عليه
- نظام متعدد المستعملين ومتعدد المهام
- يقوم على بيئة العميل والمخدِّم متعددة اللغات ومتعددة النوافذ
- نظام مفتوح البنية ومتعدد المنصات

ويتكون النظام من كيانات وظيفية مختلفة يوضحها الرسم البياني التالي:

الشكل 16.7

رسم بياني يوضح وظائف النظام



يسمح **السطح البيني للمستعمل** 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 أوراكل 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.

ووحدات التطبيقات هي كيانات وظيفية مخصصة لمهمة خاصة. وهي تَستعمل وظائف النواة.

والنظام متعدد المستعملين ومتعدد المهام، ويقوم 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،
- وغير ذلك من الأسباب.

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:
- السطح البيني لإدخال 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 السطح البيني لإدخال البيانات وتعريف البيانات

يسمح السطح البيني للمستعمل 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 هذا السطح البيني 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 نوع من الخدمات (الهواة والبحرية والجوية والمتنقلة الأرضية والإذاعية، وغيرها)، والمحطات (الثابتة والمتنقلة والمحمولة، وغيرها) والمستعملين (الحكومة والأمن والقطاع الخاص، وغيرهم). 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 وإطار تفصيلي لعملية إصدار التراخيص وإجراءاتها، وجدول 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 إصدار الفواتير، ومعالجة الرسوم، والإبلاغ الأوتوماتيكي عن التجديد

تقوم هذه الخاصية بتخزين جميع المعلومات الخاصة بإصدار الفواتير: الفواتير المُصدَّرة 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 السطح البيني التقني،
- التحليلات الهندسية، وتحليلات التوافق الكهرمغنطيسي، وتحليلات *نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل*،
- تخصيص الترددات.

1.5.2 إدخال بيانات السطح البيني التقني

يوفر النظام سطوحاً بينية سهلة الاستعمال تقوم على مفاهيم السطح البيني البياني 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. وعادة ما تكون قوائم الاختيار الخاصة بالتطبيق منظمة بحسب المهام. ومن أمثلة ذلك، أن إدارة بيانات السطح البيني 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*

باعتبارها الجهة المسؤولة عن إدارة الترددات في بيرو، ينبغي لوزارة النقل والاتصالات أن:

- تقوم بوضع السياسات واللوائح استناداً إلى التحليلات والخطط التقنية التي توفرها دائرة الدعم الهندسي.
- تتولى التحضير للمؤتمرات والاجتماعات الدولية استناداً إلى الآراء والدراسات التي تأتي من دائرة الدعم الهندسي.
- تقوم بتجهيز المختبرات الهندسية لإجراء الاختبارات، وعمليات الصيانة، وتزويدها بتسهيلات المعايرة، والبحوث والتطوير، وإجراء الدراسات، وما إلى ذلك.
- تحتفظ بقوائم مستوفاة بأنواع المعدات التي تمت الموافقة عليها والمقبولة.
- تقوم بتنسيق 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 محل الدراسة.
  - التبليغ عن حالات التداخل المحتملة.
- تدرس الجوانب الهندسية للنظام قبل إجراء تحليل التوافق الكهرمغنطيسي لتقييم مدى توافر 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.
- تُجري 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.

والمسؤول عن تشغيل التطبيق تكون أمامه 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

وينبغي 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 مشترك. 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 السطح البيني 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:

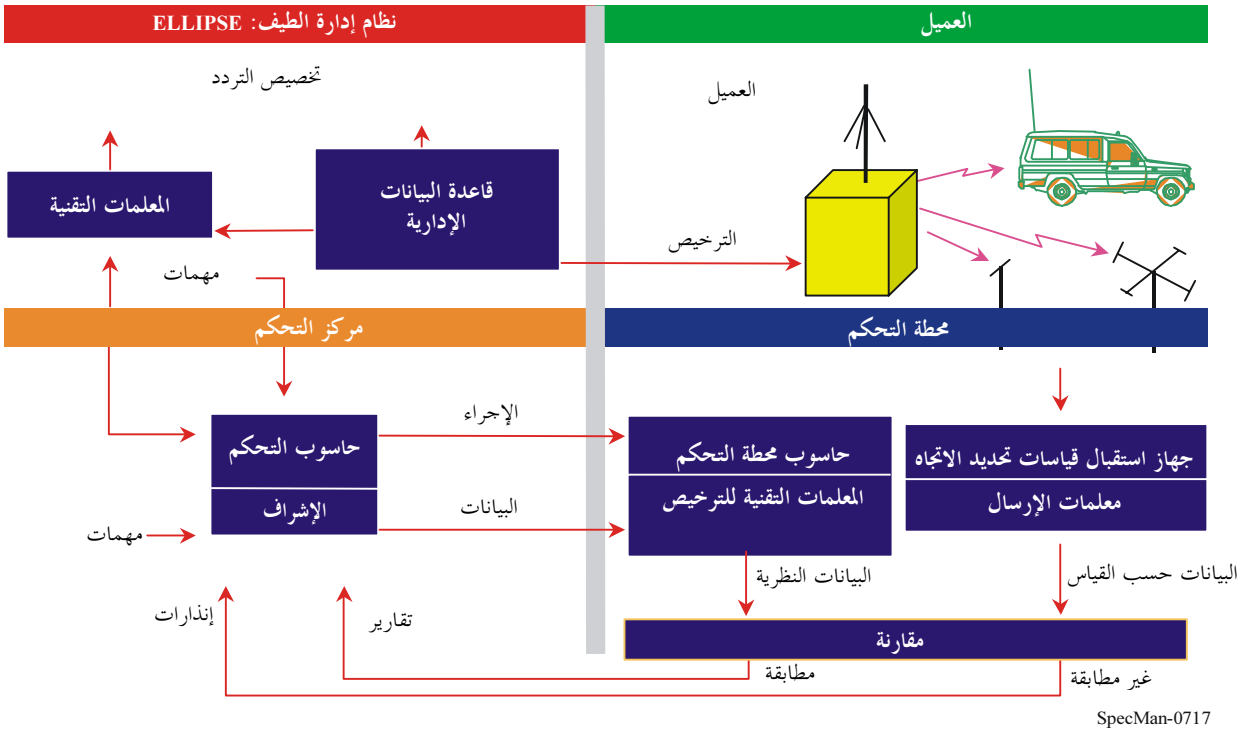
– عقد جلسة مراقبة تقنية بمبادرة من القائم على تشغيل نظام إدارة الطيف،

– 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 بوزارة النقل والاتصالات في بيرو طبقاً للتوصيات المبينة في كتيب الإدارة الوطنية للطيف الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد. 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 ITU IDWM (مثل التوصيلية).

2.7.2 تشكيل قاعدة بيانات الخرائط بوزارة 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 الخاصة بالبلد بأكمله بمستوى منخفض من الدقة.
- تغطي المجوعة الثانية 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. وفي الواقع، فبالإضافة إلى تنفيذ أو تطويع العمليات وطرائق العمل الجديدة، فمن المطلوب 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 تمكنها 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 لا مركزية هذه العملية.

بيبليوغرافيا

نصوص قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد

التوصية ITU-R SM.1048 تصميم مبادئ توجيهية لوضع نظام مؤتمت لإدارة الطيف (BASMS)

التوصية ITU-R SM.1370 المبادئ التوجيهية التصميمية لإعداد أنظمة مؤتمتة متطورة لإدارة الطيف (ASMS)

التوصية ITU-R SM.1537 أتمتة وتكامل أنظمة مراقبة الطيف مع إدارة أوتوماتية للطيف

التوصية ITU-R SM.1604 مبادئ توجيهية لنظام محسّن لإدارة الطيف من أجل البلدان النامية

الفصل 8

تدابير استعمال الطيف
وكفاءة استعمال الطيف

جدول المحتويات

الصفحة

1.8 مقدمة 286

2.8 الطريقة الأولى لحساب استعمال الطيف 286

1.2.8 مناقشة 287

3.8 الطريقة الثانية لحساب استعمال الطيف 290

4.8 تقييم الاستعمال الاقتصادي للطيف 291

5.8 التطبيقات 291

6.8 استعمال الطيف من قبل الأنظمة الساتلية 291

7.8 قياس كفاءة استعمال الطيف 291

1.7.8 مثال لحسابات كفاءة استعمال الطيف 292

2.7.8 دليل نوعية الطيف (SQI) (استعمال الطيف بالنسبة للطلب عليه) 294

8.8 النسبة بين كفاءات استعمال الطيف أو الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف 296

1.8.8 مناقشة 296

2.8.8 مثال للكفاءة RSE في الخدمة المتنقلة البرية 297

9.8 استنتاجات 299

المراجع 300

بيبليوغرافيا 301

1.8 مقدمة

كفاءة استعمال الطيف (SUE) من العوامل الهامة لأن الطيف مورد محدود له قيمة اقتصادية واجتماعية، ولأن الطلب على توزيع يتزايد بسرعة في معظم نطاقات التردد. وفي السنوات الأخيرة، أدى إدخال العديد من التكنولوجيات الراديوية المحسنة والبازغة، إلى تحسينات هائلة في الاستعمال الكفؤ للطيف. 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 بساتل 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 على نفس النظام على مدى فترة من الوقت للتحقق من حدوث أي تحسن في المجال المحدد قيد الدراسة.

ومن الجدير أيضاً ملاحظة 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 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 تشغل 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. إضافة إلى المباعدة الجغرافية والزمنية، توجد العديد من الوسائل لتجنب التداخلات ستجري مناقشتها فيما يلي:

يمكن 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:

$$U = B \times S \times T \qquad (1\text{-}8)$$

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 أو المرفوض)

T: الوقت.

1.2.8 مناقشة

النهج العام المتتبع في حساب مقياس "U" هو افتراض إضافة المرسلات والمستقبلات الإضافية إلى عرض نطاق معين. وبالنظر إلى الخصائص التقنية والتشغيلية للمرسلات والمستقبلات الإضافية، ما 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 (1-8) الخاصة باستعمال الطيف هي صيغة نظرية عامة ستتطلب المزيد من التفصيل متى سيجري تطبيقها على حالة معينة. ولا توجد 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 ستكون شديدة التعقيد ولأنه سيصبح من الضروري إجراء عدد كبير من الافتراضات.

تستعمل المرسلات والمستقبلات على حد سواء حيز الطيف. وتستعمل المرسلات حيز الطيف وذلك بحظر استعماله من قبل بعض المستقبلات (بخلاف المستقبلات المستهدفة) التي ستستقبل التداخلات من المرسل. ويطلق على هذا الحيز "الحيز المحظور للمرسل" أو ببساطة "حيز المرسل". وتستعمل المستقبلات حيز الطيف وذلك بحظرها استعماله من قبل مرسلات إضافية (على افتراض أن المستقبل يحق له التمتع بالحماية من التداخلات). وسيتسبب المرسل العامل في هذا الحيز في تداخلات لتشغيل المستقبل المعني. ويطلق على هذا الحيز "الحيز المحظور على المستقبل" أو ببساطة "حيز المستقبل". ويجدر ملاحظة أن المرسلات لا تحظر استعمال الحيز لمرسلات أخرى. ولا يمنع وجود مرسل واحد مرسلاً آخر من الإرسال. وبالمثل، 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 دائري نسبياً، أو عالي الاتجاهية (بسبب وجود هوائيات إرسال أو استقبال بحزمة ضيقة وبكسب مرتفع). وبالمثل، 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 القد الهندسي – الترددي – الوقتي غير مستعمل لكن 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. ويمكن 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، سيستعمل النموذج الأكثر محافظة (الهوائي الموجه إلى المستقبِل). وعلى سبيل المثال، سيستعمل التحليل الهادف إلى اكتشاف كمية حيز الطيف المتبقي لتقاسمها مع نظام الاتصالات الشخصية (PCS) المقترح، خصائص نظام PCS للمستقبل والمرسل المرجعي.

ولا توجد إجابة بسيطة للرد على السؤال المتعلق بكمية الطيف المستعملة. ويتوقف 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. وبإيجاز، ستدخل 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. وإن كان الحيز الهندسي يتخذ شكل حجم دائماً، ولكن

في بعض الحالات يهتم المرء بأقل من ثلاثة أبعاد. وعلى سبيل المثال، يمكن للحيز الهندسي لأنظمة بساتل أن يكون بحجم مخروطي الشكل يضاء بواسطة حزمة بتغطية عالمية أو بحزمة نقطية، وفي حالة النظام ثلاثي الأبعاد الذي 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.

وسيتأثر عامل الحيز الهندسي بنماذج الانتشار المستعملة لحساب خسارة الإشارة مع انتقال الموجة الراديوية عبر الحيز الهندسي. ويمكن أن تطلب النماذج الأكثر تعقيداً قاعدة معطيات 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

ودرجة شغل طيف قناة راديوية يرتبط ارتباطاً وثيقاً بعامل الوقت. ومعطيات 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. وتصف التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية ITU-R SM.1536 التدابير التقنية المستعملة لقياس هذه المعطيات. وتوفر المعطيات المتعلقة بدرجة شغل الطيف معلومات مفيدة في تقييم استعمال الطيف وكفاءة نظام راديوي معين.

قواعد المعطيات والنماذج اللازمة

يتطلب حساب الكفاءة الطيفية واستعمال الطيف قدراً هائلاً من المعطيات، بدءاً بالخصائص التقنية ومواقع جميع المرسلات والمستقبلات العاملة في مجال التردد والمنطقة الجغرافية المعنية. وينطوي ذلك على ضرورة وجود قواعد معطيات مفصلة ومحينة

لأغراض إدارة التردد. إضافة إلى ذلك، ستكون 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، ستكون هناك ضرورة لنماذج انتشار واقعية لحساب خسارة المسير للإشارات المطلوبة والإشارات غير المطلوبة. وقد تكون هناك ضرورة لقاعدة معطيات للأرض ويتوقف ذلك على الدقة اللازمة في نموذج الانتشار. وستكون هذه المعطيات 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 كاملٍ مؤلف من مرسلات ومستقبلات عديدة، أو من أجل نطاق تردد كامل في منطقة معتدلة الكبر (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 المعطيات 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 لهذه 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، $\Delta F/\Delta F_0 = Z$، حيث ΔF هو نطاق التردد الأدنى اللازم للسماح بتشغيل المرافق التشغيلية قيد البحث، ΔF_0 هو نطاق التردد الجاري تحليله، الذي تتواجد فيه الترددات العاملة فعلاً للمحطات الراديوية المشغلة. وتستند الحسابات إلى تحديد ΔF عن طريق حل مشكلة "البائع المتنقل" باستعمال طريقة "أقرب جار". واستعمال التردد الأمثل (أو شبه الأمثل) لإعادة تصميم الخوارزمية سيؤدي إلى تخفيض حد استعمال الطيف. وللحصول على القيم الفعلية، تحدد قيمة ΔF بإجراء منفصل لاختيار خوارزمية إعادة تصميم التردد من أجل معطيات 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 $\eta = Z_{opt}/Z_{real}$، حيث Z_{opt} هو عامل استعمال الطيف للأنظمة العاملة التي 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 (انظر الفقرة 2.8 من التوصية ITU-R SM.1599) أو وفقاً للطريقة الثانية (الفقرة 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 من قبل الأنظمة الساتلية

يمكن الاطلاع على المناقشات بشأن استعمال المورد المداري – الطيفي في الفقرة 3.2 من الكتيب الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بعنوان Satellite Communications (Fixed-Satellite Service)، جنيف، 2002.

7.8 قياس كفاءة استعمال الطيف

تعرف 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 مقياس تقني عن مدى كفاءة استعمال 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 لكمية المعلومات المنقولة، M، بمعدل بودي 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 مثلاً للإنذار بالفيضانات. وهل غيبة طائرة من شاشة رادار ترسل نفس الكمية من المعلومات عندما تكون الطائرة ظاهرة على الشاشة؟ ما هي كمية المعلومات التي يرسلها نظام للإنذار بالفيضانات عندما لا يوجد 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 التي يستقبل عليها المشترك أو المستمع الاتصال المطلوب بالعلاقة التالية:

$$C_0 = F_0 \ln (1 + p_0) \tag{3a-8}$$

حيث F_0 عرض نطاق الاتصال المطلوب، وp_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:

$$C_p = F_m \ln (1 + p_s) \tag{3b-8}$$

وثمة إجراء آخر قد يكون أسهل وهو التعبير عن القدرة بعدد وحدات الحركة مثل إرلنغ، للقنوات التماثلية، أو قنوات الرادار لكل وحدة طيف مستعملة.

ويختلف قياس كفاءة استعمال الطيف وفقاً لأنماط الأنظمة والخدمات المختلفة. وعلى سبيل المثال، لحيز الطيف S في المعادلة (1-8) دلالات شديدة الاختلاف في نظام من نقطة إلى نقطة، ولنظام بساتل ولنظام متنقل للأرض. ومقارنة مختلف أنظمة SUE لا مغزى له حيث يختلف الإطار المرجعي. ومن الممكن تكييف المعادلة (1-8) 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 وبيكوخلوية

الأنظمة الراديوية الخلوية ذات الخلايا الأصغر يمكن 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.

وتوجد 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 نطاق ومجال إيرلنغ [Hatfield, 1977]:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{كمية المعلومات المنقولة (E)}}{\text{عرض النطاق (Hz)} \times \text{المجال (m}^2\text{)}} \quad (4\text{-}8)$$

حيث تمثل كمية المعلومات المنقولة الحركة الكلية المحمولة بواسطة النظام، وعرض النطاق هو الكمية الكلية من الطيف المستعمل والمجال هو مجال الخدمة الكامل للنظام.

2.1.7.8 الأنظمة الإذاعية وأنظمة الاتصالات المتنقلة البرية

متغير الاتجاه 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.

يرد وصف لتكوين هذين العاملين للأنظمة المعنية في [Pastukh *et.al.*, 2002].

أنظمة الإذاعة الصوتية والتلفزيونية

يمكن أن يؤخذ عامل "الأثر المفيد" في اعتباره 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 عدد i-th من عنصر المنطقة

k_i: عدد القنوات الإذاعية والتلفزيونية التي يمكن استقبالها في عدد i-th من عنصر المنطقة

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 المعادلة 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.

تعرض معلومات إضافية بشأن تطبيق هذا النهج على الأنظمة الإذاعية وعلى الأنظمة المتنقلة البرية في [Pastukh *et.al.*, 2002].

2.7.8 دليل نوعية الطيف (SQI) (استعمال الطيف بالنسبة للطلب عليه)

يمكن أيضاً حساب الكفاءة في 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

في إطار خدمة محددة، الطلب على الطيف الراديوي 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 بعض أجزاء الطيف يثير مشكلة أكثر خطورة في المناطق التي يزداد فيها الطلب عليه عنه في المناطق غير المأهولة بالسكان.

يمكن أن 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 القيودات 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. تقسم V إلى مكعبات ذات أبعاد متساوية. ويختلف الطلب في كل مكعب ويمثل بعدد وحدات الطيف المشغولة في كل مكعب (ناتج عرض النطاق والحيز والوقت). وكلما زاد الطلب في مكعب ما، كلما ارتفع عامل قيمة الطيف. ويمكن تمثيل هذه القيمة رياضياً بالوحدة Γ، وتتراوح قيمتها العددية ما بين 0,0 و1,0، ويدل 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 على ذلك:

$$\Gamma(n) = \beta_t(n) / \beta_{total}$$

حيث:

β_{total}: إجمالي الطلبات في الحجم V.

دليل نوعية الطيف (SQI)

دليل نوعية الطيف يطبق كمقياس نسبي لمقارنة الكفاءة في استعمال الطيف لنفس الخدمة. وبالتالي نحصل عليه بالعلاقة التالية:

$$\text{SQI} = \frac{\text{إجمالي الطيف المشغول الموزون}}{\text{إجمالي الطيف (المشغول + المحظور) الموزون}}$$

أو

$$\text{SQI} = \frac{\Sigma\,\Gamma(n)\,\beta_t(n)}{\Sigma\Gamma(n)\{\beta_t(n) + D_t(n)\}} \qquad (5\text{-}8)$$

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. والقياسات المطلقة يمكن استعمالها 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.

ويوجد عدد من العوامل التي يمكن أن تؤثر على نوعية الطيف مثل:

- خصائص الانتشار؛
- توزيع الطلب؛
- التكنولوجيا المتيسرة؛
- متطلبات الأداء (صنف الخدمة).

8.8 النسبة بين كفاءات استعمال الطيف أو الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف

وكما أشير إليه في الأقسام السابقة، يمكن حساب قيم 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 في استعمال الطيف (RSE) باعتبارها النسبة بين كفاءتين لاستعمال الطيف (SUE)، واحدة منهما تتعلق بكفاءة النظام المستعمل كمعيار للمقارنة.

وفي هذه الحالة:

$$RSE = \frac{SUE}{SUE\ std} \qquad (6\text{-}8)$$

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 للصناعة.

الكفاءة النسبية لاستعمال الطيف عدد موجب بقيم تتراوح بين صفر ولا نهاية. وإذا كان اختيار النظام المعياري ليكون النظام المثالي أو النظام الأكثر كفاءة، عندئذ تتراوح قيمة RSE عادة بين صفر وواحد.

1.8.8 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 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 RSE هي أنها ستكون أسهل من حساب قيمة 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 سيؤدي ذلك إلى تقليل تعقيد الحسابات.

وعلى سبيل المثال، اقترح [Bykhovsky في 1979 وBykhovsky وPavliouk في 1986 و1987] 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: $M_u = F_{opt}/F_c$). ومثل هذا النظام المثالي سيستعمل الطيف بطريقة مثلى وسيمتلك خصائص RF مثالية (من وجهة نظر البث المسبب للتداخل في المرسلات، وخصائص استقبال الترددات غير الأساسية، ومعلمات الهوائيات، إلخ.). ويمكن التعبير عن خصائص هذا النظام الراديوي المثالي على أساس المعادلتين (3a-8) و(3b-8):

$$P_s = (1 + p_0)^{F_0/F_m} - 1 \qquad (7\text{-}8)$$

وإذا خفض عامل 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 أن كفاءة النظام 256-QAM تقدر بأربعة أمثال كفاءة النظام 16-QAM. وإذا بحثنا بشكل متعمق سيتبين أن النظام 256-QAM يتطلب نسبة *الإشارة إلى الضوضاء* أكبر ويمكن أن يكون أكثر تعرضاً للتداخلات. 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.

2.8.8 مثال للكفاءة RSE في الخدمة المتنقلة البرية

إذا أخذنا في الاعتبار تعريف الكفاءة RSE الوارد في المعادلة (6-8)، يمكن اعتماد نظام مرجعي باستعمال استراتيجية تخصيص شبه مثلى. ويرد وصف تفاصيل هذه الاستراتيجية [في Delfour وDeCouvreur، 1989 وDelfour وTowaij، 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، إلخ. 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 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.

$$\beta_t(n) = \mathrm{C}\ O_t(n) \qquad (8\text{-}8)$$

- وحدات الطيف المطلوبة في القناة رقم (i) في المربع رقم (n) هي:

$$\beta(n,i) = \mathrm{C}\ O(n,i) \qquad (9\text{-}8)$$

حيث:

C: قيمة ثابتة تحدد قد الشبكة وطول نطاق القناة المستعملة في النطاق قيد الدراسة.

- يجوز استعمال عوامل تحميل مختلفة للخدمات العمومية للأمن وغيرها من الخدمات. ويمكن النص أيضاً على تسامحات حينما تتقاسم القدرة أنظمة متعددة.

وفي هذا النموذج تكون المعادلة على النحو التالي:

$$\mathrm{RSE} = \frac{\text{الانشغال الفعلي الموزون}}{\text{انشغال NOAS الموزون}}$$

1.2.8.8 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)، سيرفض طلب بعض المستعملين استعمال الطيف. وتحدد هذه الكمية المرفوضة من الطيف بسوية التداخل التي ستستقبلها 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 إجراء 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 المخططة مجدداً، فاستراتيجية 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 التخطيط شبه المثلى إلى نوعية أفضل للطيف وذلك بتبسيط عملية التخصيص بفضل الانتقاء المسبق للترددات الخالية من التداخل في جميع أرجاء المنطقة قيد الدراسة.

9.8 استنتاجات

يعتبر الوصف الوارد أعلاه لتدابير استعمال الطيف، والكفاءة في استعمال الطيف (SUE) والكفاءة النسبية في استعمال الطيف (RSE) نقطة انطلاق لإجراء حسابات تؤدي على وجه الاحتمال 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، وعلى سبيل المثال 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 مع مراعاة القيود التقنية والقيود على الموارد المالية، ستؤدي إلى إنجاز 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، إلخ.

3. استعمال تشكيلات الشبكة، من أجل خدمات الاتصالات الراديوية والخدمات الإذاعية، القريبة نظرياً قدر الإمكان من الشبكات المثلى، وذلك من وجهة نظر الكفاءة في استعمال الطيف.

4. تكييف تقنيات التشكيل ومعلمات الأجهزة بهدف الاستعمال الفعال لنطاقات التردد، بحيث يمكن الاقتراب قدر الإمكان من الحدود الممكنة "لنظام راديوي مثالي" مطابق.

5. استعمال عامل الوقت إضافة إلى 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 للاتحاد

كتيب القطاع ITU-R – الاتصالات الساتلية (2002)

كتيب القطاع ITU-R – مراقبة الطيف (2002)

كتيب القطاع ITU-R – التقنيات المستعينة بالحاسوب (2005)

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.182 المراقبة الأوتوماتية لشغل طيف التردد الراديوي

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.667 المعطيات الوطنية لإدارة الطيف

التوصية ITU-R SM.668 التبادل الإلكتروني للمعلومات من أجل أهداف إدارة الطيف

التوصية ITU-R SM.669 نسب حماية استقصاءات تقاسم 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 بمحطات المراقبة للإشارات الأقل من 30 MHz

التوصية ITU-R SM.855 أنظمة الاتصالات المتعددة الخدمات

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

التوصية ITU-R SM.1009 المواءمة بين الخدمة الإذاعية الصوتية في حوالي نطاق الترددات 87-108 MHz والخدمات للطيران في النطاق 108-137 MHz

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.1048 تصميم خطوط توجيهية لوضع نظام مؤتمت لإدارة الطيف (BASMS)

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 406-406,1 MHz

التوصية ITU-R SM.1052 تعرف هوية المحطات الراديوية أوتوماتياً

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.1267 تجميع ونشر معطيات المراقبة لمساعدة تخصيص التردد للأنظمة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض

التوصية ITU-R SM.1268 الطريقة التي تستعملها محطات مراقبة البث لقياس الانحراف الأقصى للتردد للبث الإذاعي FM

التوصية ITU-R SM.1269 تصنيف التقاويم الزاوية لمعرفة الاتجاه

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 معطيات 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.1536 قياسات درجة انشغال قناة التردد

التوصية ITU-R SM.1537 أتمتة وتكامل أنظمة مراقبة الطيف مع إدارة أتوماتية للطيف

التوصية ITU-R SM.1538 المعلمات التقنية والتشغيلية لأجهزة الاتصال الراديوي قصيرة المدى واحتياجاتها من الطيف

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

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 الترددات، والمعلومات الجغرافية وغيرها من المعطيات. والتدريب على استخدام نظام من هذا القبيل عنصر أساسي لأي أنشطة لإدارة الطيف تضطلع بها أي إدارة من أجل إعداد الموظفين لأداء مهامهم. ومع التطور 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 الفقرة 2، تتطلب دورات تدريبية مختلفة. ويمكن أن تتألف الدورات التدريبية هذه من تشكيلات نسقية 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 بتفصيل أكبر في الفقرة 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 الفقرة 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 بأحد الأنظمة:

- 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 الزجاجية 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 في التوصية ITU-R SM.1370 – مبادئ توجيهية لتصميم وإعداد أنظمة متقدمة لإدارة الطيف أوتوماتياً (النسخة الأخيرة)، كما يناقش في الفقرة 8.2 من كتيب مراقبة الطيف الراديوي الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف 2002.

2 المهارات اللازم توافرها في المتدربين

يتعين على الموظفين المعنيين بإدارة الطيف الراديوي مواجهة طائفة واسعة من الخدمات الراديوية والأنظمة والإجراءات الإدارية. ولذلك يلزم توافر 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 المعطيات وإدارة المستعملين.

وتتمثل المعارف والمهارات التي يتعين توافرها 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
    - توافر معرفة أساسية بشأن استعمال الحاسوب

- *المستعملون التقنيون*
  - انتشار الموجة الراديوية
  - تحليل التداخل
  - تخطيط التردد
  - توافر معرفة أساسية باستعمال الحاسوب وإتقان استعمال برمجية التطبيق ذات الصلة، على سبيل المثال، معالجة النصوص وتحليل صحائف تمديد الطيف وبرمجية إدارة التردد
- *المستعملون الإداريون*
  - تنظيم الهيئة التنظيمية
  - أداء المهام الإدارية المتصلة بإدارة الطيف
  - توافر معرفة أساسية باستعمال الحاسوب بما في ذلك مايكروسوفت ويندوز
- *الأخصائيون في مجال تكنولوجيا المعلومات*
  - أنظمة التشغيل
  - توافر معرفة أساسية ببرمجية التطبيق التي يستعملها النظام
  - إدارة قاعدة المعطيات 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 توافر فهم واضح للمبادئ المعنية. وكي يكون بعض هؤلاء الموظفين وخصوصاً المديرين مؤهلون جيداً لأداء وظائفهم، يتعين أن تتوافر 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 الذين خرجوا 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 الموصى بتناولها 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 الموصى بتناولها في الدورات التدريبية كمبادئ توجيهية، كذلك يمكن تعديلها حسب متطلبات آحاد الإدارات

وكمثال على ذلك، يمكن لبرنامج تدريبـــي أن يخصص زهاء 3/4 برنامجه الزمني لإدارة الطيف، وزهاء 1/4 برنامجه الزمني لمراقبة الطيف، حسبما يفعل البرنامج المبيّن في التوصية ITU-R SM.1370.

وينبغي أن تتوافر للموظفين المذكورين في الفقرة 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 الموصى به للنظام المبيّن في التوصية ITU-R SM.1370؛ مثل مفيد على التدريب الأساسي

تصف التوصية ITU-R SM.1370 عناصر نظام أوتوماتي متطور لإدارة الطيف (ASMS) لمساعدة الإدارات على الاضطلاع بمسؤولياتها في مجال إدارة الطيف. وتذكر التوصية المواضيع التي ينبغي تغطيتها في دورة تدريبية بشأن نظام متطور لإدارة الطيف. وتُعتبر مدة الوحدات النسقية للدورة التدريبية الموصى بها ملائمة للتدريب على استعمال الأنظمة الأوتوماتية لإدارة الطيف على النحو المذكور في التوصية ITU-R SM.1370. ويمكن أن تكون مدة التدريب أطول بكثير في معظم الحالات عندما يجري تعليم الموضوع العام المتعلق بإدارة الطيف، خصوصاً لمتدربين من المديرين الذين سيضطلعون بإدارة الطيف في المستقبَل والذين يُعتبر هذا الموضوع جديداً عليهم.

ويُعدّ التدريب الموصى به في التوصية ITU-R SM.1370 مثالاً مفيداً على التدريب الأساسي. فالتحاق موظفين جدد بمنظمة ما هو عملية مستمرة. وتوظف الإدارات بوجه عام المهندسين الحديثي التخرج وتدربهم إما في مراكز التدريب الخاصة بها أو تلحقهم بإدارات مختلفة لمدد قصيرة ليتمكنوا من إدراك كامل عملية إدارة الطيف. ويمكن أن يكون تدريب هؤلاء الموظفين الجدد وفقاً للمبادئ التوجيهية للتدريب الواردة في التوصية ITU-R SM.1370.

وتوفر القائمة التالية ملخصاً للتدريب الموصى به في التوصية ITU-R SM.1370:

تطبيقات إدارة الطيف (يوم واحد). يتضمن التدريب مدخلاً تمهيدياً بشأن إدارة الطيف، وفهماً لدور نظام إدارة الطيف.

فهم بنية نظام إدارة الطيف (يوم واحد). يتضمن مناقشات لبنية النظام وإدماج الأنظمة الفرعية.

فهم الأنظمة الفرعية لإدارة الطيف واستعمالها (10 أيام). 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 (1,5 يوم). يتضمن فهم نطاق انطباق المشروع ونتائجه وكيفية إدماج مختلف الأنظمة الفرعية، والجدول الزمني للتنفيذ وآثاره، ومسؤوليات المقاول والإدارة.

النظام الفرعي لمنح التراخيص الراديوية (3 أيام). 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 (5 أيام). يتضمن مدخلاً تمهيدياً إلى التحليل التقني، وتعليماً مفصَّلاً لكيفية أداء التحليلات التقنية.

فهم/أداء التنسيق الدولي (يوم واحد). يتضمن التبليغ عن الترددات وتسجيلها، وأداء التنسيق الدولي والاستفسارات والتقارير.

فهم عملية إدارة المستعمِل (نصف يوم). يتضمن تحديد البائعين وفهم عملية إصدار الشهادات والتسجيل، وفهم رسوم منح التراخيص للبائعين.

فهم عملية قبول نمط التجهيزات (نصف يوم). يتضمن فهم وظيفة وعملية قبول النمط.

إدارة النظام (5 أيام). يتضمن فهم وتطبيق تشكيلات النظام وتشكيلات الشبكة، والمحافظة على نظام إدارة قواعد البيانات واستعادته، وفهم النفاذ إلى النظام وأمن النظام.

أدوات إدارة قاعدة المعطيات (5 أيام). تتضمن فهم وظيفة نظام إدارة قاعدة المعطيات الترابطية RDBMS واستعماله باستخدام لغة SQL، واستعمال برامج تصفح المعطيات.

نظام التفتيش (يومان). يتألف من فهم النظام الفرعي للتفتيش واستعماله.

استيفاء الجداول والرموز المرجعية لنظام منح التراخيص واستعمالها (يومان). يصف مختلف أنماط الرموز، واستعمال كل من جداول الرموز.

فهم وظيفة المراقبة ومعرفة الاتجاه (10 أيام). يعرِّف المتدربين بأنظمة المراقبة ومعرفة الاتجاه، ويصف السطح البيني 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 تلقي 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 المعطيات وأداء هذه العمليات

10. إدخال المعطيات
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 أرقام 8، و9ب)، و9د). وينبغي للمستعملين الإداريين أن يتلقوا تدريباً على المواضيع الواردة في الفقرات الفرعية 2 و8 و9أ) و9و) 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 المعطيات.

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 مثل 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 كافة أنحاء العالم، بما في ذلك المصادر التالية:

- يوفر الاتحاد الدولي للاتصالات التدريب المعني. ويوفر كلا 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 لكلا تكاليف التدريب ومصاريف السفر/المعيشة.
- عرضت الإدارات الكائنة في أستراليا وكندا وفرنسا وألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية وإيطاليا واليابان والبرتغال والمملكة المتحدة في القرار ITU-R 23-1 (RA-03) استقبال موظفين مسؤولين عن المراقبة من الإدارات الأخرى لتدريبهم على تقنيات المراقبة وتحديد زوايا الاتجاه راديوياً. 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 بدون رسوم تعليم، وبعضها يتطلب دفع رسوم للتعليم.
- وتعرض الجهات المصنعة مثل TCI، الولايات المتحدة الأمريكية؛ وSpectrocan، كندا وLStelcom، ألمانيا؛ وThales، فرنسا توفير التدريب بما في ذلك التدريب على الأنظمة التي تورّدها. ويرد وصف برامج تدريب هذه الجهات المصنّعة في المرفقات بهذا الملحق. والذين وقّعوا اتفاقات شراكة مع مكتب تنمية الاتصالات لا يفرضون رسوم تعليم على الملتحقين بدوراتهم التدريبية و/أو سيوفّرون المحاضرين مجاناً إلى حلقات العمل والحلقات الدراسية التي تنظمها مراكز الامتياز التابعة لمكتب تنمية الاتصالات؛ أما بعض الجهات المصنّعة الأخرى فقد تفرض رسوماً للتدريب.

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 بآحاد 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 مراكز الامتياز ومراكز التدريب التقديري المذكورة أدناه. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الحلقات الدراسية المعنية بالاتصالات الراديوية تسهّل التدريب.

1.1.4 الحلقة الدراسية العالمية بشأن الاتصالات الراديوية

ينظِّم مكتب الاتصالات الراديوية في سنوات متناوبة (بوجه عام في شهر نوفمبر) في المقر الرئيسي للاتحاد الدولي للاتصالات في جنيف حلقة دراسية (مدتها خمسة أيام) تعالج مسألة استعمال طيف الترددات الراديوية، ومدارات السواتل، وتعالج بوجه خاص تطبيق أحكام لوائح الراديو التي أصدرها الاتحاد الدولي للاتصالات. 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 (WRCs). كما تنظَّم عروض إيضاحية وحلقات عمل لتمكين المشاركين من اكتساب خبرات عملية بشأن إجراءات التبليغ التي وضعها الاتحاد الدولي للاتصالات 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 الدولي للاتصالات، مع توفير تسهيلات الترجمة الشفوية الفورية. وترد الوثائق على موقع قطاع الاتصالات الراديوية على العنوان التالي (http://www.itu.int/ITU-R/conferences/seminars/index.html) 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.

2.1.4 مراكز الامتياز

يدير مكتب تنمية الاتصالات عدة مراكز للامتياز 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 صناع 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 امتياز تتمثل فيما يلي:

1. مركز الامتياز الخاص بالبلدان الإفريقية المتحدثة بالفرنسية (نقطة اللقاء الرئيسية: داكار)
2. مركز الامتياز الخاص بالبلدان الإفريقية المتحدثة بالإنكليزية (نقطة اللقاء الرئيسية: نيروبي)
3. مركز الامتياز الخاص ببلدان آسيا والمحيط الهادئ (نقطة اللقاء الرئيسية: بانكوك)
4. مركز الامتياز الخاص بالأمريكتين (نقاط اللقاء الرئيسية: كوستاريكا أو إكوادور أو فنـــزويلا أو بيرو أو كولومبيا أو الأرجنتين أو شيلي أو هندوراس)
5. مركز الامتياز الخاص بالمنطقة العربية (البلدان الرائدة: سورية ومصر والأردن وتونس والسودان)
6. مركز الامتياز 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).

3.1.4 مركز التدريب التقديري

أنشأ مكتب تنمية الاتصالات مركزاً للتدريب التقديري. ولموقع هذا المركز على شبكة الويب على العنوان التالي (http://www.itu.int/ITU-D) مكتبة 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 تتمثل في: وضع اتفاق بشأن التدريب (عن طريق إلغاء رسوم التدريب)، يسهم في خطة العمل السنوية لمكتب تنمية الاتصالات، و/أو الانضمام إلى المشاريع الإقليمية القائمة على شراكات بين القطاعين العام والخاص 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 الأمريكية 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 الفدرالية، 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) و(Comsearch).
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 كتالوغ 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 الدولية والمحلية إلى الولايات المتحدة وفيها، 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 التدريبـــي 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 جنباً إلى جنب مع 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 (UKTA)

تقدم أكاديمية الاتصالات في المملكة المتحدة (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 الفنية 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، 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 آحاد الدورات التدريبية بين يوم واحد وسنتين. ولا توجد دورات تدريبية محددة تحت عنوان إدارة الطيف وإنما توجد 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/new/english/index.html) 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 الموقع على شبكة الويب المحتوى والجدول الزمني الخاصين بالتدريب الذي تبلغ مدته خمسة أيام. ونُظمت الدورة التدريبية في إسرائيل وفي أكثر من 26 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.

5.2.4 المعهد الكندي للإدارة التنفيذية للاتصالات (TEMIC)

إن المعهد الكندي للإدارة التنفيذية للاتصالات (TEMIC) (http://www.temic.ca) هو مؤسسة لا تستهدف الربح أنشأتها الحكومة الكندية في عام 1986 استجابة لتقرير لجنة ميتلاند. وينظم المعهد طائفة من الحلقات الدراسية التدريبية في مجال الاتصالات لكبار المديرين من القطاعين العام والخاص على السواء. ويتلقى المعهد الكندي للإدارة التنفيذية للاتصالات الدعم من الحكومة الكندية ومن عدد من منظمات القطاع الخاص ومن الاتحاد الدولي للاتصالات أيضاً. ويقدَّم التدريب فيه باللغات الفرنسية والإنكليزية والإسبانية بدون دفع رسوم لقاء التدريب.

3.4 التدريب الذي توفره الجامعات

تقدم بعض الجامعات أيضاً دورات تدريبية قصيرة في الإدارة التنظيمية وفي إدارة الطيف إما على هيئة وحدات نسقية 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 التدريبيتان لقاء دفع رسم للتدريب بالإضافة إلى التكاليف الأخرى التي تتحملها الإدارة، بما في ذلك تكاليف السفر والإيواء 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 نسقية للتدريب تستغرق أسبوعاً واحداً في الدورات التدريبية النسقية التي تنظَّم لطلاب الدراسات العليا في جزء من الوقت بشأن الملاءمة الكهرمغنطيسية EMC 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 المتواصل 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 للاتحاد

كتيب مراقبة الطيف ITU-R (جنيف، 2002).

التوصية ITU-R SM.1370 مبادئ توجيهية لتصميم وإعداد أنظمة متقدمة لإدارة الطيف أوتوماتياً.

القرار ITU-R 23-1 تمديد نظام المراقبة الدولية على نطاق عالمي.

الإضافة 1

للملحق 1

التدريب على إدارة الطيف ومراقبته*

1 برنامج التدريب

تُعدّ شركة TCI هي المورّد الوحيد للأنظمة الأوتوماتية لإدارة ومراقبة الطيف الذي يقوم بتصميم وصنع وتركيب أنظمة كاملة متكاملة داخلياً 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 أتوماتياً.

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. وتتوافر 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 تتوافر فيهما الكفاءة فيما يتعلق بالمهام الخاصة بالمستعملين.

---

* هذا الملحق مقدَّم من شركة TCI (www.tcibr.com).

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 مع النظام المستند إلى الويندوز® 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.

3 الدورات الدراسية

الدورة الدراسية الخاصة بإدارة تخصيص الترددات ومنح التراخيص. تنفَّذ من أجل تشغيل نظام الإدارة، دورة دراسية لتشغيل نظام الإدارة مدتها عشرة أيام تقدَّم عادة لعدد يصل إلى عشرة من موظفي الإدارة. وتشمل المواضيع التي تغطيها هذه الدورة الدراسية ما يلي:

- إدارة الطيف – من أجل فهم المبادئ العامة لإدارة الطيف.

  استعراض عام لبرمجيات نظام إدارة الطيف (SMS).

  تشغيل النظام.

  توزيع طيف الترددات لاستعماله في مختلف المتطلبات التجارية الخاصة بالمستهلكين.

- إدخال المعطيات – من أجل فهم عملية إدخال المعطيات المستخدَمة في نظام إدارة الطيف (SMS).

  مجموعة من المحاضرات والاستخدام العملي للنظام ومعالجة التطبيقات.

- منح التراخيص والإدارة – من أجل التمكّن من تقييم طلبات الحصول على التراخيص بغية الموافقة عليها وإدارة عملية تسوية المشاكل الناجمة عن الشكاوى.

  توفير فهم متعمق لعملية تقديم الطلبات ومنح التراخيص والاتساق مع الإجراءات اللازمة.

- تخصيص التردد والتحليل التقني والهندسي – من أجل فهم عملية تخصيص التردد واستخدام أدوات التحليل الهندسي في تخصيص الترددات وتسوية المشاكل الناجمة عن الشكاوى.

  الاستخدام العملي لتخصيص التردد وأدوات التحليل الهندسي التي تقدَّم مع نظام الإدارة.

- حساب الرسوم – من أجل فهم عملية حساب الرسوم.

محاضرة ومعالجة عملية للرسوم المطلوبة.

- إدارة النظام وشؤونه الإدارية – من أجل تمكين مديري النظام من صيانة البرمجيات المعيارية وتحديد مواطن الخلل فيها.

التعود على استخدام الأدوات التالية والبرمجيات الأساسية: أدوات نظام إدارة قاعدة المعطيات الترابطية؛ وبرمجية استرداد المعطيات.

استرجاع المعطيات؛ إنشاء وإدارة حسابات مستعمل الحاسوب؛ وإدارة الأمن؛ وصيانة قاعدة المعطيات؛ وإدارة الشبكة؛ والإجراءات.

دورة دراسية بشأن تشغيل المراقبة. من أجل تشغيل محطات المراقبة، تنظَّم دورة دراسية مدتها خمسة أيام بشأن تشغيل المواقع الثابتة والمتنقلة، وتنظَّم هذه الدورة عادة لعدد يصل إلى ثمانية موظفين. وفيما يلي وصف لهذه الدورة الدراسية:

- التدريب على تشغيل المراقبة (بما في ذلك مراقبة الوحدات الثابتة والمتنقلة على السواء) – لتمكين المشغلين من أداء مهام المراقبة اليومية أداء فعالاً.

استعراض عام لمعدّات النظام، بما في ذلك: مخطط فدرة موجزة للمحطات المتنقلة والثابتة؛ والاختلاف بين المحطات المتنقلة والثابتة.

برمجية مراقبة الطيف بما في ذلك: المصطلحات والمفاهيم؛ ونظام التشغيل؛ والنظام القائم على الزبون/وحدة خدمة الحاسوب؛ وبدء تشغيل البرمجيات؛ واستكشاف البرمجيات؛ واستعراض عام للقياسات التفاعلية؛ واستعراض عام للقياسات الأوتوماتية؛ والإنذارات والجدولة الزمنية؛ وتقييم نتائج المراقبة؛ وتشخيص المشاكل والإبلاغ عنها؛ وتحديد الاتجاه الزاوي.

دورة دراسية في الصيانة. لصيانة النظام، تنظَّم دورة دراسية مدتها خمسة أيام لعدد يصل عادة إلى ثمانية تقنيين. وفيما يلي وصف لهذه الدورة الدراسية:

الصيانة – لتمكين التقنيين من كشف مواطن الخلل وإصلاح مكونات النظام.

مخطط الفدرة.

استعراض عام للمعايرة وعمليات التشخيص ورسائل الأخطاء.

عمليات التشخيص ورسائل الأخطاء.

المعايرة.

إصلاح واستبدال الوحدات الميدانية التي يمكن استبدالها.

الصيانة الوقائية.

المرفق 2

للملحق 1

برامج تدريب شركتي Spectrocan وLStelcom*

1 برامج التدريب

اندمجت شركة Spectrocan، كندا، مع شركة LStelcom AG، ألمانيا، وتقدم الشركة المندمجة طائفة واسعة متنوعة من الدورات التدريبية وحلقات العمل والحلقات الدراسية المهنية التي تعالج جميع جوانب إدارة الطيف وهندسة الطيف.

وتشارك الشركة – كجزء من أنشطتها التدريبية المعهد الكندي للإدارة التنفيذية للاتصالات (TEMIC) في رعاية الممثلين من الدول النامية كي يفدوا إلى كندا في إجازة تدريبية مديدة. وبالإضافة إلى ذلك، ولتعزيز خدمات التدريب المقدَّمة إلى البلدان النامية وإضفاء طابع رسمي عليها، تعمل الشركة أيضاً في شراكة مع الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) ومراكز الامتياز 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 كندا وإما في ألمانيا وإما في بلد ثالث يختاره الزبون.

ولا تقدَّم في التدريب الأساسيات النظرية فحسب من خلال استخدام أمثلة عملية وإنما تقدم أيضاً طائفة من تدريبات الحواسيب العملية الاختبارية أيضاً.

ويقدِّم جدولنا الزمني الخاص بالتدريب وصفاً أكثر تفصيلاً لكل دورة تدريبية.

إدارة الطيف

- مبادئ إدارة الطيف الراديوي
- المسائل التقنية لإدارة الطيف الراديوي
- قياسات مراقبة الطيف

---

* هذا الملحق مقدَّم من شركة Spectrocan، كندا (www.spectrocan.com) وشركة LStelcom، ألمانيا (Lstelcom.com).

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

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 دراسية أخرى

- معطيات طبوغرافية رقمية: المتطلبات، الإنتاج، 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 النسقية للسطوح البينية اللازمة لمراقبة الطيف. وتضطلع شركة CTS عادة بالتدريب على إدارة الطيف.

والمشاريع التي تديرها كلتا الشركتين هي عادة مشاريع تسليم المفتاح تشمل عادة توريد أنظمة ومنصات وكذلك تقديم الخدمات اللازمة مثل التركيب والتشغيل وترحيل المعطيات وإدماجها وتوفير التدريب. وبفضل خبراتهما الطويلة في تنفيذ الأنظمة على النطاق العالمي، اكتسبت الشركتان، على السواء، خبرات فنية قيمة لدى تصميم برامج التدريب.

والتدريب مكوِّن رئيسي أثناء تنفيذ المشاريع. فالواقع أنه بدون تدريب سليم قد لا تتوافر 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 الإدارة الأوتوماتي للطيف 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

---

* قدَّمت هذا المرفق شركتا Thales (www.thalesgroup.com) و Cril Telecom Software (CTS) (www.criltelecom.com).

- إدارة قاعدة المعطيات 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 (على سبيل المثال النشرات التي توزع مجاناً، والوثائق الخاصة بمأخذ القدرة، والتي تتضمن أمثلة عملية).

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 على أساس تسليم المفتاح. وتتألف هذه البرامج من وحدات نسقية معيارية تُنتقى وفقاً لسمات المتدربين:

- *المديرون*: هم الأشخاص المسؤولون عن إدارة المشروع وتشغيل النظام.

- *المستعملون التقنيون*: هم المهندسون المسؤولون عن دراسات هندسة الطيف والملاءمة الكهرمغنطيسية (EMC)، وعن تخصيص التردد (مستعملو أدوات برمجيات الهندسة الراديوية).

- *المستعملون الإداريون*: هم الأشخاص المسؤولون عن المهام الإدارية (على سبيل المثال: معالجة التطبيقات، وإعداد الفواتير، وإعداد التقارير).

- *مديرو النظام*: هم الأشخاص المسؤولون عن تحميل النظام والإشراف عليه وإمكانية استرجاع المعطيات وإدارة المستعملين.

وتُعرض التفاصيل في الأقسام الفرعية التالية.

1.2 الدورات التدريبية الخاصة بمديري الشؤون الإدارية

- الشروط الأساسية المطلوب توافرها في المتدربين: ينبغي أن يمتلك المتدربون 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 النسقية 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: السطح البيني مع قاعدة معطيات الطيف الترابطية؛ إعداد التقارير؛ وقواعد حماية المعطيات.

2.2 الدورات التدريبية للمشغلين التقنيين

- الشروط الأساسية المطلوب توافرها في المتدربين: ينبغي أن يمتلك المتدربون 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 المعطيات الترابطية (RDBMS).
- وحدات التدريب النسقية
  - المفاهيم الأساسية: قاعدة معطيات التشغيل؛ قاعدة المعطيات 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 و-MV 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: السطح البيني مع قاعدة معطيات الطيف الترابطية؛ إعداد التقارير؛ وقواعد حماية المعطيات.

3.2 الدورات التدريبية للمشغلين الإداريين

- الشروط الأساسية المطلوب توافرها في المتدربين: ينبغي أن يمتلك المتدربون 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 المعطيات الترابطية (RDBMS).

- وحدات التدريب النسقية
  - 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: السطح البيني مع قاعدة معطيات الطيف الترابطية؛ وإعداد التقارير؛ وقواعد حماية المعطيات.

4.2 الدورات التدريبية لمديري النظام

- الشروط الأساسية المطلوب توافرها في المتدربين: ينبغي أن يمتلك المتدربون المهارات التشغيلية اللازمة في المجالات التالية:
  - أنظمة التشغيل وأنظمة Windows.
  - نظام إدارة قواعد المعطيات الترابطية (RDBMS).
  - الشبكات TCP/IP، LAN WAN.
- وحدات التدريب النسقية
  - قوائم الاختيار؛ واستمارات تقديم الطلبات.
  - المفاهيم الأساسية لنظام تشغيل قاعدة المعطيات، والنفاذ من خلال SQL إلى إطار النظام.
  - إدارة النظام: إمكانية استرجاع المعطيات، وإصلاح النظام؛ وإدارة حق النفاذ. استعمال برمجية Crystal Report: السطح البيني مع قاعدة معطيات النظام FMS؛ وإعداد التقارير، وقواعد حماية المعطيات.

الملحق 2

أفضل الممارسات في الإدارة الوطنية للطيف

مقدمة: مع المراعاة الواجبة لدستور واتفاقية الاتحاد الدولي للاتصالات، 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 التداخل البيني مع الممارسات الدولية أو الانتقال إلى هذه الممارسات الدولية، أي تلك المتعلقة إما بالتعاون مع الزملاء في البلدان الأخرى أو بالتنسيق معهم، على غرار تلك المتوقع حدوثها أثناء مشاورة ثنائية أو متعددة الأطراف تسبق انعقاد مؤتمر عالمي للاتصالات الراديوية، أو اجتماع دولي لتنسيق السواتل. بالإضافة 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، على أن 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 الكفؤ والملائم للطيف، مع المراعاة الواجبة لضرورة تجنب التداخلات الضارة وإمكانية فرض قيود تقنية لكي يتسنى صون المصلحة العامة

3. نشر الخطط الوطنية لتوزيع التردد وكذلك المعطيات 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 إعطاء 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[18] 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،

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 أية حواجز تنظيمية أمام الحركة الحرة والتنقل العالمي للمطاريف المتنقلة وسائر أجهزة الاتصالات الراديوية المماثلة

13. استعمال أنساق المعطيات وعناصر المعطيات الموصى بها دولياً من أجل تبادل المعلومات والتنسيق، وعلى سبيل المثال تلك الواردة في التذييل 4 من لوائح الراديو، وفي توصية قطاع الاتصالات الراديوية ITU-R SM.1413 بعنوان قاموس معطيات الاتصالات الراديوية

14. استعمال "معلم" خطوات وأطوار الإدارة للمراقبة والتحكم في تطبيق أنظمة الاتصالات الراديوية الطويلة

15. اعتماد قرارات تُعتبر 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

---

[18] حيثما يُستعمل تعبير "خدمات" في هذا الكتيب، فهو يعني خدمات وتطبيقات الاتصالات الراديوية المعتَرف فها.

17. دراسة وضع سياسات فعالة للتخفيف من حدة الآثار الضارة على المستعملين الناتجة عن الخدمات القائمة عند إعادة توزيع الطيف

18. وعندما يندر الطيف، تشجيع تقاسم الطيف باستعمال التقنيات المتيسرة (التردد، الزمنية، الفضائية، تشفير التشكيل، المعالجة، إلخ)، 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.

27576
طبع في سويسرا
جنيف، 2005
ISBN 92-61-11306-0