التوصية ITU-R M.1391-1

# طريقة حساب احتياجات الطيف في سواتل IMT-2000*

(2006-1999)

## 1 مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية طريقة لحساب احتياجات الطيف في المكونة الساتلية لأنظمة الاتصالات IMT-2000. وتستند هذه الطريقة إلى الأحكام والأهداف المحددة في توصيات الاتصالات IMT-2000 ذات الصلة.

وتتيح بنية هذه الطريقة تطبيق تفاصيل مختلف الأنظمة التي تؤلف المكونة الساتلية (كالمدارات مثلاً). ويستحسن مراعاة طبيعة الخدمات التي تستطيع مقدرات هذه الأنظمة تأمينها من خلال انتقاء القيم المناسبة لمعلمات الدخل.

## 2 مقدمة

إن الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT-2000) توفر النفاذ بواسطة وصلة راديوية واحدة أو أكثر إلى مدى كبير من خدمات الاتصالات التي تؤمنها شبكات الاتصالات الثابتة (مثلاً الشبكة PSTN/ISDN)، وإلى خدمات أخرى خاصة بالمستعملين المتنقلين.

وتستعمل هذه الأنظمة أنماطاً مختلفة من المطاريف المتنقلة التي تصل بالشبكات الأرضية أو الساتلية، وقد تصمم المطاريف للاستعمال الثابت أو المتنقل.

الخصائص الرئيسية للأنظمة IMT-2000 هي:

- درجة عالية لشيوع التصميم على المستوى العالمي؛
- تلاؤم الخدمات داخل الأنظمة IMT-2000 ومع الشبكات الثابتة؛
- النوعية العالية؛
- استعمال مطراف صغير بحجم الجيب مع مقدرة تجول عالمية؛
- المقدرة على تحمل تطبيقات تعدد الوسائط وتوفير عدد كبير من الخدمات.

وتعرف الأنظمة IMT-2000 في سلسلة من التوصيات المترابطة الصادرة عن الاتحاد ITU ومن ضمنها هذه التوصية.

وتتكلف المكونة الساتلية للأنظمة IMT-2000 بجزء من الطلب العام على الخدمات المتنقلة الذي يتزايد باستمرار. وبما أن المكونتين الساتلية وللأرض الخاصتين بالأنظمة IMT-2000 مكملتان الواحدة للأخرى فهما تتطلبان عرض نطاق للطيف مناسب. ولا بد من منهجية محددة لحساب متطلبات المكونة الساتلية للأنظمة IMT-2000. يضاف إلى ذلك، أن الخدمات IMT-2000 غنية بالمعلومات وودية (مثل تعدد الوسائط). ويجب لذلك قبول ضرورة توفير نفاذ المستعملين إلى خدمات متنوعة تتلاءم مع الخدمات التي تؤمنها مكونة الأرض للأنظمة IMT-2000.

---

* يمكن أيضاً استخدام هذه الطريقة لأنظمة ما بعد IMT-2000.

## 3 التوصيات ذات الصلة

تستند هذه التوصية إلى التوصية ITU-R M.818 (استعمال السواتل في الاتصالات المتنقلة الدولية–2000) وإلى التوصية ITU-R M.1167 (الإطار الوصفي للعنصر الساتلي للاتصالات المتنقلة الدولية–2000). وهي تعترف بالمتطلبات المحددة للعنصر الساتلي في التوصية ITU-R M.1034 (المتطلبات المفروضة على السطح البيني الراديوي (السطوح البينية الراديوية) للأنظمة IMT-2000) وباحتياجات البلدان النامية (انظر التوصية ITU-R M.819) وبالأهمية المتزايدة في مجال تأمين خدمات بمعدل بتات أعلى.

## 4 الخلفية

تتحدد بالضرورة نقطة بداية إعداد منهجية ما من خلال نمط المعطيات الإحصائية المتعلقة بحركة الاتصالات وبتوفرها. وقد اعترف في توصيات سابقة تناولت هذا الموضوع بأن المكونة الساتلية للأنظمة IMT-2000 يمكن أن تتخذ أشكالاً متنوعة يعتبر كل شكل منها نتيجة استمثال مخصص لتلبية احتياجات ظهرت في السوق. وتقدم هذه التوصية نوعين من أنواع حركة المكونة الساتلية في الأنظمة IMT-2000، هما: حركة متعددة الوسائط وحركة غير متعددة الوسائط. ويفترض التعبير عن طلب الحركة إما بكمية الميغابايتات وإما بعدد الدقائق شهرياً.

ويمكن بصورة عامة توقع أن يؤدي التقدم التكنولوجي إلى انخفاض زمن الطيف اللازم لدعم كمية معينة من حركة المستعمل في فئة خدمة خاصة. وقد سمحت مثلاً، التطورات التقنية المصاحبة لتشفير المصادر وتصميم الهوائيات، باستعمال أفضل للترددات في الأنظمة وبالنتيجة إلى تحسين إجمالي في فعالية طيف التردد. وفيما يخص تركيبة الخدمات التي ستدعمها الأنظمة IMT-2000، يمكن لتقنيات التبديل بالرزم وتسامح التأخر أن تساهم في تحسين فعالية طيف الترددات.

ويتوقع إدخال هذه التحسينات في استعمال الطيف في الأنظمة IMT-2000. مما يتيح استنتاج المتطلبات المنطبقة على طيف إضافي ناتج عن الزيادة المتوقعة في الطلب على حركة المستعمل وصادر عن قاعدة زبائن أوسع والتي كان دافعها توفر الخدمات الجديدة. وقد درست هذه العوامل عند إعداد منهجية الحساب للطيف وتطبيقها.

## 5 المنهجية الموصى بها

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

*إذ توصي*

**1.5** بأن تستعمل المنهجية التالية لحساب متطلبات طيف الترددات للمكونة الساتلية للأنظمة IMT-2000.

### 2.5 لمحة عامة

تنقسم حركة المكونة الساتلية للأنظمة IMT-2000 من نقطة إلى نقطة إلى قسمين رئيسيين هما: الحركة متعددة الوسائط والحركة غير متعددة الوسائط. ويُقصد بالحركة متعددة الوسائط الحركة التي تسيِّرها أنظمة متطورة تعمل بمعدلات مرتفعة وحزم ضيقة وخدمات تبديل الرزم. ويقصد بالحركة غير متعددة الوسائط الحركة التي تسيِّرها أنظمة تعمل بمعدلات منخفضة دون غيرها وحزم أكثر عرضاً وخدمات تبديل الدارات. وبالطبع هناك أنماط أخرى من الأنظمة ذات الحزم الضيقة جداً التي لا توفر إلا خدمات بنطاق ضيق غير أن هذا التقسيم إلى فئتين يمثل مدى خيارات التقنيات المختلفة التي يتوقع استخدامها أثناء الفترة التي تمت فيها هذه الدراسة.

ويفترض فيما يتعلق بالحركة متعددة الوسائط أنها مسيَّرة بالكامل بأسلوب التبديل بالرزم وأن جميع الخدمات متعددة الإرسال على نفس الموجات الحاملة. وهذه بالحقيقة هي الطريقة الأكثر فعالية في تسيير حجم محدد من المعطيات في شبكة ما. وتتوفر الحركة من نقطة إلى نقطة للمكونة الساتلية في الأنظمة IMT-2000 باستعمال أنظمة خدمة متنقلة ساتلية. وأما الحركة متعددة الإرسال/الراديوية فتتوفر باستعمال أنظمة BSS أو MSS.

ومن ناحية أخرى تنقسم الحركة غير متعددة الوسائط إلى ثلاث خدمات هي: حركة معطيات منخفضة المعدل وخدمة المراسلات وخدمة المهاتفة الصوتية. ويفترض أن كلاً من هذه الخدمات الثلاث يستخدم أنواعاً مختلفة من الموجات الحاملة. وإضافة إلى طريقة حساب الحركة من نقطة إلى نقطة في الخدمة MSS، توجد أيضاً طريقة حساب الحركة متعددة الإرسال.

### 3.5 وصف تفصيلي

تقدم الفقرات اللاحقة أدناه المعادلات الخاصة بحساب احتياجات الطيف للمكونة الساتلية في الأنظمة IMT-2000 التي تنقل الحركة متعددة الوسائط (بما فيها الراديوية/متعددة الإرسال) والحركة غير متعددة الوسائط. وفي حال افتراض عدة أنظمة يتم حساب مجمل احتياجات الطيف من خلال جمع احتياجات كل الأنظمة.

#### 1.3.5 الحركة متعددة الوسائط

المعادلة الأساسية المطلوبة لحساب احتياجات الطيف ($S$، MHz) لأغراض الخدمات متعددة الوسائط هي التالية:

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T_{BH} \cdot 8\,000}{3\,600 \cdot eff \cdot R} \right\rceil \quad (1)$$

حيث:

$N_{beams}$: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات

$T_{BH}$: الحركة في الحزمة في ساعة الازدحام (Mbytes)

$B$: عرض نطاق الموجة الحاملة (MHz)

$eff$: عامل فعالية مخصص لمعرفة متوسط حمولة كل موجة حاملة

$R$: متوسط معدل المعطيات الفعلي لموجة حاملة (kbit/s).

وحيث الرمز $\lceil\ \rceil$ يعني أنه تم جبر القيمة للعدد الصحيح الأعلى. وذلك ضروري لضمان عدد صحيح للموجات الحاملة.

وتتم مبدئياً توقعات الحركة بالنسبة لعدد من فئات الحركة تبعاً لمختلف البيئات، كالجوية أو الأرضية أو البحرية مثلاً، ولمختلف الخدمات أيضاً مثل الخدمات المتنقلة أو الأنظمة القابلة للنقل أو الأنظمة المحمولة على ظهر عربة. وتحسب الحركة في ساعة الازدحام، $T_{BH}$، بجمع حجوم الحركة في كل فئة من هذه الفئات (المعادلة (2a)). ونظراً إلى أن توقع الحركة يعبر عنه إما بالميغابايتات/شهر (لحركة المعطيات) وإما بالدقائق/شهر (مثال: المهاتفة) فمن الضروري تحويل هذه القيم المقدَّرة إلى وحدات Mbytes في ساعة الازدحام. وتطبق لهذا الغرض المعادلات التالية:

$$T_{BH} = \sum_i T_i \quad (2a)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{MD_i \cdot N_{beams}} \quad (2b)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot 60 \cdot R_{VC} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{8\,000 \cdot MD_i \cdot N_{beams}} \quad (2c)$$

حيث:

$T_{Mi}$: الحجم الإجمالي المتوقع للحركة في الشهر فيما يتعلق بفئة الحركة $i$؛ إذا تحددت هذه القيمة بالوحدات Mbytes تُستخدم المعادلة(2b) وإذا تحددت بالدقائق فالمعادلة (2c)

$R_{VC}$: سرعة التشفير (kbit/s)

$p_{BHi}$: الجزء النهاري من الحركة الذي يتم في ساعات الازدحام للفئة $i$

$p_{HSi}$: جزء من الحركة الإجمالية يُرصد في زمرة الحركة الكثيفة ويتعلق بفئة الحركة $i$

$H_i$: عامل التحالف في ساعة الازدحام (بين 0 و1) فيما يتعلق بفئة الحركة $i$ (راجع الفقرة 3.2.5)

$MD_i$: نسبة التحويل من شهور إلى أيام في فئة الحركة $i$

$N_{beams}$: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات.

ويجدر الذكر أن هذه المعادلات تفترض أن الحركة تتوزع بانتظام على الحزم في زمرة الحركة الكثيفة. وذلك للتبسيط الذي قد يقود أحياناً إلى التقليل من تقدير احتياجات الطيف.

### 2.3.5 حالة حركة الإرسال الراديوي/متعددة الإرسال

حركة الإرسال الراديوي/متعددة الإرسال حالة خاصة من الحركة متعددة الوسائط. وهناك عدة افتراضات.

في المعادلة (1):

$eff$: يساوي 1 في هذه الحالة لأن حركة الإرسال الراديوي/متعددة الإرسال هي حركة حمولة كاملة

$T_{BH}$: $T$ هي حركة الإرسال المتعدد المتوقع (Mbyte) لتوفير خدمة في منطقة تغطيها حزمة واحدة نظراً إلى أن مفهوم ساعات الازدحام لا ينطبق على حالة الحركة الراديوية/متعددة الإرسال.

ينتج:

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T \cdot 8\,000}{3\,600 \cdot R} \right\rceil \quad (3)$$

في المعادلة (2b):

$T_M$: الحركة الإجمالية المتوقعة شهرياً مقدّرة بالميغابايتات

$p_{BH}$: الجزء النهاري من الحركة في ساعة الازدحام (عادة $p_{BH}$ = 1/24)

$p_{HS}$: يساوي 1 في هذه الحالة لأن الحركة لا ترتبط بالموقع الجغرافي للمستعمل

$H$: يساوي 1 لأن الحركة ستتوزع زمنياً بالتساوي ولأن مفهوم ساعة الازدحام لا ينطبق على حركة الإرسال الراديوي

$MD$: نسبة التحويل من شهور إلى أيام (عادة $MD$ = 30 في الحركة متعددة الإرسال)

$N_{beams}$: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات.

وينتج عندئذ:

$$T = \frac{T_M \cdot p_{BH}}{MD \cdot N_{beams}} \quad (4)$$

### 3.3.5 الحركة غير متعددة الوسائط

كما ورد في الفقرة 2.5 ثمة ثلاثة أنواع من الحركة غير متعددة الوسائط وهي حركة المعطيات بمعدل منخفض وخدمة المراسلات والمهاتفة الصوتية مع افتراض أن كلاً منها تنقل في أنواع مختلفة للموجات الحاملة. ويشار إلى هذه الأنواع الثلاثة من الحركة بالحرف $i$ كدليل في المعادلات التالية.

وفيما يتعلق بالحركة غير متعددة الوسائط (تبديل الدارات)، تستعمل الصيغة Erlang-B لتحويل حركة ساعة الازدحام المقدَّرة بالوحدات Erlang إلى عدد الدارات المطلوب، أي كالتالي:

$$S_i = N_{beams} \cdot ErlangB(T_{Erl,i}, GoS_i) \cdot B_i \quad (5)$$

حيث:

$N_{beams}$: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات

$T_{Erl,i}$: الحركة في ساعات الازدحام في الحزمة (Erlang) لفئة الحركة $i$

$GoS_i$: نوعية سير الحركة (احتمال الانسداد) لفئة الحركة $i$

$B_i$: عرض نطاق الموجة الحاملة (MHz) لفئة الحركة $i$.

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i} \cdot 8\,000}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot R_i \cdot 60 \cdot 60} \quad (6a)$$

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i}}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot 60} \quad (6b)$$

حيث:

$T_{M,i}$: الحجم الإجمالي المتوقع للحركة شهرياً فيما يتعلق بفئة الحركة $i$؛ إذا قدرت هذه الحركة بالميغابايتات تستعمل المعادلة (6a)، وإذا قدرت بالدقائق تطبق المعادلة (6b)

$H_i$: عامل تخالف ساعة الازدحام (بين 0 و1) فيما يتعلق بالحركة $i$ (راجع الفقرة 3.2.5)

$p_{BH,i}$: الجزء النهاري من الحركة الذي يتم في ساعة الازدحام فيما يتعلق بنوع الحركة $i$

$p_{HS,i}$: جزء من الحركة الإجمالية يرصد في زمرة الحركة الكثيفة ويتعلق بفئة الحركة $i$

$MD_i$: نسبة التحويل من شهور إلى أيام فيما يتعلق بنوع الحركة $i$

$N_{beams}$: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات

$R_i$: معدل معطيات الموجة الحاملة فيما يتعلق بالحركة $i$.

وينتج عندئذ مجموع احتياجات الطيف الخاصة بالحركة غير متعددة الوسائط من خلال جمع احتياجات الأنواع الثلاثة المختلفة للحركة أي:

$$S = \sum S_i \quad (7)$$

### 4.3.5 ملاحظات إضافية بشأن حساب الحركة في ساعات الازدحام

تفترض هذه المنهجية أن احتياجات الحركة مقدرة إما بالميغابايتات في الشهر وإما بالدقائق شهرياً. وتستعمل عوامل التحويل من شهور إلى أيام ومن أيام إلى ساعات ازدحام من أجل حساب الحركة في ساعة الازدحام. وينبغي حساب هذه العوامل

على أساس الإحصائيات المتعلقة بالحركة أو التطور المتوقع للحركة ومع مراعاة المعلَمات الخاصة بنوعية الخدمة مثل التفاوت المسموح به للارتقاء في مختلف الخدمات.

ويوصى بإجراء حسابات الطيف لمناطق متعددة في العالم مثل الأقاليم الثلاثة للاتحاد. وبغية تحديد متطلب ذروة الطيف في منطقة معينة، قد يلزم تطبيق عوامل الذروة الجغرافية بدلالة استبانة معطيات الحركة الداخلة.

ونظراً إلى أنه يوجد في حالة الحركة غير متعددة الوسائط ثلاثة أنواع مختلفة للحركة فإن ساعات الازدحام في كل من هذه الأنماط قد تختلف. وينبغي حساب احتياجات الطيف من حيث ساعة الازدحام الإجمالية. ويتيح عامل تخالف ساعة الازدحام، $H$، تحويل حركة ساعة الازدحام لكل نمط من الأنماط إلى حركة ساعة ازدحام إجمالية.

_____