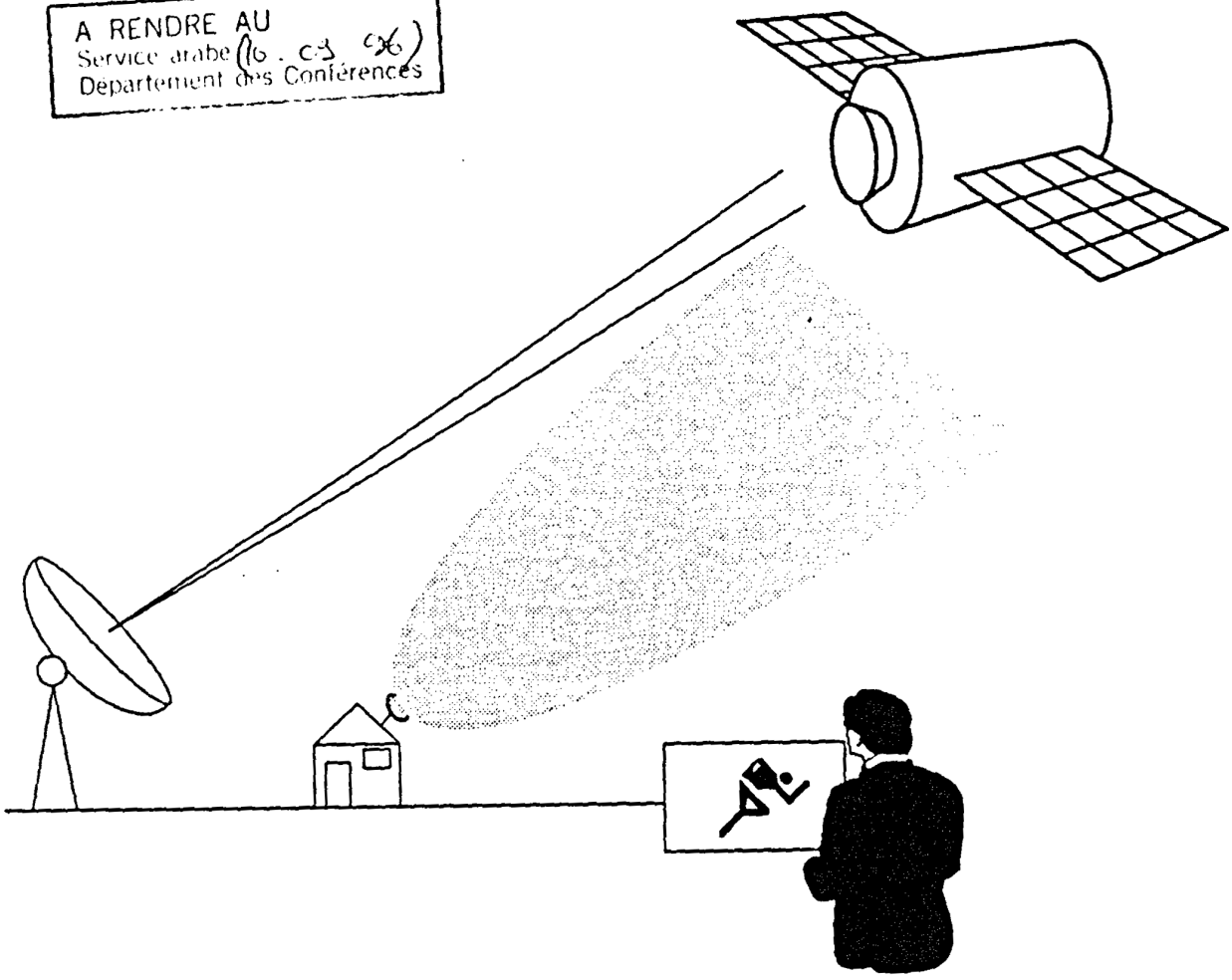
الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيات ITU-R

A RENDRE AU
Service arabe (16 . 03 96)
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 794 (1994)

Techniques for minimizing the impact on the overall BSS system performance due to rain along the feeder-link path [Arabic version]

Extract from the publication:
CCIR Recommendations: 1994 BO Series Volume: Broadcasting-satellite service (Sound and Television)
(Geneva: ITU, 1994), pp. 182-192

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 794*

تقنيات تهدف إلى تقليل التأثير الذي يسببه المطر في الأداء الكلي لنظام الخدمة BSS على طول مسير وصلة المغذي**

(المسألتان 86/11 و 98/11)

(1992)

إن اللجنة الاستشارية الدولية للراديو (CCIR)،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن أي انحطاط في وصلات المغذي سيؤثر في أداء الخدمة BSS على منطقة الخدمة كلها؛

ب) أن المرسل المستجيب لساتل الخدمة BSS يجب أن يحافظ عليه عند سوية الخرج الاسمية من أجل تقليل تأثير خبو وصلة المغذي في تنقيص القدرة e.i.r.p. للوصلة الهابطة؛

ج) أنه، في حين أن الاستعمال المفرط للتحكم AGC على متن الساتل قد ينتج عنه تزايد التداخل داخل النظام وبين الأنظمة، فيمكنه الحفاظ على تشغيل المرسل المستجيب عند سوية الخرج الاسمية أو قريباً منها، مع الإشارة إلى أن النسبة *C/N* لوصلة المغذي لن تتحسن؛

د) أنه في حين أن التحكم في قدرة وصلة المغذي يمكن أن يزيد من التداخل بين الأنظمة زيادة كبيرة فإن تطبيقه يمكن أن يحافظ على تشغيل المرسل المستجيب عند سوية الخرج الاسمية أو قريباً منها دون التسبب في انحطاط النسبة *C/N* لوصلة المغذي؛

هـ) أنه في حين أن استعمال تنوع الموقع يمكن أن يؤدي إلى تعقيد التشغيل، فهو تقنية فعالة لتخفيض خبو وصلة المغذي، لا سيما في مناطق المطر الغزير،

توصـــي

بأن تستعمل التقنيات التالية بالقدر العملي الممكن لتخفيف انحطاط نظام الخدمة BSS العائد إلى خبو وصلة المغذي بسبب المطر:

- التحكم AGC على متن السواتل (انظر الملحق 1)؛
- التحكم في قدرة الوصلة الصاعدة (انظر الملحق 2)؛
- تنوع الموقع (انظر الملحق 3).

الملحـــق 1

التحكم AGC على متن السواتل

التحكم AGC على متن المركبة الفضائية يقلل إلى الحد الأدنى من تأثير الخبو بسبب المطر عند محطة وصلة المغذي في النسبة *C/N* للوصلة الهابطة وذلك عبر الاحتفاظ بالمكبر TWTA عند سوية التشبع. ويشغل التحكم AGC على قنوات فردية ويزيد كسب المرسل المستجيب للإشارة المطلوبة ولأي جزء من إشارة مسببة للتداخل تقع داخل عرض نطاق المرشاح للقناة المطلوبة. لذلك، وأثناء المطر عند محطة أو محطات وصلة المغذي، يسمح استعمال التحكم AGC بتشغيل المرسل المستجيب قريباً من التشبع ولكن نسبة الموجة الحاملة المطلوبة إلى جزء الموجة الحاملة المجاورة المسببة للتداخل وذات الاستقطاب المتقاطع التي تقع داخل عرض نطاق مرشاح القناة المطلوبة تبقى ثابتة. لذلك، فإن استعمال التحكم AGC لا تأثير له في النسبة C/I_x ذات الاستقطاب المتقاطع لوصلتي المغذي قيد الدراسة.

---

* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى فريق الدراسات 4.

** *ملاحظة من مدير اللجنة CCIR* – استعمل التقرير 2-952 (الفقرات 1.4.5 و 2.4.5 و 7) في إعداد هذه التوصية.

إلا أن الساتل الذي يستعمل التحكم AGC يشع على الوصلة الهابطة سوية ثابتة للإشارة المطلوبة توهن على وصلة المغذي، لكنه وعلى الوصلة الهابطة يعيد إشعاع سوية أعلى للإشارة مسببة التداخل ذات الاستقطاب المتقاطع في القناة المجاورة وهذه الإشارة لا تتعرض للتوهين إذا لم يسقط المطر على وصلة المغذي المسببة للتداخل. وهذا الوضع قد يسبب زيادة في التداخل الذي تسببه الوصلة الهابطة لأنظمة أخرى تستقبل الإشارة المعاد إشعاعها باعتباره تداخلاً في نفس القناة. يمكن أن تكون هذه المشكلة دلالية بالنسبة فقط إلى سواتل تشغل نفس الموقع وتغطي مناطق خدمة مشتركة أو متجاورة.

قد تحتاج مواجهة مشكلة إعادة الإشعاع على الوصلة الهابطة أن يحدد مدى التحكم AGC في سواتل تشغل نفس الموقع وتستخدم قنوات ذات استقطاب متقاطع، بأقل من 10 إلى 15 dB. ويمكن التقليل من هذه المشكلة إذا بوعد بين سواتل بقنوات ذات استقطاب متقاطع تغطي نفس منطقة الخدمة أو مناطق خدمة مجاورة، بمقدار 0,3° على الأقل على المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض. أما السواتل بقنوات ذات استقطاب متقاطع والتي لا تشغل نفس الموقع لا تحتاج لأن تخضع لهذا التحديد لمدى التحكم AGC. إن حداً قدره 10 dB لمدى التحكم AGC قد يكون غير كاف للحفاظ على خرج ثابت للمكبر TWTA في بعض المناخات المطرية ولزوايا ارتفاع معينة. وقد يكون مطلوباً استعمال بعض الآليات الأخرى (التحكم في القدرة أو تنوع الموقع) في هذه الظروف للحفاظ على سوية إشارة ثابتة على الوصلة الهابطة.

تبنى خطة وصلات المغذي للإقليم 2 على حد قدره 15 dB للمدى التحريكي للتحكم AGC على متن بعض المركبات الفضائية ذات الاستقطاب المتقاطع من أجل مواجهة هذه المشكلة لإعادة الإشعاع على الوصلة الهابطة.

الملحـق 2

التحكم في قدرة وصلة المغذي

التحكم في قدرة وصلات المغذي هو الضبط السريع والأوتوماتي لقدرة مرسل المحطة الأرضية من أجل تعويض التوهين الـذي استحثه المطر في مسير الإشارة المرغوب فيها نحو ساتل ما.

1. تطبيق التحكم في القدرة

بوجود التحكم في قدرة وصلة المغذي (PC)، فإن سوية دخل الإشارة عند المرسل المستجيب للساتل يحافظ عليها ثابتة تقريباً ويعوض التوهين بسبب المطر تعويضاً فعلياً على طول مسير وصلة المغذي.

نتيجة لذلك، وأثناء المطر عند محطة وصلة المغذي فقط، يحافظ استعمال التحكم في قدرة وصلة المغذي على قيمة ثابتة للنسبة C/N_T كما يمثله الشكل 1.

وقد برهنت تجارب استعملت الساتل الياباني BSE أن التحكم في القدرة يكون فعالاً في الحفاظ على سوية ثابتة تقريباً للموجة الحاملة المرغوب فيها أثناء فترات المطر. وأمكن في هذه التجربة، وعند التردد 14 GHz، تخفيض تغير في القدرة المستقبلة عند الساتل قدره 6 dB (من ذروة إلى ذروة) وتخفيض جذر لمتوسط التربيع (r.m.s.) بدون تحكم في القدرة قيمته 1,5 dB من خلال استعمال التحكم في القدرة، إلى 1,5 dB للقدرة (من ذروة إلى ذروة) و 0,5 dB لجذر متوسط التربيع، على التوالي.

2. شروط استعمال التحكم في القدرة بدون زيادة التداخل

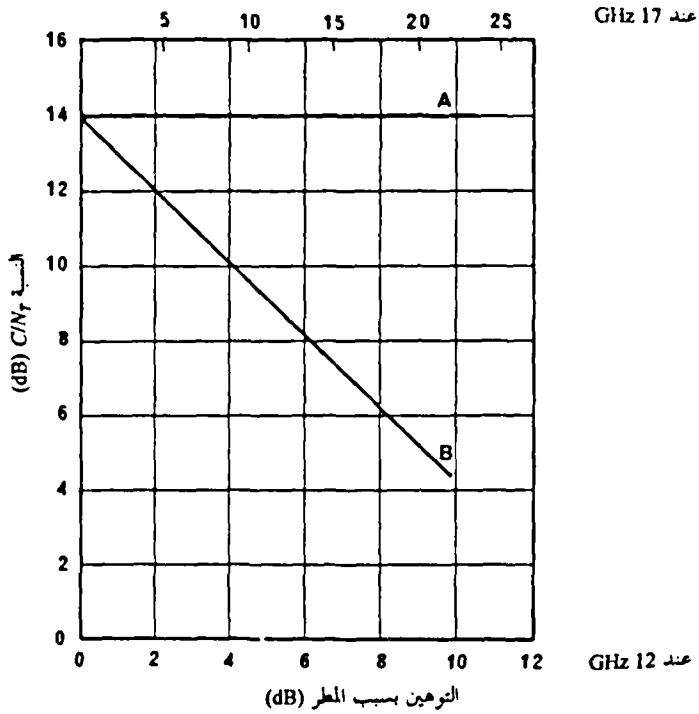
يحلل في هذا القسم استعمال التحكم في القدرة لزيادة تيسرية وصلات المغذي إلى ما بعد القيم المستعملة للتخطيط.

عند دراسة مشاكل التداخل لوصلات المغذي، تعتبر المواقع الجغرافية للمحطات الأرضية المسببة للتداخل ومناطق حزمة وصلة المغذي المطلوب عوامل هامة تؤثر في النسبة C/I لوصلة المغذي. وتؤثر هذه العوامل في تمييز الاستقطاب المتقاطع (XPI_{sat}) لهوائي الساتل المطلوب لأن التمييز XPI_{sat} هو دالة لنسبة زاوية الانحراف عن المحور الرئيسي φ إلى فتحة نصف القدرة للحزمة φ_0.

بالنسبة إلى المخطط المرجعي لهوائي استقبال الساتل في الشكل 10 من التوصية 652، يمكن التعبير بيانياً عن التمييز XPI_{sat} كما يرد في الشكل 2.

الشكل 1

تأثير التوهين بسبب المطر في النسبة C/N_T بوجود التحكم في قدرة وصلة المغذي (PC)



النسبة C/N_u في سماء صافية = 24 dB

النسبة C/N_d في سماء صافية = 14,5 dB

المنحنيان A: هطول المطر عند محطة وصلة المغذي فقط

B: ارتباط بين المطر عند محطة وصلة المغذي ومحطة الوصلة الهابطة

لأجل تحليل تأثير التمييز XPI_{sat} في النسبة C/I_u، فإن المعادلة للنسبة C/I_u التي تشتمل صراحة على المعلمة XPI_{sat}، تقدم في المعادلة (1).

$$\frac{C}{I_u} = \frac{P_w}{P_l} \cdot \frac{L_l}{L_w} \cdot \frac{R_l}{R_w} \cdot \frac{G_{rcww}}{G_{rcwl}} \cdot \frac{1}{A + \dfrac{1}{XPI_{sat}} + \dfrac{1}{XPI_{es}}} \qquad (1)$$

حيث:

P_w: قدرة المرسل عند المحطة الأرضية المطلوبة

P_l: قدرة المرسل عند المحطة الأرضية المسببة للتداخل

L_w: الخسارة بسبب التمديد ("الفضاء الحر") على المسير المطلوب

L_l: الخسارة بسبب التمديد ("الفضاء الحر") على المسير المسبب للتداخل

R_w: التوهين بسبب المطر على المسير المطلوب

R_l: التوهين بسبب المطر على المسير المسبب للتداخل

G_{rcww}: الكسب متحد الاستقطاب لهوائي استقبال الساتل المطلوب في اتجاه المحطة الأرضية المطلوبة

G_{rcwl}: الكسب متحد الاستقطاب لهوائي استقبال الساتل المطلوب في اتجاه المحطة الأرضية المسببة للتداخل

A: عامل إزالة الاستقطاب بسبب المطر كما يعبر عنه في المعادلة التالية:

$$A = 10^{-(XPD / 10)}$$

حيث:

XPD: إزالة الاستقطاب بسبب المطر ويحسب كالتالي:

$$XPD = 30 \log f - 40 \log (\cos \theta) - V \log A_p \quad \text{dB} \qquad \text{عند} \quad 5° \le \theta \le 60°$$

حيث:

V = 20 لأدنى من 15 GHz

V = 23 لأعلى من 15 GHz

A_p: التوهين متحد الاستقطاب بسبب المطر الذي يجري تجاوزه أثناء 1% من أسوأ شهر

f: التردد (GHz)

θ: زاوية الارتفاع (درجات)

من أجل قيم θ أكبر من 60°، تستعمل θ = 60° في المعادلة أعلاه.

XPI_{sat}: نسبة الكسب متحد الاستقطاب (G_{rcwi}) إلى الكسب ذي الاستقطاب المتقاطع (G_{rxwi}) لهوائي استقبال الساتل المطلوب في اتجاه المحطة الأرضية المسببة للتداخل كما يعبر عنها في المعادلة التالية:

$$XPI_{sat} = G_{rcwi} / G_{rxwi}$$

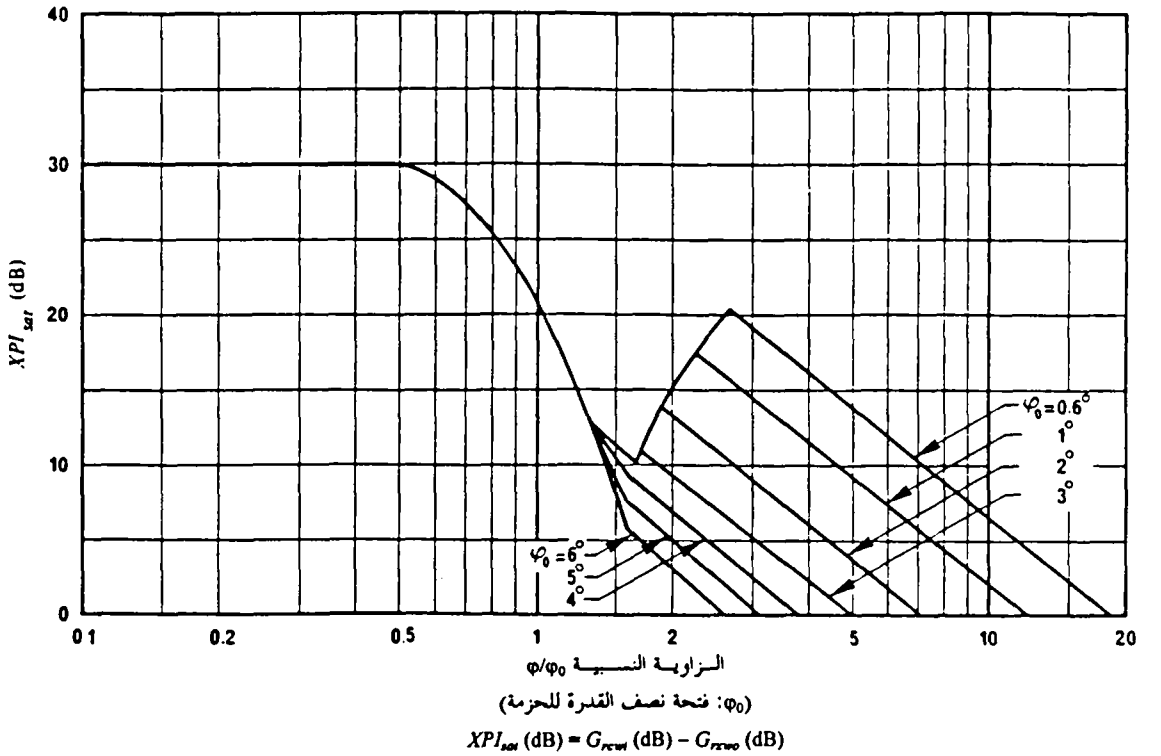
XPI_{es}: نسبة الكسب متحد الاستقطاب (G_{tci}) إلى الكسب ذي الاستقطاب المتقاطع (G_{txi}) لهوائي إرسال المحطة الأرضية المسببة للتداخل في اتجاه الساتل المطلوب كما يعبر عنها في المعادلة التالية:

$$XPI_{es} = G_{tci} / G_{txi}$$

الشكل 2

تمييز الاستقطاب المتقاطع (XPI_{sat}) لهوائي استقبال الساتل

(يفترض أن المخططات المرجعية هي المخططات الموضحة في الشكل 10 من التوصية 652)



عليه، تدل النسبتان XPI_{sat} و XPI_{es} على مقدرة تمييز الاستقطاب المتقاطع لهوائي الساتل وهوائي إرسال المحطة الأرضية، على التوالي.

إن التغيير، ΔM، في النسبة C/I_u، على وصلة تتعرض للتداخل، يمكن التعبير عنه كما يلي عندما يستعمل تحكم في القـدرة على وصلة مسببة للتداخل:

$$\Delta M = \frac{C/I_{u,\,rain}}{C/I_{u,\,clear}} = \frac{R_i}{\Delta P_i} \cdot \frac{1}{1 + \dfrac{A}{\dfrac{1}{XPI_{sat}} + \dfrac{1}{XPI_{es}}}} \qquad (2)$$

حيث:

$C/I_{u,\,rain}$: النسبة C/I_u عندما تمطر في المحطة المسببة للتداخل وينتج عن ذلك توهين بسبب المطر قدره R_i

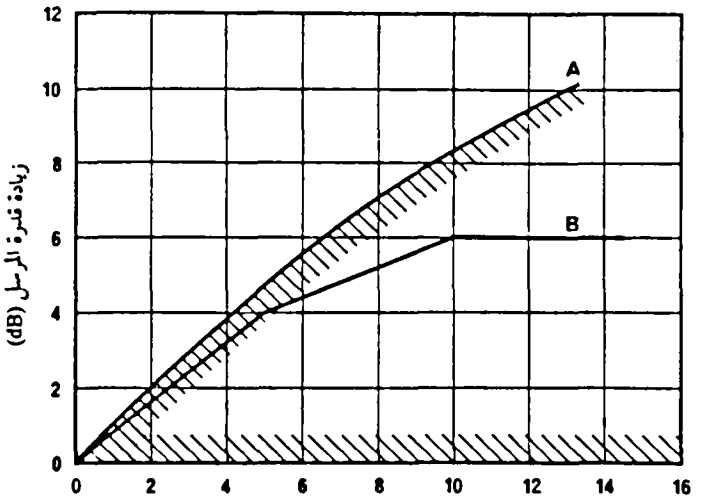
$C/I_{u,\,clear}$: النسبة C/I_u عندما تقع المحطة المسببة للتداخل في جو صاف (تعتبر $C/I_{u,\,clear}$ كمرجع للنسبة C/I_u)

ΔP_i: الزيادة في قدرة مرسل المحطة الأرضية بواسطة التحكم في القدرة.

إن الحدود لزيادة قدرة مرسل المحطة الأرضية التي تحافظ على (ΔM) dB عند قيمة غير سالبة، أي بلا انحطاط في النسبة C/I على المسير المتعرض للتداخل بالنسبة إلى قيمة C/I عندما يكون موقع المحطة المسببة للتداخل في جو صاف، تمثل في الشـكل 3 على أنهـا دالـة للتوهـين بسـبب المطر في المنحنى A عندما يكون XPI_{sat} يساوي 20 dB ويكون XPI_{es} يساوي 30 dB. ويمكن داخل المنطقة المظللـة زيـادة قـدرة المرسـل بـأي أسلوب مرغوب فيه. ويقدم المنحنى B للشكل 3 مثالاً لخوارزمية ممكنة تهدف إلى رفع قدرة المرسل عندما يتزايد التوهين بسبب المطر.

الشكل 3

الزيادة الممكنة لقدرة المرسل للتحكم في القدرة



التوهين بسبب المطر على الوصلة المطلوبة عند التردد GHz 17,5، R_u (dB)

المنحنيان A: الحد الأعلى للتحكم في القدرة

B: مثال للتحكم في القدرة يمثل في الجدول 1

XPI_{sat} = dB 20

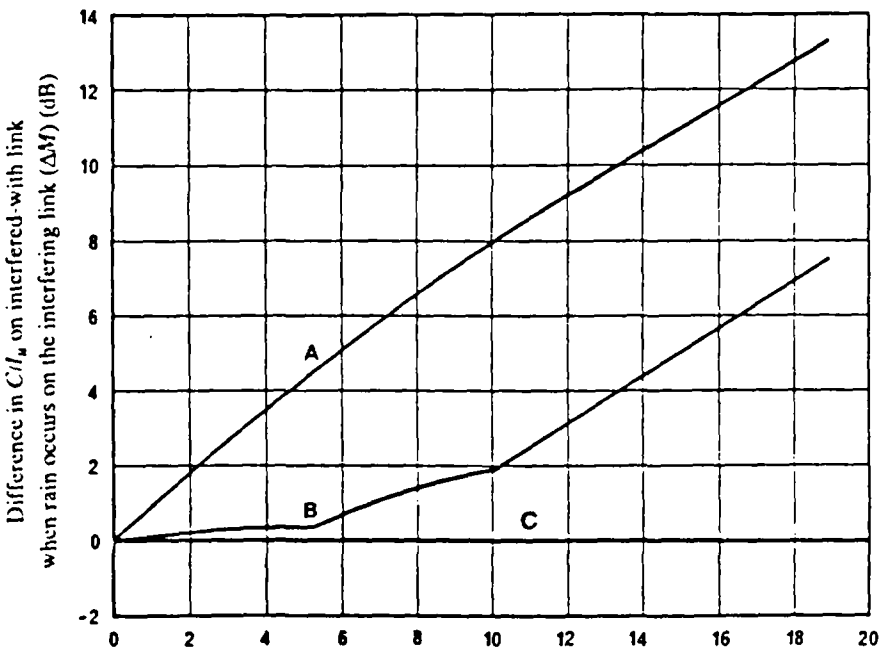
XPI_{es} = dB 30

زاوية الارتفاع: 50°

ينتج عن التحكم في القدرة المبين في المنحني B للشكل 3، قيمة موجبة للتغيـر ΔM (dB) يمثلهـا المنحنى B للشكل 4 أي أن النسبة C/I_u على الوصلة التي تتعرض للتداخل تكون أعلى أثناء المطر منها في السماء الصافية وفقاً للقيمة المبينة. ويمثل المنحنى A للشكل 4 التغـير ΔM في الحالة التي لا يستعمل فيها تحكم في القدرة بينما يمثل المنحنى C التغير ΔM في حالة تحكم في القدرة كما يوضحه المنحنى A للشكل 3.

الشكل 4

مثال للتحكم الفعال في القدرة



التوهين بسبب المطر على الوصلة المسببة للتداخل عند التردد GHz 17,5، R, (dB)

المنحنيات A: بلا تحكم في القدرة

B: مع تحكم في القدرة، يقابل المنحنى B في الشكل 3

C: الحد الأعلى للتحكم في القدرة بلا انحطاط في النسبة C/I_u، على وصلة تتعرض للتداخل وتقابل المنحنى A للشكل 3

dB 20 = XPI_{sat}

dB 30 = XPI_{es}

زاوية الارتفاع: °50

يوجز الجدول 1 أمثلة أخرى لتركيبات ممكنة لزيادة قدرة المرسل والتوهين بسبب المطر لمختلف قيم التمييـز XPI_{sat} وزاويـة الارتفاع.

الجدول 1

الزيادة الممكنة لقدرة مرسل محطة أرضية للتحكم في القدرة
لمختلف قيم XPI_{sat} وزاوية ارتفاع الساتل

XPI_{sat} (dB)	زاوية ارتفاع الساتل (درجات)	زيادة قدرة مرسل المحطة الأرضية (dB)	
		التوهين بسبب المطر من 0 إلى 5 dB	التوهين بسبب المطر من 5 إلى 10 db فأكثر
من 10 إلى 15	من 0 إلى 10	0	0
	من 10 إلى 30	من 0 إلى 4	من 4 إلى 7
	من 30 إلى 50	من 0 إلى 4	من 4 إلى 8
	من 50 إلى 60	من 0 إلى 5	من 5 إلى 9
	من 60 إلى 90	من 0 إلى 5	من 5 إلى 10
من 15 إلى 20	من 0 إلى 10	0	0
	من 10 إلى 30	من 0 إلى 2	من 2 إلى 4
	من 30 إلى 40	من 0 إلى 3	من 3 إلى 4
	من 40 إلى 50	من 0 إلى 3	من 3 إلى 6
	من 50 إلى 60	من 0 إلى 4	من 4 إلى 8
	من 60 إلى 90	من 0 إلى 5	من 5 إلى 9
من 20 إلى 25	من 0 إلى 30	0	0
	من 30 إلى 40	من 0 إلى 2	2
	من 40 إلى 50	من 0 إلى 3	من 3 إلى 4
	من 50 إلى 60	من 0 إلى 4	من 4 إلى 6
	من 60 إلى 90	من 0 إلى 5	من 5 إلى 8
من 25 إلى 30	من 0 إلى 40	0	0
	من 40 إلى 50	من 0 إلى 2	2
	من 50 إلى 60	من 0 إلى 3	3
	من 60 إلى 90	من 0 إلى 5	5

3. استعمال التحكم في القدرة مع إمكانية ازدياد التداخل

بعض تطبيقات التحكم في القدرة يمكن أن تجعل التداخل أسوأ. وقد بينت الدراسات أن الفرق بين سويات التداخل في حالة استعمال التحكم في القدرة في جميع المحطات من أجل الحفاظ على النسبة C/N عند أدنى قيمة مطلوبة، وسويات التداخل بلا تحكم، عندما يستعمل المحطات بدلاً عن ذلك هامشاً، M، عالياً بما يكفي لمراعاة التوهين المرصود في كلو وقت باستثناء نسبة مئوية صغيرة، يعبر عنه بما يلي:

$$I_{pc} - I_{npc} = M_w - M_i + (CPA)_{i\ inst.} - (CPA)_{w\ inst.} \qquad (3)$$

حيث:

I_{pc}: التداخل مع التحكم في القدرة

I_{npc}: التداخل بلا تحكم في القدرة

$(CPA)_{i\ inst.}$ و $(CPA)_{w\ inst.}$: التوهين الآني متحد الاستقطاب على الوصلتين المتداخلة والمطلوبة على التوالي

M_w و M_i: الهامش على الوصلتين المطلوبة والمتداخلة على التوالي.

الفرق في سويات التداخل (المعادلة (3)) لا يتعلق بالقيمة الآنية لإزالة الاستقطاب على المسير المسبب للتداخل.

في معظم حالات التداخل وأثناء معظم الوقت، تكون تأثيرات التداخل في النسبة C/I_w هي نفسها مع التحكم في القدرة أو بدونه إذا كانت الأحوال المناخية متشابهة إحصائياً على المسيرين المطلوب وغير المطلوب. ومع ذلك، يوجد فرق مميز، يعتمد على استعمال أو عدم استعمال التحكم في القدرة، وإن تأثرت وصلة المغذي بالتداخل أثناء المطر على مسيرها نفسه أو أثناء المطر على مسير وصلة المغذي المسبب للتداخل.

وبالنسبة إلى التداخل متحد الاستقطاب في نفس القناة، والذي سيكون هاماً فقط لفاصل مداري كبير و/أو فاصل كبير لمناطق خدمة وصلة المغذي، يبدو أن التحكم في القدرة يقدم بعض المزايا الكافية. فقد يسمح بتخفيض معقول في قدرة الإرسال أثناء نسب مئوية كبيرة من الوقت، حيث ينتج عنه اقتصاد على المدى الطويل في الطاقة الرئيسية للمحطة الأرضية وتحسين في اعتمادية المرسل. وفيما يتعلق بالحالات التي فحصت، فإن استعمال التحكم في القدرة زاد النسب المئوية من الوقت التي يحافظ أثناءها على سويات تصميم النسبة *C/I*.

وفي حالة السواتل التي تشغل نفس الموقع ولها مناطق خدمة لوصلة المغذي مشتركة أو متجاورة وتشتغل على قنوات متجاورة ذات استقطاب متقاطع، يجب أن تؤخذ بالحسبان إزالة الاستقطاب عندما تحلل تأثيرات التحكم في القدرة في النسبة *C/I*.

يحسب تأثير التحكم في القدرة في النسبة *C/I* ذات الاستقطاب المتقاطع من خلال استعمال مرسلين متطابقين للمحطة الأرضية يقعان قريباً من الحافة –3 dB لمنطقة تغطية وصلة المغذي ويوجهان نحو سواتل تشغل نفس الموقع. وتفترض مقدرتا تمييز استقطاب متقاطع قدرها 27 dB و 30 dB للهوائي استقبال باستقطاب

دائري ولهوائي إرسال محطة أرضية، على التوالي. ويعطي ذلك نسبة C/I_{xp} وحيدة ذات استقطاب متقاطع قدرها 21,2 dB لحالات السماء الصافية عندما تفترض إضافة التوتر. وتفترض زاوية ارتفاع قدرها 40° وتحسب النسبة C/I_{xp} ذات الاستقطاب المتقاطع كدالة للتوهين بسبب المطر على وصلة المغذي لثلاثة سيناريوهات:

أ) ممطر عند الموقع المطلوب فقط؛

ب) ممطر عند الموقعين المطلوب والمسبب للتداخل في آن واحد؛

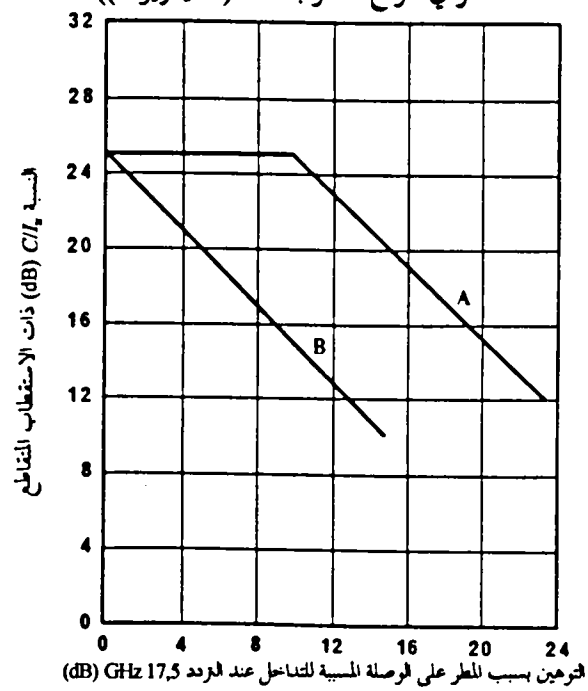
ج) ممطر عند الموقع المسبب للتداخل فقط.

يفترض أيضاً استعمال التحكم في القدرة في الموقعين.

تقدم الأشكال 5 و 6 و 7 النتائج للسيناريوهات أ) و ب) و ج) على التوالي. وبالرغم من أن المؤتمر RARC SAT-83 تبنى إضافة التوتر لحسابات النسبة *C/I*، فقد رسمت الأشكال على أساس إضافة القدرة. وتدل الأشكال على أن استعمال التحكم في قدرة الوصلة الصاعدة يزيد النسبة *C/I* عندما ممطر في الموقع المطلوب ولكنه ينقص النسبة C/I_{xp} عندما ممطر في الموقع المسبب للتداخل. استعمال التحكم في قدرة الوصلة الصاعدة لا تأثير له في النسبة C/I_{xp} ذات الاستقطاب المتقاطع عندما ممطر في الموقعين المطلوب والمسبب للتداخل في آن معاً.

الشكل 5

تأثير التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC)، أو 10 dB من التحكم في القدرة (PC)، في النسبة C/I_{xp} ذات الاستقطاب المتقاطع بين وصلات مغذٍ باستقطاب دائري عند التردد 17,5 GHz عندما ممطر في الموقع المطلوب فقط (السيناريو أ))



dB 27 = XPIsat

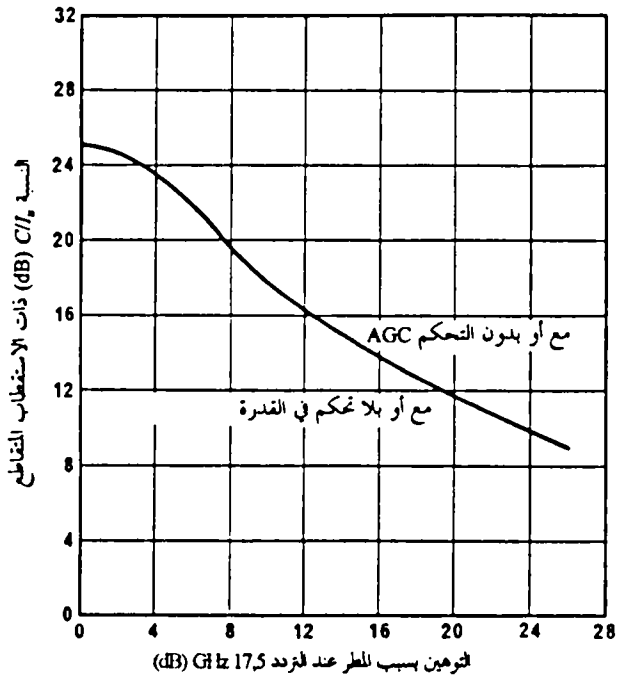
dB 30 = XPIes

المنحنيان A: مع تحكم في القدرة قدره 10 dB

B: مع أو بدون التحكم AGC وبلا تحكم في القدرة

الشكل 6

تأثير التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC)، أو التحكم في القدرة في النسبة C/I_w ذات الاستقطاب المتقاطع بين وصلات مغذٍ باستقطاب دائري عند التردد GHz 17,5 عندما تمطر في موقعي المرسل المطلوب والمرسل المسبب للتداخل في آن معاً (السيناريو ب))

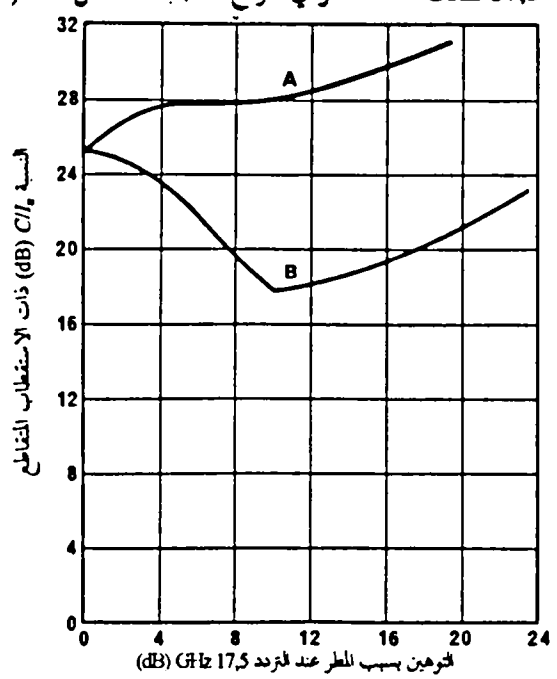


dB 27 = XPI_{av}

dB 30 = XPI_{av}

الشكل 7

تأثير التحكم 7 في القدرة (PC) في النسبة C/I_w ذات الاستقطاب المتقاطع بين وصلات مغذٍ باستقطاب دائري عند التردد GHz 17,5 عندما تمطر في الموقع المسبب للتداخل فقط (السيناريو ج))



dB 27 = XPI_{av}

dB 30 = XPI_{av}

المنحنيان A: بلا تحكم في القدرة

B: مع dB 10 للتحكم في القدرة

الملحـق 3

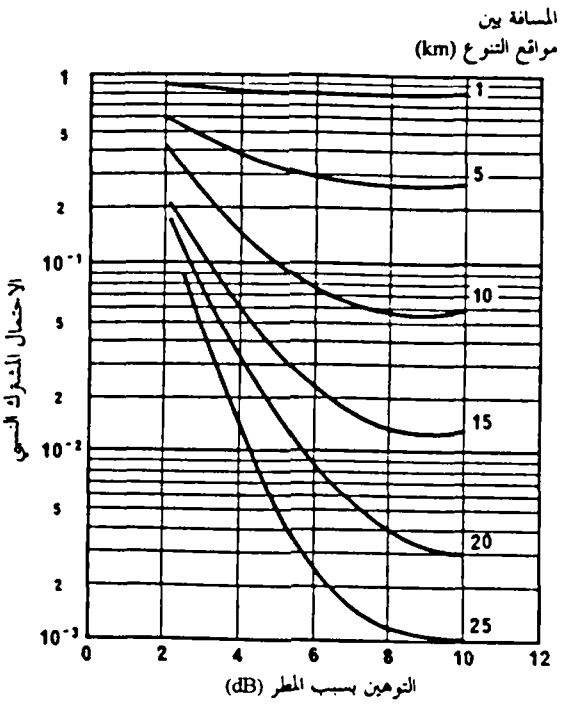
التشغيل بتنوع وصلات المغذي

توجد وفرة في الوثائق عن تقنية تنوع الموقع لتحقيق تيسرية أكبر للوصلات الساتلية. وتـدل التوصيـة 618 على أن احتمـال أن يجـري تجاوز التوهين في موقعين في آن واحد أقل من احتمال أن يجري تجاوز نفس التوهين في أحد الموقعين بعامل يتناقص مع تزايد المسافة بين المواقع ومع تزايد التوهين. الاحتمال المشترك النسبي يعرف بأنه النسبة بين الاحتمال السابق والاحتمال اللاحق وهي ممثل في الشكل 8 بالنسبة إلى قيم للتوهـين لا تزيد على 10 dB ومباعدة بين المواقع لا تتجاوز 25 km وعلى أساس توزيع لوغاريتمي-عادي لخلايا المطر. ويلاحظ أنه لأي مسافة محددة بين المواقع المتنوعة، يتناقص الاحتمال المشترك النسبي سريعاً مع التوهين ويبقى ثابتاً تقريباً لتوهين أكبر من حوالي 10 dB. وتستعمل معطيات الاحتمال المشترك هذه لتصوير تأثير تنوع الموقع في النسبة C/N_w والنسبة C/I_w ذات الاستقطاب المتقاطع.

تتحدد التيسرية لقيم عالية للنسبتين C/N_w و C/I_w أثناء المطر بصفة رئيسية بالتوهين بسبب المطر، عندما تمطر في موقـع وصلة المغذي المطلوبة فقط. وهذا السيناريو للمطر يعتبر أسوأ حالة لأن كلا النسبتين C/N_w و C/I_w تتناقصان بنفس عدد الديسبلات أثناء المطر. ويدل الشكل 8 في هذه الحالات الأسوأ على أن استعمال تنوع الموقع مع مباعدة محطات التنوع بمسافة 10 km على الأقل سيوفر عامل تحسين قدره 10 على الأقل لتيسر قيم عالية للنسبة C/N_w والنسبة C/I_w مقابل قيم للتوهين أكبر من حوالي 5 dB. بتعبير آخر، فإن النسـبة C/N_w و/أو النسبة C/I_w الـتي يجـري تجاوزهما أثناء 99% من أسوأ شهر بدون تنوع الموقع (بافتراض توهين قدره على الأقل 5 dB) يمكن أن يقابلا تيسرية جرى تجاوزها أثنـاء 99,9% من أسوأ شهر من خلال استعمال تنوع الموقع مع مباعدة محطات التنوع بمسافة 10 km على الأقـل. ويمكـن الحصـول على عـامل تحسـين إضـافي للتيسر قدره 10 مع مباعدة لمحطات التنوع بمسافة 20 km على الأقل. واضح أن استعمال تنوع الموقع يوفر الميزات الأكثر حيث يعطي ضم معـدل المطر وزاوية الارتفاع قيماً عالية لتوهين الإشارة لأن الاحتمال المشترك النسبي يتناقص إلى الحد الأدنى مع تزايد التوهين لأي مسافة مبـاعدة محـددة بين المحطات المشغلة بالتنوع.

الشكل 8

الاحتمال المشترك النسبي لتنوع الموقع كدالة للتوهين بسبب المطر والمسافة بين مواقع التنوع



استعمال تنوع الموقع يمكن فقط أن يزيد تيسرية القيم العالية للنسبتين C/N_0 و C/I_0 بالنسبة إلى القيم المحسوبة في خطة مبنية على محطة وصلة مغذ واحدة. لذلك، تسمح خطة الإقليم 2 باستعمال تنوع الموقع في تنفيذ وصلات المغذي.

ومع أن استعمال تنوع الموقع يمكن أن يعوض بفعالية تأثيرات إزالة الاستقطاب بسبب المطر، فإن كلفة محطات التنوع وتعقيدها قد تكون هامة وأن استعمال التنوع لمحطات تنقل يطرح مشكلة خاصة من وجهة نظر الكلفة وتعقيد التشغيل.