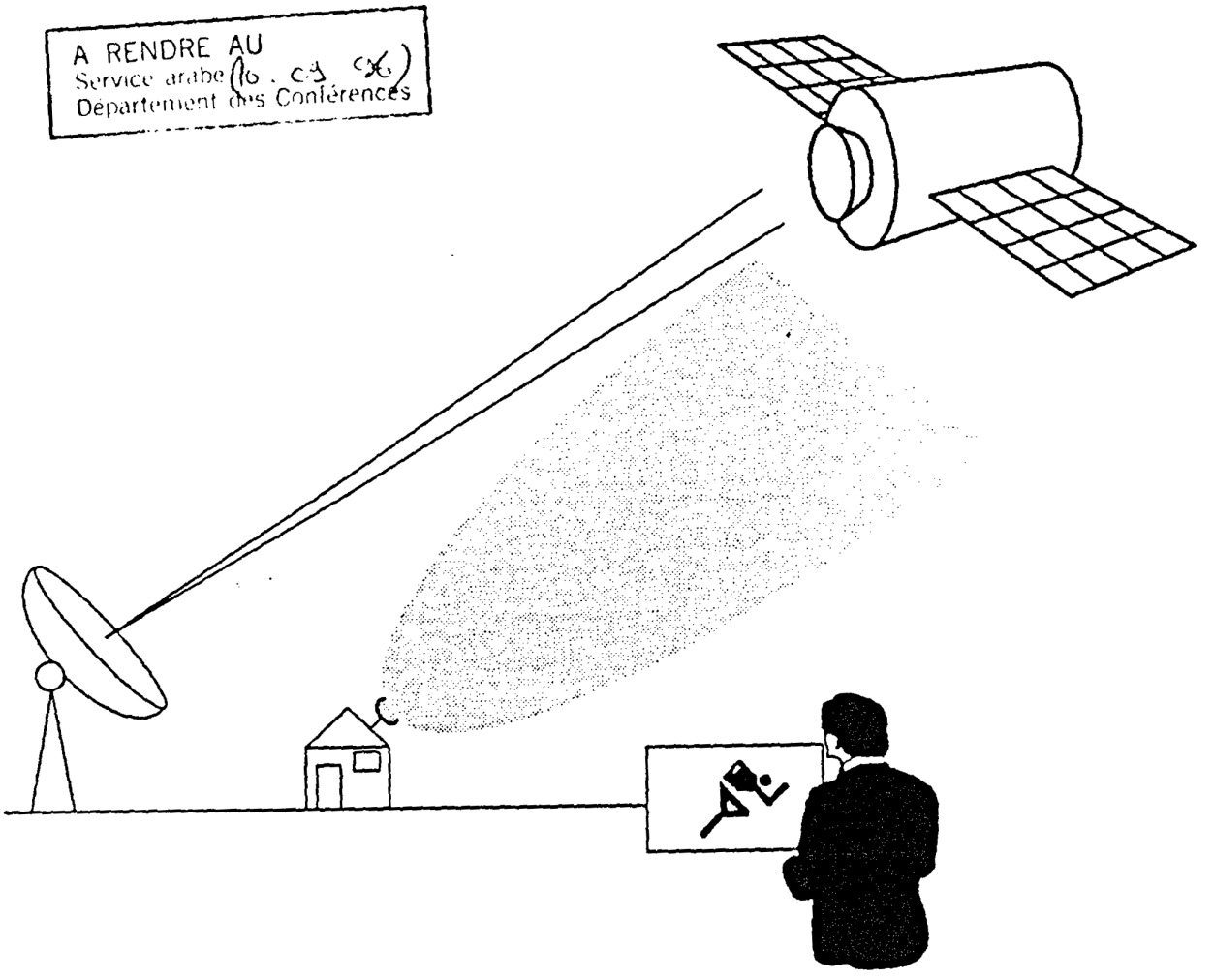
الاتحاد الدولي للاتصالات

# التوصيات ITU-R

A RENDRE AU
Service arabe
Département des Conférences



## مجلد السلسلة BO لعام 1994

# الخدمة الإذاعية الساتلية
# (الصوتية والتلفزيونية)

## قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

تستجيب وظائف قطاع الاتصالات الراديوية استجابة كاملة لأهداف الاتحاد المتعلقة بالاتصالات الراديوية كما وردت في المادة 1 من دستور الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف 1992 :

- بأن يؤمن الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال جميع خدمات الاتصال الراديوي لطيف الترددات الراديوية، بما فيها الخدمات التي تستعمل مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض،
- بأن يجري دراسات دون تحديد لمدى الترددات، وأن يعتمد توصيات تتعلق بالاتصالات الراديوية.

وتضع لجان دراسات الاتصالات الراديوية توصيات تتعلق بما يلي* :

أ ) استعمال طيف الترددات الراديوية في الاتصالات الراديوية الأرضية والفضائية (بما فيه استعمال مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض)؛

ب) خصائص النظم الراديوية وأداؤها**؛

ج) تشغيل المحطات الراديوية؛

د ) جوانب "الاتصال الراديوي" المتعلقة بمسائل الاستغاثة والسلامة.

* *المادة 11 في الاتفاقية الدولية للاتصالات، جنيف 1992.*

** *تعد لجان دراسات تقييس الاتصالات توصيات بشأن التوصيل البيني للأنظمة الراديوية في شبكات الاتصالات العمومية وبشأن جودة الأداء المطلوبة لهذه التوصيلات البينية.*

© ITU 1994

جميع الحقوق محفوظة. لا يمكن استنساخ أو استعمال أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل أو بأي وسيلة إلكترونية كانت أم ميكانيكية، بما فيه النسخ التصويري أو الأفلام الصغرية، إلا بموافقة كتابية من الاتحاد الدولي للاتصالات.

# Recommendation 793 (1994)

# Partitioning of noise between feeder links for the broadcasting-satellite service (BSS) and BSS down links [Arabic version]

Extract from the publication:
*CCIR Recommendations: 1994 BO Series Volume: Broadcasting-satellite service (Sound and Television)*
(Geneva: ITU, 1994), pp. 177-181

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

التوصيـــة 793*

# تقسيم الضوضاء بين وصلات المغذي للخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) والوصلات الهابطة للخدمة BSS**

(المسألتان 83/11 و 86/11)

(1992)

إن اللجنة الاستشارية الدولية للراديو (CCIR)،

*إذ تضع في اعتبارها*

أ) أن الخدمة BSS يتوقع عادة أن توفر خدمة إلى مناطق جغرافية كبيرة نسبياً تشمل عدداً كبيراً من المستقبلات؛

ب) أن تخفيض تأثيرات ضوضاء وصلة المغذي في الضوضاء الكلية للوصلة يخفض من كلفة مستقبل الخدمة BSS وتعقيده؛

ج) أن القدرة e.i.r.p. لخرج الساتل يحافظ عليها عند السوية الاسمية للخرج أثناء خبو وصلة المغذي عبر استخدام تقنيات مثل التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC)؛

د) أن متطلبات قدرة أعلى للوصلة الصاعدة ستعني فقط عدداً قليلاً من محطات وصلات المغذي؛

هـ) أنه، فيما يخص التيسر، فإن الخبو بسبب المطر على الوصلة الهابطة سيكون له تأثير محلي فقط في الأداء بينما الخبو بسبب المطر على وصلة المغذي سيؤثر في الأداء على منطقة الخدمة بكاملها؛

و) أن انحطاطاً إضافياً للوصلة الكلية نتيجة الضوضاء الحرارية يحدث بسبب لا خطية المكبر عالي القدرة للساتل مقترنة مع التحويل من التشكيل AM إلى PM (انظر الملحق 1)،

*توصـــي*

بأن يستعمل دليلاً لتصميم النظام، ومن أجل تحقيق تيسر معين فيما يتعلق بإرسالات بتشكيل مماثلي في الخدمة BSS، تقسيم لإسهام ضوضاء الوصلة الهابطة بالنسبة إلى إسهام ضوضاء وصلة المغذي يكون برتبة 10:1 (انظر الملحق 1).

## الملحـق 1

## تقسيم الضوضاء بين وصلات المغذي والوصلات الهابطة

لأغراض التخطيط، تبنى المؤتمر WARC-BS-77 تخفيضاً أقصى بمقدار 0,5 dB للنسبة الكلية للموجة الحاملة إلى الضوضاء (*C/N*)، من أجل إسهام وصلة المغذي إلى النسبة *C/N* أثناء 99% من أسوأ شهر. ويقابل ذلك فرقاً قدره حوالي 10 dB بين النسب *C/N* للوصلات الهابطة ووصلات المغذي.

وفقاً لدراسة للاتحاد EBU، فإن إسهام الضوضاء الناتجة من وصلة المغذي قد تتحول إلى نسبة تهمل إذا تم تبني هامش صغير نسبياً في النسبة *C/N* للوصلة الهابطة. نظرت هذه الدراسة إلى حالة التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC) على متن الساتل وبنيت على تحليل إحصائي للتوهين على وصلة المغذي والوصلة الهابطة.

وأجريت تطبيقات رقمية لممثل قياسات أجريت في أوروبا مفترضة أن التوهين (بالديسبل) يتبع علاقة لوغاريتمية عادية. ويلاحظ أولاً، أن النتائج الحاصلة وفقاً لفرضية الارتباط الكلي أو الاستقلال الكلي بين خبو وصلة المغذي وخبو الوصلة الهابطة، مطابقة تقريباً. إلا أن تأثير هامش قدره 0,5 dB في الوصلة الهابطة يكون حاسماً. ويكون التحسن العائد إلى هذا الهامش أفضل من التحسن الحاصل بتحديد أبعاد النسبة *C/N* لوصلة

---

* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى فريق الدراسات 4.

** *ملاحظة من مدير اللجنة CCIR* – استعمل التقرير 2-952 (الفقرتان 2.3 و 3.3) في إعداد الملحق 1.

المغذي أثناء 99,9% من أسوأ شهر بدلاً من 99%. عليه، إذا افترضت نسبة *C/N* للوصلة الهابطة قدرها 14 dB أثناء 99% من أسوأ شهر، فإن إسهام الضوضاء من وصلة المغذي في الدارة الكلية تسبب هبوط النسبة *C/N* للوصلة الكلية إلى أقل من 14 dB بزيادة 50% إلى 10% من الحالات (تبعاً لكون وصلة المغذي قد صممت لتعطي نسبة *C/N* قدرها 24 dB أثناء 99% أو أثناء 99,9% من أسوأ شهر). إذا أخذ في الاعتبار هامش قدره 0,5 dB على الوصلة الهابطة، فإن النسبة المئوية من الوقت التي تسقط أثناءها النسبة *C/N* الكلية إلى أقل من 14 dB، بما في ذلك إسهام ضوضاء وصلة المغذي، لا تزال أصغر من القيمة المحددة 1% من أسوأ شهر في كلتا الحالتين.

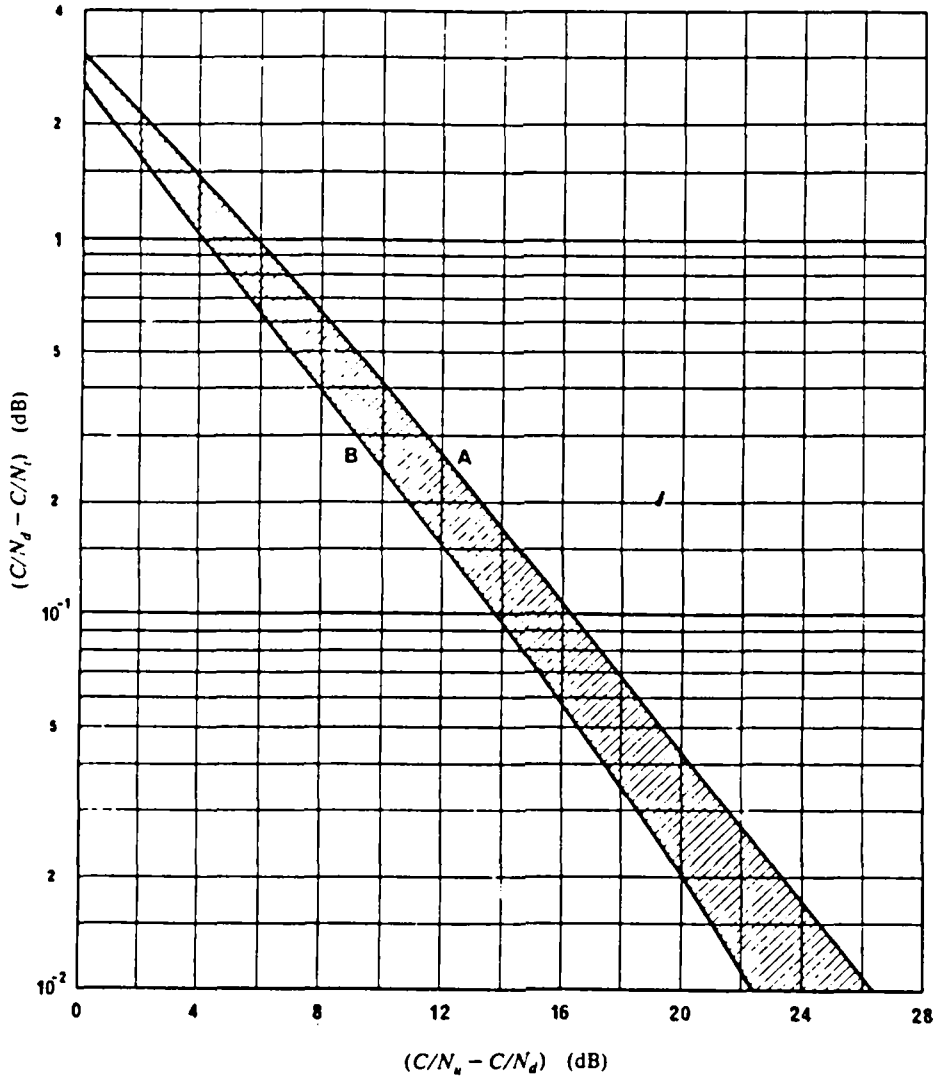
تؤكد هذه النتيجة ملاءمة اختبار المؤتمر WARC-BS-77 بأن تراعى وصلة المغذي بواسطة مثل ذلك الهامش. حتى عند ترددات من رتبة 18 GHz.

أجريت دراسات مماثلة في كندا حول تأثيرات التوهين بسبب المطر وخصائص المرسل المستجيب للساتل من وجهة نظر تقسيم إسهامات الضوضاء على وصلات المغذي والوصلات الهابطة في خدمة إذاعية ساتلية.

يمكن التعرف إلى بعض النتائج في الشكل 1، حيث وضعت نفس فرضيات الدراسة المذكورة أعلاه. ويمثل المنحنيان في هذا الشكل انحطاط النسبة *C/N* للوصلة الهابطة بسبب إسهام الضوضاء من وصلة المغذي، ($C/N_d - C/N_i$) بدلالة الفرق بين النسبة *C/N* لوصلة المغذي والنسبة *C/N* للوصلة الهابطة ($C/N_u - C/N_d$). يصور الارتباط التام والاستقلال التام للخبو على كلا الوصلتين. وجميع قيم النسبة *C/N* محددة أثناء 99% من أسوأ شهر.

الشكل 1

**إسهام الضوضاء من وصلة المغذي**




A: مع ارتباط

B: بلا ارتباط

لا يحتاج توزيع الضوضاء إلى تحديده كعنصر تخطيط للإقليم 2 لأن القيمة الكلية للنسبة *C/N* هي المعيار الذي يطبق عند تخطيط وصلات المغذي والوصلات الهابطة في نفس الوقت. إلا أن بعض الفرضيات حول توزيع الضوضاء مطلوبة لتحديد خصائص وصلات المغذي، مثل القدرة e.i.r.p. اللازمة للاستجابة لمتطلبات الخدمة الإذاعية الساتلية.

وافترض دليلاً لتطوير جميع الخطط، أن إسهام ضوضاء وصلة المغذي في الوصلة الكلية لا يتجاوز 0,5 dB أثناء 99% من أسوأ شهر.

نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في وصلة المغذي إذا افترضنا أن ليس ثمة تنقيص لقدرة خرج المرسل المستجيب، فإن إسهاماً من ضوضاء وصلة المغذي قدره 0,5 dB في الوصلة الكلية يتطلب ما يلي:

$$(C/N)_u = (C/N)_d + 10 \quad \text{dB} \tag{1}$$

يتم تجاوزها أثناء 99% من أسوأ شهر. وفي حالات السماء الصافية، فإن النسبة $(C/N)_u$ تكون عندئذ:

$$(C/N)_u = (C/N)_d + 10 + L_{Au} \quad \text{dB} \tag{2}$$

حيث:

$(C/N)_u$: نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في وصلة المغذي

$(C/N)_d$: نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء في الوصلة الهابطة

$L_{Au}$: التوهين بسبب المطر لوصلة المغذي الذي يجري تجاوزه أثناء 99% من أسوأ شهر.

ويحتاج التخطيط إلى هامش قدره 1 dB من أجل مراعاة الأخطاء الممكنة في تسديد هوائي إرسال المحطة الأرضية.

علاوة على ذلك، فإن المكبر اللا خطي عالي القدرة، للمكرر يدخل، نظراً إلى عامل التحويل فيه من التشكيل AM إلى PM، انحطاطاً تسببه الضوضاء الحرارية في الإشارة التي أزيل تشكيلها. والانحطاط في الإشارة المزال تشكيلها والتي تسببها ظاهرة التحويل من التشكيل AM إلى PM يعبر عنه كالتالي:

$$D = \frac{\alpha + I}{1 + I} \tag{3}$$

حيث:

$D$: تناقص في نسبة الإشارة إلى الضوضاء ($S/N$) بعد الكشف (انظر الشكل 2) يعود إلى تزايد الضوضاء بعد الكشف في وجود تحويل التشكيل من AM إلى PM

$$(C/N)_u/(C/N)_d = I$$

$$\left[\frac{K}{6,6}\right]^2 + 1 = \alpha \quad \text{(تشكيل التردد)}$$

$K$: عامل التحويل من التشكيل AM إلى PM

$K$ هي في رتبة 5 إلى 6 درجات لكل ديسبل في الحالة الراهنة لتكنولوجيا المكبرات 1. ويعطي ذلك قيمة $\alpha$ في حدود 2,0 إلى 2,6 dB، تم إثباتها نظرياً وتجريبياً.

الانحطاط الذي يسببه التحويل من AM إلى PM لا يمكن رصده بواسطة قياسات مباشرة للنسبة *C/N* في التردد الراديوي. ومع ذلك، يمكن قياس هذا الانحطاط عبر وسائل أخرى. ويجب أن يؤخذ بالحسبان عند حساب موازنات وصلات المغذي، ويمكن تعويضه بواسطة زيادة في النسبة $C/N_u$ قدرها (10 log $\alpha$) dB. ولم يؤخذ التحويل من AM إلى PM بالحسبان في تطوير خطة الإقليم 2.

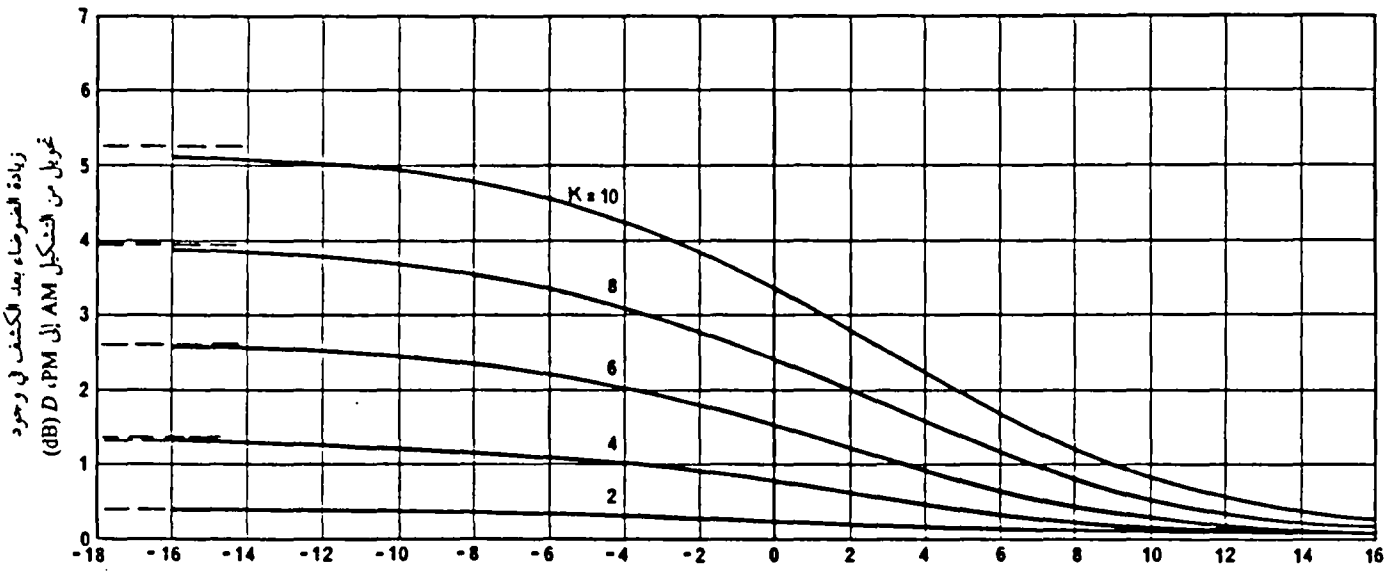
في خطة مبنية على خصائص متجانسة لمحطات وصلات المغذي والتي تقود بدورها إلى كثافات لتدفق القدرة اسمية متجانسة (سماء صافية) في مواقع السواتل، تتغير النسبة $C/N_u$ مع كسب هوائي استقبال الساتل في الإقليم 2 يتغير مدى كسب هوائي الاستقبال الجدير بالاهتمام عند الحافة –3 dB من منطقة التغطية من حوالي 28 dB لحزمة وصلة مغذٍ قدرها 3° × 8° تغطي البلد كله إلى 46 dB لحزمة تغطية صغيرة قدرها 0,6°. ويتغير المدى الهام لرقم الجدارة *G/T* من –4 dB ($K^{-1}$) إلى 14 dB ($K^{-1}$) عند حافة منطقة التغطية مع درجة لحرارة ضوضاء النظام عند دخل الساتل قدرها 1 500 K وهي تحقق بسهولة لمستقبلات السواتل عند التردد 18 GHz. وقد يقع اختيار قدرة وصلة المغذي عند هوائي الإرسال داخل المدى من 500 إلى 1 000 W. وترتكز خطة وصلة المغذي للإقليم 2 على قدرة قصوى للتردد الراديوي قدرها 1 000 W توفر عند دخل هوائي وصلة المغذي. يقدم الجدول 1 مدى قيم النسبة $C/N_u$ عند التردد 17,5 GHz مع افتراض فعالية للهوائي قدرها 6,5%، وعرض نطاق

للمرشاح قدره 24 MHz وخسارة في الكسب قدرها 1 dB بسبب خطأ في تسديد هوائي المحطة الأرضية لقدرة مرسلة قدرها 500 و 1 000 W. وفي الإقليم 2، تبنى الخطة على أساس قطر للهوائي قدره 5 أمتار ولكن يمكن استعمال هوائيات أكبر و/أو أصغر.

على سبيل المثال في حالة نسبة $C/N_d$ قدرها 14,5 dB على الوصلة الهابطة وخطأ تسديد قدره 1 dB لهوائي إرسال المحطة الأرضية، فإن عدداً صغيراً جداً من الحالات في الجدول 1 سيعطي مساهمة ضوضاء لوصلة المغذي أكبر من 0,5 dB في الضوضاء الكلية لقنوات الاتصال. هذه الحالات القليلة مطبوعة بالأرقام المائلة في الجدول. في الإقليمين 1 و 3، تبنى الخطة على أساس قطري هوائي قدرهما 5 و 6 أمتار لنطاقي الترددات 17 و 14 GHz على التوالي و 500 W لقدرة المرسل. وتقابل هذه القيم قدرة e.i.r.p. قدرها 84 و 82 dBW على التوالي، وتهدف لأن تحقق نسبة $C/N$ قدرها 24 dB أثناء 99% من أسوأ شهر.

الشكل 2

**تأثير التحويل من التشكيل AM إلى PM في قدرة الضوضاء بعد الكشف**




تباين الوصلة ($C/N$/$C/N_d$)، $I$ (dB)

$K$: عامل التحويل من التشكيل AM إلى PM (درجات لكل dB)

— — —: I —•— ∞ dB

الجدول 1

**مدى قيم نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء محسوبة لهوائي محطة أرضية يتميز بخطأ في التسديد قدره 1 dB ويرسل قدرة 500 أو 1 000 W (الإقليم 2)***

| قطـــر هـــوائي المحطة الأرضية (m) | أدنى رقم جدارة لهوائي استقبال الساتل (حافة منطقة التغطية) (dB($K^{-1}$)) | نسبة الموجـــة الحـــاملة إلى الضوضـــاء $C/N_u$ (dB) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | سماء صافية | | مع توهين بسبب المطر قدره 5 dB | | مع توهين بسبب المطر قدره 10 dB | |
| | | القـــدرة المرســـلة (W) | | | | | |
| | | 500 | 1 000 | 500 | 1 000 | 500 | 1 000 |
| 2,5 | 4 – | *19,2* | *22,2* | *14,2* | *17,2* | *9,2* | *12,2* |
| | 2 + | 25,2 | 28,2 | *20,2* | *23,2* | *15,2* | *18,2* |
| | 8 + | 31,2 | 34,2 | 26,2 | 29,2 | *21,2* | *24,2* |
| | 14 + | 37,2 | 40,2 | 32,2 | 35,2 | 27,2 | 30,2 |
| 5 | 4 – | 25,2 | 28,2 | *20,2* | *23,2* | *15,2* | *18,2* |
| | 2 + | 31,2 | 34,2 | 26,2 | 29,2 | *21,2* | *24,2* |
| | 8 + | 37,2 | 40,2 | 32,2 | 35,2 | 27,2 | 30,2 |
| | 14 + | 43,2 | 46,2 | 38,2 | 41,2 | 33,2 | 36,2 |
| 8 | 4 – | 29,3 | 32,3 | 24,3 | 27,3 | *19,3* | *22,3* |
| | 2 + | 35,3 | 38,3 | 30,3 | 33,3 | 25,3 | 28,3 |
| | 8 + | 41,3 | 44,3 | 36,3 | 39,3 | 31,3 | 34,3 |
| | 14 + | 47,3 | 50,3 | 42,3 | 45,3 | 37,3 | 40,3 |
| 11 | 4 – | 32,1 | 35,1 | 27,1 | 30,1 | *22,1* | 25,1 |
| | 2 + | 38,1 | 41,1 | 33,1 | 36,1 | 28,1 | 31,1 |
| | 8 + | 44,1 | 47,1 | 39,1 | 42,1 | 34,1 | 37,1 |
| | 14 + | 50,1 | 53,1 | 45,1 | 48,1 | 40,1 | 43,1 |

* في حالة محطة وصلة المغذي للإقليمين 1 و 3، ينبغي أن تخفض الأرقام في هذا الجدول بمقدار 0,5 dB، مع عرض نطاق مرجعي قدره 27 MHz.