التوصية ITU-R SM.1751-0[[1]](#footnote-1)\*

منهجية إضافية لتقييم آثار التداخل بين شبكات الاتصالات الراديوية  
العاملة في نفس نطاق التردد

(2006)

**مجال التطبيق**

توفر هذه التوصية منهجية إضافية لتقييم آثار التداخل بين شبكات الاتصالات الراديوية العاملة في نفس نطاق التردد.

كلمات أساسية

نفس نطاق التردد، خسارة هامش الطاقة، منهجية، تقييم التداخل

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

*إذ تضع في اعتبارها*

أ ) أن تطوير مرافق الاتصالات الراديوية قد يؤدي إلى زيادة التداخل المتبادل بين شبكات الاتصالات الراديوية العاملة في نفس نطاق التردد؛

ب) أن تحديد معلمات قصوى للإرسال المسموح به لتحديد قيمة التداخل في شبكات الاتصالات الراديوية الأخرى يمثل إحدى أهم مهام قطاع الاتصالات الراديوية؛

ج) أن سويات الإرسال التي يُقبل بها بالتبادل هي عادة نتيجة اتفاق بالتراضي؛

د ) أن هدف قطاع الاتصالات الراديوية هو تقديم خدمات الاتصالات الراديوية مع النفاذ المنصف إلى الطيف؛

ﻫ ) استُعملت لتقييم أثر التداخل عدة منهجيات تقوم على تقييم نوعية الإشارة عند خرج قناة الاتصالات الراديوية، وعدم تيسر القناة، وزيادة ضوضاء وصلة الاستقبال، الخ، مما يجعل هذه التقييمات غير قابلة للمقارنة؛

*توصي*

**1** بإمكانية استعمال منهجية خسارة هامش الطاقة (EML) عند تقييم ومقارنة آثار التداخل الناجم عن الشبكات الأخرى أو أنظمة الاتصالات الراديوية العاملة في نفس نطاق التردد، من طرف الإدارات كأداة إضافية لتقديم مبادئ توجيهية عن تقييم آثار التداخل ومقارنتها. وتساوي المنهجية القيمة النسبية لزيادة ميزانية الطاقة التي قد تكون ضرورية للحفاظ في الوصلة التي تتعرض للتداخل على أهداف الأداء والتيسر القائمة قبل ظهور التداخل (انظر الملحق 1)؛

**2** بألا تستبدل أو تستبعد منهجية خسارة هامش الطاقة بأي حال من الأحول استعمال المنهجيات الأخرى لتقاسم الأنظمة الراديوية التي تحتوي عليها لوائح الراديو وتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية الحالية؛

**3** بألا تستعمل منهجية خسارة هامش الطاقة من طرف مكتب الاتصالات الراديوية في أي فحص تقني و/أو تنظيمي لجميع المذكرات المقدمة إليه؛

**4** بعدم استعمال منهجية خسارة هامش الطاقة لتقييم آثار التداخل على الخدمات غير النشيطة؛

**5** بالنظر إلى الملاحظات التالية كجزء من هذه التوصية.

**الملاحظة** **1** - من الملائم في الحالة التي تكون فيها قيم الإشارة المرغوب فيها وقدرات التداخل متغيرة بحسب الزمن، تحديد قيمة خسارة هامش الطاقة التي يمكن أن تحافظ على كل من الأداء طويل الأجل والأداء قصير الأجل وأهداف التيسر، وضرورة استعمال القيمة القصوى لخسارة هامش الطاقة لتقييم آثار التداخل.

**الملاحظة 2 -** من الضروري في الحالة التي تكون فيها قيم الإشارة المرغوب فيها و/أو قدرات التداخل مختلفة بالنسبة إلى عدة حالات لموقع الشبكات ذات التأثير المتبادل (على سبيل المثال، عندما تتوقف هذه القيم على موقع محطات الشبكات على سطح الأرض أو في الفضاء) تحديد ليس فقط القيم القصوى والمتوسطة لخسارة هامش الطاقة وإنما أيضاً قيمة خسارة هامش الطاقة التي تحدد هدف الأداء الضروري للنسبة المئوية المتفق عليها من الحالات.

**الملاحظة 3 -** عند النظر في آثار التداخل الإضافي على وصلة أو نظام اتصالات راديوية حيث توجد مجموعة معينة من التداخل الداخلي أو الخارجي، فإن قدرة الضوضاء التي كانت قائمة قبل ظهور التداخل المعني ينبغي أن تماثل حاصل جمع قدرة الضوضاء الحرارية والتداخل القائم، أي ينبغي تحديد قيمة خسارة هامش الطاقة الناجمة عن آثار التداخل الإضافي.

**الملاحظة 4 -** ينبغي حساب خسارة هامش الطاقة في كل حالة من حالات تقاسم التردد الخاصة مع الأخذ في الاعتبار خاصيات الإشارة المرغوب فيها والمسببة للتداخل (الإحصائية، وغيرها) وأهداف الأداء المقابلة.

**الملاحظة 5 -** ينبغي حساب قيمة خسارة هامش الطاقة بالنسبة إلى الشبكات المرجعية المعتمدة للبنية المتفق عليها والتي تتعرض للتداخل بصفة متبادلة ومع المعلمات (أو مجموعة المعلمات) التي تختص بها هذه الشبكات.

**الملاحظة 6 -** أن خسارة هامش الطاقة تمثل قيمة محسوبة تبين مباشرة أثر التداخل بحيث تتسنى مقارنة هذه الآثار في مختلف الحالات، ولكنها لا تعني ضرورة زيادة ميزانية طاقة الوصلة المعرّضة للتداخل في كل الحالات.

**الملحق 1**

**أحكام عامة لمنهجية حساب خسارة هامش الطاقة لتقييم  
أثر التداخل بين شبكات الاتصالات الراديوية العاملة في نفس نطاق التردد**

من الضروري، لحساب خسارة هامش الطاقة للوصلة التي تتعرض للتداخل، معرفة أهداف الأداء أو التيسر *РОn* (إذا كانت مُعدّة بواسطة لوائح ملائمة) أو تحديدها (إذا كانت هذه الأهداف قيد النظر) بقيمة *Fn* (نسبة مئوية من الوقت) احتمالية مقابلة عندما يُخشى تجاوز هذه الأهداف.

ومن الممكن مراعاة لإرسال الإشارة (التشكيل، التشفير، إلخ) وطرائق إزالة التشكيل، والصيغ القائمة أو المعطيات التجريبية تحديد قيم *rn* لنسبة الإشارة إلى الضوضاء *r* = *C*/*N*Σ المحددة لقيم *РОn* المنصوص عليها.

وهنا، تمثل *N*Σ مبلغ الضوضاء الحرارية والتداخلات التي تؤثر في الوصلة الضحية قبل حدوث التداخل قيد الدراسة *N*Σ = *N* + Σ*I*0 المحول إلى مستقبل مطراف الوصلة الأخيرة.

**الحل العام**

ينبغي تحديد وظائف التوزيع الزمني التراكمي *F*(*C*)، *F*(*I*) للإشارة *C*(*t*) والتداخل *I*(*t*) (تجري دراسة تأثيره حالياً). ويتم عادة إغفال تغير زمن الضوضاء الحرارية.

ويعود السبب في التغيرات الزمنية للإشارة والتداخل إلى التغيرات في حالات انتشار الإشارة (هطول الأمطار، الانتشار متعدد المسيرات)، تغير المسافة من الإشارة ومرسلات التداخل (حركة السواتل، تنقلية المحطة)، إلخ.

واستناداً إلى وظائف التوزيع *F*(*C*)، *F*(*I*) ، للإشارة *C*(*t*) والتداخل *I*(*t*) ، من الضروري رسم كل من وظيفة التوزيع *F*(*r*0) لنسبة الإشارة إلى الضوضاء *r*0 = *С*(*t*)/*N*Σ التي تختلف عن *F*(*C*) على نطاق الإضافات الطفيفة للأوامر فقط، سلم الزاوية فقط، ووظيفة التوزيع *F*(*ri*) لنسبة الإشارة إلى مبلغ الضوضاء وتقييم التداخل *ri* = *C*(*t*)/(*N*Σ + *I*(*t*)). وتحسب وظيفة التوزيع *F*(*ri*) باستعمال المعادلات المعروفة لنظرية الاحتمال فيما يتعلق بوظيفة التوزيع لنسبة القيمتين العشوائيتين مع وظائف توزيع معروفة.

ومع الإشارة إلى أن ثمة علاقة تطابق أحادية بين أهداف الأداء *PO* ونسبة الإشارة إلى الضوضاء *r*. ولذلك، يتطابق شرط تحديد القيمة *PO* اللازمة مع احتمال (نسبة مئوية من الوقت) (1 − *Fn*) بالضبط مع الشرط *r* ≥ *rn* مع نفس الاحتمال (فيما يتعلق بالنسبة المئوية من الوقت ذاتها). واستناداً إلى ذلك، يمكن إجراء تقييم خسارة هامش الطاقة بمساعدة وظائف التوزيع *F*(*r*0)، *F*(*ri*) دون حساب وظائف توزيع أهداف الأداء. ولتوضيح هذه النقطة الهامة: في الحالة التي يمكن فيها انتهاك أية قيمة لهدف أداء معين بواسطة الاحتمال *Fn،* من الضروري وبما فيه الكفاية الإبقاء على نسبة الإشارة إلى الضوضاء زائد نسبة التداخل الأدنى من القيمة المقابلة *rn* مع نفس الاحتمال *Fn*. (في هذه الوثيقة، وظائف التوزيع التراكمي *F*(*r*0)، *F*(*ri*) تعني *F*(*r* ≤ *r*0)، *F*(*r* ≤ *ri*).)

بناءً على ما تقدم، قيمة خسارة هامش الطاقة لهدف الأداء *РОn* محدد بواسطة الاحتمال *Fn* لانتهاك هذه القيمة.

(1) *EMLn* = 10 log[(*C*0 + Δ*C*)/*C*0] = *r*0(*Fn*) – *ri*(*Fn*) dB

حيث *r*0(*Fn*)، *ri*(*Fn*) هما قيمتا نسبة الإشارة إلى الضوضاء والإشارة إلى الضوضاء زائد نسبة التداخل مع الاحتمال *Fn* المحدد لهدف الأداء (المعبر عنه أيضاً بوحدة الديسبل (dB))، *С*0 هي القيمة الاسمية لقدرة الإشارة المفيدة. ويحتوي الشكل 1 على توضيح جيد للمعادلة (1)، حيث *rn* هي قيمة العتبة لنسبة الإشارة إلى الضوضاء التي تتطابق مع القيمة الضرورية لهدف الأداء مع احتمال *Fn*، و*М*0 هي هامش الطاقة في غياب التداخل قيد النظر، و*Мi* هي هامش الطاقة في حضور التداخل، و*F*(*ri*1) هي وظيفة *F*(*ri*) مع قدرة الإشارة التي تمت زيادتها بواسطة قيمة خسارة هامش الطاقة.

ومن الواضح، أن هذه المعادلة صحيحة بالنسبة إلى أي قيمة محتملة *F،* أي كلاهما بالنسبة إلى أهداف الأداء القصيرة والطويلة الأجل. وإذا حددت عدة قيم لأهداف الأداء بالنسبة إلى احتمالات مختلفة *Fn*، فيجب إجراء الحساب لكل واحد منها وينبغي اختيار القيمة الأكبر لخسارة هامش الطاقة.

وإذا لم تكن قيمة الإشارة و/أو التداخل متغيرة بحسب الوقت فقط، وإنما تتوقف على عوامل أخرى، مثل موقع المحطة في منطقة الخدمة، سيكون من الضروري، تحديد توزيع خسارة هامش الطاقة بالنسبة إلى مجموعة من الحالات أو الاقتصار على تحديد قيم خسارة انتشار الطاقة المفرطة في بعض حالات النسب المئوية، وتقييم الضرر الناجم عن التداخل استناداً إلى هذه القيم. ويتمثل النهج الأكثر عمومية في رسم وظائف توزيع معممة *F*(*ri*,*L*)، *F*(*r*0,*L*) مع الأخذ في الاعتبار التغير في الإشارة إلى الضوضاء ونسبة التداخل في الوقت وتبعاً للحالات (*L*). وبالتالي، يُعطي الحساب باستعمال المعادلة (1) قيمة خسارة الطاقة بالنسبة إلى أحد الاحتمالات مع الأخذ في الاعتبار كلا العاملين - الوقت وموقع المحطة.

**تحليل بعض الحالات البسيطة**

1 لننظر في أبسط الحالات التي تكون فيها الإشارة C والتداخل *I* غير متغيرين من حيث الوقت، أي *С* = *соnst*، *I* = *сonst، N* = *сonst،* كما يقبل بذلك في العادة عند حساب التداخل المتبادل بين الشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

في هذه الحالة، تصبح *F*(*r*0) و *F*(*ri*) δ – الوظائف الواقعة عند *r*0 = *C*/*N*Σ و عند *ri* = *C*/(*N*Σ + *I*) وبالنسبة إلى الاحتمال *F*:

(2) 

2 والحالة البسيطة الأخرى، هي حالة التداخل الثابت (*I* = *const*) مع إشارة تتغير بحسب الوقت (*C*(*t*) = *var*)، مثل التداخل في وصلة الموجات الصغرية للأرض الناجمة عن ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض.

في هذه الحالة، *F*(*ri*) التي لها نفس شكل *F*(*r*0) تختلف من حيث تغير الزاوية بواسطة القيمة (*N*Σ + *I*)/*N*Σ (أي مع انتقال إلى اليسار بواسطة هذه القيمة المبينة في الشكل 1). وهذا يعني أن خسارة هامش الطاقة لها نفس القيمة بالنسبة إلى أي احتمال *F،* أي هي نفس الشيء بالنسبة لحساب المعيار الطويل الأجل والمعيار القصير الأجل ويمكن تقييمها بواسطة المعادلة البسيطة (2).

الشكل 1



3 وفي حالة الإشارة الثابتة (*C* = *const*) والتداخل المتغير (*I*(*t*) = var) (مثل التداخل في محطة أرضية ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض بواسطة وصلة الموجات الصغرية) فإن*F*(*r*0) هي وظيفة - δ تقع عند *r*0 وتحدد *F*(*r*i) فقط بواسطة توزيع التداخل. وفي هذه الحالة ينبغي استعمال المعادلة العامة (1).

**الملاحظة 1 -** كالعادة، ينبغي النظر إلى الفرق بين الإشارة وطيف التداخل مع الأخذ في الاعتبار جزء من قدرة التداخل التي تحدث في عرض نطاق المستقبِل. وعند الضرورة، يمكن جمع ضوضاء التوزيع الغوسي والتداخل الذي هو موجة حاملة مشكلة مع الأخذ في الاعتبار الفارق بين خصائصها الإحصائية وبالتالي تأثير الفارق في نتيجة إزالة التشكيل (مثل احتمال الخطأ)؛ ويُهمل هذا الفارق عادة في الحسابات الموصلة بالمواءمة الكهرمغنطسية.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. \* أدخلت لجنة الدراسات 1 للاتصالات الراديوية في عام 2019 تعديلات صياغية على هذه التوصية وفقاً للقرار ITU-R 1. [↑](#footnote-ref-1)