التوصية ITU-R F.1495-1

معايير التداخل لحماية الخدمة الثابتة من التداخل المتجمع متغاير الزمن الناشئ من خدمات اتصالات راديوية أخرى تتقاسم النطاق GHz 19,3-17,7 على أساس أولي مشترك

(المسألة ITU-R 127/9)

(2007-2000)

مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية معايير التداخل اللازمة لحماية الخدمة الثابتة من التداخل المتجمع متغاير الزمن الناشئ من خدمات اتصالات راديوية أخرى تتقاسم النطاق GHz 19,3-17,7 على أساس أولي مشترك.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن من المستصوب تحديد معايير الحماية لأنظمة الخدمة الثابتة (FS) التي تعمل في نطاق GHz 18 (GHz 19,3-17,7) بالنسبة للتداخل المتجمع من أنظمة تعمل على أساس أولي مشترك، ولا سيما التداخل قصير الأمد؛

ب) أن أنظمة الخدمة الثابتة قد تتعرض، في أحوال التداخل التي تسهم فيها محطات فضائية ساتلية غير مستقرة بالنسبة للأرض، لمستويات عالية من التداخل لفترات قصيرة من الزمن والذي قد يؤثر على أداء هذه الأنظمة أو على تيسرها؛

ج) أن تصميم وصلة الخدمة الثابتة في نطاق GHz 18 يتحكم به التوهين الناجم عن المطر والذي من الممكن نمذجته بتطبيق التوصية ITU-R P.530؛

د) أن بعض الإدارات تستخدم في النطاق GHz 18 أسلوب التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال (ATPC) بالنسبة لبعض وصلات الخدمة الثابتة وأن استخدام هذا الأسلوب في التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال سوف يزيد من قابلية تأثر أنظمة الخدمة الثابتة ولا سيما بالنسبة للتداخل قصير الأمد؛

هـ) أن بعض أنظمة الخدمة الثابتة التي تستخدم هوامش خبو ضيقة من حيث القيمة الصافية قد لا تتمتع بالوقاية الكاملة من التداخل الناشئ عن أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة للأرض دون تقييد هذه الخدمات بلا مبرر؛

و) أن وصلات الخدمة الثابتة عموماً التي تستخدِم أسلوب التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال سوف تتطلب معايير وقائية أكثر تشدداً من تلك التي تحتاج إليها وصلات الخدمة الثابتة التي تتمتع بهامش خبو عريض ولا تستخدم أسلوب التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال؛

ز) أن من المستصوب حساب معايير حماية مجموع الخدمة الثابتة اعتماداً على حساب القدر المسموح به من الانحطاط في هدف الأداء من حيث الخطأ (EPO) الناجم عن التداخل، وذلك بالنظر إلى وصلات الخدمة الثابتة التي تستخدم عموماً مزايا التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال؛

ح) أن تحديد القدر الأقصى من الانحطاط في هدف الأداء من حيث الخطأ (10%) المسموح به للتداخل من مصادر خدمات أخرى تتقاسم نفس نطاق التردد على أساس أولي مشترك وارد في التوصية ITU-R F.1094؛

ط) أن التوصية ITU-R F.1668 تقدم هدف الأداء من حيث الخطأ المسموح به لوصلات لا سلكية ثابتة رقمية فعلية في مسيرات وتوصيلات افتراضية مرجعية طولها 500 27 km؛

ي) أن الانحطاط المسموح به في أداء أنظمة الخدمة الثابتة والناجم عن التداخل الناشئ عن خدمات أخرى تتقاسم نفس نطاقات التردد على أساس أولي، المعبَّر عنه كنسبة جزيئية مسموح بها من مجموع هدف الأداء من حيث الخطأ، معرَّف في التوصية ITU-R F.1565 بالنسبة للوصلات اللاسلكية الثابتة الرقمية الفعلية المستعملة في الأجزاء الوطنية والدولية من مسير افتراضي مرجعي طوله 500 27 km عند المعدل الأولي أو فوقه،

وإذ تلاحظ

أ) أن تطبيق المعايير في هذه التوصية قد يخضع لمزيد من النظر في إطار الدراسات المشتركة مع خدمات أخرى؛

ب) أن أي تطوير لاحق لهذه التوصية قد يكون ضرورياً من غير المحتمل أن يتطلب دراسة إضافية لملاءمة حدود كثافة تدفق القدرة (pfd) بالنسبة للسواتل غير المستقرة بالنسبة للأرض المستخدمة في الخدمات الساتلية الثابتة في هذا النطاق،

توصـــي

1 بأن تُستخدم معايير التداخل التالية لحماية الخدمة الثابتة من التداخل المتجمع متغاير الزمن الناشئ من خدمات أخرى تتقاسم النطاق 19,3-17,7 GHz على أساس أولي مشترك:

1.1 بأن لا تتجاوز نسبة التداخل إلى الضوضاء *I/N* عند دخل المستقبِل في خدمة ثابتة، على المدى الطويل، –10 dB لأكثر من 20% من الوقت؛

2.1 بأن لا تتجاوز نسبة التداخل إلى الضوضاء *I/N* عند دخل المستقبِل في خدمة ثابتة، على المدى القصير، +14 dB لأكثر من 0,01% من الوقت؛

3.1 بأن لا تتجاوز نسبة التداخل إلى الضوضاء *I/N* عند دخل المستقبِل في خدمة ثابتة، على المدى الطويل، +18 dB لأكثر من 0,0003% من الوقت؛

2 ألا يتجاوز الانحطاط الكلي في هدف الأداء من حيث الخطأ المسموح به بالنسبة للتداخل طويل الأمد وقصير الأمد بنسبة 10% (انظر التوصية ITU-R F.1094)؛

3 ينبغي استخدام المعلومات المتضمنة في الملحق 1 كإرشادات بالنسبة لاستعمال هذه التوصية.

الملحـــق 1

حساب معايير الحماية من مجموع مصادر التداخل في الخدمة الثابتة في النطاق 19,3-17,7 GHz

1 مقدمة

تعتمد المنهجية المعروضة في هذا الملحق على افتراض أن الخبو الذي يحدث في النطاق 18 GHz يهيمن عليه المطر وبالتالي، وحتى إذا كان للتداخل طويل الأجل تأثير على الأداء في الوصلة، فإن أكبر احتمال لحدوث انقطاع في وصلة الخدمة الثابتة هو عندما يتجاوز مستوى التداخل هامش الخبو في الوصلة، مهما كانت شروط الانتشار.

وعلى هذا الأساس فقد جرى افتراض التوزيع الوارد أدناه لتأثير التداخل على انحطاط أداء الوصلة (وعلى هدف الأداء من حيث الخطأ EPO):

- 20% من انحطاط أداء وصلة الخدمة الثابتة بسبب التداخل طويل الأجل،
- 80% من انحطاط أداء وصلة الخدمة الثابتة بسبب التداخل قصير الأجل.

2 هدف الأداء من حيث الخطأ

يعبَّر عن مدى الانحطاط المسموح به في أداء أنظمة الخدمة الثابتة بسبب التداخل الناشئ من خدمات أخرى تتقاسم نفس نطاقات التردد على أساس أولي كنسبة مسموح بها (10%) من مجموع هدف الأداء من حيث الخطأ (EPO) وهو معرَّف في التوصية ITU-R F.1565 بالنسبة لأنظمة الخدمة الثابتة الفعلية التي قد تشكل جزءاً من القسم الوطني من مسير افتراضي مرجعي (HRP) طوله 500 27 km، ويُفترض أنه ممثل لوصلات الخدمات الثابتة في نطاق 18 GHz، المستخدمة عادة في شبكات النفاذ أو في شبكات البنية الأساسية للهاتف المتنقل.

ويضم الجدول 1 القيم المقابلة، وهو يراعي الافتراضات التالية:

- قسم المسافة القصيرة بين مركزي التبديل في الشبكة (انظر الجدول 4أ في التوصية ITU-R F.1565) يتألف من خمس قفزات طول كل منها 8 km؛
- المعدل يتراوح بين 15 و55 Mbit/s؛
- $B = 8\%$.

الجدول 1

	هدف الأداء من حيث الخطأ (جزء من أي شهر)		
	المجموع المسموح به للتداخل	التداخل طويل الأجل (20%)	التداخل قصير الأجل (80%)
معدل الثواني الخاطئة (ESR)	$1{,}2 \times 10^{-4}$	$2{,}4 \times 10^{-5}$	$9{,}6 \times 10^{-5}$
معدل الثواني شديدة الخطأ (SESR)	$3{,}2 \times 10^{-6}$	$6{,}4 \times 10^{-7}$	$2{,}6 \times 10^{-6}$
معدل الفدرات الخلفية الخاطئة (BBER)	$3{,}2 \times 10^{-7}$	$6{,}4 \times 10^{-8}$	$2{,}6 \times 10^{-7}$

3 المعايير قصيرة الأجل

جاء في البند 1 أعلاه أن السبيل الرئيسي لحدوث انقطاع في وصلة الخدمة الثابتة في ظروف التداخل قصير الأجل هو أن يتجاوز مستوى التداخل هامش الخبو في الوصلة، مهما كانت ظروف الانتشار.

ولذلك فإن تعريف المعايير قصيرة الأجل يرتبط بقيمة كل من هوامش الخبو (أو صافي هوامش الخبو باعتبار التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال ATPC (انظر الملاحظة 1)) وهدف الأداء من حيث الخطأ (EPO) المخصص للتداخل قصير الأجل كما هو معرَّف في الجدول 1، باعتبار أن هامش الخبو مخصص للمعايير قصيرة الأجل.

وقد اعتمد تعريف المعايير التالي على هامش خبو قدره 19 dB (بالنسبة لمعدل خطأ بتات BER قدره 1×10^{-3}). وفي المملكة المتحدة وفرنسا هنالك على التوالي 23% و20% من وصلات 18 GHz ذات هوامش خبو (أو صافي هوامش خبو (انظر الملاحظة 1)) أخفض من 19 dB.

الملاحظة 1 – بالنسبة لوصلة خدمة ثابتة تستخدم التحكم الأتوماتي في قدرة الإرسال ATPC فإن صافي هامش الخبو = مجموع هامش الخبو – مدى ATPC.

وبما أن هامش الخبو هذا منسوب لمعدل خطأ بتات BER قدره 1×10^{-3} هو حدث مفتعل لثواني شديدة الخطأ (SES) بمفهوم التوصية ITU-T G.821 وبما أن هدف الأداء من حيث الخطأ (EPO) منسوب للتعريف الوارد في التوصية ITU-T G.826، فمن الضروري استقراء هامش الخبو المقابل لمستويات الثواني الخاطئة (ES) والثواني شديدة الخطأ (SES). وعلى أساس الافتراضات المتفق عليها بأن هامشي الخبو بالنسبة للثواني الخاطئة والثواني شديدة الخطأ هما على التوالي 5 dB و1 dB دون هامش الخبو المنسوب إلى مستوى معدل خطأ البتات 1×10^{-3} والذي هو أعلى بمقدار 2 dB من هامش الخبو المنسوب إلى مستوى BER 1×10^{-6} ، فإن الجدول 2 يلخص مختلف هذه القيم لهوامش الخبو ويمكّن، بالاقتران مع معدلات EPO المقابلة، من تعريف معيارين قصيري الأجل بالنسبة للخدمة الثابتة في النطاقات.

الجدول 2

	هامش الخبو (dB)	**معدل هدف الأداء من حيث الخطأ (EPO)**
ES	**14**	$9,6 \times 10^{-5}$
BER 1×10^{-6}	17	
SES	**18**	$2,6 \times 10^{-6}$
BER 1×10^{-3}	19	

وعليه فإن المعايير قصيرة الأجل المقترح استخدامها في نطاق 18 GHz قد تم تعريفها بتوليف أهداف الأداء من حيث الخطأ EPO بالنسبة للثواني الخاطئة ES والثواني شديدة الخطأ SES (انظر الجدول) والنسبة المقابلة من التداخل إلى الضوضاء *I/N* كما هو مبين في الجدول 3.

الجدول 3

	***I/N* (dB)**	**النسبة المئوية من الزمن التي لا ينبغي تجاوزها (%)**
المعيار 1	14	0,01
المعيار 2	18	0,0003

4 المعايير طويلة الأجل

1.4 إن المعيار طويل الأجل المحدد في التوصية ITU-R F.758 المقرر استخدامه بالنسبة لنطاق 18 GHz هو $I/N = -10$ dB (أي 0,5 dB انحطاط في هامش الخبو) لا ينبغي تجاوزه لأكثر من 20% من الزمن. لكن في بعض الحالات فإن نقطة عتبة واحدة فقط للمعيار طويل الأجل ليست كافية لحماية أنظمة الخدمة الثابتة والتوزيع *I/N* حتى المعيار الأول القصير الأجل ينبغي أيضاً أخذه في الاعتبار للتأكد من أن مجموع انحطاط EPO لن يتجاوز 10%.

وأخيراً، وباعتبار صافي هامش الخبو المنخفض، واعتماداً على المعلومات الواردة من فريق عمل الاتصالات الراديوية 3M ومفادها أن لا بد، في ظروف نقاء الهواء، من اعتبار تأثيرات تعدد المسيرات، فقد أُقرَّ احتمال حدوث بعض الانحطاط في الأداء بسبب التأثير المتزامن للتداخل والخبو متعدد المسيرات، على سبيل المثال نهج الانحطاط الجزئي في الأداء (FDP) (انظر التوصية ITU-R F.1108) أو الصيغة التالية:

$$D_{ltEPO} \approx \left(0{,}89 \times \int_{10^{-4}}^{1} \frac{I(t)}{N} dt \right) \times 100\%$$

حيث:

D_{ltEPO}: انحطاط يؤثر على أهداف الأداء من حيث الخطأ

ولسوف تتطلب أهمية هذا الانحطاط أيضاً المزيد من الدراسة.

2.4 ومع أن FDP على النحو الوارد في التوصية ITU-R F.1108 قد تكون كافية للمستقبلات بدون التحكم الأوتوماتي في قدرة الإرسال (ATPC) كان الانحطاط الجزئي في المستقبلات التي تستعمل (ATPC) يتطلب بحثاً إضافياً.

النظر في نظام مزود بالتحكم (ATPC). يعمل بقدرة إرسال منخفضة حتى تخبو الإشارة المرغوبة بأكثر من عتبة تبلغ A_T (dB). وبالنسبة للخبو الذي يتجاوز قيمة العتبة، تزداد قدرة الإرسال للحفاظ بصفة أساسية على مستوى قدرة ثابت عند المستقبل حتى تخبو الإشارة بواسطة A_M (dB). وبالنسبة لأعماق الخبو الأكبر من A_M، يعمل المرسل بقدرة قصوى. ومن ثم فإن مدى (ATPC) يكون هو A_R حيث $A_T - A_M = A_R$. وللدلالة على هامش الخبو بـــ A_{FM}، يشار إلى الاختلاف بين هامش الخبو وعمق الخبو كامل القدرة على أنه $A_M - A_{FM} = A_W$.

وبالنسبة للمستقبلات التي تستعمل (ATPC) يمكن إظهار أن (FDP) يمكن التعبير عنه على أنه:

$$FDP = FDP_0 + \Delta FDP$$

حيث FDP_0 هو الانحطاط الجزئي في الأداء (FDP) العادي حسبما هو مشتق من التوصية ITU-R F.1108، ومقدم هنا على أنه:

$$FDP_0 = \sum_{All\,k} f_k \, (i/n)_k$$

وفيما يلي المساهمة الناجمة عن التحكم (ATPC) والتداخل مقدمان بواسطة:

$$\Delta FDP = (10^{0.1A_R} - 1) \sum_{k>k_c} f_k \, (1 + (i/n)_k)$$

ويُفترض هنا أن $(i/n)_{k+1}$ أكبر من $(i/n)_k$، وأن k_c هي أكبر دليل بالنسبة له:

$$10 \log (1 + (i/n)_k) < A_w$$

وفيما يلي نهج بديل لتحديد D_{ltEPO} للمستقبلات التي تستعمل ATPC:

$$D_{ltEPO} \approx \left[0{,}89 \times \left(\int_{t_f}^{1} \frac{I(t)}{N} \, \mathrm{d}t + 10^{0.1A_w} \int_{10^{-4}}^{t_f} \frac{I(t)}{N} \, \mathrm{d}t \right) \right] \times 100 \quad \%$$

حيث:

$I(t)$: قدرة التداخل (W) التي تتجاوز الجزء من الوقت t

t_f: جزء من الوقت حيث $I(t)/N$ dB يتجاوز A_w.

3.4 وتجدر الإشارة إلى أنه في بعض هذه الحالات حيث تُبحث القيم *I/N* العالية، فإن المعيار الطويل الأجل على النحو الموصوف في الفقرة 1.4 قد يوفر الحماية المطلوبة للخدمة الثابتة. ويمكن أيضاً النظر في إعادة توزيع الانحطاط من التداخل الطويل الأجل والقصير الأجل داخل الانحطاط المسموح به فيما يتعلق بـــ (EPOs) الذي يبلغ قدره 10%.