الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R S.1782-1

(2019/09)

# مبادئ توجيهية بشأن النفاذ عريض النطاق إلى الإنترنت على الصعيد العالمي بواسطة أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية

السلسلة S

الخدمة الثابتة الساتلية

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

## تمهيد

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 والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

## سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

## سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REC/en)

| السلسلة | العنوان |
|---|---|
| **BO** | البث الساتلي |
| **BR** | التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية |
| **BS** | الخدمة الإذاعية (الصوتية) |
| **BT** | الخدمة الإذاعية (التلفزيونية) |
| **F** | الخدمة الثابتة |
| **M** | الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة |
| **P** | انتشار الموجات الراديوية |
| **RA** | علم الفلك الراديوي |
| **RS** | أنظمة الاستشعار عن بُعد |
| **S** | **الخدمة الثابتة الساتلية** |
| **SA** | التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية |
| **SF** | تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة |
| **SM** | إدارة الطيف |
| **SNG** | التجميع الساتلي للأخبار |
| **TF** | إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت |
| **V** | المفردات والمواضيع ذات الصلة |

***ملاحظة:*** *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

*النشر الإلكتروني*
جنيف، 2020

© ITU 2020
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذا المنشور بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R S.1782-1

# مبادئ توجيهية بشأن النفاذ عريض النطاق إلى الإنترنت على الصعيد العالمي بواسطة أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية*

(2019-2007)

## مجال التطبيق

استجابة للقضايا المطروحة من المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية السابقة، تقدم هذه التوصية مبادئ توجيهية بشأن النفاذ عريض النطاق إلى الإنترنت على الصعيد العالمي بواسطة أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية. ويغطي الملحق الأول عدداً من القضايا العامة بشأن النظر في نطاقات تردد مناسبة ووصفاً عاماً لمعمارية الساتل عريض النطاق. ويصف ملحق ثانٍ أنظمة ساتلية قائمة ومستقبلية لتقديم نفاذ عريض النطاق على الصعيد العالمي مباشرة إلى هوائي محطة أرضية صغيرة، ويتضمن أوصافاً لخصائص الأنظمة وقدرات ساتلية. وجدير بالذكر أن الخدمة الثابتة الساتلية تشمل الشبكات والأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض على السواء وبالتالي فإن مجال تطبيق هذه التوصية يشمل كلا النوعين.

## مصطلحات أساسية

النطاق العريض، النفاذ إلى الإنترنت، أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية

## المختصرات/الأسماء المختصرة

| | |
|---|---|
| ACM | التشفير والتشكيل التكيفيان *(Adaptive coding and modulation)* |
| DVB | الإذاعة الفيديوية الرقمية *(Digital video broadcasting)* |
| DVB-S2 | الجيل الثاني للإذاعة الفيديوية الرقمية عبر الساتل *(Second generation digital video broadcasting via satellite)* |
| DVB-S2X | توسعة الجيل الثاني للإذاعة الفيديوية الرقمية عبر الساتل *(Extension of second generation digital video broadcasting via satellite)* |
| ETSI | المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات *(European telecommunications standards institute)* |
| FSS | الخدمة الثابتة الساتلية *(Fixed-satellite service)* |
| GSO | المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض *(Geostationary-satellite orbit)* |
| HDFSS | الخدمة الثابتة الساتلية عالية الكثافة *(High-density fixed-satellite service)* |
| HTS | ساتل عالي الصبيب *(High-throughput satellite)* |
| VHTS | ساتل ذو صبيب عال جداً *(Very high-throughput satellite)* |

* يُتوقع انعدام التمييز في النفاذ إلى أنظمة الإنترنت العالمية عريضة النطاق الموصوفة في هذه التوصية.

**توصيات وتقارير وقرارات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة**

التوصية ITU-R S.1709-1 الخصائص التقنية للسطوح البينية الراديوية فيما يتعلق بالأنظمة الساتلية العالمية عريضة النطاق.

التوصية ITU-R S.1783-0 الملامح التقنية والتشغيلية التي تتسم بها التطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة الساتلية (HDFSS)

التوصية ITU-R 69 تطوير الاتصالات العمومية الدولية الساتلية ونشرها في البلدان النامية

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

*إذ تضع في اعتبارها*

*أ)* أن التقنية الساتلية تستطيع تسريع تيسر خدمات الإنترنت ذات معدل البيانات العالي في جميع البلدان؛

*ب)* أن جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2015 (RA-15) اعتمدت القرار ITU-R 69 ونوهت بالمساهمة التي يمكن أن تقدمها تكنولوجيات السواتل عريضة النطاق نحو تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة وكذلك تقليص الفجوة الرقمية، لا سيما في المناطق الريفية والمناطق النائية؛

*ج)* أن من المرغوب فيه تحديد الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) التي تستطيع تسهيل الإنتاج على المقياس الكبير لتجهيزات مطاريف المستعمل بأسعار ميسورة؛

*د)* أن من المرغوب فيه تقدير السعة العالمية التي يمكن تقديمها في توزيعات التردد للخدمة الثابتة الساتلية بأنظمة لها الخصائص المبيّنة في البند *ج)* من الفقرة *"إذ تضع في اعتبارها"* ؛

*هـ)* أن الخصائص المبيّنة في البند *ج)* من الفقرة *إذ تضع في اعتبارها* يجب أن تأخذ بالحسبان إمكانية تصميم أنظمة متخصصة لتوفير النفاذ إلى الإنترنت ذات المعدل العالي من البيانات بواسطة مطاريف مستعمل، وكذلك تراعي بنفس الوقت وجود بعض الأنظمة المتوفرة فيها وسائل النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق؛

*و)* أن محطات أرضية بقدود مختلفة تستعمل حالياً لتوفير النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق عن طريق أنظمة قائمة في الخدمة الثابتة الساتلية، مصممة لتتحمل أيضاً تطبيقات أخرى باستخدام نطاقات تردد متعددة؛

*ز)* أن وضع المعايير للتكنولوجيا الساتلية المذكورة في البند أ) من الفقرة *إذ تضع في اعتبارها* بشأن تطبيقات الإنترنت يسهّل توسيع استخدام الساتل للنفاذ إلى الإنترنت؛

*ح)* الحاجة إلى مساعدة البلدان النامية في نشر الاتصالات الساتلية واستخدامها لتمكين النفاذ المستدام وميسور التكلفة إلى خدمات الاتصالات العمومية الدولية، مع مراعاة القرار ITU-R 69 الصادر عن جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2015 (RA-15)،

*وإذ تلاحظ*

*أ)* أن التوصية ITU-R S.1783 تشرح خصائص الأنظمة عالية الكثافة في الخدمة الثابتة الساتلية (HDFSS)؛

*ب)* أن التوصية ITU-R S.1709 تشرح الخصائص التقنية للسطوح البينية الراديوية للأنظمة الساتلية العالمية عريضة النطاق،

*وإذ تلاحظ كذلك*

*أ)* أن توزيعات التردد للخدمة الثابتة الساتلية يمكن أن تستعمل في الآجال القصير والمتوسط والطويل لتوفير خدمات الإنترنت عالية السرعة على الصعيد العالمي؛

*ب)* أن التوسع في الخدمات الساتلية عريضة النطاق يولد النمو في البلدان النامية من خلال التطبيقات الإلكترونية، مثل الصحة الإلكترونية والتعلم الإلكتروني والحكومة الإلكترونية والعمل عن بعد، والنفاذ إلى الإنترنت من المساكن ومن المجتمعات المحلية، الذي يمكن استعماله كأدوات لتحقيق أهداف سياسات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات،

*توصي*

**1** بأن المعلومات الواردة في الملحقات يمكن استخدامها كمبادئ توجيهية لتأمين النفاذ إلى الإنترنت ذات المعدلات العالية من البيانات على صعيد عالمي عن طريق الخدمة الثابتة الساتلية.

**2** أن المعلومات الواردة في الملحقات يمكن اعتبارها مبادئ توجيهية من أجل مساعدة البلدان النامية على تطوير ونشر خدمات النطاق العريض على الصعيد العالمي عبر السواتل استجابة لفقرتي *تقرر* 1 و2 من القرار ITU-R 69 الصادر عن جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2015 (RA-15).

# الملحق 1

# الاعتبارات والخصائص العامة في النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق على الصعيد العالمي بواسطة أنظمة في الخدمة الثابتة الساتلية

## 1 اعتبارات خاصة بنطاقات التردد

تعتبر السواتل بقدرتها المتأصلة على توفير تغطية شاملة لمناطق واسعة من الأدوات الرئيسية لتوفير توصيلية النطاق العريض بما في ذلك في المناطق النائية والشحيحة الخدمات.

وشهدت السنوات الأخيرة نشر عدد كبير من الأنظمة الساتلية عالية الصبيب (HTS) العاملة في ترددات النطاقات GHz 30/20 في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) لتوفير توصيلية النطاق العريض للمستعملين النهائيين مباشرةً عبر مطاريف مستعملين لسواتل صغيرة. ولتحقيق سعة عالية وكفاءة مرتفعة في الطيف، تنفذ الأنظمة HTS عدداً كبيراً من الحزم النقطية الساتلية التي تسمح بمضاعفات كبيرة من حالات إعادة استعمال الترددات.

وضمن مدى ترددات الخدمة الثابتة الساتلية في النطاقات GHz 30/20 الذي تنشر فيه عادةً الأنظمة HTS، هناك MHz 500 من الطيف في الطرف الأقصى من النطاق (19,7-20,2 أرض–فضاء و29,5-30 GHz فضاء–أرض) لا تتقاسم فيها الخدمات الساتلية الترددات مع الخدمات الأولية الأخرى المذكورة في جدول الاتحاد لتوزيع نطاقات التردد. ومطاريف المستعملين العاملة في هذه النطاقات يمكن نشرها عادةً بصورة شمولية دون الحاجة إلى التنسيق الفردي للمحطات الأرضية الساتلية.

ومع ذلك، فإن الوفاء بالاحتياجات المتزايدة دائماً من السعة بالنسبة لتوصيلية النطاق العريض يستوجب نشر الأنظمة HTS لمطاريف مستعملين نهائيين شمولية في ترددات الخدمة الثابتة الساتلية في أجزاء أيضاً من النطاقات GHz 30/20 لا تملك فيها الخدمات الساتلية توزيع حصري على أساس أولي.

أما تلبية الطلبات المتزايدة باستمرار على السعة من أجل توصيلية عريضة النطاق على الصعيد العالمي فهي لن تتوقف بمجرد الاستخدام الأوسع لنطاقات GHz 30/20 في محطات المستعمل المنتشرة في كل مكان. وستُنشر الأنظمة الساتلية عالية الصبيب (HTS) المخطط لها حالياً، بما في ذلك بعضها الذي يمر في مرحلة البناء اليوم، وستشغَّل في نطاقات GHz 50/40 للخدمة الثابتة الساتلية. ولا تقتصر دواعي ذلك على استيعاب وصلات تغذية مسيِّر الأنظمة التي تعمل فيها مطاريف المستعمل في نطاقات GHz 30/20، بل ستنشر أنظمة HTS المستقبلية أيضاً مطاريف المستعمل في كل مكان ضمن أجزاء من نطاقات GHz 50/40 للخدمة الثابتة الساتلية.

ويرد في الأقسام أدناه وصف للنُهج التنظيمية على مستوى الاتحاد الدولي للاتصالات/لوائح الراديو وكذلك على المستويين الإقليمي والوطني لتيسير عمليات النشر الأوسع نطاقاً لمطاريف المستعمل في كل مكان.

### 1.1 النطاقات المناسبة

ينطبق المصطلح "في الأجل القصير" على النطاقات التي يوجد فيها فعلاً تكنولوجيا اتصالات ساتلية. وهذا الكلام صحيح كلياً فيما يخص التوزيعات للخدمة الثابتة الساتلية في النطاقات GHz 6/4 وGHz 14/11 وGHz 30/20، وهو صحيح جزئياً فيما يخص التوزيعات للخدمة الثابتة الساتلية في النطاقات GHz 50/40. ويوجد في المادة 5 من لوائح الراديو توزيعات للخدمة الثابتة الساتلية واقعة فوق GHz 50، ولكن الاحتمال ضعيف أن تشهد تقدماً ذا معزى في هذه النطاقات قبل الأجل الطويل، بحيث لا يمكن البحث في ذلك هنا.

ونظراً إلى الدراسات التمهيدية التي أجريت، فإن استخدام النطاقات GHz 6/4 قد استبعد عن نطاق التطبيق المدروس، بسبب أن المطاريف قليلة التكلفة تقتضي استعمال هوائيات صغيرة جداً قد لا يكون كسبها كافياً عند هذه الترددات للعمل مع السواتل عريضة الحزم التي تستعمل عادة. وعلاوة على ذلك، فإن النطاقات GHz 6/4 مستعملة استعمالاً كثيفاً بالفعل، حتى أنه ولو توفرت سواتل الحزم النقطية في النطاق C، فإن من الصعب جداً على المحطات الأرضية التي هوائياتها المكافئية صغيرة جداً وفتحات حزمها كبيرة، أن تتقاسم الترددات مع الخدمات القائمة. وعليه فإن النطاقات GHz 6/4 غير مدروسة فيما يلي من هذا الملحق.

ويبدو أن توزيعات الخدمة الثابتة الساتلية في النطاقات GHz 30/20 الأكثر ملاءمة، لأسباب ذاتية صرف، لتوفير النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق عبر مطاريف المستعمل في الأجل القصير، وذلك للأسباب التالية: الطول الموجي يلائم الهوائيات الصغيرة جداً، والتكنولوجيا محكمة الصنع نسبياً، واستخدامها ما زال بعد محدوداً. وفوق ذلك فإن نفاذ المستعملين إلى الإنترنت لا يتواءم مع الطريقة التي نظمت بها حتى الآن معظم نطاقات الخدمة الثابتة الساتلية على الصعيد الدولي، أي التنسيق بين مختلف المحطات الأرضية. ولما كانت مطاريف المستعمل يمكن أن تباع بكميات كبيرة لدى تجار المفرق "بالكبيرة" لكي يتم تركيبها في المنازل أو في المكاتب، فإن من اللازم وضع نظام تنظيمي شبيه بما ينطبق على ما يسمى "بنطاق Ka الحصري" (GHz 30-GHz 29,5 في اتجاه أرض–فضاء وGHz 20,2-19,7 في اتجاه فضاء–أرض) وهو النظام الموضوع لأخذ التطبيقات عالية الكثافة في أجزاء إضافية من توزيعات الخدمة الثابتة الساتلية (HDFSS) بالحسبان.

ويعاد فيما يلي للفائدة نشر الرقم **516B.5** من لوائح الراديو الذي تحيل إليه دراسات المؤتمر WRC-03 بشأن إمكانيات توفير النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق على الصعيد العالمي بواسطة أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية.

"تم تحديد النطاقات التالية لاستعمال التطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة الساتلية:

| | |
|---|---|
| GHz 17,7-17,3 | (فضاء–أرض) في الإقليم 1، |
| GHz 19,3-18,3 | (فضاء–أرض) في الإقليم 2، |
| GHz 20,2-19,7 | (فضاء–أرض) في جميع الأقاليم، |
| GHz 40-39,5 | (فضاء–أرض) في الإقليم 1، |
| GHz 40,5-40 | (فضاء–أرض) في جميع الأقاليم، |
| GHz 42-40,5 | (فضاء–أرض) في الإقليم 2، |
| GHz 47,9-47,5 | (فضاء–أرض) في الإقليم 1، |
| GHz 48,54-48,2 | (فضاء–أرض) في الإقليم 1، |
| GHz 50,2-49,44 | (فضاء أرض) في الإقليم 1، |

و

| | |
|---|---|
| GHz 27,82-27,5 | (أرض–فضاء) في الإقليم 1، |
| GHz 28,45-28,35 | (أرض–فضاء) في الإقليم 2، |
| GHz 28,94-28,45 | (أرض–فضاء) في جميع الأقاليم، |

| | |
|---|---|
| GHz 29,1-28,94 | (أرض–فضاء) في الإقليم 2 و3، |
| GHz 29,46-29,25 | (أرض–فضاء) في الإقليم 2، |
| GHz 30-29,46 | (أرض–فضاء) في جميع الأقاليم، |
| GHz 50,2-48,2 | (أرض–فضاء) في الإقليم 2." |

ولكن وعلى النحو المبين في التقرير النهائي بشأن القرار 9 الصادر عن المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2014 (WTDC-14) الذي وافق عليه المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2017، فقد ذُكرت صراحة الحاجة إلى مزيد من الطيف المتاح لتشغيل مطاريف المستعمل:

*"تعتبر السواتل بقدرتها المتأصلة على توفير تغطية شاملة لمناطق واسعة من الأدوات الرئيسية لتوفير توصيلية النطاق العريض بما في ذلك في المناطق النائية والشحيحة الخدمات. وشهدت السنوات الأخيرة نشر عدد كبير من الأنظمة الساتلية عالية الصبيب (HTS) العاملة في ترددات النطاق Ka في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) لتوفير توصيلية النطاق العريض للمستعملين النهائيين مباشرةً عبر مطاريف مستعملين لسواتل صغيرة. ولتحقيق سعة عالية وكفاءة مرتفعة في الطيف، تنفذ الأنظمة HTS عدداً كبيراً من الحزم النقطية الساتلية التي تسمح بمضاعفات كبيرة من حالات إعادة استعمال الترددات.*

*وضمن مدى ترددات الخدمة الثابتة الساتلية في النطاق Ka الذي تنشر فيه عادةً الأنظمة HTS، هناك 500 MHz من الطيف لا تتقاسم فيها الخدمات الساتلية مع الخدمات الأولية الأخرى في جدول الاتحاد لتوزيع نطاقات التردد. ومطاريف المستعملين العاملة في هذه النطاقات يمكن نشرها عادةً بصورة شمولية دون الحاجة إلى التنسيق الفردي للمحطات الأرضية الساتلية.*

*ومع ذلك، فإن الوفاء بالاحتياجات المتزايدة دائماً من السعة بالنسبة لتوصيلية النطاق العريض يستوجب نشر الأنظمة HTS لمطاريف مستعملين نهائيين شمولية في ترددات الخدمة الثابتة الساتلية في أجزاء أيضاً من النطاق Ka لا تملك فيها الخدمات الساتلية توزيع حصري على أساس أولي."*

ويشير التقرير أيضاً إلى إحراز تقدم كبير على المستويين الإقليمي والوطني لإتاحة طيف يزيد عن ذلك الموصَّف في النطاقات المحددة للخدمة الثابتة الساتلية عالية الكثافة بموجب الرقم **5.516B** من لوائح الراديو لمطاريف مستعمل الساتل العاملة في توزيعات GHz 30/20 للخدمة الثابتة الساتلية.

وبالفعل، صُممت أنظمة HTS وVHTS قيد التطوير والبناء حالياً لتنفيذ مطاريف مستعمل الخدمة الثابتة الساتلية عالية الكثافة في نطاق Ka بما يزيد عن النطاق المحدد أعلاه.

ويجدر بالذكر أن اعتبارات مماثلة يُنظر فيها أيضاً لتشغيل مطاريف مستعمل الخدمة الثابتة الساتلية عالية الكثافة في نطاقات GHz 50/40.

## 2 الخصائص التقنية الممكنة

بالنظر إلى نطاقات GHz 30/20، حيث جرى الكثير من تطوير سواتل HTS حتى الآن لإتاحة النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق على الصعيدين الإقليمي والعالمي، يكون التطور التقني في أنظمة HTS ذا شأن بالفعل.

وازداد عدد الحزم لكل ساتل من 32 حزمة إلى مئات الحزم، حيث أصبحت القيمة النمطية للعديد من عمليات نشر HTS العاملة في نطاقات GHz 30/20 اليوم في حدود 200 حزمة وما فوق لكل ساتل.

وارتفع صافي السعة لكل ساتل من 5 Gbit/s إلى العديد من عشرات Gbit/s، حيث توصَّف القيمة النمطية لعمليات نشر HTS اليوم بمئات Gbit/s لكل ساتل. وبالنظر إلى المستقبل قليلاً، فإن عمليات نشر نظام VHTS المخطط لها في نطاقات GHz 30/20، وبعضها قيد الإنشاء حالياً، ستقدم قريباً سعة terabit/s في ساتل واحد للخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

ورُصد أيضاً في سواتل اليوم التي تقدِّم توصيلية النطاق العريض تَقدم متناسب في النطاق GHz 12/11، في حين أن سواتل المستقبل في نطاقات GHz 50/40 ستستخدم بالطبع مستويات متناسبة من التقدم في التكنولوجيا.

ويرد شرح نظرة عامة محدثة على الخصائص التقنية لهذه الأنظمة في الأقسام أدناه.

## 1.2 الحزم الساتلية

يقدم الجدول 1 دلالة عن أبعاد الحزم النقطية التي يحتمل أن تتيسر في الوقت الحاضر أو في مستقبل قريب. وقد اختيرت المعلمات لتكون القاعدة التي يستند إليها في تحديد خصائص وصلات المستعمل في الأنظمة الساتلية المناسبة. ولكي تسهل الحسابات فقد تم الانطلاق من الفرضية القائلة بأن الأنظمة الفرعية لهوائيات الساتل سوف تصمم بحيث يكون لزوج حزمتي الإرسال والاستقبال نفس الفتحة، وأن يكون لرقعتيها (أثريهما) على سطح الأرض نفس الموقعين الثابتين.

الجدول 1

**الخصائص المختارة لحزمة الساتل النقطية**

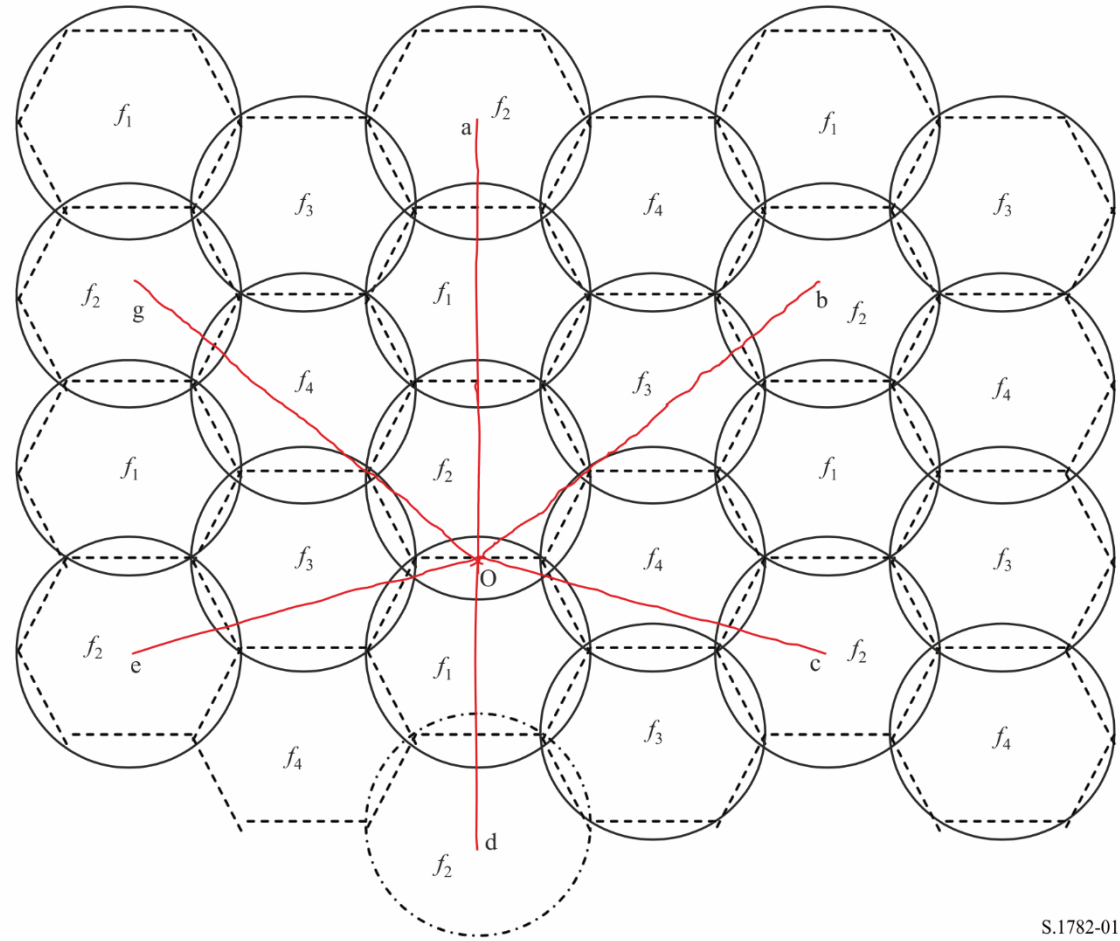
| مدى الترددات في الخدمة FSS | GHz 14/11 | GHz 30/20 | GHz 50/40 |
|---|---|---|---|
| الكسب في مركز الخدمة (dBi) | 46-44 | 53-50 | 58-55 |
| فتحة الحزمة عند –3 dB (بالدرجات) | 1,0-0,8 | 0,4-0,3 | 0,2 |
| عدد (*n*) حزم الإرسال/الاستقبال ثنائية الاستقطاب في كل ساتل | 140-80 | 400-200 | 500 < |

ونظراً إلى التقدم الحاصل في المركبات الفضائية أثناء السنوات الأخيرة، فإن من المعقول أن يفترض وجود ترتيبات لتغذية الهوائي تعوّض انحناء سطح الأرض حتى يكون لجميع الحزم التي يولدها الهوائي رُقع دائرية لها نفس القطر، بصرف النظر عن اتجاه التسديد. وهكذا يكون لكل حزمة، باستثناء الحزمة الموجهة نحو نقطة مسقط الساتل، مقطع عرضي إهليلجي تقريباً، تتوقف نسبته المحورية (إهليلجيته) وتوجيهه على توجيه التسديد بالنسبة لنقطة مسقط الساتل. وتكون فتحتا الحزمتين للمحور الكبير ($\varphi_a$) وللمحور الصغير ($\varphi_b$) مرتبطتين بالعلاقة $(\varphi_0) = ((\varphi_b)\cdot(\varphi_a))^{0.5}$، حيث ($\varphi_0$) هي فتحة الحزمة عند -3 dB للحزمة (الدائرية) الموجهة نحو نقطة مسقط الساتل.

وللحصول على تغطية مستمرة بواسطة الحزم المتعددة التي رقعها دائرية، ينطلق من الافتراض بأن التراكبات تشكل شبيكة من سداسيات الأضلاع، كما في الشكل 1.

الشكل 1

**شبيكة سداسيات الأضلاع من رُقَع حزم الساتل مع تراكبات**




يفترض في مخطط إعادة الاستعمال رباعي الترددات الممثل في الشكل 1، أن كل واحدة من الحزم هي ثنائية الاستقطاب. وبافتراض تأمين معدلات التناقص القابلة للتحقيق عملياً، وسويات الفصوص الجانبية الأولى المشابهة للسويات المشروحة في معادلات التوصية ITU-R S.672، فإن التمييز بين مركز الحزمة وحافتها الأقرب إلى الحزمة التالية المشتركة في التردد معها، ينبغي أن يكون كافياً لهذا الأسلوب من التشغيل. فعند النقطة "0" مثلاً على حافة إحدى المساحات السداسية الأضلاع التي تخدمها حزمة بالتردد $f_2$، يمكن حساب إسهامات التداخل القادمة من الحزم الست الأقرب إليها، انطلاقاً من الزوايا خارج المحور oa وob وoc وod وoe وog، التي تكون محمولة على مستوى الساتل. وتكتب حسب هندسة المخطط:

$$oa = 5(\varphi_0/2) \cdot \cos(30°) = 2.165(\varphi_0)$$

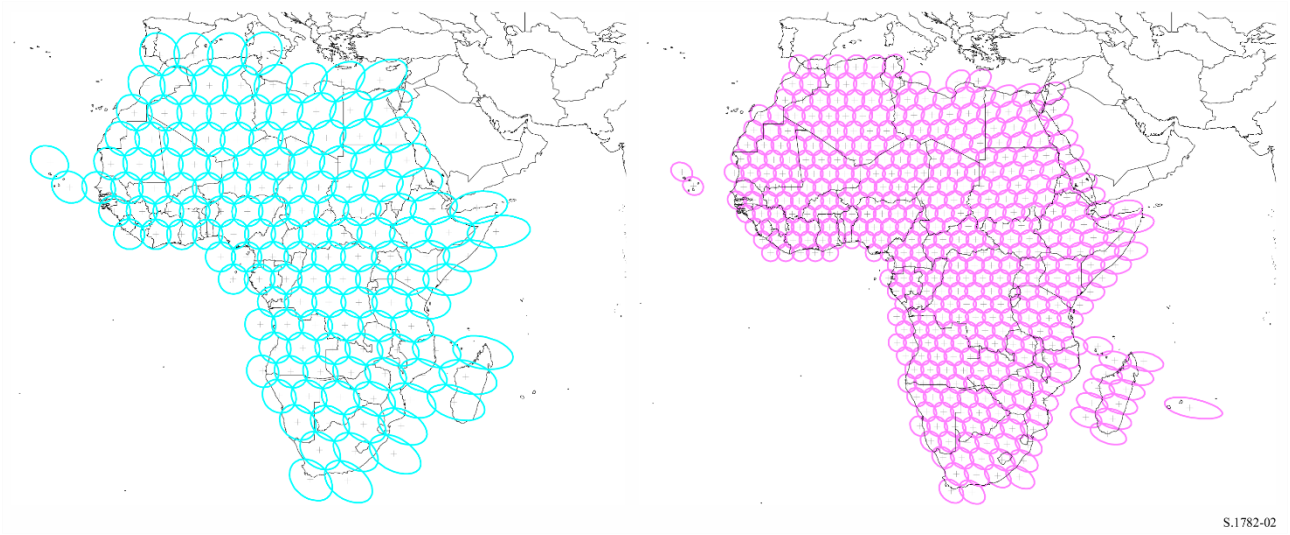
$$ob = og = (\{2(\varphi_0/4) + \varphi_0\}^2 + \{3(\varphi_0/2) \cdot \cos(30°)\}^2)^{0.5} = 1.984(\varphi_0)$$

$$oc = oe = (\{(\varphi_0/2) \cdot \cos(30°)\}^2 + \{2(\varphi_0/4) + \varphi_0\}^2)^{0.5} = 1.561(\varphi_0) \text{ and}$$

$$od = 3(\varphi_0/2) \cdot \cos(30°) = 1.299(\varphi_0)$$

الشكل 2

**أمثلة على ترتيبات لسواتل الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) التي يمكنها توفير النفاذ إلى الإنترنت ذات معدل البيانات العالي في نطاقات GHz 14/11 ونطاقات GHz 30/20**




وبالرجوع إلى التوصية ITU-R S.672 فيما يخص الحزم الدائرية والإهليلجية البسيطة، نجد أن كسب الفصوص الجانبية الأولى يقل بقدر 25 dB عن كسب الذروة، وإذا افترضنا من ناحية أخرى أن القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) هي نفسها في مركز كل حزمة، وافترضنا كذلك أن نسبة الاستقطابين المتحد والمتقاطع في كل حزمة هي أيضاً 25 dB، تعطى نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل *(C/I)* في حالة إعادة استعمال الترددات بالعلاقة:

$$(C/I)_{FR} = -10 \log(7\{10^{-(25/10)}\}) = 16{,}5 \text{ dB}$$

وقيمة هذه النسبة $(C/I)_{FR}$ في الواقع تكون أكبر من ذلك، لأن الإسهامات الستة لا تكون على الغالب كلها في قيمة الذروة للفص الجانبي.

ويوضح الشكل 2 أمثلة على تغطية السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي يوجز ترتيبات حزمها الجدول 1. ويلاحظ أن التغطية الكلية تنخفض بشدة بتناسب عكسي مع التردد.

# الملحق 2

# النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق على الصعيد العالمي بواسطة أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية من الجيل الحالي والتالي

## مثال على النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق على الصعيد العالمي بواسطة نظام في الخدمة الثابتة الساتلية مصمم لهوائيات المحطات الأرضية الصغيرة الاستهلاكية في النطاق Ka

## 1 اعتبارات عامة

في المثال الحالي، يتمثل مجال التطبيق في الاستفادة من مطاريف المستهلك منخفضة التكلفة التي أعدت للنشر على نطاق واسع. وتُستخدم مطاريف المستعمل المتطورة التي تعمل في النطاق Ka والقادرة على إرسال واستقبال كامل طيف النطاق Ka. والهدف من ذلك هو تقديم نظام يعرض أفضل القيم الاقتصادية على أساس مقاييس التكلفة لكل بتة/ثانية (bit/s).

وتُفترض طوبولوجيا شبكة نجمية، وإرسال من مطاريف إلى الساتل في النطاق Ka، وإعادة إرسال إشارتها إلى المسيِّرات في النطاق Q، ومسيِّرات ترسل في النطاق V، وإعادة إرسال إشارتها في النطاق Ka إلى مطاريف المستعمل.

ويشكل هذا التنفيذ هدف العديد من أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية قيد الإنشاء حالياً لإطلاق الخدمة في العامين إلى الثلاثة أعوام القادمة.

## 2 اعتبارات نطاق التردد

فيما يخص تحديد نطاقات التردد الموزعة للخدمة الثابتة الساتلية المناسبة لهذا التطبيق في هذه الحالة، يُفترض استخدام نطاق Ka الكامل لمستعملي:

- الإرسال ضمن GHz 30,0-27,5؛
- الاستقبال ضمن GHz 20,2-17,3.

وتماشياً مع الدراسات الجارية، يُفترض أن التقاسم في هذه النطاقات مع خدمات الخدمة الثابتة أصبح ممكناً على أساس عدم التداخل، وأن للمطاريف وظائف "إدراكية" تجعلها والنظام على علم ببيئة التداخل.

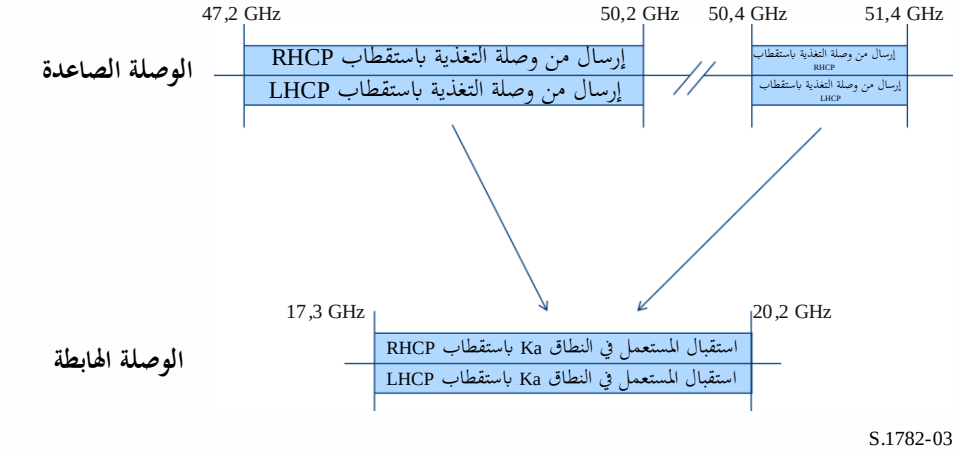
ومن أجل تغذية المطاريف، وبالنظر إلى الطلب الهائل على عرض النطاق، تستعمل المسيِّرات النطاق V للإرسال (وحدة التغذية إلى الساتل) والنطاق Q للاستقبال (الساتل إلى وحدة التغذية):

- الإرسال في GHz 50,2-47,2 وفي GHz 51,4-50,4 (النطاق V)؛
- الاستقبال في GHz 40,4-37,5 (النطاق Q).

ويرد توضيح خطة الترددات هذه في الشكل 3 للوصلة الأمامية (من المسيِّر إلى مطراف المستعمل) وفي الشكل 4 لوصلة العودة (من مطراف المستعمل إلى المسيِّر).

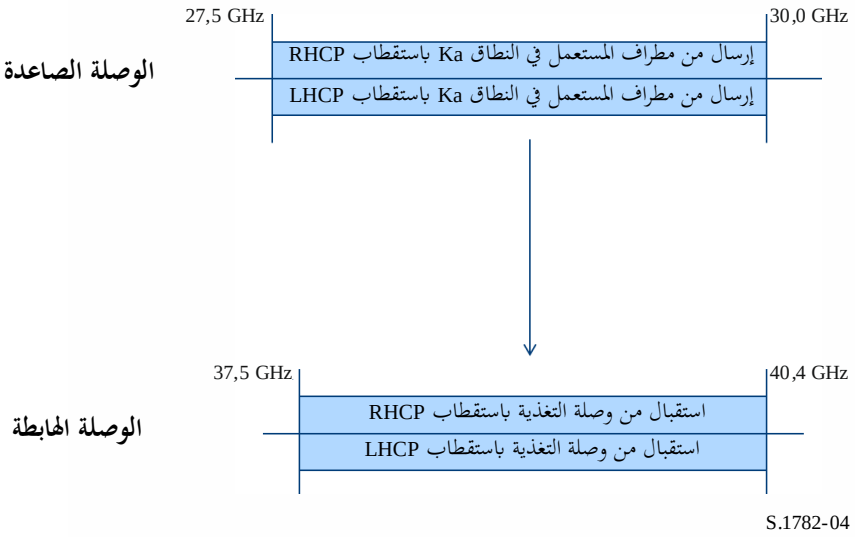
الشكل 3

**خطة ترددات الوصلة الأمامية للنفاذ عريض النطاق إلى الإنترنت بواسطة نظام الخدمة الثابتة الساتلية المصمم لهوائيات المحطات الأرضية الصغيرة الاستهلاكية في النطاق Ka**




الشكل 4

**خطة ترددات وصلة العودة للنفاذ عريض النطاق إلى الإنترنت بواسطة نظام الخدمة الثابتة الساتلية المصمم لهوائيات المحطات الأرضية الصغيرة الاستهلاكية في النطاق Ka**



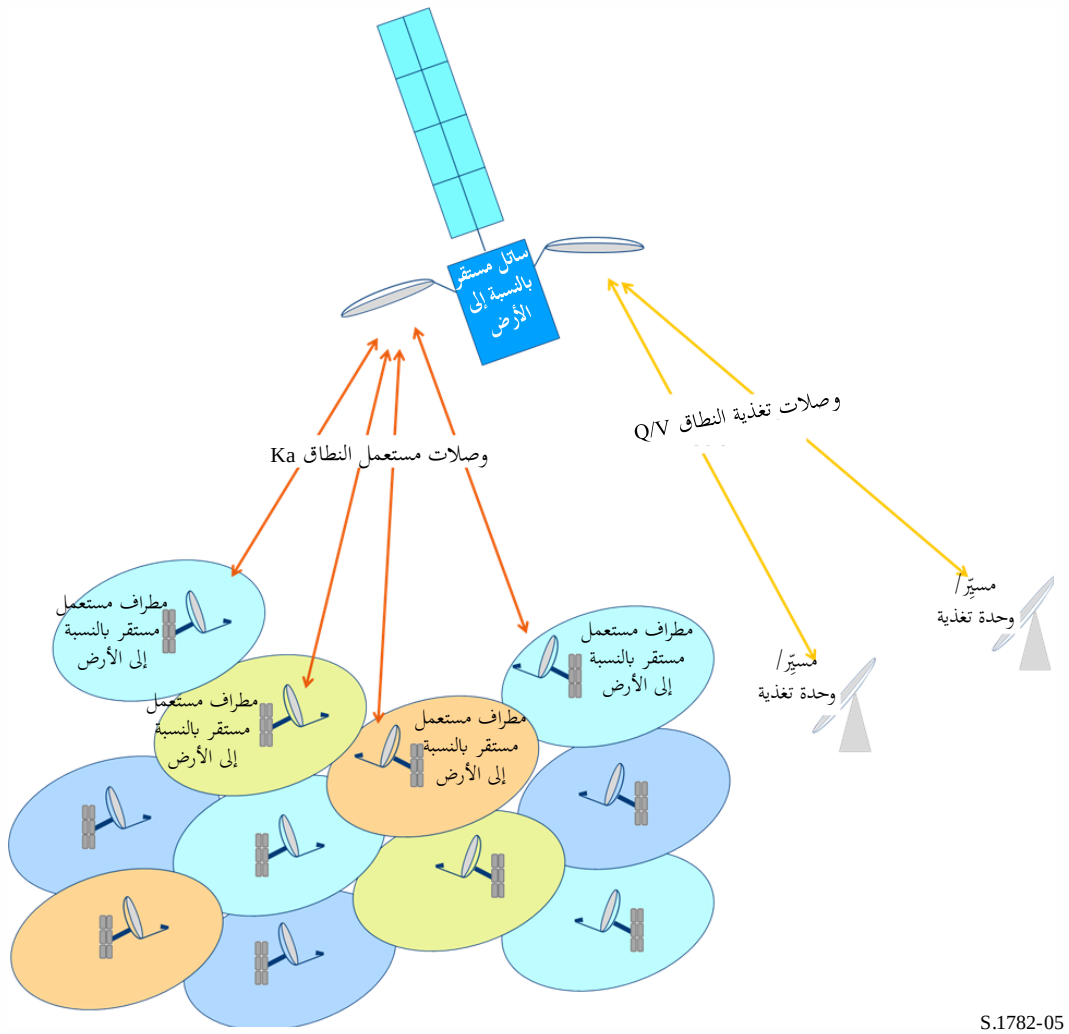

## 3 الخصائص التقنية الممكنة

### 1.3 معمارية النظام

يوضح الشكل 5 معمارية النظام في هذا المثال.

الشكل 5

**مثال على معمارية النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق على الصعيد العالمي بواسطة نظام الخدمة الثابتة الساتلية المصمم لهوائيات المحطات الأرضية الصغيرة الاستهلاكية في النطاق Ka**




## 2.3 الوصلات الساتلية

يُفترض أن الموجات الحاملة للوصلة الأمامية بين محطات التغذية ومحطة المستعملين عبر الساتل تستعمل توسعة الجيل الثاني للإذاعة الفيديوية الرقمية عبر الساتل (DVB-S2X) وهي معيار المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) لتوسيع نظام الجيل الثاني للإذاعة والخدمات التفاعلية وجمع الأخبار والتطبيقات الساتلية الأخرى ذات النطاق العريض.

ويُفترض أن الموجات الحاملة لوصلة العودة التي توصِّل صعوداً من محطة المستعملين لمحطات التغذية تستعمل الجيل الثاني للإذاعة الفيديوية الرقمية عبر الساتل (DVB-RCS2)، وهو معيار ETSI للجيل الثاني من نظام الإذاعة الفيديوية الرقمية التفاعلي للسواتل.

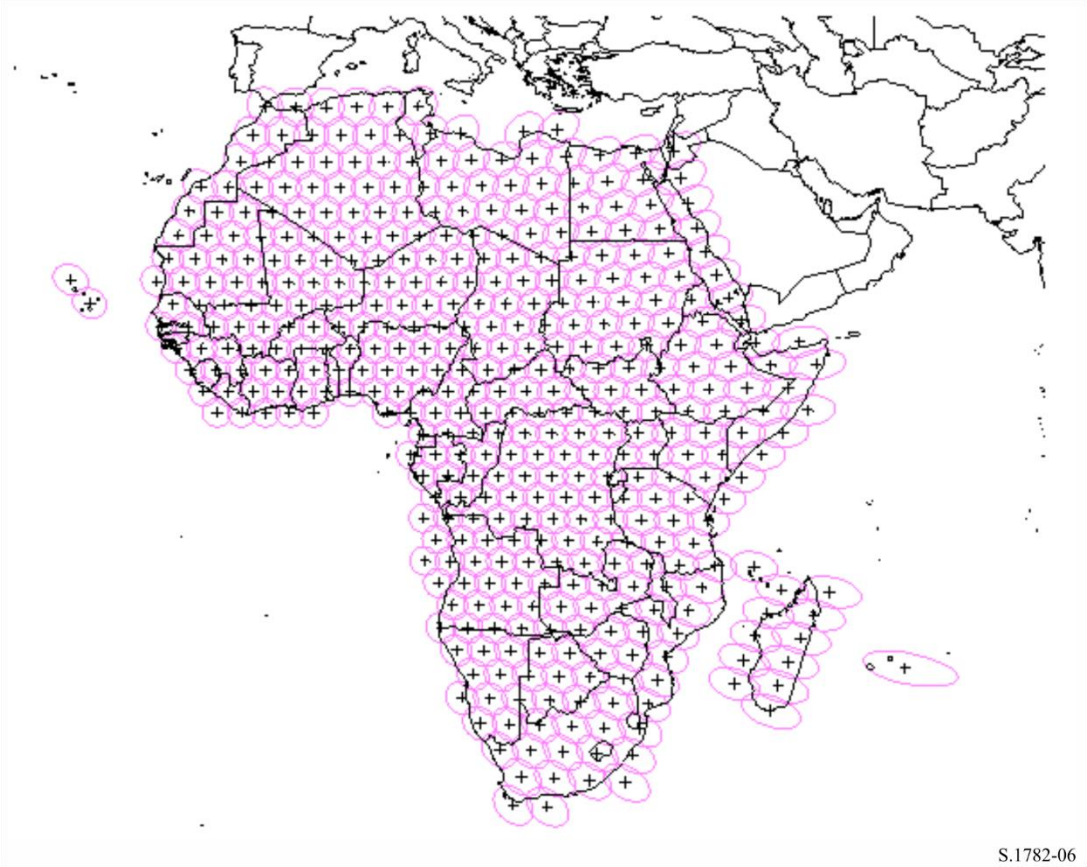
ويمكن لكل من السطحين البينيين الهوائيين الاستفادة من التشفير والتكيف التكيفيين (ACM)، من أجل تحسين كفاءة كل وصلة، والتعامل مع توهين الغلاف الجوي الذي يشكل مصدر قلق خاص عند استخدام ترددات عالية جداً مثل نطاقات Ka وQ وV.

### 3.3 التغطية

تُقترح تغطية إفريقيا على سبيل المثال. فيمكن أن تقدم السواتل الحديثة ما يصل إلى ~500 حزمة مستعمل، ويستند هذا المثال على 420 نقطة أنشئت من ثلاثة أو أربعة عاكسات ساتلية.

الشكل 6

**مثال على التغطية للنفاذ عريض النطاق إلى الإنترنت بواسطة نظام الخدمة الثابتة الساتلية المصمم لهوائيات المحطات الأرضية الصغيرة الاستهلاكية في النطاق Ka فوق إفريقيا**




### 4.3 ترتيبة الحمولة المفيدة للساتل

ويمكن للنظام الفرعي للهوائي الساتلي الاستفادة من التغذية الفردية لكل حزمة (فتولد كل وحدة تغذية نقطة واحدة) أو من ترتيبات التغذية المتعددة لكل حزمة (فتتولد كل نقطة من وحدات تغذية متعددة). وتجري المقايضات بين معلمتي الأداء وكتلة الحمولة. ويتكون المكرر من الأنظمة الفرعية التالية:

- يستعمل قسم الدخل مكبراً منخفض الضوضاء (LNA)/محولات بأسلوب كلاسيكي إلى حد ما؛
- يقدم معالج رقمي شفاف (DTP) التوصيلية بين المسيّرات وحزم المستعمل وانتقاء التردد على كل حزمة مستعمل؛

– يمكن لقسم التكبير إما الاستفادة من مكبرات صمام الموجة المرتحلة (TWTA) الموضوعة في حلقة رديفة لنظام تغذية مفردة فرعي في كل هوائي حزمة، أو من مكبرات القدرة العالية ذات الحالة الصلبة (SSPA) الموضوعة على مقربة مباشرة من وحدات التغذية في ترتيبة التغذية المتعددة لكل حزمة.

## 4 سعة كل ساتل (*Cs*)

بالعدد المقترح من الحزم، ستتجاوز سعة الساتل 0,8 Tbit/s للوصلة الأمامية. وعادة ما تكون متطلبات وصلة العودة أقل من متطلبات الوصلة الأمامية، ومع ذلك، فإن هدف السعة الإجمالية لكل ساتل يزيد عن 1,0 Tbit/s.