الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.1268-4

(2017/11)

أسلوب قياس الانحراف الأقصى لتردد البث الإذاعي بالتشكيل الترددي (FM) في محطات المراقبة

السلسلة SM

إدارة الطيف

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 الملحق 1 بالقرار 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، 2018

© ITU 2018
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R SM.1268-4

أسلوب قياس الانحراف الأقصى لتردد البث الإذاعي بالتشكيل الترددي (FM) في محطات المراقبة

(2017-2014-2011-1999-1997)

مجال التطبيق

تصف هذه التوصية أساليب لقياس الانحراف وقدرة تعدد الإرسال في محطات الإذاعة بالتشكيل الترددي (FM) أثناء تشغيل البرنامج العادي، وللتحقق من الامتثال للشروط المنوطة بإجراءات التخطيط لشبكة الإذاعة.

الكلمات الرئيسية

الإذاعة بالتشكيل الترددي (FM)، انحراف التردد، القياس، قدرة التشكيل، المراقبة.

توصيات الاتحاد الدولي للاتصالات وتقاريره ذات الصلة

التوصية ITU-R BS.412.

ملاحظة – ينبغي في كل حالة استخدام أحدث نسخة من التوصية/التقرير في حيز النفاذ.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن معلمات تخطيط الشبكات الإذاعية بالتشكيل الترددي (FM) ترد في التوصية ITU-R BS.412؛

ب) أن نسب الحماية لتخطيط ترددات مرسل إذاعي تستند إلى انحراف ترددي أقصى بمقدار ±75 kHz (أو ±50 kHz) وقدرة قصوى لإشارة التشكيل لا تتجاوز قدرة نغمة جيبية تسبب انحرافاً ترددياً بمقدار ±19 kHz؛

ج) أن إرسالات إذاعية متنوعة تتجاوز الحد الأقصى للانحراف الترددي و/أو قدرة التشكيل بسبب اختلاف أنماط البرامج، والمكونات الإضافية للإشارة المركبة (كنظام بيانات الراديو (RDS)) وضغط المكون السمعي؛

د) أن الحد من ذروة الانحراف الترددي وقدرة التشكيل مطلوب بسبب الحماية المتبادلة للتخطيط الإذاعي وخدمة الملاحة الراديوية للطيران في النطاق الترددي فوق 108 MHz؛

هـ) أن مراقبة البث الإذاعي ضرورية لمنع الإرسالات من تجاوز الانحراف الترددي الأقصى وقدرة التشكيل القصوى؛

و) أن إجراءات القياس المشتركة ضرورية للوصول إلى قبول متبادل لنتائج القياس لدى الأطراف المعنية، كمديري الترددات وخدمات المراقبة والهيئات الإذاعية؛

ز) أن عدد المحطات الإذاعية المستخدِمة لإشارات إضافية كنظام بيانات الراديو (RDS) وإشارات البيانات عالية السرعة آخذ بالتزايد وأن هذه الأنظمة تتحسس بدرجة عالية من التداخل من القنوات المجاورة،

إذ تدرك

أ) أن الأسلوب الموضح في الملحق 1 هو اختبار بسيط يحدد "الإقدام أو الإحجام" على أساس قناع الطيف ولا يمكنه أن يحل محل قياسات دقيقة للانحراف الترددي؛

ب) أن الأسلوب الموضح في الملحق 1 لا يمكن تطبيقه على إرسالات تبلغ ذروة انحرافها 50 kHz نظراً لعدم توفر قناع الطيف المناسب؛

ج) أن الأسلوب الموضح في الملحق 2 ينطبق أيضاً على إرسالات تبلغ ذروة انحرافها 50 kHz،

توصي

1 بإمكانية استخدام الأسلوب الموضح في الملحق 1 كأسلوب تحقق لبيان ما إذا كان الانحراف الترددي لمحطة إذاعة بالتشكيل الترددي (FM) يتجاوز الحدود؛

2 باستخدام الأسلوب الموضح في الملحق 2 عندما تُطلب قيم الانحراف وقدرة التشكيل.

الملحق 1

الأسلوب القائم على قناع الطيف البسيط لبيان تجاوز حدود الانحراف الترددي

1 المتطلبات

يمكن أن يُستخدم لهذا القياس أي محلل طيف ومستقبِل اختباري ذي قدرات محلل.

2 توصيل المرسِل ومحلل الطيف

بمساعدة هوائي القياس.

3 شروط القياس

- خلال ثلاثة قياسات يستغرق كل منها 5 دقائق، ينبغي تشكيل المرسل الذي يراد النظر في أمره بمادة برنامج ذات صفة تمثيلية لذلك المرسل. ويمكن إجراء قياسات إضافية للتأكد من أن مادة البرنامج لها صفة تمثيلية حقيقية؛
- ينبغي ألا تقع تداخلات نبضية (مثل التداخل الناتج عن مصدر للإشعال)؛
- ينبغي أن تكون الإشارة/التداخل + الضوضاء ≤ 50 dB.

4 تعديلات محلل الطيف

ينبغي تعديل محلل الطيف على النحو التالي:

- التردد المركزي (CF) = f_0 (تردد الموجة الحاملة للمرسل)؛
- عرض نطاق الاستبانة (RBW) 10 kHz (مرشاح التردد الوسيط (IF))؛
- عرض نطاق الفيديو (VBW) 10 kHz (مرشاح الفيديو)؛

– الامتداد: 340 kHz؛

– وقت الكنس: 340 ms (1 ms/kHz)؛

– أسلوب حفظ القيم القصوى؛

– يعتمد توهين الدخل على مستوى الدخل.

وستختلف إعدادات محللات معالج الإشارات الرقمية (DSP) ولكنها ينبغي أن تقدم نتائج مماثلة.

5 تعليمات القياس

أ) تسجَّل إشارة المرسِل على مدى فترة 5 دقائق.

ب) ينبغي أن يُستخدم رصد المحلل والضوابط الصوتية في المستقبِل كوسيلة لضمان عدم تقييم أي نتائج قياس تعرضت للتشويه بتداخل نبضي. ولنفس السبب يُكرَر القياس مرتين.

ج) يوضع قناع على القياسات الرسومية على النحو الموضح في الفقرة 7.

د) يتعين أن يوافق مركز المحور x للقناع تردد المركز (f_0).

هـ) يُضبط المستوى المرجعي بحيث يقابل الاتساع الأقصى للقياس 0 dB.

و) يحدَد ما إذا كان القياس يقع ضمن حدود القناع.

6 الحدود

إذا تجاوز أي من الأطياف المقيسة القناع، يُفترض عدم تلبية انحراف المرسل للمتطلبات.

7 إنشاء القناع

أ) ينبغي أن تتسق معايرة القناع مع إعدادات المحلل.

ب) يوضع مركز المحور x بمحاذاة تردد المركز (f_0).

ج) ويقابل الجزء العلوي من المحور y المستوى المرجعي 0 dB.

د) وتوصل الإحداثيات بخطوط مستقيمة:

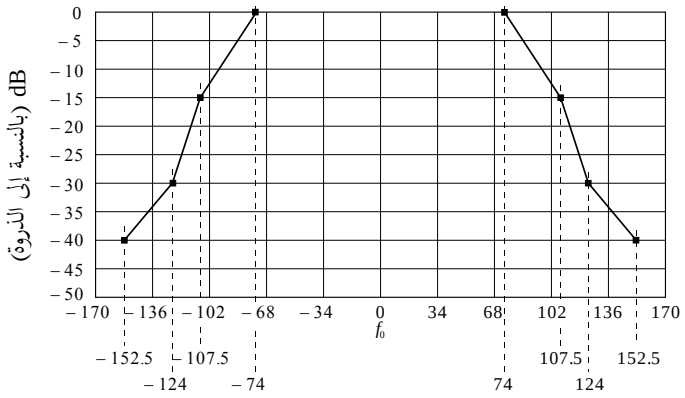
المحور x (kHz)	المحور y (dB)
$f_0 - 74$	0
$f_0 - 107{,}5$	15–
$f_0 - 124$	30–
$f_0 - 152{,}5$	40–

المحور x (kHz)	المحور y (dB)
$f_0 + 74$	0
$f_0 + 107{,}5$	15–
$f_0 + 124$	30–
$f_0 + 152{,}5$	40–

يظهر في الشكل 1 العرض البياني للجدول.

الشكل 1

شكل القناع



SM.1268-01

الملحق 2

أسلوب قياس الانحراف الأقصى لتردد البث الإذاعي بالتشكيل الترددي (FM) في محطات المراقبة

1 اعتبارات عامة

1.1 التعاريف

الانحراف الترددي:

في حالة التشكيل الترددي، هو انحراف التردد عن تردد الموجة الحاملة غير المشكَّلة f_0.

الانحراف الآني:

في حالة التشكيل الترددي، الانحراف الآني $\Delta f(t)$ هو الفرق بين التردد الآني في أي وقت معين (t) وتردد الموجة الحاملة غير المشكَّلة (f_0). أما التردد الآني فهو:

$$f(t) = f_0 + \Delta f(t)$$

ذروة الانحراف:

في حالة التشكيل الترددي، ذروة الانحراف، Δf، هي الفرق الأقصى المطلق بين تردد الموجة الحاملة غير المشكَّلة (f_0) والتردد الآني، $f(t)$.

الإشارة المركَّبة:

تشمل هذه الإشارة جميع المعلومات المجسَّمة (بما فيها النغمة الدليلية) ويمكن أن تشمل أيضا الإشارة الراديوية للحركة وإشارة نظام بيانات الراديو (RDS) وإشارات إضافية أخرى.

قدرة التشكيل (تسمى أيضاً قدرة تعدد الإرسال):

هي القدرة النسبية المحسوبة وسطياً خلال 60 ثانية من إشارة التشكيل وفق الصيغة التالية:

$$\text{قدرة التشكيل} = \text{dBr} \qquad 10 \log \{(2/60\ \text{s}) \int (\Delta f(t)/19\ \text{kHz})^2\ dt\}$$

:0 dBr

متوسط قدرة إشارة تكافئ نغمة جيبية تسبب انحرافاً ترددياً بمقدار ±19 kHz.

2.1 مقدمة

هناك أسباب مختلفة تقيم الحجة المنطقية لإجراء قياسات الانحراف الترددي في الميدان وليس مباشرة في خرج المرسل، ومن هذه الأسباب اختصار الوقت اللازم للقياسات. ويُتطلب التزام الإشارة التي يراد قياسها بالخصائص المدرجة أدناه بالإضافة إلى التزام أجهزة القياس بالمتطلبات التي يرد وصفها في الفقرة 3 منعاً لدواعي الارتياب بصحة القياس.

3.1 الحدود

تنطبق نسب الحماية المحددة في التوصية ITU R BS.412 على تخطيط مرسلات الإذاعة الصوتية بالتشكيل الترددي (FM) بشرط عدم تجاوز ذروة الانحراف حدي ±75 kHz وعدم تجاوز متوسط قدرة التشكيل خلال أي فترة 60 ثانية لمتوسط قدرة نغمة جيبية واحدة تسبب انحرافاً ترددياً بين حدي ±19 kHz.

4.1 وقت الرصد

ينبغي أن يدوم وقت الرصد 15 دقيقة على الأقل. وفي بعض الحالات، قد تلزم ساعة واحدة أو حتى فترة أطول للتأكد من قياس مادة البرنامج الذي يؤدي إلى القيم القصوى للانحراف الترددي وقدرة التشكيل.

2 الشروط اللازمة للقياسات

1.2 النسبة اللازمة للمستوى المطلوب إلى غير المطلوب لإشارة الترددات الراديوية (E_n/E_s) في معدات القياس

تعتمد هذه النسبة على خصائص المعدات المستخدمة في القياسات. وللحصول على الدقة المطلوبة المحددة في الفقرتين 1.3 و2.3، يجب أن يقل مستوى البث غير المطلوب عن القيم الواردة في الجدولين 1 و2.

وعادةً ما تزوَّد مستقبلات القياس بمراشيح غاوسية أو مراشيح قناة. وفي البيئات العملية، قد تكون المراشيح الغاوسية أقل ملاءمة لقياس ذروة الانحراف من مراشيح القناة.

أ) مستقبلات القياس بمراشيح تردد وسيط غاوسية

الجدول 1

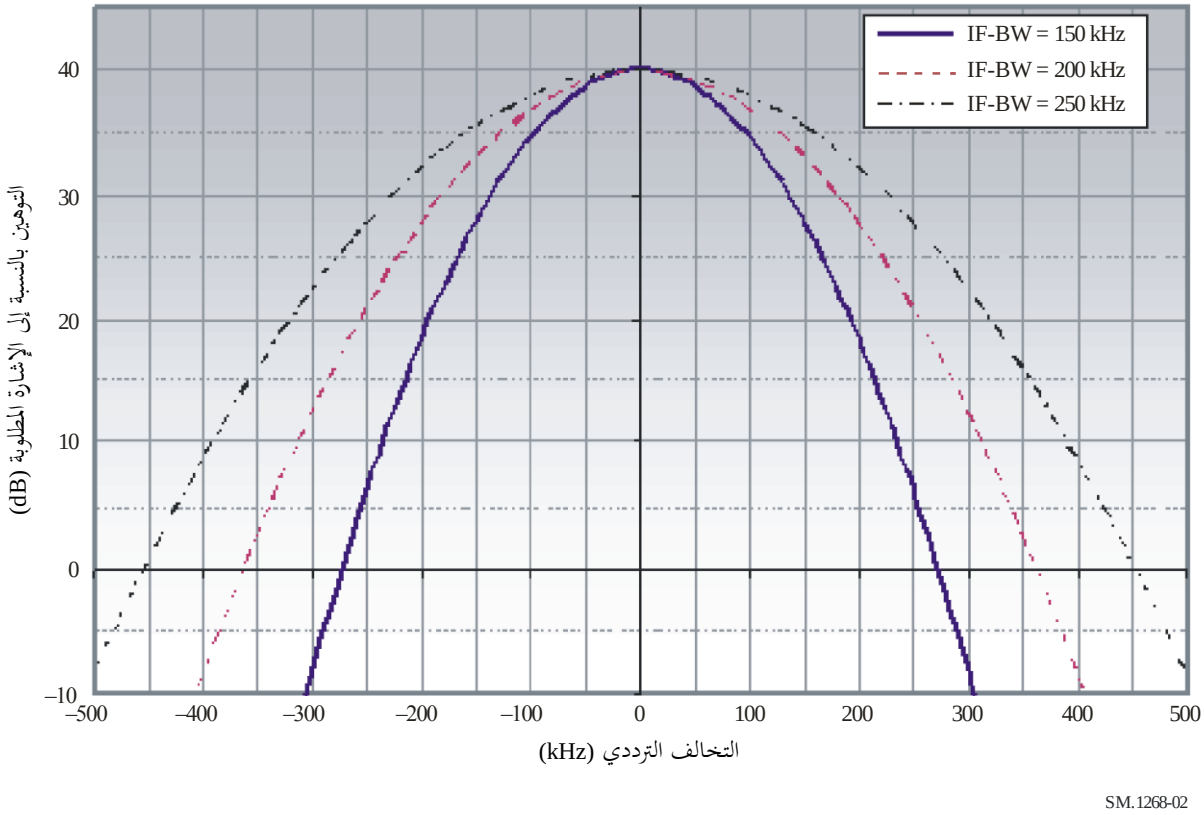
الفرق الترددي $\pm\Delta f$ (kHz)	نسبة الحماية المطلوبة (dB)
0	40
X	$40-20*\log\left(e^{-\ln\sqrt{2}*(\frac{2X}{B})^2}\right)$

يرمز الحرف "B" في الجدول 1 إلى عرض النطاق الاسمي 3 dB لمرشاح القياس بوحدة kHz.

ويوضح الرسم البياني التالي نسب الحماية المطلوبة بثلاثة أمثلة لعروض نطاق القياس.

الشكل 2

نسب الحماية المطلوبة لمستقبلات ذات مراشيح غاوسية



SM.1268-02

ب) مستقبلات القياس بمراشيح قناة

الجدول 2

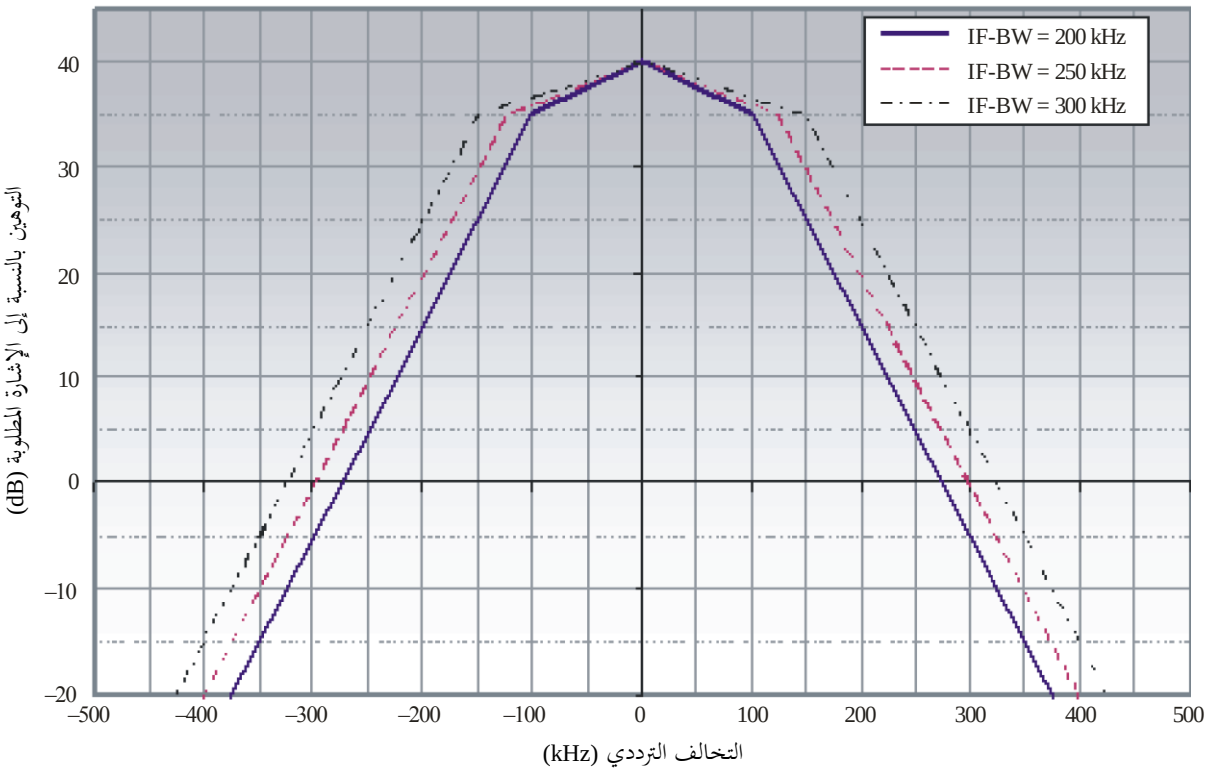
الفرق الترددي $\pm\Delta f$ (kHz)	نسبة الحماية المطلوبة (dB)
0	40
$B/2$	35
X (for $X > B/2$)	$35 – 0{,}2*(X – B/2)$

يرمز الحرف "B" في الجدول 2 إلى عرض النطاق الاسمي 3 dB لمرشاح القياس بوحدة kHz. ويُستخدم استكمال داخلي خطي بين القيم المنفصلة.

ويوضح الرسم البياني التالي نسب الحماية المطلوبة بثلاثة أمثلة لعروض نطاق القياس.

الشكل 3

نسب الحماية المطلوبة لمستقبلات ذات مراشيح قناة



SM.1268-03

لا بد من الالتزام بنسب الحماية المرعية المذكورة أعلاه، لأن الزيادة في مستويات الإشارات غير المطلوبة حتى وإن كانت طفيفة ستؤدي إلى أخطاء كبيرة في القياس.

2.2 الانتشار والتشوه عبر المسيرات المتعددة

إن الإشارات المتأخرة من المرسل المطلوب وكذلك الإشارات من المرسلات الأخرى في القناة نفسها أو في قناة مجاورة يتعين أن تكون صغيرة بما يكفي لضمان عدم تأثر نتائج القياس بمؤثرات الانتشار المتعدد المسيرات. وفي حالة الاستقبال المتعدد المسيرات حصراً، يُعتبر كافياً أن تكون النسبة المئوية للتأخر الزمني والاتساع كما يلي:

$$(U_r/U_d) \cdot \tau < 64\% \cdot \mu s \quad (1)$$

حيث:

U_r: اتساع الإشارة المنعكسة؛

U_d: اتساع الإشارة المباشرة؛

τ: التأخر الزمني (µs).

وتستند طريقة أعم لتوصيف التشوه الناجم، على حد سواء، عن الاستقبال من مسيرات متعددة وعن إشارات من مرسلات أخرى، إلى أن كل من هذه المكونات يؤدي إلى تشكيل اتساع معين للإشارة المستقبَلة. ويقدم التدرج الأقصى لاعتماد اتساع الترددات الراديوية على الترددات الراديوية، المدعو درجة التشوه، أفضل تعريف لتشكيل الاتساع الناتج. ويسهل قياس قيمته بمقاييس الانعكاس. ويكون التدرج الأقصى المسموح المقابل لاستقبال مجسَّم كما يلي:

$$d(U/U_d)/df < 0{,}4\%/kHz \quad (2)$$

حيث:

U: السعة الإجمالية للإشارة المستقبَلة.

وتقتضي الضرورة ألا تتجاوز درجة التشوه الحدود المبينة أعلاه، لأن الزيادات حتى وإن كانت طفيفة ستؤدي إلى أخطاء كبيرة في القياس. ويمكن تقليل تأثير الانعكاسات إلى الحد الأدنى من خلال تغيير ارتفاع هوائي الاستقبال. والارتفاع الأمثل هو الذي يسمح بالحصول على شدة المجال القصوى.

3.2 مستوى الإشارة المطلوبة عند دخل المستقبِل

ينبغي ألا يقل مستوى دخل الإشارة المطلوبة للمستقبِل عن –47 dBm[1] لضمان كفاية نسبة إشارة الترددات السمعية إلى الضوضاء.

3 خصائص معدات القياس المناسبة

يجب أن تكون المعدات قادرة على كشف الانحراف الناجم عن أعلى مكونات إشارة النطاق الأساسي أو الإشارة المركبة لضمان التقاط جميع ذرى الانحرافات الترددية.

لهذا السبب، إذا استُخدمت أجهزة قياس رقمية، يجب أن يكون معدل أخذ العينات فيها 200 kHz أو أعلى، حسب أقصى تردد للإشارة المركبة.

1.3 قياسات الانعكاس

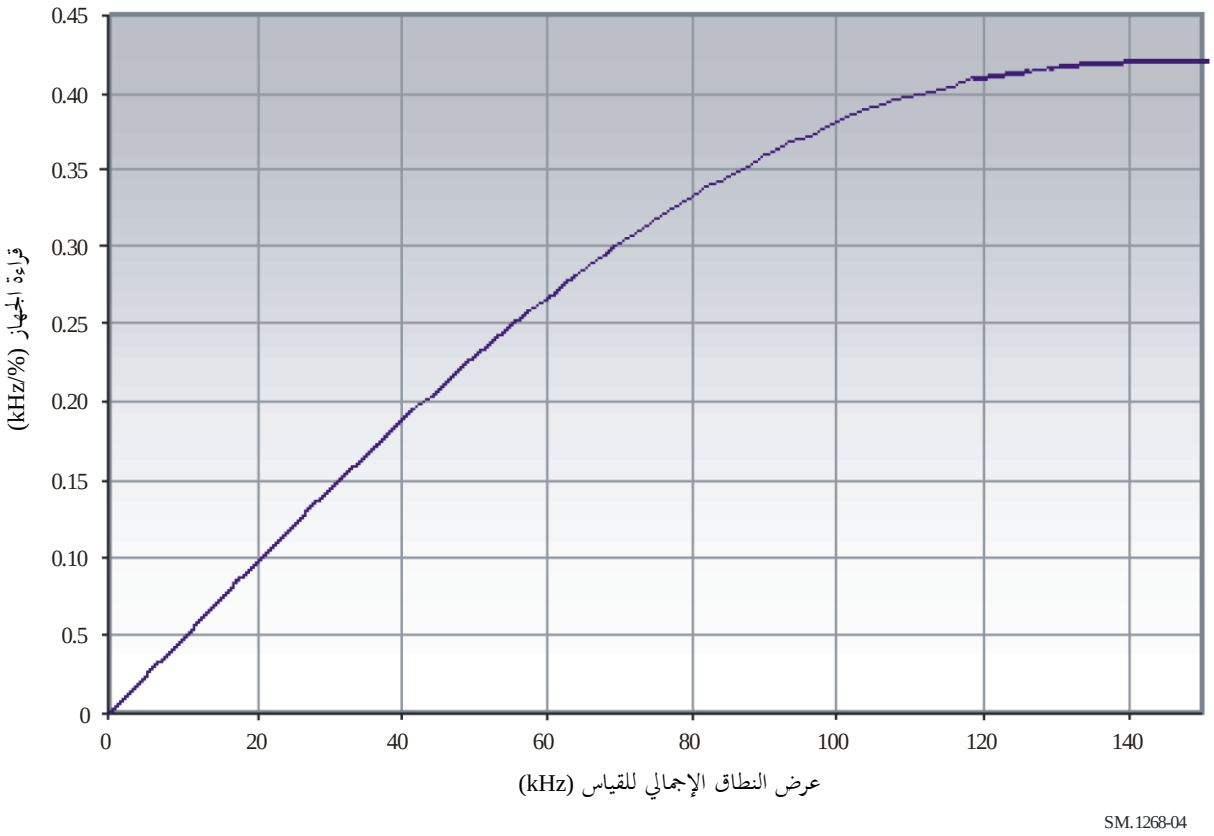
نظراً لانعدام الاتجاهية في هوائي القياس، سيتعذر في معظم الحالات قياس شدة مجال البث المطلوب وغير المطلوب بشكل منفصل واستخدام الصيغة (1) لحساب درجة التشوه والانتشار المتعدد المسيرات. ويتمثل السبيل الأنجع عملياً لقياس هذه المعلمة في استخدام مقاييس الانعكاس التي تقيس فعلياً كمية تشكيل الاتساع في الإشارة المستقبَلة وتحسب درجة الانتشار المتعدد المسيرات باستخدام الصيغة (2).

ومن الناحية المثالية، يتعين أن يبلغ عرض نطاق القياس لمقياس الانعكاس 150 kHz. بيد أن عرض نطاق معظم مقاييس الانعكاس المتاحة أضيق من ذلك بكثير. وفي هذه الحالة، تقل الدرجة القصوى المسموحة للانتشار المتعدد المسيرات عن نسبة 0,4 %/kHz المذكورة في الفقرة 2.2. ويبين الشكل 4 القيم المصحَحة لدرجة التشوه القصوى الموصى بها، حسب عرض نطاق القياس لمقياس الانعكاس.

---

[1] يقابل ذلك شدة مجال تقارب 68 dB (µV/m) باستخدام هوائي على النحو الموصى به في التوصية ITU-R BS.599، الشكل 1، المنحنى ب (نسبة المقدِمة إلى المؤخِرة 12 dB).

الشكل 4



2.3 قياسات الانحراف الترددي

ينبغي أن تكون معدات القياس المستخدمة قادرة على قياس انحرافات بمقدار kHz 100 أو أعلى. وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن تمتلك أجهزة القياس خصائص تأخذ في الاعتبار عرض نطاق القياس المطلوب وعامل شكل المرشاح وما إلى ذلك، لضمان ألا يؤدي انعدام الخطية والتشوه إلى انحراف عن الدقة يزيد عن الهامش المحدد في الجدول 3.

الجدول 3

دقة الجهاز في قياسات الانحراف

الانحراف الآني	الدقة المطلوبة
kHz 80 ≥	kHz 2±
kHz 80 <	%5±

3.3 قياسات قدرة التشكيل

تحدَّد قدرة التشكيل (dBr) بوحدة dBr وفق الفقرة 1.1. ويتعين أن تكون معدات القياس قادرة على قياس قدرة التشكيل في المدى الذي يتراوح بين −6 dBr و+6 dBr. ويتعين أن ترقى دقة الجهاز إلى القيم المحددة في الجدول 4 على أقل تقدير.

الجدول 4

دقة الجهاز في قياسات قدرة التشكيل

قدرة التشكيل (dBr)	الدقة المطلوبة (dB)
< –2	± 0,4
–2 إلى +2	± 0,2
> 2	± 0,4

4 تقييم النتيجة

من غير المناسب أن يُعتبر وقوع عينات واحدة من انحراف التردد الآني فوق 75 kHz انتهاكاً لحد الانحراف، للأسباب التالية:

أ) قد يتضمن التشكيل الديناميي، لمرسل إذاعي ذي تشكيل ترددي (FM) بمحتوى برنامج عادي، ذرى التشكيل التي يندر جداً حدوثها، وقد لا تكون قابلة للتكرار في قياس ثان؛

ب) لا يمكن تجنب التداخل الخارجي تماماً في جميع الأوقات، حتى عندما تستوفى شروط القياس المذكورة في الفقرة 2.

لهذه الأسباب، وبالنظر إلى الارتياب في دقة القياس بمستوى ثقة منشود نسبته 95%، يمكن اعتبار مرسل إذاعي بتشكيل ترددي (FM) منتهكاً لحد الانحراف إذا تجاوز عدد معين من عينات القياس ± (75 kHz بالإضافة إلى الارتياب في دقة القياس). ويمكن اعتبار 10^{-4}% (أي 10^{-6}) من عينات القياس متجاوزة لانحراف 77 kHz (انظر الجدول 3) كقيمة عملية.

وبما أن متوسط قدرة التشكيل يُحسب على مدى فترة 60 ثانية، تلغى بالفعل إلى حد كبير الذرى القصيرة المدرجة في محتوى البرنامج أو الناجمة عن تداخل خارجي. ولذلك، يمكن اعتبار مرسل إذاعي بتشكيل ترددي (FM) منتهكاً لحد قدرة التشكيل إذا تجاوزت أعلى قيمة مقيسة لقدرة تعدد الإرسال 0 dBr + عدم اليقين في القياس. ويمكن اعتبار 2,0 dBr قيمة عملية، انظر الجدول 4.

ملاحظة – في الحالة التي يقوم فيها مشغل الشبكة ذاته برصد الحدود، يوصى بأن يُطرح عدم اليقين الفعلي في القياس لمستقبل الاختبار من القيم الحدّية (75 kHz للانحراف و0,0 dBr لقدرة تعدد الإرسال). وهذا يضمن الامتثال لهذه القيم الحدّية عند خضوعها للمراقبة بطريقة مستقلة من السلطات المعنية تبعاً لتقييم النتائج أعلاه.

5 عرض نتائج القياس

1.5 قدرة التشكيل

يتعين أن تُعرض قدرة التشكيل كدالة للوقت خلال فترة القياس. ويجب بيان القيمة القصوى المسجلة.

2.5 الانحراف الترددي

يجب بيان النسبة المئوية للعينات المتجاوزة لانحراف 75 kHz + عدم اليقين في القياس، انظر الفقرة 4.

ولتقديم مزيد من المعلومات، يمكن تمثيل الانحراف بشكلٍ أفضل من خلال رسوم بيانية وكدالة للوقت. وتعالَج الرسوم البيانية للانحراف الترددي على النحو التالي:

أ) يقسَّم المدى الترددي الذي يسترعي الاهتمام (أي 150 kHz) إلى الاستبانة المطلوبة (1 kHz على سبيل المثال) ليعطي عدد الخانات B (B = 150 خانة في هذه الحالة)؛

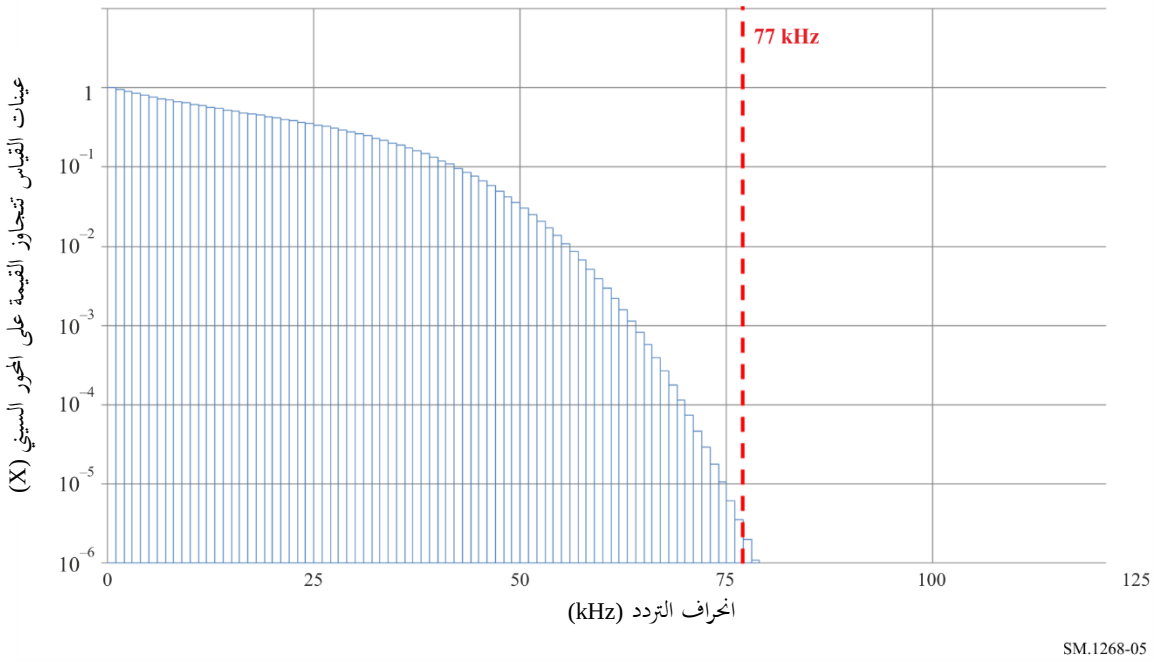
ب) وفي كل خانة، يُحسب عدد العينات التي لها قيمة ضمن الخانة.

ج) وفي كل خانة x، تضاف التعدادات من الخانة x إلى الخانة B وتقيَّس بالعدد الإجمالي للعينات N. والنتيجة هي رسم التوزع المتراكم التكميلي على النحو المبين في الشكل 5؛

د) بالإضافة إلى ذلك، تحصَّل قيم الذروة M خلال وقت رصد الانحراف. وتعتمد القيم M على استبانة الوسيط (جهاز أو شاشة أو طابعة أو غير ذلك) الذي تُعرض عليه النتائج ووقت الرصد. ووقت التكامل هو وقت الرصد مقسوماً على القيم M. وقد تكون القيم العملية لوقت التكامل ثانية واحدة أو 10 ثوانٍ. وتُعرض قيم الذروة M للانحراف الترددي كدالة للوقت خلال فترة القياس على النحو المبين في الشكل 6.

الشكل 5

رسم توزيع متراكم تكميلي للانحراف (مخطط بياني) في حالة عدم اليقين في القياس بمقدار 2 kHz



الشكل 6

رسم الانحراف كدالة للوقت