الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R
قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.1541-6
(2015/08)

البث غير المطلوب في مجال البث خارج النطاق

السلسلة SM
إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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، 2017

© ITU 2017
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.1541-6*،**

البث غير المطلوب في مجال البث خارج النطاق***

(2015-2013-2011/09-2011/01-2006-2002-2001)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية القيم الحديّة للبث في مجال البث خارج النطاق (OoB) لأغراض المرسِلات العاملة في مدى الترددات المحصور بين 9 kHz و300 GHz.

كلمات أساسية

البث غير المطلوب، مجال البث خارج النطاق، القيم الحدية للبث

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التوصية ITU-R SM.329 – البث غير المطلوب في مجال البث الهامشي، تدرس الآثار والقياسات والحدود المنطبقة على البث غير المطلوب في مجال البث الهامشي؛

ب) أن التوصيتين ITU-R SM.329 وITU-R SM.1539 تقدمان إرشادات تتيح تعيين الحد الفاصل بين مجال البث خارج النطاق (OoB) ومجال البث الهامشي في طيف تردد الإرسال الراديوي؛

ج) أن الاعتبارات المتعلقة بمجال البث خارج النطاق، وبعرض النطاق اللازم، ترد بالضرورة في التوصية ITU-R SM.328 – أطياف وعروض نطاق البث؛

د) أن البث غير المطلوب ينتج بعد تشغيل المرسِل، وبالإمكان التقليل منه عند تصميم النظام؛

هـ) أن حدود البث خارج النطاق المقررة في اللوائح التنظيمية الوطنية أو الإقليمية قد استخدمت بنجاح في المناطق السكنية المزدحمة لمحطات الاتصال الراديوي. ولقد وضعت هذه الحدود عموماً وفقاً للاحتياجات المحلية الخاصة والمفصلة بهدف التعايش مع أنظمة أخرى؛

و) أن كل خدمة تتطلب عدداً ضئيلاً من الحدود الأكثر تخصيصاً التي يضعها قطاع الاتصالات الراديوية للبث خارج النطاق وهي تقوم، عموماً، على غلاف من حدود البث خارج النطاق الأقل تقييداً الواردة أعلاه في النقطة هـ) من *إذ تضع في اعتبارها* ؛

ز) أنه عند إعلام مكتب الاتصالات الراديوية (BR) بتخصيصات التردد وفقاً للتذييل 4 للوائح الراديو (RR)، فإن عرض النطاق اللازم للإرسال بموجة حاملة وحيدة يُعطى في جزء عرض النطاق في مؤشر الإرسال؛

ح) أن عرض النطاق اللازم، حسب التذييل 4 للوائح الراديو، يقابل إرسالاً وحيد الموجة ولا يغطي بالضرورة، بطريقة مناسبة، حالة الأنظمة المتعددة الموجات،

---

* ينبغي تقديم هذه التوصية للجان الدراسات 4 و5 و6 و7 التابعة لقطاع للاتصالات الراديوية.

** أدخلت لجنة الدراسات 1 للاتصالات الراديوية في عام 2019 تعديلات صياغية على هذه التوصية وفقاً للقرار ITU-R 1.

*** على الرغم من أن الإرسال خارج النطاق يهيمن عموماً في مجالات البث خارج النطاق، فإن الإرسالات الهامشية يمكن أن تحدث أيضاً في مجال البث خارج النطاق. وتجدر الإشارة إلى أن الحدود الواردة في هذه التوصية تنطبق على البث غير المطلوب في مجال البث خارج النطاق، سواء كانت إرسالات خارج النطاق أو إرسالات هامشية.

وإذ تدرك

أن المصطلحات التالية معرَّفة في لوائح الراديو.

البث غير المطلوب

"**146.1** البث غير المطلوب*: هو مجموعة إرسالات تتكون من البث الهامشي والبث خارج النطاق."

البث الهامشي

"**145.1** *البث الهامشي**: هو بثّ بتردد واحد أو بترددات واقعة خارج *عرض النطاق اللازم*، ويمكن إنقاص سويته دون المسّ بإرسال المعلومات المقابلة. ويشمل البث الهامشي *الإرسالات* التوافقية، *والإرسالات* الطفيلية، ومنتجات التشكيل البيني وتحويل التردد، باستثناء *البث خارج النطاق*."

البث خارج النطاق

"**144.1** *البث خارج النطاق**: هو بثّ بتردد واحد أو بترددات واقعة خارج *عرض النطاق اللازم*، ولكنها في جواره المباشر، وهو ناتج عن عملية التشكيل، باستثناء *البث الهامشي*."

عرض النطاق المشغول

"**153.1** *عرض النطاق المشغول:* هو عرض نطاق الترددات الذي تكون فيه *القدرتان المتوسطتان* المرسلتان تحت التردد الحدي السفلي وفوق التردد الحدي العلوي مساوية كل منهما لنسبة مئوية معطاة β/2 من *القدرة المتوسطة* الكلية *لإرسال* ما.

وفي غياب مواصفات محددة في توصية من التوصيات ITU-R بشأن *صنف الإرسال* المعني، تؤخذ القيمة β/2 مساوية 0,5%."

عرض النطاق اللازم

"**152.1** *عرض النطاق اللازم:* هو عرض نطاق الترددات الذي يكفي على الضبط، في *صنف إرسال* مُعطى، لتأمين إرسال المعلومات بالسرعة والجودة المطلوبتين في ظروف معينة."

نطاق الترددات المخصص

"**147.1** *نطاق الترددات المخصص:* هو نطاق الترددات الذي يُرخص فيه *لمحطة معينة بالإرسال* داخله. وعرض هذا النطاق يساوي *عرض النطاق اللازم*، مضافاً إليه مِثْلا القيمة المطلقة *لتفاوت التردد المسموح به*. وفي حالة *المحطات الفضائية*، فإن نطاق الترددات المخصص يتضمن مِثلَي الزحزحة القصوى الناجمة عن مفعول دوبلر، والتي قد تنتج بالنسبة إلى نقطة ما من سطح الأرض."

التردد المخصص

"**148.1** *التردد المخصص:* هو مركز نطاق الترددات المخصص *لمحطة* ما."

وإذ تلاحظ

أ) أن التوصية ITU-R SM.1540 تعطي معلومات دقيقة عن حالة البث غير المطلوب في مجال البث خارج النطاق والواقع في نطاقات موزعة مجاورة؛

ب) أن الدراسات المطلوبة بموجب المسألة ITU-R 222/1 التي وافقت عليها جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2000 قد تؤثر، على حد سواء، على شكل ومضمون التعاريف الأساسية المستخدمة في هذه التوصية. وقد يكون من الضروري مراجعة هذه التوصية مستقبلاً بغية مراعاة النتائج التي أدت إليها هذه الدراسات،

توصي

1 المصطلحات والتعاريف

باستخدام المصطلحات والتعاريف الأخرى التالية:

1.1 مجال البث الهامشي[1]

(لإرسال ما): مدى الترددات الواقعة بعد حدود مجال البث خارج النطاق، ويهيمن البث الهامشي عادةً في هذا المدى.

2.1 مجال البث خارج النطاق[1]

(لإرسال ما): مدى الترددات الواقعة مباشرة خارج عرض النطاق اللازم والتي تستبعد مجال البث الهامشي، ويهيمن البث خارج النطاق عادة في هذا المدى.

3.1 dBsd وdBasd

dBsd: ديسيبل نسبةً إلى القيمة القصوى للكثافة الطيفية للقدرة (psd) في عرض النطاق اللازم. ويتم الحصول على أقصى قيمة للكثافة الطيفية لقدرة إشارة عشوائية، بتحديد القدرة المتوسطة في عرض النطاق المرجعي، عندما يكون موقع عرض النطاق المرجعي في التردد على نحو يعطي النتيجة القصوى. وينبغي أن يكون عرض النطاق المرجعي ذاته، مهما كان التردد الذي يتمركز عليه، كما هو محدد في الفقرة 6.1.

dBasd: ديسيبل نسبةً إلى القيمة المتوسطة للكثافة الطيفية للقدرة في عرض النطاق اللازم. ومن أجل الحصول على القيمة المتوسطة للكثافة الطيفية لقدرة إشارة عشوائية، تُحسب القدرة المتوسطة في عرض النطاق المرجعي ويؤخذ متوسط هذه النتيجة لكامل عرض النطاق اللازم. ويكون عرض النطاق المرجعي كما هو محدد في الفقرة 6.1.

4.1 dBc

وحدات ديسيبل نسبةً إلى قدرة الموجة الحاملة غير المشكَّلة للإرسال. وفي غياب الموجة الحاملة، مثل بعض أشكال التشكيل الرقمي التي لا تصل فيها القياسات إلى الموجة الحاملة، يُعبّر عن السوية المرجعية المكافئة لـ dBc بالوحدات ديسيبل نسبةً إلى القدرة المتوسطة P.

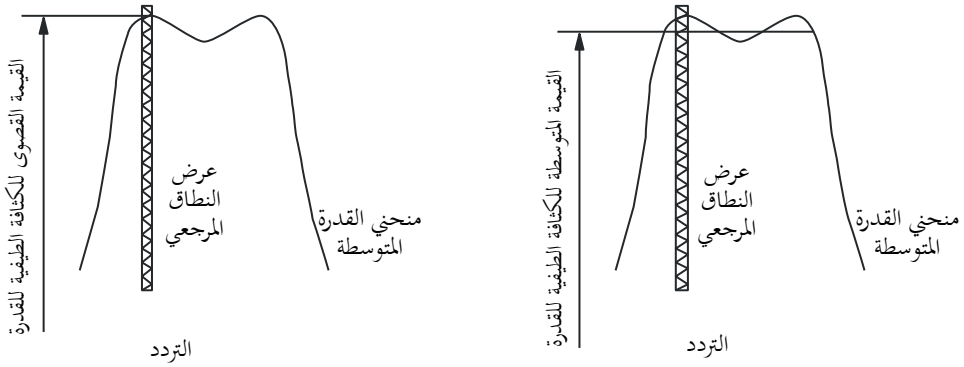
5.1 dBpp

وحدات ديسيبل نسبة إلى القيمة القصوى لقدرة الذروة مقيسة في عرض النطاق المرجعي داخل عرض النطاق المشغول. ويُعبَّر عن قدرة الذروة في النطاق في نفس عرض النطاق المرجعي لقدرة الذروة خارج النطاق. وينبغي تقدير البث في النطاق والبث غير المطلوب بقيم ذروة. وفيما يتعلق بأنظمة الرادارات ينبغي اختيار عرض النطاق المرجعي وفقاً للتوصية ITU-R M.1177.

[1] أُدخل مصطلحا "مجال البث خارج النطاق" و"مجال البث الهامشي" لإنهاء عدم الانسجام الموجود حالياً بين تعريفي المصطلحين "إرسال خارج النطاق" و"إرسال هامشي" في المادة 1 من لوائح الراديو من جهة، وبين الاستعمال الفعلي لهذين المصطلحين في التذييل 3 للوائح الراديو، كما تمت مراجعتها من قبل المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (WRC-2000) (إسطنبول، 2000) من جهة أخرى. وتنطبق حدود البث خارج النطاق والبث الهامشي، على التوالي، على جميع الإرسالات غير المطلوبة في مجال البث خارج النطاق وفي مجال البث الهامشي.

الشكل 1

القيمة المرجعية 0 dBsd (أ) القيمة القصوى للكثافة الطيفية للقدرة
القيمة المرجعية 0 dBasd (ب) القيمة المتوسطة للكثافة الطيفية للقدرة



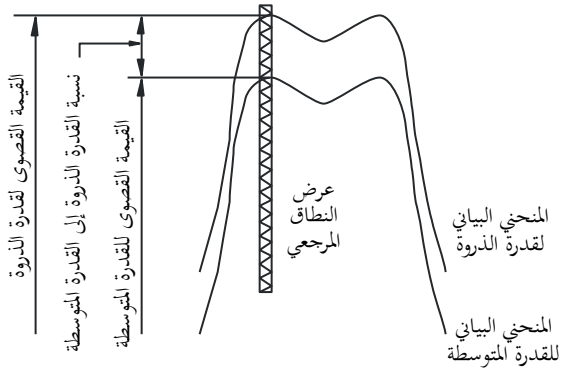
أ) مفهوم الكثافة الطيفية القصوى للقدرة

ب) مفهوم الكثافة الطيفية المتوسطة للقدرة

SM.1541-01

الشكل 2

القيمة المرجعية 0 dBpp، القيمة القصوى لقدرة الذروة



مفهوم قدرة الذروة

SM.1541-02

6.1 عرض النطاق المرجعي

وهو عرض النطاق المطلوب للتمكّن من تعريف حدود البث خارج النطاق بطريقة وحيدة التكافؤ. وإذا لم يُعطَ عرض النطاق المرجعي بشكل صريح في القيمة الحدية للبث خارج النطاق فإنه يكون 1% من عرض النطاق المرجعي اللازم. وفيما يتعلق بأنظمة الرادار ينبغي اختيار عرض النطاق المرجعي وفقاً للتوصية ITU-R M.1177.

7.1 عرض نطاق القياس

وهو عرض النطاق المناسب تقنياً للقياسات المتعلقة بنظام محدد. ويسمى عادةً، في محللات الطيف الشائعة، عرض نطاق الاستبانة.

الملاحظة 1 – يمكن لعرض نطاق القياس أن يكون مختلفاً عن عرض النطاق المرجعي شريطة إمكانية تحويل النتائج في عرض النطاق المرجعي المطلوب.

8.1 الكثافة الطيفية للقدرة

الكثافة الطيفية للقدرة في نطاق هذه التوصية هي القدرة المتوسطة لعرض النطاق المرجعي.

9.1 القدرة المتوسطة

وهي القدرة المدرجة في نطاق تردد محدد يستخدم طريقة قياسات الكثافة الطيفية للقدرة أو طريقة مكافئة.

10.1 القدرة المتوسطة للقناة المجاورة

وهي القدرة المدرجة في عرض نطاق قناة مجاورة لقناة مشغولة تستخدم طريقة قياسات الكثافة الطيفية للقدرة أو طريقة مكافئة.

11.1 قدرة الذروة

وهي القدرة التي يقيسها كاشف الذروة باستعمال مرشاح عرضه وشكله كافيان لقبول عرض نطاق الإشارة.

12.1 قدرة الذروة في قناة مجاورة

وهي قدرة الذروة المقيسة في عرض نطاق قناة مجاورة لقناة مشغولة بواسطة مرشاح قناة خاص.

13.1 نطاق كلي مخصص

وهو مجموع النطاقات المتماسّة المخصصة لنظام يتطابق ومعطيات المكتب BR بموجب التذييل 4 للوائح الراديو، والذي سبق للإدارة أن رخصت به.

الملاحظة 1 – فيما يتعلق بالخدمات الفضائية، عند وجود عدة مرسِلات مستجيبات/مرسِلات تعمل في نطاقات متجاورة يفصل بينها نطاق حراسة، فإن النطاق الكلي المخصص يشمل نطاقات الحراسة، على أن تحتوي هذه النطاقات على نسبة مئوية ضئيلة من عرض نطاق المرسِلات المستجيبات/المرسِلات.

14.1 عرض نطاق كلي مخصص

وهو عرض النطاق الكلي المخصص؛

2 تطبيق التعاريف

ينبغي اتّباع التعليمات الواردة فيما بعد أثناء تطبيق هذه التوصية:

1.2 الإرسال في مجال البث خارج النطاق

يعتبر، عموماً، أيّ إرسال يقع خارج عرض النطاق اللازم ولكن داخل مدى الترددات الوحيد عن التردد المخصص للبث بأقل من 250% من عرض النطاق اللازم للبث، إرسالاً في مجال البث خارج النطاق. إلا أن هذا التباعد قد يرتبط بنمط التشكيل وبسرعته القصوى في حالة التشكيل الرقمي كما يرتبط بنمط المرسِل وبعوامل متصلة بتنسيق الترددات. فمثلاً، في بعض الأنظمة الرقمية العاملة بالنطاق العريض أو بالتشكيل النبضي، قد يكون من الضروري استعمال قيمة مختلفة عن عامل النسبة 250%.

وفضلاً عن ذلك، وبسبب عدم خطية المرسِل، فإن مكونات الإشارة في النطاق تنتشر في النطاقات المجاورة الواردة في الفقرة 3.1 من الملحق 1. كما أن الضوضاء في النطاقات الجانبية لمذبذب المرسِل قد تمتد إلى هذه النطاقات المجاورة الواردة في الفقرة 3.1 من الملحق 1. ونظراً إلى احتمال أن يكون عزل هذه الإرسالات غير عملي، فإن سويَّتها قد تندرج في قياسات قدرة البث خارج النطاق.

2.2 الإرسال في مجال البث الهامشي

إن كل الإرسالات، بما فيها منتجات التشكيل البيني ومنتجات التحويل والإشعاعات الطفيلية الواقعة في الترددات المتباعدة نسبةً إلى التردد المركزي للإرسال بمقدار 250% على الأقل من عرض النطاق اللازم للإرسال، تعتبر، عموماً في إطار هذه التوصية، إرسالات في مجال البث الهامشي. إلا أن هذا التباعد قد يرتبط بنمط التشكيل، وسرعة التشكيل القصوى في حالة التشكيل الرقمي، وبنمط المرسِل، وبعوامل متعلقة بتنسيق الترددات. فمثلاً، في بعض الأنظمة الرقمية العاملة بالنطاق العريض أو بالتشكيل النبضي، قد يكون من الضروري استعمال قيمة غير 250%.

وفيما يتعلق بالمرسِلات/المرسِلات المستجيبات متعددة القنوات أو متعددة الموجات الحاملة التي يمكن من أجلها إرسال عدة موجات حاملة بالتآون من مكبِّر عند الخَرج النهائي أو من هوائي نشيط، يعتبر أن التردد المركزي للإرسال يقابل مركز عرض النطاق المخصص للمحطة المعتبرة أو مركز عرض النطاق عند −3 dB من المرسِل/المرسِل المستجيب إذا كان هذا الأخير أصغر.

3.2 عرض النطاق اللازم ومجال البث خارج النطاق

في حالة الإرسال بالنطاق الضيق أو النطاق الواسع (وفق التعريف الوارد في التوصية ITU-R SM.1539)، يُستحسن تحديد امتداد مجال البث خارج النطاق باستعمال الجدول 1.

الجدول 1

بداية ونهاية مجال البث خارج النطاق

نمط البث	إذا كان عرض النطاق اللازم B_N هو:	تخالف (±) نسبة إلى مركز عرض النطاق اللازم لبداية مجال البث خارج النطاق	تباعد بين التردد المركزي وحدود البث الهامشي
نطاق ضيق	$B_L <$ (انظر الملاحظة 1)	B_N 0,5	B_L 2,5
نطاق عادي	محصور بين B_L وB_U	B_N 0,5	B_N 2,5
نطاق واسع	$B_U <$	B_N 0,5	(B_N 1,5) + B_U

الملاحظة 1 – عندما يكون $B_N > B_L$، لا يُوصى بأي توهين للبث الهامشي بالنسبة إلى الترددات المتباعدة بأكثر من B_N 0,5 وبأقل من B_L 0,5.

الملاحظة 2 – النطاقان B_L وB_U معطيان في التوصية ITU-R SM.1539.

1.3.2 البث بموجة حاملة واحدة

إن قيمة عرض النطاق اللازم، الواجب استعمالها للتحقق من أن البث بالموجة الحاملة الوحيدة يتقيد بالقيم الحدية في مجال البث خارج النطاق، يجب أن تتماشى مع القيمة الموجودة في مؤشر الإرسال الذي يقدم إلى مكتب الاتصالات الراديوية (BR) وفقاً للتذييل 4 للوائح الراديو.

وفي بعض الأنظمة يحدد قناع البث خارج النطاق عن طريق تحديد عرض نطاق القناة أو المباعدة بين القنوات. ويمكن استعمال هذه المعلمات بدلاً من عرض النطاق اللازم شريطة ورودها في توصيات قطاع الاتصالات الراديوية أو في اللوائح الإقليمية أو الوطنية المطبَّقة.

2.3.2 البث بموجات حاملة متعددة

تتميز مرسِلات/مرسِلات مستجيبات الموجات الحاملة المتعددة بإمكانية إرسال عدة موجات حاملة بالتآون من مكبر نهائي أو من هوائي نشيط.

وفي أنظمة الموجات الحاملة المتعددة، ينبغي أن يبدأ مجال البث خارج النطاق عند كل حافة عرض نطاق كلي مخصص. وفي الأنظمة الساتلية، يُستحسن اعتبار أن عرض النطاق اللازم المستعمل في أقنعة البث خارج النطاق الواردة في الملحق 5 بهذه التوصية،

والمستخدمة في تحديد عرض مجال البث خارج النطاق، يقابل صغرى القيمتين التاليتين: قيمة عرض النطاق عند 3 dB من المرسِل المستجيب، وقيمة عرض النطاق الكلي المخصص (في الملحق 2 مثالان يوضحان كيفية حساب بداية ونهاية مجال البث خارج النطاق في أنظمة الموجات الحاملة المتعددة التي تمتلك مرسِلاً مستجيباً واحداً أو أكثر لكل ساتل).

وفيما يتعلق بالخدمات الفضائية، ينطبق التعريف الوارد أعلاه لعرض النطاق اللازم عندما ترسَل جميع الموجات الحاملة أو بعضها بالتآون.

4.2 اعتبارات تتعلق بالوحدات dBsd وdBc وdBpp

1.4.2 العلامتان الموجبة والسالبة للوحدات dBsd وdBc وdBpp

نظراً إلى أن الوحدة dBsd معرَّفة نسبةً إلى الكثافة الطيفية المرجعية للقدرة، فإنه يُعبَّر عن القيمة المقدرة بالوحدات dBsd للبث خارج النطاق بعدد سالب (بالنسبة للحالة الشائعة حيث تكون الكثافة الطيفية لقدرة البث خارج النطاق أقل من الكثافة الطيفية المرجعية للقدرة). غير أنه في حالة استخدام المصطلح "dBsd فوق الصفر" أو "توهين (dBsd)" فإن قيمة الإرسال في مجال البث خارج النطاق يعبَّر عنها بعدد موجب.

وبما أن الوحدة dBc معرَّفة نسبةً إلى قدرة مرجعية ما، فإن القيمة المقدرة بالوحدات dBc للبث خارج النطاق يعبَّر عنها بواسطة عدد سالب. غير أنه في حالة استخدام المصطلح "dBc فوق الصفر" أو "توهين (dBc)"، فإن قيمة الإرسال في مجال البث خارج النطاق يعبَّر عنها بعدد موجب.

وبما أن الوحدة dBpp معرَّفة نسبةً إلى قدرة ذروة مرجعية ما، فإن القيمة المقدرة بالوحدات dBpp للبث خارج النطاق يعبَّر عنها بواسطة عدد سالب. غير أنه في حالة استخدام مصطلح مثل "dBpp فوق الصفر" أو "توهين dBpp"، فإن قيمة الإرسال في مجال البث خارج النطاق يعبَّر عنها بعدد موجب.

ويشير الملحق 3 إلى كيفية وسم محورَيْ X وY على الأقنعة بالوحدات dBc وdBsd.

2.4.2 مقارنة بين الوحدتين dBsd وdBc

بما أن الوحدتين dBsd وdBc ليس لهما نفس القيمة المرجعية 0 dB، هناك احتمال أن تترجم نفس القيمة الرقمية المعطاة بالوحدات dB إلى حدود بث بالوحدات dBsd أكثر صرامة من الحدود المقدَّرة بالوحدات dBc. وبذلك يكون لعرض النطاق المرجعي المختار تأثير على قيمة هذا الفارق. وبالتالي يجب تحديد نمط القناع وعرض النطاق المرجعي وقيم القناع معاً.

3.4.2 التطبيق العملي للحدود مقدَّرة بالوحدات dBsd وdBc وdBpp

الوحدة dBsd أكثر عملية في التطبيقات التالية:

- التشكيل الرقمي؛
- أنساق التشكيل التي يتعذر فيها قياس الموجة الحاملة.

والوحدات dBc أكثر عملية في التطبيقات التالية:

- التشكيل التماثلي؛
- الطرائق الخاصة بالتشكيل الرقمي؛
- حدود احتياطية للإرسالات المنفصلة الواقعة في مجال البث خارج النطاق عندما تتحدد الكثافة الطيفية بقيم مقدَّرة بالوحدات dBsd.

أما الوحدات dBpp فأكثر عملية في التطبيقات التالية:

- الطرائق الخاصة بالتشكيل النبضي مثل: الرادار وبعض الطرائق الخاصة للإرسال التماثلي.

3 طرائق تحديد المطابقة مع حدود البث خارج النطاق

ينبغي استعمال الطريقة القائمة على القدرة في القناة المجاورة وفي القناة الثانية المجاورة أو الطريقة القائمة على قناع البث خارج النطاق، (ويرد وصف الطريقتين في الملحق 1)، من أجل تحديد المطابقة مع حدود الإرسال في مجال البث خارج النطاق.

4 حدود البث خارج النطاق للمرسِلات العاملة بين 9 kHz و300 GHz[2]

ينبغي اعتبار الحدود الطيفية المحددة في هذه التوصية حدوداً نوعية. وتقابل هذه الحدود عادة الحدود الأشد تقييداً للبث خارج النطاق، والتي تنص عليها اللوائح التنظيمية الوطنية أو الإقليمية المستعملة بنجاح. وتسمى أحياناً حدود الأمان. وهي مخصصة للاستعمال في النطاقات التي لا حاجة فيها إلى فرض حدود أكثر صرامة من أجل تأمين حماية التطبيقات الخاصة (مثل المناطق التي تتواجد فيها كثافة شديدة لمحطات الاتصال الراديوي).

هذا وإن حدود الإرسال، في مجال البث خارج النطاق التي يتوجب تطبيقها على المرسِلات العاملة بين الترددين 9 kHz و300 GHz، ينبغي أن تطابق القيم المشار إليها في الجدول 2.

ويرد وصف تطبيق التوصيتين ITU-R SM.1541 وITU-R SM.1540 في الملحق 14.

وعلى الإدارات تشجيع وضع حدود للبث خارج النطاق أكثر خصوصية لكل نظام وفي كل نطاق من نطاقات التردد. وينبغي أن تراعي هذه الحدود التطبيق الفعلي والتشكيل ومقدرات ترشيح النظام وكذلك الأنظمة العاملة بنفس التردد أو في النطاقات المجاورة وذلك لتحسين المواءمة مع خدمات الاتصال الراديوي الأخرى.

ويقدم الملحق 4 أمثلة لتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية التي تضم مثل هذه الحدود للبث خارج النطاق الأكثر خصوصية لبعض الأنظمة في بعض نطاقات التردد.

الجدول 2

المنحنيات لحدود طيف الإرسال في مجال البث خارج النطاق

فئة الخدمة طبقاً للمادة 1 من لوائح الراديو أو نمط التجهيزات	قناع البث
خدمات فضائية (محطات أرضية ومحطات فضائية)	انظر الملحق 5
إذاعة تلفزيونية	انظر الملحق 6
إذاعة صوتية	انظر الملحق 7
رادار	انظر الملحق 8
خدمات الهواة	انظر الملحق 9
خدمة متنقلة برية	انظر الملحق 10
خدمة متنقلة بحرية وخدمة متنقلة للطيران	انظر الملحق 11
خدمة ثابتة	انظر الملحق 12

وحتى في حالة التقيُّد بالقيم الحدية للإرسال الواردة في هذه التوصية يبقى احتمال حدوث التداخل قائماً. وبالتالي، فإن المطابقة مع المعايير لا تنفي وجود الحاجة إلى التعاون من أجل حل مشاكل التداخل الضار عن طريق اللجوء إلى حلول تقنية.

[2] تنطبق حدود البث خارج النطاق على البث غير المطلوب (البث خارج النطاق والبث الهامشي) في مجال البث خارج النطاق.

5 اعتماد أقنعة البث خارج النطاق المقدمة في الملاحق من 5 إلى 12 في حالتي أنظمة النطاق الضيق وأنظمة النطاق الواسع

أ) تغيير سلم قياس قناع البث خارج النطاق في الحالة التي يكون فيها عرض النطاق اللازم B_N أقل من B_L (انظر التعريف الوارد في التوصية ITU-R SM.1539)، ولذا يمكن الاستعاضة عن B_N بالنطاق B_L؛

ب) في الحالات التي يكون فيها عرض النطاق اللازم B_N أعلى من B_U، (انظر التعريف الوارد في التوصية ITU-R SM.1539)، فإن القيمة B_N تبقى دون تغيير في تطبيق قناع البث خارج النطاق، ولكن ينبغي أن يكون القناع مبتوراً. وبناءً على ذلك، لا ينطبق قناع البث خارج النطاق إلا على نسبة تتراوح بين 50% من النطاق B_N و(150 + 100 B_U/B_N) % من النطاق B_N.

6 طرائق القياس

استعمال طرائق قياس البث خارج النطاق التي يرد وصفها مفصلاً في الملحق 13.

الملحق 1

طرائق تحديد المطابقة مع حدود البث خارج النطاق

يمكن تطبيق طريقتين مختلفتين لتكمية طاقة البث خارج النطاق. ويضم القسم 1 طريقة تقاس حسبها القدرة في قناة مجاورة. ويتناول القسم 2 طريقة تقدير تستند إلى تحديد الكثافة الطيفية للقدرة في مجال البث خارج النطاق.

1 الطريقة التي تستند إلى القدرة في القناة المجاورة وفي القناة الثانية المجاورة

أصبحت هذه الطريقة القائمة على المفهوم المعرَّف في الفقرة 12.1 من التوصية ITU-R SM.328 – "الأطياف وعرض نطاق الإرسال"، هامة منذ تسويق محللات الطيف المزودة بمقدرة معالجة الإشارات الرقمية والقادرة على إجراء إدخال رقمي في عرض نطاق محدد.

ويمكن الحصول على حد للقدرة المقبولة في مجال البث خارج النطاق انطلاقاً من الحدود التي يفرضها قناع طيف البث خارج النطاق المقبول عن طريق إدخال الصيغة الرياضية للمنحني في نطاق تردد محدد. ويقدم التذييل 1 مثالاً لقناع إرسال خاص ويستعمل في الخدمة المتنقلة البرية، وهي الجهة المستعمِلة الرئيسية لهذه الطريقة. وتُظهِرُ مقارنة النتائج الحاصلة مع القيم الفعلية المعتَمدة في معايير الخدمة المتنقلة، أن صناعة الاتصالات الراديوية المتنقلة كان عليها أن تضع معايير أكثر صرامة بكثير من تلك التي تم الحصول عليها من قناع البث خارج النطاق، بهدف الوصول إلى فعالية استعمال الطيف.

وإحدى أهم فوائد هذه الطريقة، في سياق منهج يعتمد عرض نطاق محدد، هي أن نفس المنهج معرَّف في التوصية ITU-R SM.329 فيما يتعلق بحدود قدرة الإرسال في مجال البث الهامشي، وهي إرسالات بعيدة نسبياً في طيف التردد نسبة إلى نطاق الترددات المخصص للمرسِل (أي قناة المرسِل).

والفائدة الأخرى هي أن هذه الطريقة تسهل إدارة التردد إذا ما اختير عرض نطاق تردد مشبه بعرض نطاق المستقبلات المستخدمة في نطاقات التردد المخصصة والمجاورة لنطاق المرسِل، لأن ذلك يؤدي إلى استعمال أكثر فعالية لطيف الترددات الكهرمغنطيسي. وهذه ميزة هامة للغاية في البيئات الجديدة لإعادة تحديد تقسيم القنوات التي تُرجم فيها قرب القنوات من بعضها البعض في نطاق موزَّع إلى تنسيق تخصيصات التردد القائم على اعتبارات خاصة بالقناة المجاورة إضافة إلى الاعتبارات الخاصة بالقناة المشتركة. وعلاوةً

على ذلك، فإن هذه الطريقة عمليةٌ لتقدير التداخل الممكن بين طريقتي تشكيل مختلفتين تُستعملان في القنوات المجاورة أو في النطاقات المجاورة. ولقد تبيَّن أن هذا التقدير مفيدٌ لتخطيط توزيع الطيف في بلدان متفرقة بغية تحديد تعليمات متوائمة تتعلق بالتكنولوجيات والوصلات في النطاقات المجاورة.

1.1 المعلمات الواجب قياسها

المعلمات الواجب قياسها هي: عرض النطاق المشغول للإرسال، والقدرة المتوسطة في عدة نطاقات محددة. وتُستخدم نفس شروط التشكيل لجميع نطاقات القياس.

ويمكن تحديد القيمة القصوى بمقدار 99% من القدرة في عرض نطاق مشغول مسموح لقناع إرسال خاص عن طريق حساب فرق التردد بين سويات التوهين البالغ 23 dB لكل قناع إرسال.

2.1 وحدات القياس

وحدات قياس القدرة هي نفس الوحدات المستعملة في قياس الإرسالات في مجال البث الهامشي، كما هو مبين في الملحق 1 بالتوصية ITU-R SM.329 (والقدرة المتوسطة محددة لمعظم القياسات). ويتوجب استعمال عوامل تحويل مناسبة، (ترد دراستها مع تفاصيل أكثر في الفقرتين 1.1.1 و2.1.1 من الملحق 13)، من أجل تصحيح الفروق بين:

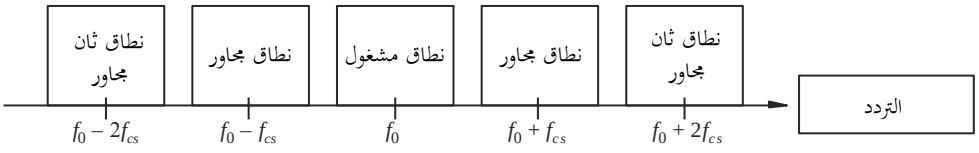
- طريقة الكشف المستخدمة في محلل الإشارات المستعمل في إجراء القياس، وطريقة الكشف الخاصة بالقيم الحدية؛
- وأيضا بين عرض نطاق استبانة المرشاح الموجود في محلل الإشارات المستعمل في القياس، وعرض النطاق المصاحب لطريقة الكشف الخاصة بالقيم الحدية.

3.1 نطاقات القياس

يصف الشكل 3 بيانياً النطاقات المتتالية.

الشكل 3

نطاقات قياس القدرة



f_{cs}: تباعد بين الترددات المخصصة

SM.1541-03

1.3.1 النطاق المجاور

فيما يلي خصائص النطاق التي ينجم عنها عدة وسائل لتقدير سوية قدرة التداخل الذي قد يتعرض له المستقبِل في القناة المجاورة. وتسمى القدرة في هذا النطاق القدرة في النطاق المجاور (ABP).

1.1.3.1 موقع النطاق المجاور

يتمركز هذا النطاق على نطاق التردد المخصص المجاور في النطاق الموزع الذي يعمل فيه المرسِل.

ويقع هذا النطاق، في الحالة الأكثر سوءاً، على مسافة من تردد المرسِل تساوي انحراف التردد المسموح به للمرسِل إضافة إلى أي فرق محتمل لتردد دوبلر.

2.1.3.1 عرض النطاق للنطاق المجاور

يساوي هذا العرض عرض نطاق ضوضاء مكافئة للمستقبل في القناة المجاورة. وإذا لم تُعرَف هذه الأخيرة تكون القيمة بالتغيُّب مساوية لعرض النطاق الذي يشغله المرسِل.

2.3.1 نطاق ثان مجاور

يتمركز هذا النطاق بالنسبة إلى النطاق المجاور بطريقة مماثلة لتمركز النطاق المجاور نسبةً إلى نطاق التردد المخصص. وعرضه نفس عرض النطاق المجاور.

وفي بعض الخدمات، (مثل الإذاعة بتشكيل التردد FM)، تخصَّص القنوات بتناوب مجموعتين مشذَّرتين لمستويات نطاقات الترددات المخصَّصة، مما يتيح تقدير سوية قدرة التداخل، الذي يُتوقع أن يتعرض له مستقبل في القناة المجاورة المرخصة. وتسمى القدرة في هذا النطاق قدرة النطاق الثاني المجاور.

وفي الحالة الأكثر سوءاً يقع مركز هذا النطاق على مسافة من تردد المرسِل تساوي انحراف التردد المسموح به للمرسِل، مضافاً إليه تردد المستقبِل النمطي المستعمَل في القناة المجاورة وفرق التردد الدوبلري المحتمل.

4.1 نسبة القدرة في النطاق المجاور (ABPR)

تُحسب القدرة ABPR على النحو التالي:

- بالقدرة: $P/P_{ad} = ABPR$
- بالديسيبل: $P_{ad} - P = ABPR$ (dB).

حيث:

P: القدرة المتوسطة للمرسِل

P_{ad}: القدرة المتوسطة في نطاق التردد المجاور.

ويمثل هذا الحساب عملية روتينية أوتوماتية في العديد من محللات الطيف الحديثة المزودة بمقدرات معالجة الإشارات الرقمية.

ويمكن توسيع مفهوم قياس القدرة في عرض نطاق قناة مجاورة ليشمل نطاقات مجاورة لنطاق موزع واقعة N مرة أبعد من النطاق المجاور نسبة إلى نطاق التردد المخصص، مع العلم بأن N عدد صحيح مضاعف لنطاق التردد المخصص. ويُستحسن استعمال $ABPR_N$ للإشارة إلى قدرة البث خارج النطاق في القناة عدد N المجاورة.

2 طريقة قناع البث خارج النطاق

تستند هذه الطريقة إلى المفهوم المعرف في الفقرة 10.1 من التوصية ITU-R SM.328.

1.2 المعلمات الواجب قياسها

من أجل قياس طيف المرسِل الواجب تمييزه بالوحدات dBsd أو dBc أو dBpp، ينبغي استعمال عرض نطاق قياس مطابق للبند 7.1 من *توصي*.

2.2 مدى القياس

ينبغي إجراء القياسات في مجال البث خارج النطاق المحصور بين حدود نطاق التردد المخصص والحدود بين مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي.

3.2 قناع البث خارج النطاق

لا يحد القناع من البث في عرض النطاق اللازم، إذ إنه لا ينطبق إلا في مجال البث خارج النطاق للطيف، وفقاً للملاحظة 1 في الفقرة 10.1 من التوصية ITU-R SM.328.

الملاحظة 1 – من الممكن، في مجال البث خارج النطاق، أن توجد خطوط طيفية في سويات أعلى من قناع البث خارج النطاق. وقد يكون القناع الذي يسمح بوجود مثل هذه الخطوط غير صارم بشكل كافٍ. وبناءً على ذلك قد ينبغي التفكير بطريقة تسمح في بعض الإرسالات، لعدد محدود من الخطوط الطيفية من هذا النمط عند بعض السويات الأعلى من القناع؛ وعند اللزوم فإن هذه الحدود الخاصة معرَّفة في الملحقات المطبقة المتعلقة بخدمات الاتصال الراديوي الخاصة.

التذييل 1
للملحق 1

مثال لحساب نسبة القدرة المسموح بها للبث خارج النطاق والقيم الحدية للقدرة انطلاقاً من قناع مسموح به للبث خارج النطاق

1 مقدمة

إن إدراج قناع للبث، خارج النطاق في مدى تردد معين، يسمح بحساب القدرة القصوى التي يقبلها هذا القناع في هذا المدى فيما يتعلق بالإرسال في مجال البث خارج النطاق، ويفيد في إقامة علاقة بين الطريقتين المستخدَمتين للحد من الإرسال في مجال البث خارج النطاق. وتُحسب هذه العلاقة بطريقة متقطعة أو طريقة متصلة. وتحاكي الطريقة المتقطعة طريقة عمل محلل الطيف أو محلل إشارة التوجه المزودة بمقدرة قياس قدرة رقمية، بينما تستند الطريقة المتصلة إلى مقاربة رياضية فقط. وهذه المقدرة متوفرة الآن، بفضل التقدم الذي أنجزته التكنولوجيا الرقمية، في الكثير من مجموعات محللات الطيف الموجودة في الأسواق. والطريقتان صالحتان وتؤديان إلى نفس النتيجة تقريباً، كما هو مبين في الأمثلة التالية.

ستُستعمل في الأمثلة صيغة قناع البث الرقمي المشار إليها في الجدول 3، وهي مستعملة في عدة بلدان وتسمى أحياناً بقناع البث G. وتُحسب هنا القدرة الكلية في نطاق مجاور عرضه kHz 25. ويتيح تكييف بسيط للقيم الحدية لمدى الإدخال إجراء الحساب لعروض نطاق أخرى.

الجدول 3

معاملات التوهين في قناع البث G

(مستخدمة في بعض البلدان للمرسِلات غير الصوتية التي تستعمل، مع تباعد بين القنوات، قدره kHz 25 (على أساس RBW = Hz 300))

مدى التردد	حدود التوهين (dB)
kHz 10 > | *fd* | > kHz 5	83 log (*fd*/5)
ABW × 2,5 > | *fd* | > kHz 10	والقيمة المختارة هي الصغرى من هذه القيم الثلاث dB 116 log (*fd*/6,1)، أو dB 10 log (*P*) + 50، أو dB 70

ABW: عرض النطاق المسموح (عرض النطاق المشغول أو عرض النطاق اللازم، أيهما أكبر).

fd: تخالف التردد نسبةً إلى تردد الموجة الحاملة (kHz).

RBW: عرض نطاق مرجعي تكون فيه قدرة الإرسال في مجال البث خارج النطاق محددة.

وتظهر تقطعات (أي نقاط انقطاع) بقيمة P = 1 W في صيغة قناع المرسل، كما هو مبين في الجدول 4 والشكل 4؛ مما يتطلب تكاملاً في عدة مديات.

الجدول 4

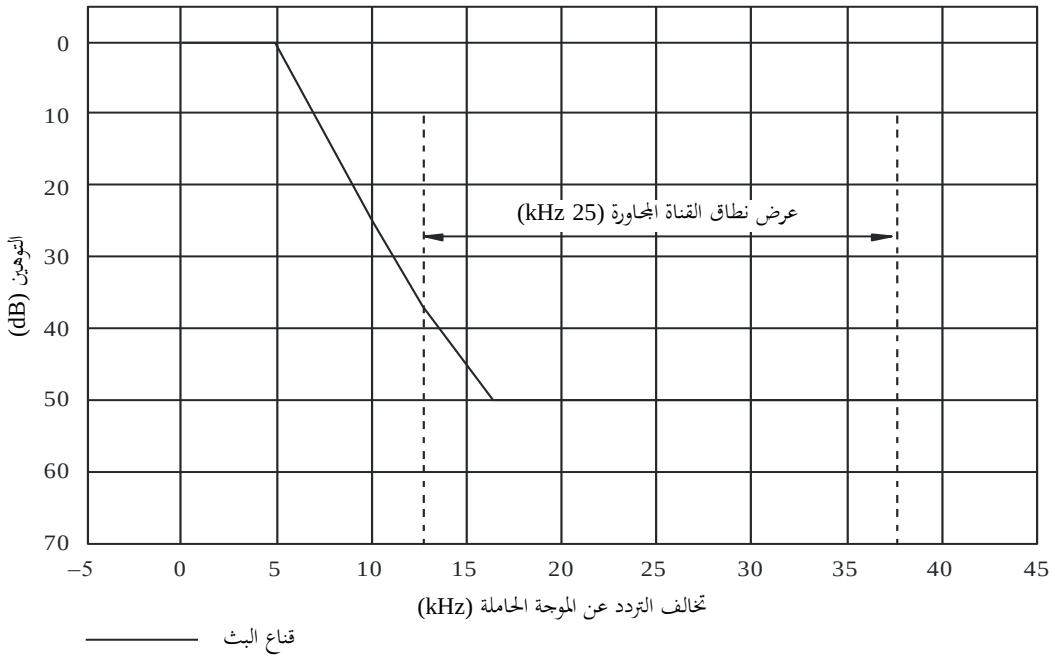
نقاط انقطاع في قناع البث خارج النطاق G
(على أساس الوحدة RBW = 300 Hz)

تخالف التردد بالنسبة إلى الموجة الحاملة (kHz)	التوهين (dB)
12,5	36,14
16,46	50

القناع G ممثَّل بيانياً في الشكل 4.

الشكل 4

قناع البث G (على أساس الوحدة RBW = 300 Hz)



SM.1541-04

2 الطريقة المتقطعة

يبين المثال المعطى مرسِلاً استطاعته 1 W وترميزاً يُستعمل في برنامج حاسوبي يتيح حساب النتائج فيما بعد. ويمثل هذا القناع انتقالاً إلى وسط نطاق التردد المجاور، وينبغي تحديد تخالفَيْ تردد نقطة انقطاع نسبةً إلى مركز الإرسال. وتتوقف نقطة الانقطاع الأولى على سوية قدرة المرسِل وتقابل توهيناً قدره 50 + (P) log 10 dB، حيث P هي قدرة المرسِل (W). وتقابل الثانية توهيناً قدره 70 dB. وفيما يتعلق بجهة النطاق المجاور الأقرب من البث، تكون المعادلة (1) هي صيغة التوهين المستقلة عن سوية القدرة المصاحبة لقناع توهين الكثافة الطيفية المعطى في المثال. بينما تشكل المعادلة (11) الصيغة المرتبطة بسوية القدرة في مدى التردد لمنطقة الطرف البعيد لتردد الانقطاع المقابل. ويتوجب إضافة القدرة في المنطقتين لتحديد القدرة الكلية في النطاق المجاور.

وفي المعادلات التالية يعني الترميز ":=" "معرَّف بأنه" والعبارات الموجودة بين معقوفتين "[ ]"، والتي تظهر في المعادلات الرياضية، لا تشكل نصاً مؤقتاً بل معتمداً.

وتُعطى صيغة التوهين في منطقة الطرف القريب في هذا التذييل بالمعادلة:

$$AN(fd) := 116 \log(fd/6{,}1) \quad \text{dB} \tag{1}$$

حيث fd هو تخالف التردد (kHz) نسبةً إلى مركز الإرسال.

ينبغي، من أجل تحديد القدرة في النطاق المجاور، تحويل هذا التمثيل اللوغاريتمي للحد المسموح به للكثافة الطيفية لقدرة الإرسال إلى تمثيل خطي، وبهذا يمكن إدخال التوهين أو جَمعه في مدى تردد للنطاق المجاور على أساس المعادلة:

$$an(fd) := 10^{-AN(fd)/10} \tag{2}$$

وينبغي، من أجل تحديد القدرة الحدية المصاحبة للقناع، جمع التوهين بالفواصل المتساوية وعرض نطاق الاستبانة المحدد لقياسات قناع البث (أي، تكامل رقمي) على نطاق التردد الذي تم تقديره. ويساوي عرض النطاق المرجعي (RBW) في هذا القناع:

$$RBW := 0{,}3 \quad \text{kHz} \tag{3}$$

ويخصص عرض نطاق قدره 25 kHz للنطاق المجاور. ويتمركز النطاق المجاور في تردد متخالف قدره 25 kHz، بحيث يبدأ النطاق المخصص المجاور بتردد متخالف قدره 25 – 25/2 = 12,5 kHz وينتهي بتردد 37,5 kHz. غير أن ضبطاً مساوياً لنصف عرض نطاق استبانة المرشاح ضروري لمنع تسرب الطاقة خارج النطاق المجاور. وبالتالي ينبغي البدء بجمع القدرة عند 12,5 + 0,3/2 = 12,65 kHz. وينجم تردد الانقطاع المرتبط بسوية القدرة fb عن إعادة ترتيب المعادلة (1) وتعطى بالعلاقة:

$$fb := 6{,}1 \times 10^{[(50+10\log(P)/116)]} \tag{4}$$

وفيما يتعلق بمرسِل قدرته P = 1 W تقع نقطة الانقطاع البالغة 50 dB عند 16,46 kHz. وتقع نقطة الانقطاع البالغة 70 dB، والتي تنطبق أيضاً على جميع مرسِلات القدرة 100 W أو أكثر عند 24,48 kHz.

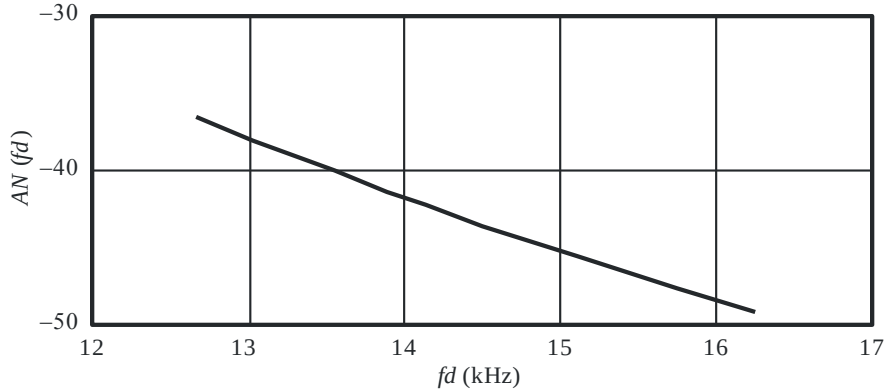
ويمكن عندئذ تحديد توهين القدرة في منطقة الطرف القريب من النطاق المجاور بجمع النطاقات 12,65 kHz إلى 16,46 kHz في مدى تخالف التردد، ويمكن تمثيل العلاقة بعد الضبط على النحو التالي:

$$fd := 12{,}65,\ 12{,}95, \ldots, 16{,}31 \quad \text{kHz} \tag{5}$$

وفي منطقة الطرف القريب للنطاق المجاور يتمثل قناع البث لوغاريتمياً كما في الشكل 5:

الشكل 5

توهين قناع البث في منطقة الطرف القريب من النطاق المجاور (dBc)

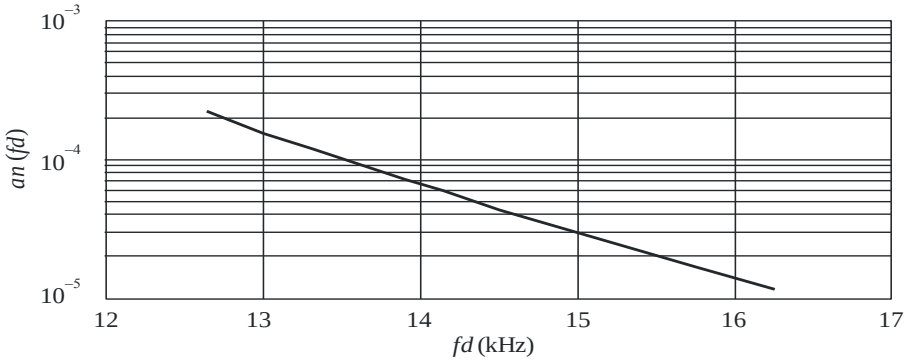


SM.1541-05

ثم يُعطى التمثيل الخطي لهذا القناع في الشكل 6.

الشكل 6

توزيع قدرة الإرسال في منطقة الطرف القريب من النطاق المجاور



SM1541-06

وتكون القدرة الكلية في النطاق المجاور نسبةً إلى القدرة الكلية للإرسال هي النسبة التي تتحدد بجمع القدرة في عرض النطاق المجاور المبين في الشكل 6، بتطبيق المعادلة التالية:

$$abprn := \sum_{fd} an(fd) \tag{6}$$

مما يساوي:

$$abprn = 8{,}99 \times 10^{-4} \tag{7}$$

ويمكن تحويل هذا الناتج إلى توهين مصاحب لحد القدرة في النطاق المجاور (dB) بواسطة العلاقة:

$$ABPRN := 10 \log (abprn) \tag{8}$$

مما يعطي:

$$ABPRN = -30{,}46 \quad \text{dB} \tag{9}$$

وفي الطرف البعيد من نطاق التردد المجاور يُعطى قناع توهين الكثافة الطيفية للقدرة المقدم كمثال بالنسبة لمرسِل قدرته 1 W، عن طريق المعادلة التالية:

$$AF(fd) := 50 + 10 \log (1) \quad \text{dB} \tag{10}$$

حيث fd هو تخالف التردد kHz نسبةً إلى مركز الإرسال.

ومن أجل تحديد القدرة في النطاق المجاور ينبغي تحويل هذا التمثيل اللوغاريتمي للكثافة الطيفية لقدرة الإرسال إلى تمثيل خطي، وبهذا يمكن إدراج أو جمع القدرة في مدى تردد النطاق المجاور استناداً إلى المعادلة:

$$af(fd) := 10^{\frac{-AF(fd)}{10}} \tag{11}$$

ومن أجل تحديد القدرة التي يحددها القناع يجب جمع قدرة الفواصل المنتظمة المتساوية مع عرض نطاق الاستبانة المخصص لقياسات قناع البث (أي، تكامل رقمي) في نطاق التردد المعني. وبالنسبة إلى هذا القناع يكون عرض النطاق المرجعي:

$$RBW := 0{,}3 \quad \text{kHz} \tag{12}$$

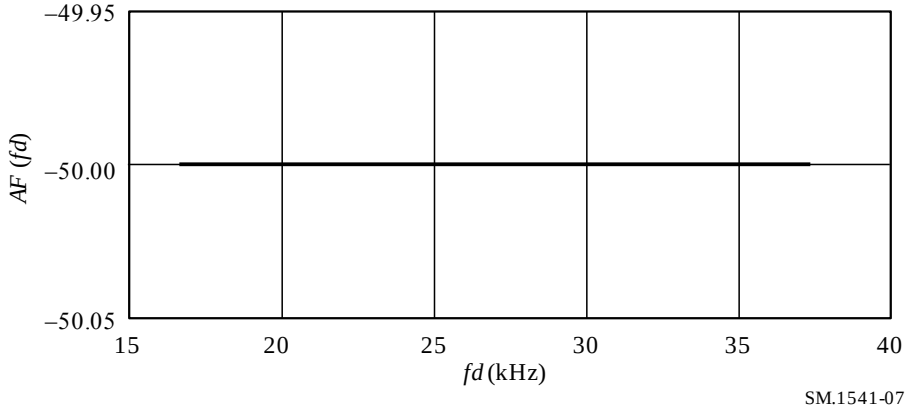
ويمكن عندئذ حساب حد القدرة في النطاق المجاور، نسبةً إلى القدرة الكلية للإرسال، بجمع التوهين على المدى 16,46 kHz إلى 37,5 kHz مما يتمثل في هذا التذييل وبعد الضبط على النحو التالي:

$$fd := 16{,}61,\ 16{,}91, \ldots, 37{,}35 \quad \text{kHz} \tag{13}$$

وفي منطقة الطرف البعيد من النطاق المجاور يتمثل قناع البث لوغاريتمياً كما في الشكل 7:

الشكل 7

توهين قناع البث في منطقة الطرف البعيد من النطاق المجاور (dBc)



القدرة الكلية في النطاق المجاور نسبة إلى القدرة الكلية للإرسال هي نسبة تتحدد بجمع القدرة في عرض النطاق المجاور باستخدام المعادلة التالية:

$$abprf := \sum_{fd} af(fd) \tag{14}$$

مما يساوي:

$$abprf = 7 \times 10^{-4} \tag{15}$$

مما يعطي:

$$ABPRF = -31{,}55 \quad \text{dB} \tag{16}$$

والقدرة الكلية هي مجموع القدرتين اللتين تعطيهما المعادلتان (6) و(14):

$$abpr = abprn + abprf \tag{17}$$

مما يعطي:

$$abpr = 15{,}99 \times 10^{-4} \tag{18}$$

ويكون لدينا عندئذٍ:

$$ABPR := -10 \log (abpr) \quad \text{dB} \tag{19}$$

مما يعطي:

$$ABPR = 27{,}96 \quad \text{dB} \tag{20}$$

وأخيراً يقيم التوهين العلاقة التالية: $ABPR_1$ = +30 dBm − 27,96 dB، أي 2,04 dBm.

3 الطريقة المتواصلة

تمثل منحنيات قناع البث، عموماً، عدة مقاطع من الخطوط المستقيمة، ويمكن تمثيل الكثافة الطيفية للقدرة بمعادلة خطية لكل مقطع.

$$S_{\text{dB}}(f) = af + b \tag{21}$$

ولحساب سويات قدرة البث غير المطلوب المدرج في النطاق المجاور، يجب إقامة علاقة بين الطيف المقيس بعرض النطاق البالغ 300 Hz المشار إليه بالحرف G وبين الكثافة الطيفية الحقيقية للقدرة المشار إليها بحرف S. وفي الفرضية التي تكون فيها سويات القدرة G ممثلة أيضاً بمعادلة خطية $G = a'f + b'$، تكمن الصعوبة في إقامة علاقة بين المعاملين a' وb' لسلوك الدالة G وبين المعاملين a وb للدالة S. ويمكن تمثيل العلاقة بين $G(f_C)$ و$S(f_C)$ على النحو التالي:

$$G(f_C) = \int_{f_C - B/2}^{f_C + B/2} S(f)\,\mathrm{d}f$$

$$= \int_{f_C - B/2}^{f_C + B/2} 10^{[s_{\text{dB}}(f)/10]}\mathrm{d}f = \int_{f_C - B/2}^{f_C + B/2} 10^{[(af+b)/10]}\mathrm{d}f = \int_{f_C - B/2}^{f_C + B/2} \mathrm{e}^{\ln 10[(af+b)/10]}\mathrm{d}f$$

$$= \int_{f_C - B/2}^{f_C + B/2} \exp\left(k(af+b)\right)\mathrm{d}f = \frac{1}{ka}\,\mathrm{e}_{kb}\,[e_{kaf}]_{f_C - B/2}^{f_C + B/2}$$

$$= \exp\left(k(af_C + b)\right)\frac{\sinh(\alpha B)}{\alpha} \tag{22}$$

حيث $k = \ln(10)/10$ و$\alpha = ka/2$ وf_C هو التردد المركزي لعرض نطاق الاستبانة B. كما أن الكثافة الطيفية للقدرة المقيسة في عرض نطاق الاستبانة تتحول إلى وحدات ديسيبل بالمعادلة (23) وتعطي العلاقةَ بين المعاملات المعادلتان (24) و(25).

$$G_{\text{dB}}(f_C) = 10\,\log\left(G(f_C)\right) = \frac{1}{k}\ln\left(G(f_C)\right) = a'f_C + b' \tag{23}$$

$$a = a' \tag{24}$$

$$b = b' - \frac{1}{k}\ln\left(\frac{\sinh(\alpha B)}{\alpha}\right) \tag{25}$$

وإذا اقتربت a' من الصفر تصبح معادلة b كالتالي:

$$b = b' - \frac{1}{k}\ln(B) \tag{26}$$

من أجل حساب القدرة المسموح بها في مجال البث خارج النطاق، حسب الإجراء الوارد أعلاه، يجب أولاً تحديد $S_{dB}(f) = af + b$ ثم إدخاله في عرض نطاق القناة المجاورة.

$$\text{القدرة المسموح بها في مجال البث خارج النطاق} = \int_W 10^{[S_{dB}(f)/10]} df$$

حيث W هو عرض نطاق القناة المجاورة.

إن قناع البث، في حالة قدرة مرسِل P تساوي 1 W في نظام نطاق 25 kHz وعلى أساس عرض نطاق استبانة قدره 300 Hz، يقابل قناع البث المبين في الشكل 5. كما أن السويات المرجعية المصاحبة لنقاط انقطاع قناع البث مقدمة في الجدول 4؛ لذا يمكن تقسيم الفاصل الحسابي إلى فاصلين فرعيين في عرض نطاق القناة المجاورة وفقاً لشكل المنحني للإرسال، أي (12,5 kHz-16,46 kHz) و(16,46 kHz-37,5 kHz). كما يمكن الحصول من الجدول 3 على معادلة خطية (27) تستند إلى نقاط الانقطاع المبينة في الجدول 4 (12,5 kHz، –36,14 dB) و(16,46 kHz، –50 dB). وتبقى السوية في مدى التردد فوق 16,46 kHz، ثابتةً –50 dB، كما هو مبين في المعادلة (28).

$$\text{For } 12{,}5 \text{ kHz} \le f \le 16{,}46 \text{ kHz} \qquad G_{dB}(f) = 7{,}61 - 3{,}5\, f \tag{27}$$

$$\text{For } 12{,}46 \text{ kHz} \le f \le 37{,}5 \text{ kHz} \qquad G_{dB}(f) = -50 \tag{28}$$

يمكن تحويل المعادلتين (27) و(28) باستعمال المعادلات (24) و(25) و(26) كالتالي.

$$\text{For } 12{,}5 \text{ kHz} \le f \le 16{,}46 \text{ kHz} \qquad S_{dB}(f) = 12{,}84 - 3{,}5\, f \tag{29}$$

$$\text{For } 12{,}46 \text{ kHz} \le f \le 37{,}5 \text{ kHz} \qquad S_{dB}(f) = -44{,}77 \tag{30}$$

مستويات القدرة الكلية في عرض القناة المجاورة هي مجموع نتيجتي التكامل في الفاصلين الفرعيين على التوالي.

ويكون التوهين المسموح به للبث خارج النطاق كالتالي:

$$= \int_{12{,}5}^{16{,}46} 10^{[(12{,}84 - 3{,}5f)/10]}\, df + \int_{16{,}46}^{37{,}5} 10^{[-44{,}77/10]}\, df$$

$$= 0{,}00095 + 0{,}0007 = 0{,}00165 \tag{31}$$

ومتطلب التوهين هذا يقابل بالديسيبل القيمة:

$$10 \log (0{,}00165) = -27{,}8 \text{ dB} \tag{32}$$

وأخيراً يقيم التوهين العلاقة التالية: $P_1 = 30 \text{ dBm} - 27{,}8 \text{ dB}$ أي 2,2 dBm، وهي نتيجة قريبة جداً من تلك التي نتجت عن الطريقة المتقطعة.

الملحق 2

حساب بداية ونهاية مجال البث خارج النطاق في حالة الأنظمة بموجات حاملة متعددة تشمل مرسِلاً مستجيباً واحداً أو أكثر لكل ساتل

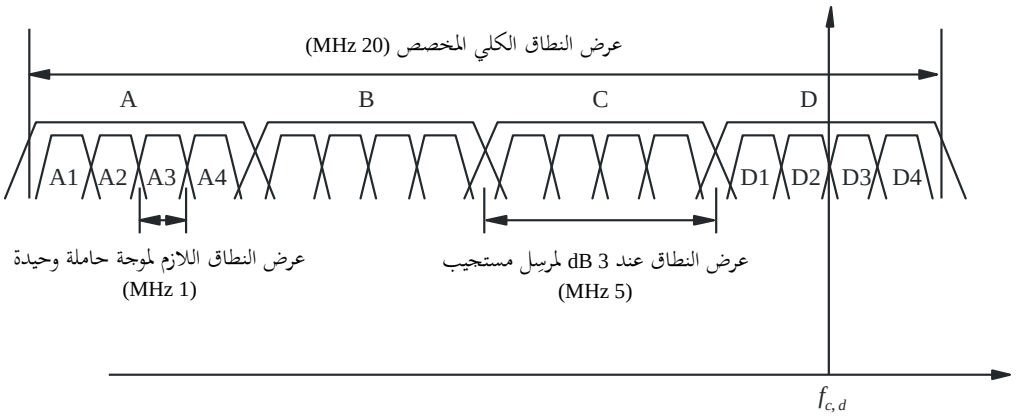
يضم هذا الملحق مثالين يبيِّنان كيفية حساب بداية ونهاية مجال البث خارج النطاق في حالة الأنظمة بموجات حاملة متعددة تحتوي على مرسِل مستجيب واحد أو أكثر لكل ساتل.

1 المثال 1: عدة مرسِلات مستجيبات لكل ساتل يعمل في نفس منطقة الخدمة

يقابل مثال الشكل 8 ساتلاً يضم عدة مرسِلات مستجيبات. وفي هذا المثال، يبلغ عرض النطاق الذي يمتلك فيه الساتل رخصة أو سماحاً بالإرسال MHz 20. وعرض النطاق عند dB 3 لمرسِل مستجيب هو MHz 5. وعرض النطاق اللازم للإرسال بموجة حاملة وحيدة هو MHz 1.

الشكل 8

إرسال بموجات حاملة متعددة بعرض نطاق عند dB 3 من المرسِل المستجيب أقل من عرض النطاق الكلي المخصص



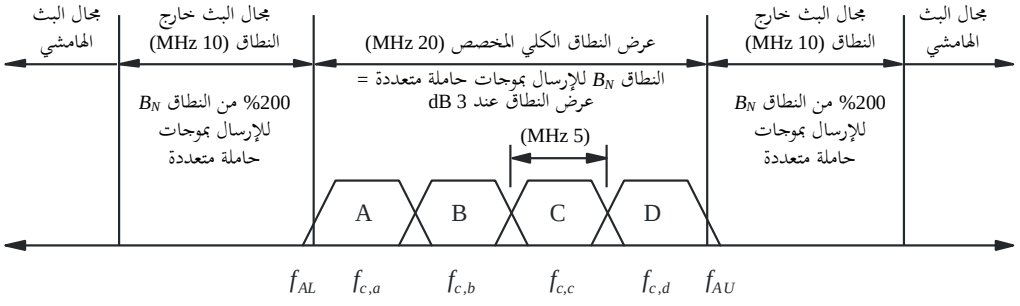
SM.1541-08

في هذه التوصية يساوي عرض النطاق اللازم B_N، للإرسال بموجات حاملة متعددة، أصغر عرض نطاق عند –3 dB لمرسِل مستجيب أو عرض النطاق الكلي المخصص. وبالتالي ففي المثال الوارد أعلاه يبلغ عرض النطاق اللازم MHz 5. ويبدأ مجال البث خارج النطاق عند حواف عرض النطاق الكلي المخصص الذي يشكل جزءاً من النطاق المرخص للنظام.

ويُعتبر أن مجال البث خارج النطاق يقابل الترددات المتباعدة من التردد المركزي بنسبة أكثر من 50% من عرض النطاق اللازم وأقل من 250% من عرض النطاق اللازم (عرض نطاق المرسِلَيْن المستجيبَيْن A وD). وبالتالي يقابل عرض مجال البث خارج النطاق 200% من عرض النطاق اللازم. وهكذا يكون عرض مجال البث خارج النطاق في المثال المبين في الشكل 9 فوق f_{AU} وتحت f_{AL} هو MHz 10. ويقدم الشكل 9 مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي.

الشكل 9

مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي في حالة النظام بموجات حاملة متعددة المبين في الشكل 8



SM.1541-09

2 المثال 2: مرسِل مستجيب واحد للساتل

عندما تمر جميع الموجات الحاملة من A1 إلى D4 المبينة في الشكل 8 في مرسِل مستجيب واحد، فإن مجال البث خارج النطاق يبدأ عند حواف عرض النطاق الكلي المخصص. وينبغي أن يقابل عرض هذا المجال 200% من عرض النطاق اللازم، حيث يُضبط عرض النطاق اللازم على الحد الأدنى لعرض النطاق الكلي المخصص أو عرض النطاق عند 3 dB للمرسِل المستجيب.

الملحق 3

بيان وسم الأقنعة بالوحدتين dBc وdBsd

يبين هذا الملحق كيفية وسم محاور الأقنعة الطيفية بالوحدتين dBc وdBsd.

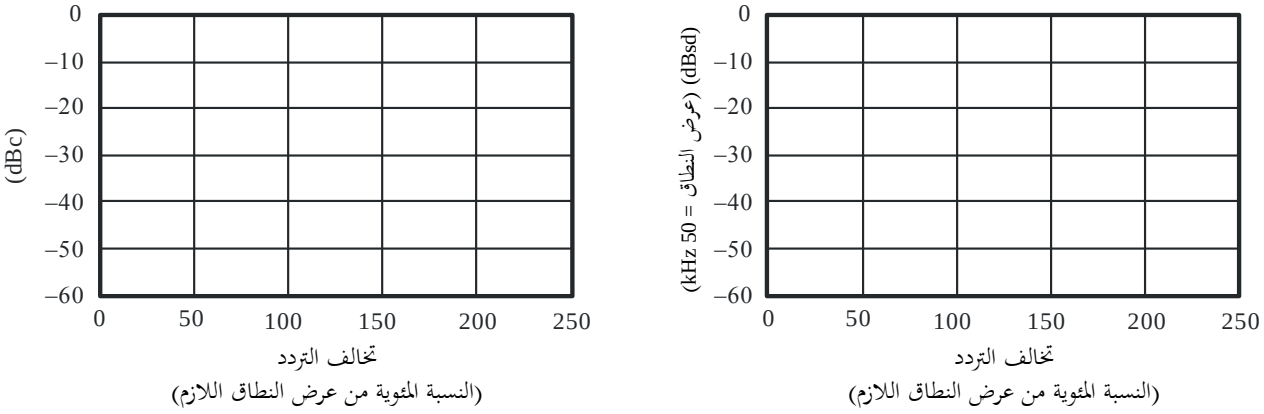
1 وسم محور العينات (Y) لأقنعة البث خارج النطاق

يبين الشكل 10 الوسم المفضل للمحور Y على الأقنعة الطيفية بالوحدتين dBc وdBsd والذي تُستخدم فيه القيم السالبة للسوية النسبية. ويبين الشكل 11 وسماً آخر ممكناً تُستعمل فيه القيم الموجبة للتوهين. وتجدر الإشارة إلى أن الأقنعة المصاحبة للحدود التناظرية تُرسم بنفس الطريقة في الشكلين 10 و11؛ ووسم محور العينات (Y) هو وحده المختلف. وفيما يخص الخطوط البيانية dBsd ينبغي إدراج النطاق المرجعي في الوسم، مثال: dBsd (عرض النطاق = 50 kHz).

ويأتي الاصطلاح الذي ينطوي على وضع صفر في أعلى محور العينات مطابقاً للممارسة العادية المعتمدة في الصناعة، فيما يتعلق بمواصفات الأقنعة الحدية وعرض الأطياف، في محللات الطيف أو في أجهزة الاختبار الأخرى.

الشكل 10

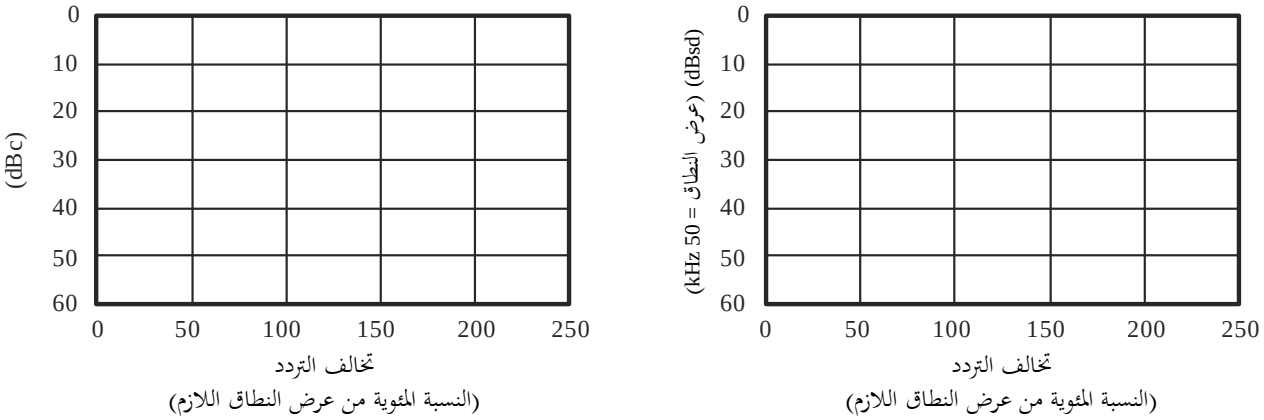
أمثلة للوسم المفضل لمحور العينات للأقنعة التناظرية للبث خارج النطاق باستخدام السويات النسبية



SM.1541-10

الشكل 11

أمثلة لوسم ممكن آخر لمحور العينات للأقنعة التناظرية للبث خارج النطاق باستخدام قيم التوهين



SM.1541-11

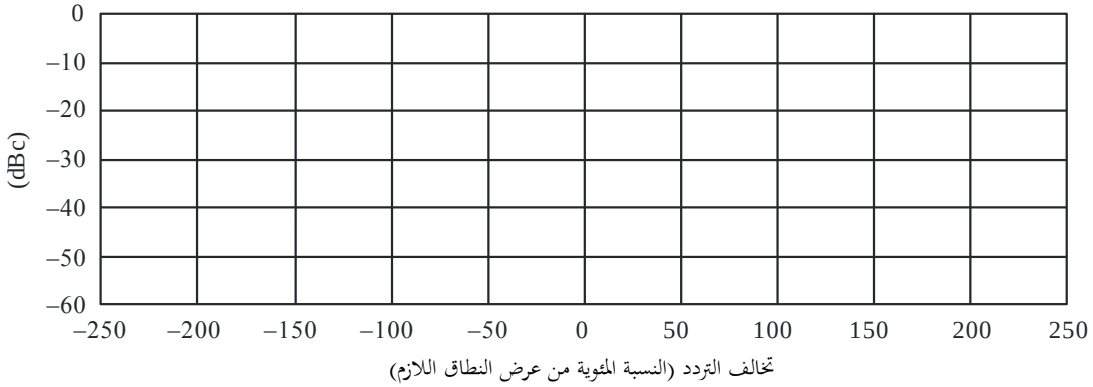
2 وسم محور السينات (X) لأقنعة البث خارج النطاق

يُعطى تخالف التردد، عادةً، على شكل نسبة مئوية من عرض النطاق اللازم، ولكن قد يكون من الأسهل أحياناً إعطاؤه على شكل نسبة مئوية من عرض نطاق القناة. كما قد يُعطى أيضاً مقدّراً بالوحدات kHz أو MHz.

حدود القناع، عموماً، تناظرية حول التردد المركزي، ولا تتمثل، عادةً، إلا القيم الموجبة لتخالف التردد؛ وتفسَّر هذه القيم بأنها قيم مطلقة تمثل تخالفات التردد الموجبة وتخالفات التردد السالبة في نفس الوقت. وفي هذه الحالة لا تمثل إلا القيم الموجبة لتخالف التردد. إلا أنه في الحالة التي تكون فيها الحدود لا تناظرية حول التردد المركزي، ينبغي إدراج تخالفات التردد السالبة والموجبة معاً في محور السينات. ويقدم الشكل 12 مثالاً بيانياً يمكن استعماله فيما يتعلق بالحدود اللاتناظرية والحدود التناظرية على حد سواء.

الشكل 12

مثال وسم خط بياني لأقنعة تناظرية أو لا تناظرية في البث خارج النطاق



SM.1541-12

الملحق 4

قائمة بنصوص قطاع الاتصالات الراديوية الخاصة بالإرسال في مجال البث خارج النطاق لبعض الخدمات

التوصية ITU-R F.1191 – عروض النطاق اللازمة والمشغولة والإرسال غير المطلوب في أنظمة الخدمة الثابتة الرقمية

التوصية ITU-R M.478 – الخصائص التقنية للتجهيزات والمبادئ التي يتوجب اتّباعها لتوزيع القنوات بين 25 و000 3 MHz للخدمة المتنقلة البرية بتشكيل التردد (FM)

التوصية ITU-R M.1580 – الخصائص المميزة للإرسال غير المطلوب في محطات القاعدة المستخدمة لسطوح بينية راديوية للأرض خاصة بالاتصالات IMT-2000

التوصية ITU-R M.1581 – الخصائص المميزة للإرسال غير المطلوب في المحطات المتنقلة المستخدمة لسطوح بينية راديوية للأرض خاصة بالاتصالات IMT-2000

التقرير ITU-R M.2014 – الأنظمة البرية المتنقلة الرقمية لأغراض حركة التوزيع

التوصية ITU-R BS.1114 – أنظمة الإذاعة الصوتية الرقمية للأرض الموجهة إلى مستقبلات ثابتة ومحمولة ومركبة على متن مركبات، في مدى الترددات 30-000 3 MHz

التوصية ITU-R BT.1206 – أقنعة حد الطيف للإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض

التوصية ITU-R M.1480 – الخصائص التقنية الأساسية للمحطات الأرضية المتنقلة في الأنظمة المتنقلة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي تطبق الترتيبات المتصلة بمذكرة التفاهم على الاتصالات الشخصية المتنقلة العالمية الساتلية (GMPCS) في أجزاء من نطاقات التردد بين 1 و3 GHz

التوصية ITU-R M.1343 – الخصائص التقنية الأساسية للمحطات الأرضية المتنقلة في الأنظمة العالمية للخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق 1-3 GHz

الملاحظة 1 – يمكن أن تطبق التوصية ITU-R M.1343 أيضاً على مطاريف الأنظمة الإقليمية الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض حتى ولو ورد في عنوانها ذكر الأنظمة العالمية.

الملحق 5

حدود البث خارج النطاق في الخدمات الفضائية (المحطات الأرضية والمحطات الفضائية)

1 مقدمة

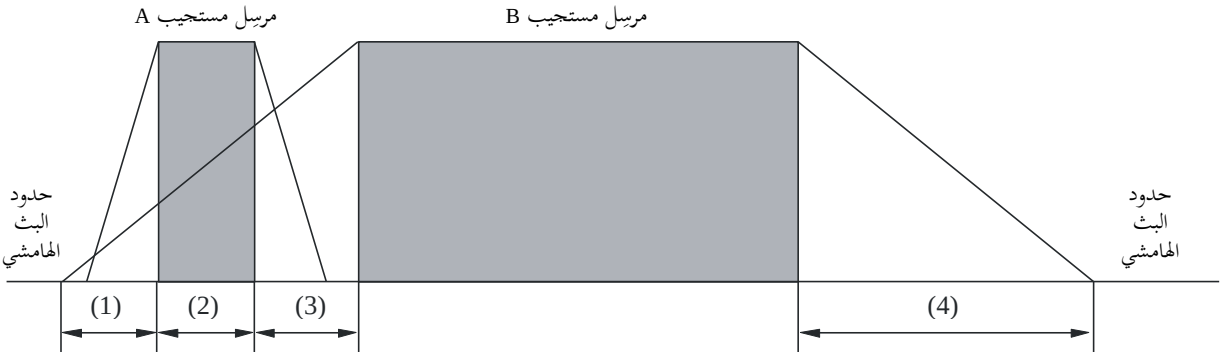
تم في بعض الحالات افتراض عدم ضرورة تطبيق أقنعة البث خارج النطاق (الأقسام من 2 إلى 4).

انطلاقاً من افتراض ساتل واحد عامل مع عدة مرسِلات مستجيبات في نفس منطقة الخدمة، ومع مراعاة حدود البث خارج النطاق المبينة أعلاه، يمكن للبث خارج النطاق الصادر عن مرسِل مستجيب ما أن يقع في تردد يرسِل فيه مرسِل مستجيب مصاحب ثان. وفي مثل هذه الحالة يتم تجاوز سوية البث خارج النطاق الصادر عن المرسِل المستجيب الأول من قبل إرسالات التردد الأساسي للمرسِل المستجيب الثاني. ولذا، فإن الحدود الواردة أدناه لا تنطبق على البث الساتلي خارج النطاق الواقع في عرض النطاق اللازم لمرسِل مستجيب آخر في نفس الساتل وفي نفس منطقة الخدمة.

الشكل 13

مثال لتطبيق حدود البث خارج النطاق على مرسِل مستجيب ساتلي

(لا يتقيَّد هذا الشكل بسلّم قياس)



SM.1541-13

يعمل المرسِلان المستجيبان A وB على نفس الساتل في نفس منطقة الخدمة. ولا يفترض بالمرسِل المستجيب B أن يتقيد بحدود البث خارج النطاق في مدى التردد 2 ولكن أن يتقيد بها في المديات 1 و3 و4. ولا تنطبق حدود البث خارج النطاق في مدى التردد 3 إذا كان هذا الأخير نطاق حراسة.

2 أقنعة البث خارج النطاق للمحطات الأرضية والمحطات الفضائية في الخدمة الثابتة الساتلية

ينبغي تخفيف الإرسالات في مجال البث خارج النطاق لمحطة عاملة في النطاقات الموزعة على الخدمة الثابتة الساتلية إلى سوية أقل من الكثافة الطيفية القصوى للقدرة في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz (في الأنظمة العاملة فوق 15 GHz يجوز استعمال عرض نطاق مرجعي قدره 1 MHz بدلاً من 4 kHz) في عرض النطاق اللازم، بقيمة تساوي:

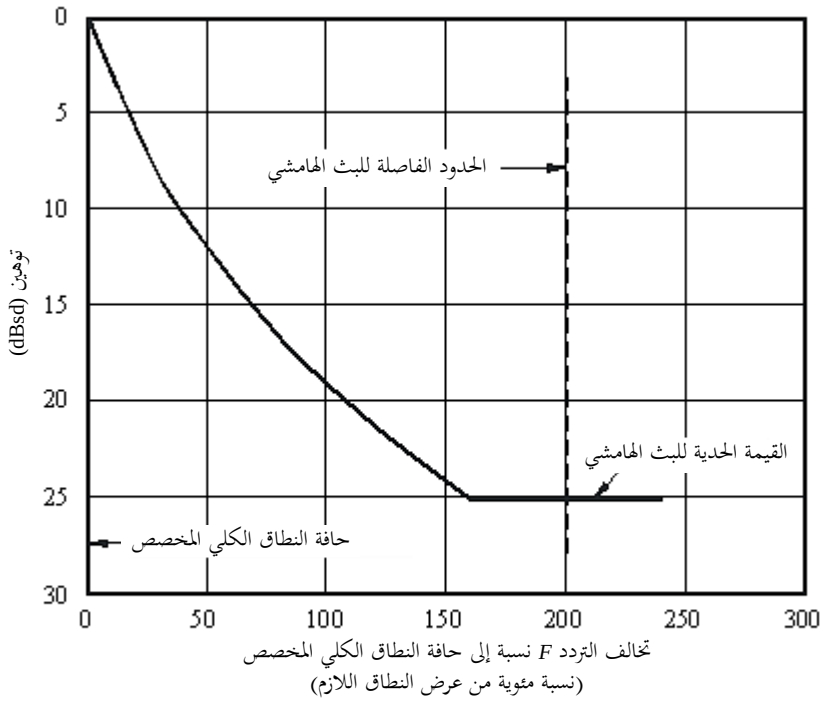
$$40 \log\left(\frac{F}{50}+1\right) \qquad \text{dBsd}$$

حيث F هو تخالف التردد نسبةً إلى حافة النطاق الكلي المخصص، ويُعبَّر عنه بنسبة مئوية من عرض النطاق اللازم. وتجدر الإشارة إلى أن مجال البث خارج النطاق يبدأ عند كل حافة للنطاق الكلي المخصص.

الشكل 14

المثال 1: قناع البث خارج النطاق في الحالة التي يساوي فيها حد البث الهامشي 25 dBsd

(لا يتجاوز التوهين حدود البث الهامشي)

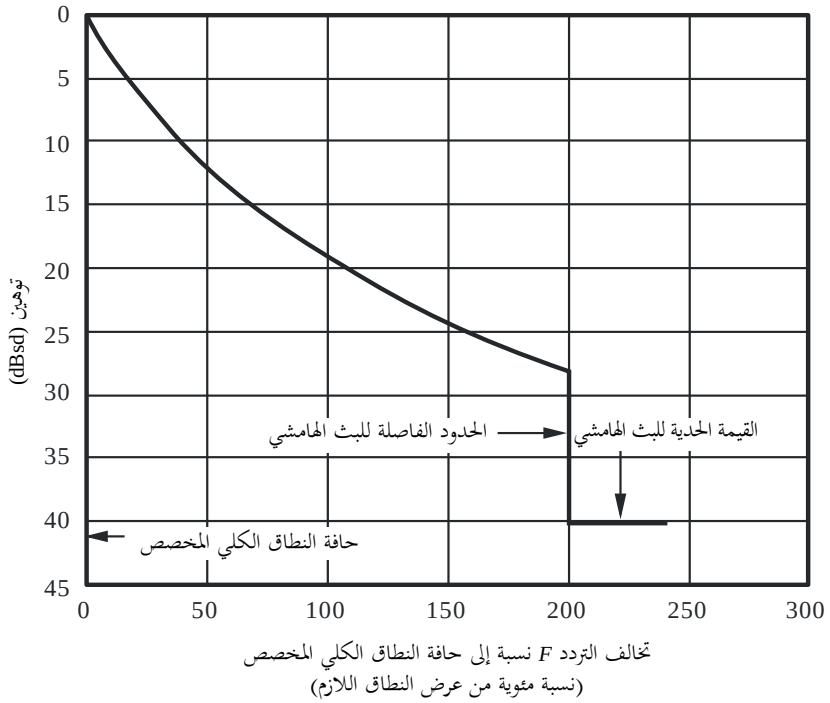


SM 1581-14

الشكل 15

المثال 2: قناع البث خارج النطاق في الحالة التي يساوي فيها حد البث الهامشي 40 dBsd

(القناع المبتور عند حدود البث الهامشي)



SM.1541-15

ينبغي توخي الحذر الشديد في الحالة التي يُقترح فيها تطبيق أقنعة البث خارج النطاق على المحطات الأرضية والمحطات الفضائية معاً. وبالفعل، في تطبيقات الموجات الحاملة المتعددة، فإن عرض النطاق اللازم الذي تستند إليه الأقنعة معرَّف بأنه عرض نطاق آخِر مكبر للمرسِل. وللمحطات الأرضية غالباً مكبرات عرض نطاقها أكبر بكثير من عرض مكبرات المحطات الفضائية.

3 قناع البث خارج النطاق للمحطات الأرضية والمحطات الفضائية في الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS)

يمكن استعمال الأقنعة الواردة في التوصية ITU-R M.1480 للمحطات الأرضية المتنقلة للمدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) من أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية، التي تطبَّق عليها مذكرة التفاهم بشأن أنظمة الخدمة العالمية للاتصالات الشخصية بالسواتل (GMPCS)، في بعض أجزاء من نطاق التردد 1-3 GHz.

ويمكن أن تشكل الأقنعة الواردة في التوصية ITU-R M.1343 للمحطات الأرضية المتنقلة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق 1-3 GHz أحد مُدخلات البيانات الخاصة بالمحطات الأرضية المتنقلة.

وفيما يخص المحطات الأرضية التي لا تغطيها التوصيتان المذكورتان أعلاه وجميع المحطات الفضائية يجب استعمال القناع النوعي التالي للبث خارج النطاق كحد أعلى لأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية:

أما توهين البث خارج النطاق في عرض نطاق مرجعي يبلغ 4 kHz لأنظمة الخدمة MSS العاملة تحت التردد 15 GHz (أو في عرض نطاق مرجعي قدره 1 MHz لأنظمة الخدمة MSS العاملة فوق 15 GHz) فهو:

$$40 \log\left(\frac{F}{50}+1\right) \qquad \text{dBsd}$$

حيث F هو تخالف التردد نسبةً إلى طرف النطاق الكلي المخصص المعبَّر عنه بنسبة مئوية من عرض النطاق اللازم بدءاً من 0% إلى الحدود الفاصلة للبث الهامشي (وتساوي عادة 200%).

وقد لا يكون القناع المقترح أعلاه قابلاً للتطبيق عند فحص المواءمة المفصل في النطاقات المجاورة.

4 أقنعة البث خارج النطاق للمحطات الفضائية في الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)

ينبغي تخفيف إرسالات البث خارج النطاق للمحطات العاملة في نطاقات موزعة على الخدمة الإذاعية الساتلية، إلى سوية أقل من الكثافة الطيفية القصوى للقدرة في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz (في الأنظمة العاملة بتردد فوق 15 GHz يجوز استعمال عرض نطاق مرجعي قدره 1 MHz عوضاً عن 4 kHz) داخل عرض النطاق اللازم، وذلك بقيمة تساوي:

$$32 \log\left(\frac{F}{50}+1\right) \text{(dBsd)}$$

حيث F هو تخالف التردد في حافة النطاق الكلي المخصص، ويعبَّر عنه بنسبة مئوية من عرض النطاق اللازم. وتجدر الإشارة إلى أن مجال البث خارج النطاق يبدأ عند حواف النطاق الكلي المخصص.

5 قناع البث خارج النطاق للوصلات فضاء–أرض لاتصالات خدمة الأبحاث الفضائية (SRS) وخدمة العمليات الفضائية (SOS) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) العاملة في النطاقات المحصورة بين 1 و20 GHz

1.5 مقدمة

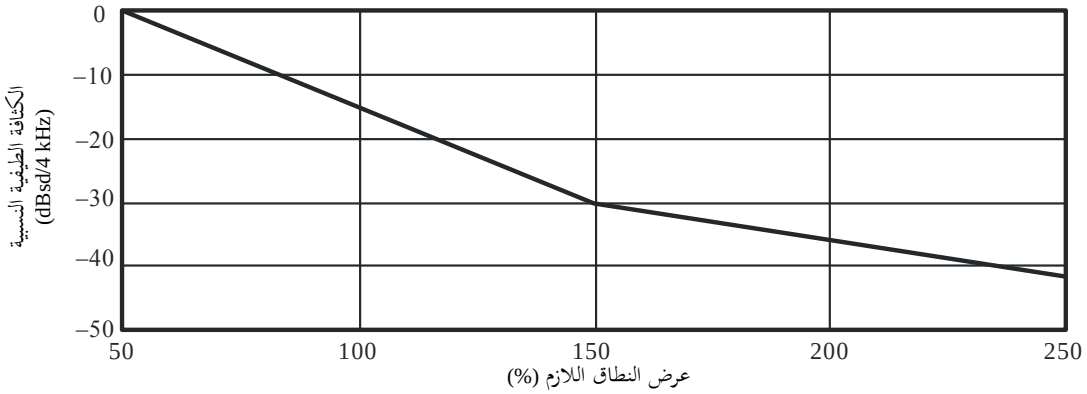
يشتمل هذا الملحق على قناع البث خارج النطاق للوصلات فضاء –أرض في الخدمات SRS وSOS وEESS العاملة في النطاقات المحصورة بين 1 و20 GHz. ولا ينطبق هذا القناع على المحطات الواقعة في الفضاء السحيق ولا على اللاقطات النشيطة ولا على الوصلات فضاء–فضاء.

2.5 أقنعة البث خارج النطاق لأنظمة الخدمات SRS وSOS وEESS العاملة في الاتجاهين فضاء–أرض وأرض–فضاء

ينطبق قناع الشكل 16 على إرسالات الموجات الحاملة الوحيدة الصادرة عن محطات أرضية أو محطات فضائية للخدمات SRS وSOS وEESS العاملة بترددات مركزية محصورة بين 1 و20 GHz.

الشكل 16

القناع الموصى به للبث خارج النطاق لإرسالات الموجات الحاملة الوحيدة في الخدمات SRS وSOS وEESS في الاتجاهين فضاء–أرض وأرض–فضاء في النطاقات المحصورة بين 1 و20 GHz



الملاحظة 1 – يمتد قناع البث عادة إلى 250% من عرض النطاق اللازم. غير أنه تم تعديل الطرف الخارجي لمجال البث خارج النطاق لأنظمة النطاق الضيق وأنظمة النطاق الواسع كما هو مبين في التوصية ITU-R SM.1539.

SM.1541-16

1.2.5 معلمات قناع البث

يُعبَّر عن قناع البث بالوحدات dBsd مع العلم بأن عرض النطاق المرجعي 4 kHz.

ويتحدد قناع البث على النحو التالي:

التوهين = –15 + 15 (X / 50%) dBsd من أجل 50% < X ≤ 150% (33)

التوهين = +12 + 6 (X / 50%) dBsd من أجل 150% < X ≤ 250% (34)

حيث X محددة على شكل نسبة مئوية عن عرض النطاق اللازم.

2.2.5 تطبيق قناع البث

لا ينطبق قناع البث الوارد هنا إلا على إرسالات الموجات الحاملة الوحيدة لمحطات خدمة الأبحاث الفضائية وخدمة العمليات الفضائية وخدمة استكشاف الأرض الساتلية العاملة في النطاقات الواقعة بين 1 و20 GHz. ولا ينطبق على الإرسالات الصادرة عن محطات واقعة في الفضاء السحيق أو محطات تستعمل الوصلات فضاء-فضاء (SSL) أو اللاقطات النشيطة. وتحتاج أقنعة البث الخاصة بالوصلات فضاء-فضاء والوصلات فضاء-أرض تحت 1 GHz أو فوق 20 GHz إلى مزيد من الدراسة.

3.2.5 أسس أقنعة البث

اختير قناع البث المعطى في المعادلتين (33) و(34) لأن المحاكاة تُظهر إمكانية التقيد بهذا القناع دون أن ينتج عن ذلك تقييدات لا طائل منها للمحطات الأرضية والمركبات الفضائية في خدمات SRS وSOS وEESS. كما أن هذا القناع يؤمن عموماً حماية كافية من البث غير المطلوب. وفضلاً عن ذلك فإنه يتواءم مع مفهوم شبكة السلامة. فالحدود العامة الموصى بها للبث خارج النطاق تشكل عموماً غلافاً يقابل الحالة الأكثر سوءاً القائمة على حدود البث خارج النطاق الأقل تقييداً المحددة في اللوائح الوطنية أو الإقليمية المستعملة بنجاح ولا تُفرض حدود إقليمية أو وطنية أكثر صرامة.

6 خدمات التردد المعياري وإشارات الوقت (SFTS)

1.6 الخدمات SFTS العاملة تحت التردد 30 MHz

النطاق 7 (من 2,5 إلى 25 MHz)

تضم الإرسالات الصادرة عن الخدمة SFTS عادة في النطاق 7 الممتد من 2,5 إلى 25 MHz، تعدد الإرسال بتقسيم الزمن للإعلانات الصوتية وصدور النغمات وشفرات الوقت. وتُطبع كل إشارة على موجة حاملة باستعمال تشكيل الاتساع للنطاق الجانبي المزدوج.

وتُحسب أقنعة حدود طيف الخدمة SFTS وفقاً للفقرة 3.3.6 من الملحق 1 بالتوصية ITU-R SM.328، باستعمال عروض نطاق القنوات المذكورة آنفاً، نظراً إلى أن الإذاعة الصوتية هي الإشارة المحددة لعرض النطاق اللازم.

وإذا تمثَّلَ التردد بيانياً في محور البيانات بوحدات لوغاريتمية، وتمثلت كثافات القدرة في محور العينات بوحدات (dB)، ينبغي أن يمر المنحني الذي يمثل الطيف خارج النطاق بخطين مستقيمين بدءاً من النقطة (+0,5 × عرض نطاق القناة، 0 dB) أو النقطة (–0,5 × عرض نطاق القناة، 0 dB)، وانتهاءً بالنقطة (+0,7 × عرض نطاق القناة، –35 dB) أو (–0,5 × عرض نطاق القناة، –35 dB) على التوالي. وبعد ذلك ينبغي أن يمتد هذا المنحني نزولاً حتى السوية –60 dB بخطين مستقيمين يبدآن من آخر نقطتين مع ميل قدره 12 dB/octave. وبعد ذلك يمتد نفس المنحني تحت السوية –60 dB.

وتقابل السوية المرجعية، 0 dB، كثافة القدرة التي توجد إذا كانت القدرة الكلية دون قدرة الموجة الحاملة، موزعة بالتساوي على عرض النطاق اللازم.

ويمثل محور عينات المنحني المذكور متوسط القدرة التي يلتقطها محلل مع متوسط جذر تربيعي للضوضاء في عرض نطاق قدره 100 Hz، ويولَّف عليه التردد الموضح في محور السينات من الرسم البياني.

الملحق 6

حدود البث خارج النطاق لأنظمة الإذاعة التلفزيونية

يشتمل هذا الملحق على القيم الحدية للبث خارج النطاق الواجب تطبيقها على أنظمة الإذاعة التلفزيونية. وتماشياً مع مبدأ شبكة السلامة، (انظر البند 4 من *توصي*)، تجدر الإشارة إلى أن الحدود الأكثر صرامة لا تتأثر في الحالات التي توجد فيها اتفاقات خاصة تتعلق بالخدمات الإذاعية لأسباب التنسيق أو المواءمة. وينبغي استعمال الحدود الأكثر صرامة المحددة في الاتفاقات والمعايير المطبقة في جميع الحالات التي تشير إلى ضرورة ذلك وحيث قد يتأثر فحوى الاتفاق.

الملاحظة 1 – جميع الأقنعة المبينة هي أقنعة بث عام تشتمل على حدود البث خارج النطاق.

1 أنظمة التلفزيون الرقمي بقنوات بتردد 6 MHz وفقاً للتوصية ITU-R BT.1306

1.1 الأنظمة الإذاعية الفيديوية الرقمية (DVB-T) العاملة بالتردد 6 MHz

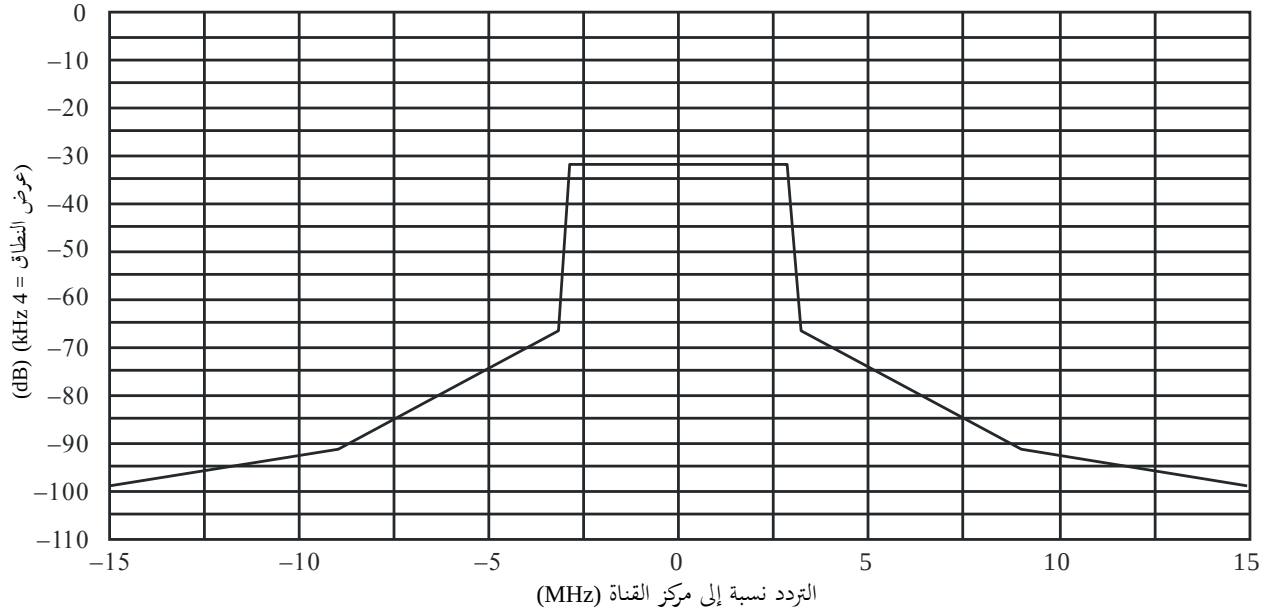
يمتد مجال البث خارج النطاق، فيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بالتردد 6 MHz، من ±3 MHz (أي ±0,5 × 6 MHz) إلى ±15 MHz (أي ±2,5 × 6 MHz).

وفيما يتعلق بالأنظمة DVB-T العاملة بالتردد 6 MHz، يُستعمل عرض نطاق القياس 4 kHz من أجل قياس حدود الطيف. وتقابل السوية المرجعية 0 dB، متوسط خرج الطاقة المقيسة في عرض نطاق القناة.

ويبين الشكل 17 قناع حدود الطيف للأنظمة DVB-T العاملة بالتردد 6 MHz. ويمثل الرسم البياني حدود الطيف الخاص بالمرسِلات في مدى القدرة الممتد من 39 dBW إلى 50 dBW. ويُرفَق بكل رسم بياني جدول لنقاط الانقطاع وجدول لقيم النقاط الطرفية وللنقاط القريبة منها، مع سويات البث الهامشي المقابلة، والمتعلقة بمدى قدرات خرج المرسِل.

الشكل 17

قناع حدود الطيف للأنظمة DVB-T العاملة بالتردد 6 MHz (من أجل *P* = 39 إلى 50 dBW)



SM.1541-17

الجدول 5

جدول نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 17 الخاص بالأنظمة DVB-T بالتردد 6 MHz

التردد نسبةً إلى مركز القناة بتردد 6 MHz (MHz)	سوية النسبية في عرض نطاق قياسات بالتردد 4 kHz (dB)
15–	99–
9–	91–
3,2–	66,5–
2,86–	31,5–
2,86	31,5–
3,2	66,5–
9	91–
15	99–

الجدول 6

جدول قيم النقاط الطرفية وقيم النقاط المجاورة للنقاط الطرفية والتي تُستعمل مع الشكل 17 والجدول 5 وينطبق على مدى قدرات خرج المرسِل في الأنظمة DVB-T بالتردد 6 MHz

قيمة النقطة الطرفية[1] (عرض نطاق قياس قدره 4 kHz) (dB)	مدى القدرة (dBW)	سوية البث الهامشي المناظر (عرض نطاق قياس قدره 100 kHz)
$(9 - P) - 89$–	$9 \geq P$	dBm 36–
89–	$29 \geq P > 9$	dBc 75
$(29 - P) - 89$–	$39 \geq P > 29$	dBm 16–
99–	$50 \geq P > 39$	dBc 85
$(50 - P) - 99$–	$P \geq 50$	dBm 5–

[1] قيمة النقطة الأقرب من النقطة الطرفية أعلى بمقدار 8 dB من قيمة النقطة الطرفية، وجميع هذه القيم خاضعة لحد أقصى قدره –66,5 dB.

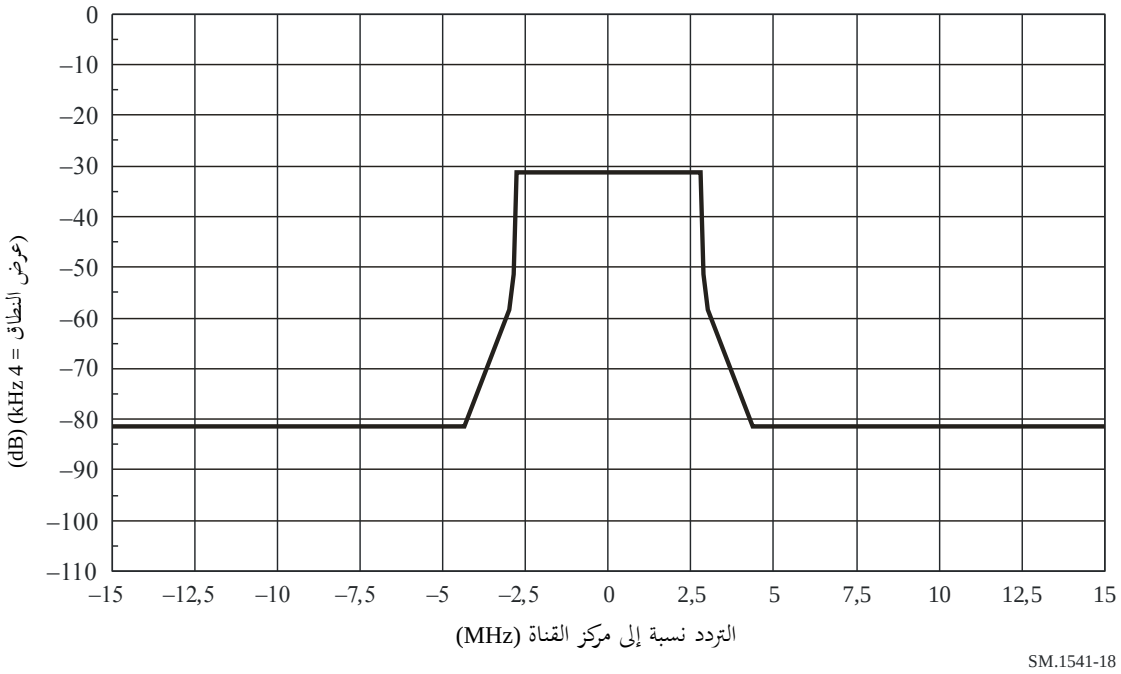
2.1 الأنظمة ISDB-T العاملة بقنوات ترددها 6 MHz

يمتد مجال البث خارج النطاق فيما يتعلق بالأنظمة ISDB-T العاملة بالتردد 6 MHz، من ±3 MHz (أي ±0,5 × 6 MHz) إلى ±15 MHz (أي ±2,5 × 6 MHz) نسبةً إلى مركز القناة.

ويبين الشكل 18 قناع حد الطيف للنظام ISDB-T بالتردد 6 MHz. وترد نقاط الانقطاع المقابلة في الجدول 7. وتتحدد سوية القدرة النسبية في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz. وتقابل السوية المرجعية 0 dB متوسط قدرة الخرج المقيسة في عرض نطاق القناة. وتنطبق حدود الإرسال هذه عندما تكون قدرة المرسِل أعلى من 39 dBW.

الشكل 18

قناع حد الطيف في النظام ISDB-T بالتردد 6 MHz (من أجل P > 39 dBW)



الجدول 7

نقاط الانقطاع في الأنظمة ISDB-T بالتردد 6 MHz

التردد نسبة إلى مركز قناة التردد 6 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz (dB)
15,0–	81,4–
4,36–	81,4–
3,00–	58,4–
2,86–	51,4–
2,79–	31,4–
2,79+	31,4–
2,86+	51,4–
300+	58,4–
4,36+	81,4–
15,00+	81,4–

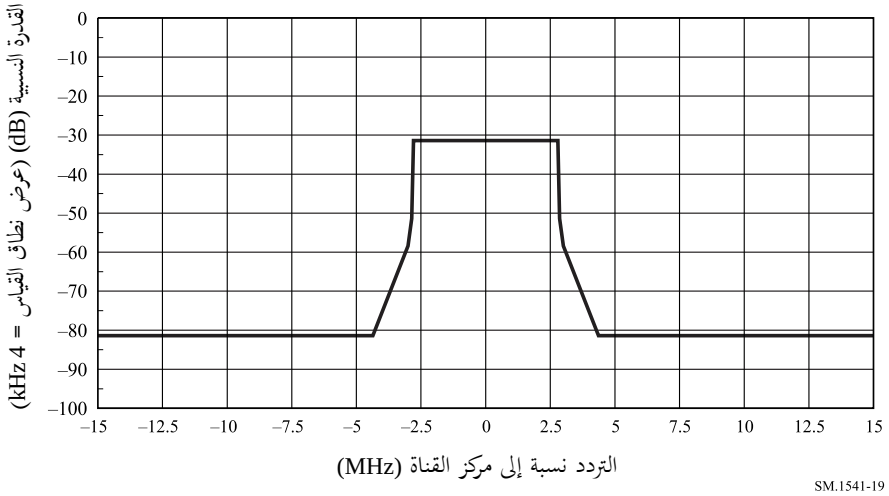
3.1 أنظمة الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض متعددة الوسائط (DTMB) العاملة بقنوات ترددها 6 MHz

يمتد مجال البث خارج النطاق فيما يتعلق بالأنظمة DTMB العاملة بالتردد 6 MHz، من ±3 MHz (أي ±0,5 × 6 MHz) إلى ±15 MHz (أي ±2,5 × 6 MHz) نسبةً إلى مركز القناة.

ويبين الشكل 19 قناع حد الطيف للنظام DTMB العامل بتردد 6 MHz. وترد نقاط الانقطاع المقابلة في الجدول 8. وتتحدد سوية القدرة النسبية في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz. وتقابل السوية المرجعية 0 dB متوسط قدرة الخرج المقيسة في عرض نطاق القناة. وتنطبق حدود الإرسال هذه عندما تكون قدرة المرسِل أعلى من 39 dBW.

الشكل 19

أقنعة حد الطيف في النظام D (DTMB) العامل بالتردد 6 MHz



الجدول 8

نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 19 في النظام D (DTMB) العامل بالتردد 6 MHz

التردد نسبة إلى مركز قناة ترددها 8 MHz (MHz)	السوية النسبية في عرض نطاق قياس يبلغ 4 kHz (dB)
15–	85–
9–	85–
4,5–	85–
3,15–	73–
2,85–	31,4–
2,85	31,4–
3,15	73–
4,5	85–
9	85–
15	85–

4.1 الأنظمة الأخرى للتلفزيون الرقمي العامل بالتردد 6 MHz

ينبغي أن تستند حدود البث خارج النطاق لأنظمة التلفزيون الرقمي بتردد 6 MHz إلى القواعد التنظيمية الوطنية للبلدان التي تستعمل هذه الأنظمة.

2 الأقنعة الطيفية لأنظمة التلفزيون التماثلي أو الرقمي بقنوات بتردد 7 أو 8 MHz

1.2 أنظمة التلفزيون التماثلي

تظهر أقنعة حدود الطيف الخاصة بالتلفزيون التماثلي في الأشكال 20 و21 و22. وتتبع مقاربة نوعية من أجل مراعاة أنماط النظام التالية:

- تلفزيون تماثلي بتردد 7 MHz وتشكيل سالب ونطاق جانبي منبثق (VSB) عرضه 0,75 MHz؛
- تلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل سالب ونطاق VSB عرضه 0,75 و1,25 MHz؛
- تلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل موجب ونطاق VSB عرضه 0,75 و1,25 MHz.

يمثل كل خط بياني الحدود الطيفية التي تنطبق على مرسِلات تقع قدرة خرجها بين 39 dBW و50 dBW. ويصاحب كل رسم جدول لنقاط الانقطاع وجدول لقيم النقطة الطرفية مع سويات البث الهامشي لمدى قدرات خرج المرسِل.

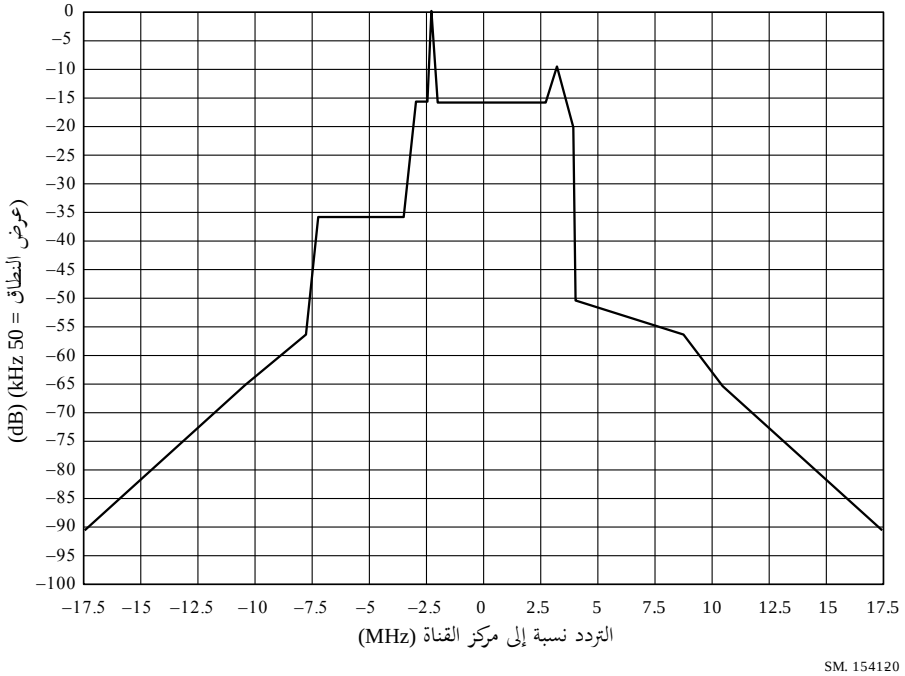
وفيما يخص التلفزيون التماثلي بالتردد 7 MHz، يمتد مجال البث خارج النطاق من ±3,5 MHz (أي ±0,5 × 7 MHz) إلى ±17,5 MHz (أي ±2,5 × 7 MHz).

وفيما يخص التلفزيون التماثلي بالتردد 8 MHz، يمتد مجال البث خارج النطاق من ±4 MHz (أي ±0,5 × 8 MHz) إلى ±20 MHz (أي ±2,5 × 8 MHz).

وبالنسبة إلى التلفزيون التماثلي بالترددين 7 MHz أو 8 MHz يُستعمل عرض نطاق قياس قدره 50 kHz لقياس سويات البث غير المطلوب. وتقابل السوية المرجعية 0 dB قدرة الذروة للتزامن في الأنظمة التلفزيونية بالتشكيل السالب أو قدرة ذروة البياض للأنظمة التلفزيونية بالتشكيل الموجب. ويفترض أن تكون أعلى قدرة متوسطة أقل من قدرة تزامن الذروة بمقدار 2,5 dB للتشكيل السالب وأقل من قدرة ذروة البياض بمقدار 1,2 dB للتشكيل الموجب.

الشكل 20

قناع الحد الطيفي لتلفزيون تماثلي بتردد 7 MHz، تشكيل سالب ونطاق VSB قدره 0,75 MHz
(من أجل *P* = 39 إلى 50 dBW)



يعطي الجدول 9 نقاط الانقطاع التي تقابل الرسم البياني في الشكل 20 بالنسبة إلى التلفزيون التماثلي بتردد 7 MHz وتشكيل سالب ونطاق VSB قدره 0,75 MHz.

الجدول 9

نقاط الانقطاع لتلفزيون تماثلي بتردد MHz 7 وتشكيل سالب ونطاق VSB قدره MHz 0,75

التردد نسبةً لتردد الموجة الحاملة الفيديوية	التردد نسبةً لمركز قناة ترددها MHz 7	سوية نسبية في عرض نطاق قياس قدره kHz 50 (dB)
15,25–	17,5–	90,5–
8,25–	10,5–	65,5–
5,5–	7,75–	56–
5–	7,25–	36–
1,25–	3,5–	36–
0,75–	3–	16–
0,18–	2,43–	16–
0	2,25–	0
0,18	2,07–	16–
5	2,75	16–
5,435	3,185	10–
5,565	3,315	10–
6,1	3,85	20–
6,28	4,03	50–
11	8,75	56–
12,75	10,5	65,5–
19,75	17,5	90,5–

يقدم الجدول 10 قيم النقطة الطرفية الواجب استعمالها مع الجدول 10 والشكل 20، والتي تنطبق على مدى قدرات خرج المرسِل في التلفزيون التماثلي بالتردد MHz 7 والتشكيل السالب والنطاق VSB البالغ MHz 0,75.

الجدول 10

قيمة النقطة الطرفية لتلفزيون تماثلي بالتردد MHz 7 والتشكيل السالب والنطاق VSB البالغ MHz 0,75

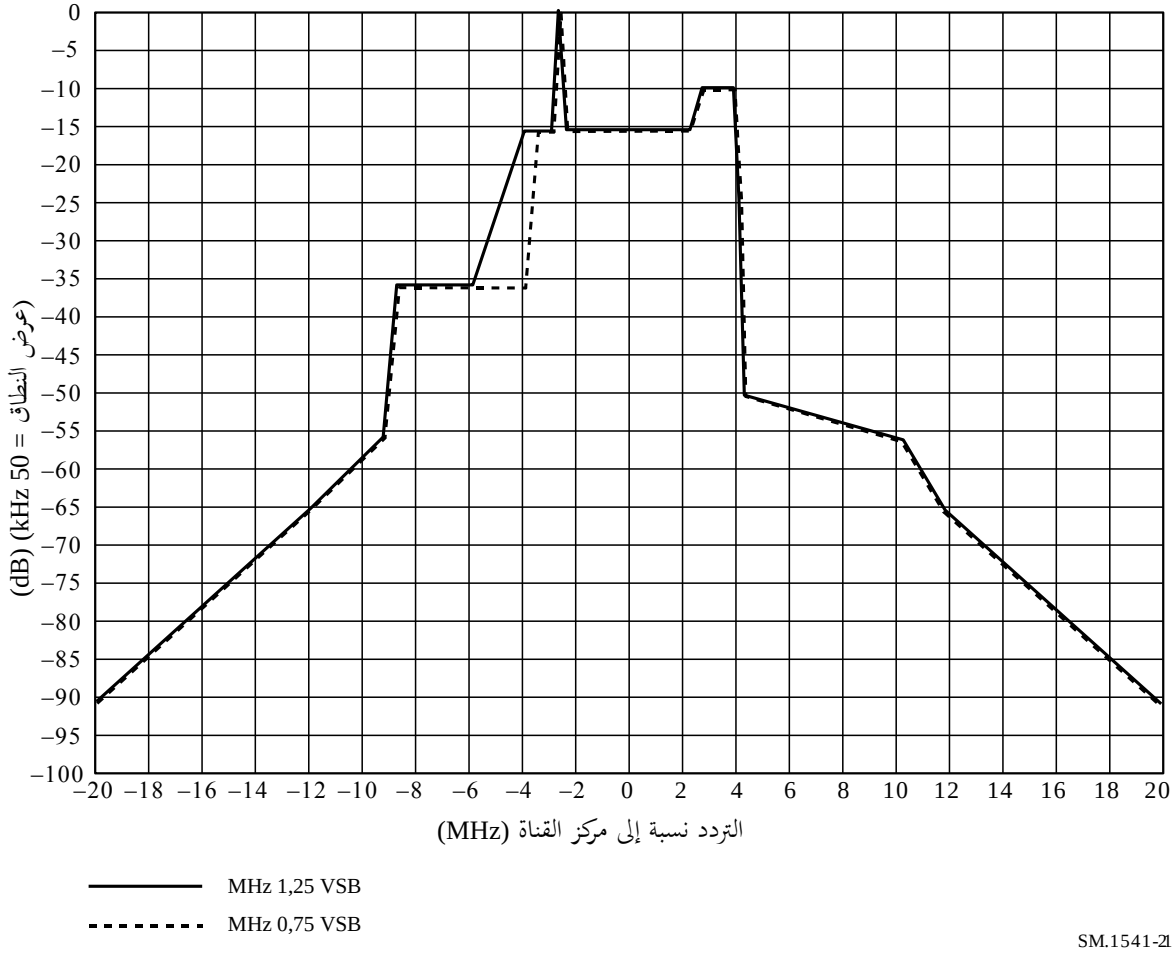
قيمة النقطة الطرفية[1] (عرض نطاق قياس قدره kHz 50) (dB)	مدى القدرة (dBW)	السوية المقابلة للبث الهامشي (في عرض نطاق قياس قدره kHz 100)
$(9 - P) - 80{,}5$–	$9 \geq P$	dBm 36–
80,5–	$29 \geq P > 9$	dBc 75
$(29 - P) - 80{,}5$–	$39 \geq P > 29$	dBm 16–
90,5–	$50 \geq P > 39$	dBc 85
$(50 - P) - 90{,}5$–	$P > 50$	dBm 5–

[1] قيمة النقطة الطرفية خاضعة لحد أقصى قدره dB 65,5.

يقدم الجدول 11 نقاط الانقطاع التي تقابل الرسم البياني في الشكل 21 للتلفزيون التماثلي بالتردد MHz 8 والتشكيل السالب والنطاقين VSB البالغين MHz 0,75 وMHz 1,25.

الشكل 21

قناع الحد الطيفي لتلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل سالب (من أجل P = من 39 إلى 50 dBW)



الجدول 11

نقاط الانقطاع لتلفزيون تماثلي بالتردد 8 MHz والتشكيل السالب والنطاقين VSB البالغَيْن 0,75 MHz و1,25 MHz

التردد نسبةً لتردد الموجة الحاملة الفيديوية	التردد نسبةً لمركز القناة بالتردد 8 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 0,75 MHz (dB)	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 1,25 MHz (dB)
17,25–	20–	90,5–	90,5–
9,25–	12–	65,5–	65,5–
6,5–	9,25–	56–	56–
6–	8,75–	36–	36–
3–	5,75–	36–	36–
1,25–	4–	36–	16–
0,75–	3,5–	16–	16–
0,18–	2,93–	16–	16–
0	2,75–	0	0
0,18	2,57–	16–	16–
5	2,25	16–	16–
5,435	2,685	10–	10–

الجدول 11 (*تتمة*)

التردد نسبةً لتردد الموجة الحاملة الفيديوية	التردد نسبةً لمركز القناة بالتردد 8 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 0,75 MHz (dB)	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 1,25 MHz (dB)
6,565	3,815	10–	10–
6,802	4,052	25–	25–
6,94	4,19	50–	50–
13	10,25	56–	56–
14,75	12	65,5–	65,5–
22,75	20	90,5–	90,5–

يعطي الجدول 12 قيم النقاط الطرفية التي تستعمل مع الجدول 11 والشكل 21 وتطبَّق على مدى قدرات خرج المرسِل في التلفزيون التماثلي بالتردد 8 MHz والتشكيل السالب.

الجدول 12

قيمة النقطة الطرفية لتلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل سالب

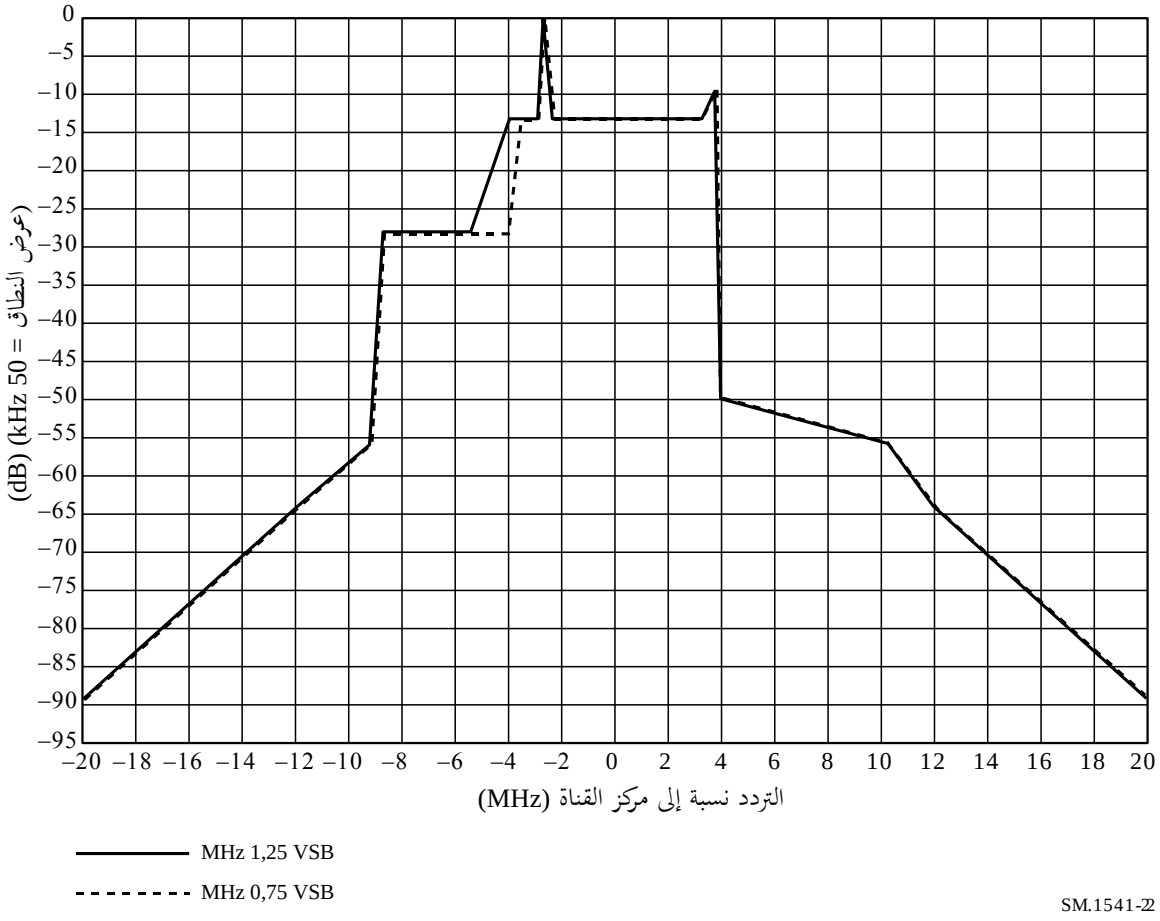
مدى القدرة (dBW)	قيمة النقطة الطرفية[1] (عرض نطاق قياس قدره 50 kHz) (dB)	السوية المقابلة للبث الهامشي (في عرض نطاق قياس قدره 100 kHz)
$9 \geq P$	$(9 - P) - 80{,}5$–	dBm 36–
$29 \geq P > 9$	80,5–	dBc 75
$39 \geq P > 29$	$(29 - P) - 80{,}5$–	dBm 16–
$50 \geq P > 39$	90,5–	dBc 85
$P > 50$	$(50 - P) - 90{,}5$–	dBm 5–

[1] قيمة النقطة الطرفية خاضعة لحد أقصى قدره 65,5 dB.

يعطي الجدول 13 نقاط الانقطاع المقابلة للرسم البياني في الشكل 22 بالنسبة إلى التلفزيون التماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل موجب ونطاق VSB قدره 0,75 MHz و1,25 MHz.

الشكل 22

قناع الحد الطيفي لتلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل موجب (من أجل *P* = من 39 إلى 50 dBW)



الجدول 13

نقاط الانقطاع لتلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل موجب والنطاقين VSB البالغَيْن 0,75 MHz و1,25 MHz

التردد نسبةً لتردد الموجة الحاملة الفيديوية	التردد نسبةً لمركز القناة بالتردد 8 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 0,75 MHz (dB)	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 1,25 MHz (dB)
17,25–	20–	89,2–	89,2–
9,25–	12–	64,2–	64,2–
6,5–	9,25–	56–	56–
6–	8,75–	28–	28–
2,7–	5,45–		28–
1,25–	4–	28–	13–
0,75–	3,5–	13–	13–
0,18–	2,93–	13–	13–
0	2,75–	0	0
0,18	2,57–	13–	13–

الجدول 13 (*تتمة*)

التردد نسبةً لتردد الموجة الحاملة الفيديوية	التردد نسبةً لمركز القناة بالتردد 8 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 0,75 MHz (dB)	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 50 kHz ونطاق VSB قدره 1,25 MHz (dB)
6	3,25	13–	13–
6,435	3,685	10–	10–
6,565	3,815	10–	10–
6,75	4	50–	50–
13	10,25	56–	56–
14,75	12	64,2–	64,2–
22,75	20	89,2–	89,2–

يعطي الجدول 14 قيم النقطة الطرفية الواجب استعمالها مع الجدول 13 والشكل 22، والتي تُطبق على مدى قدرات خرج المرسِل في التلفزيون التماثلي بالتردد 8 MHz وتشكيل موجب.

الجدول 14

قيمة النقطة الطرفية لتلفزيون تماثلي بتردد 8 MHz وتشكيل موجب

قيمة النقطة الطرفية[1] (عرض نطاق قياس قدره 50 kHz) (dB)	مدى القدرة (dBW)	السوية المقابلة للبث الهامشي (في عرض نطاق قياس قدره 100 kHz)
$(9 - P) - 79{,}2$–	$9 \geq P$	dBm 36–
79,2–	$29 \geq P > 9$	dBc 75
$(29 - P) - 79{,}2$–	$39 \geq P > 29$	dBm 16–
89,2–	$50 \geq P > 39$	dBc 85
$(50 - P) - 89{,}2$–	$P > 50$	dBm 5–

[1] قيمة النقطة الطرفية خاضعة لحد أقصى قدره 64,2 dB.

2.2 أنظمة التلفزيون الرقمي

1.2.2 الأنظمة DVB-T بالترددين 7 و8 MHz

فيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بالتردد 7 MHz، يمتد مجال البث خارج النطاق من ±3,5 MHz (أي ±0,5 × 7 MHz) إلى ±17,5 MHz (أي ±2,5 × 7 MHz).

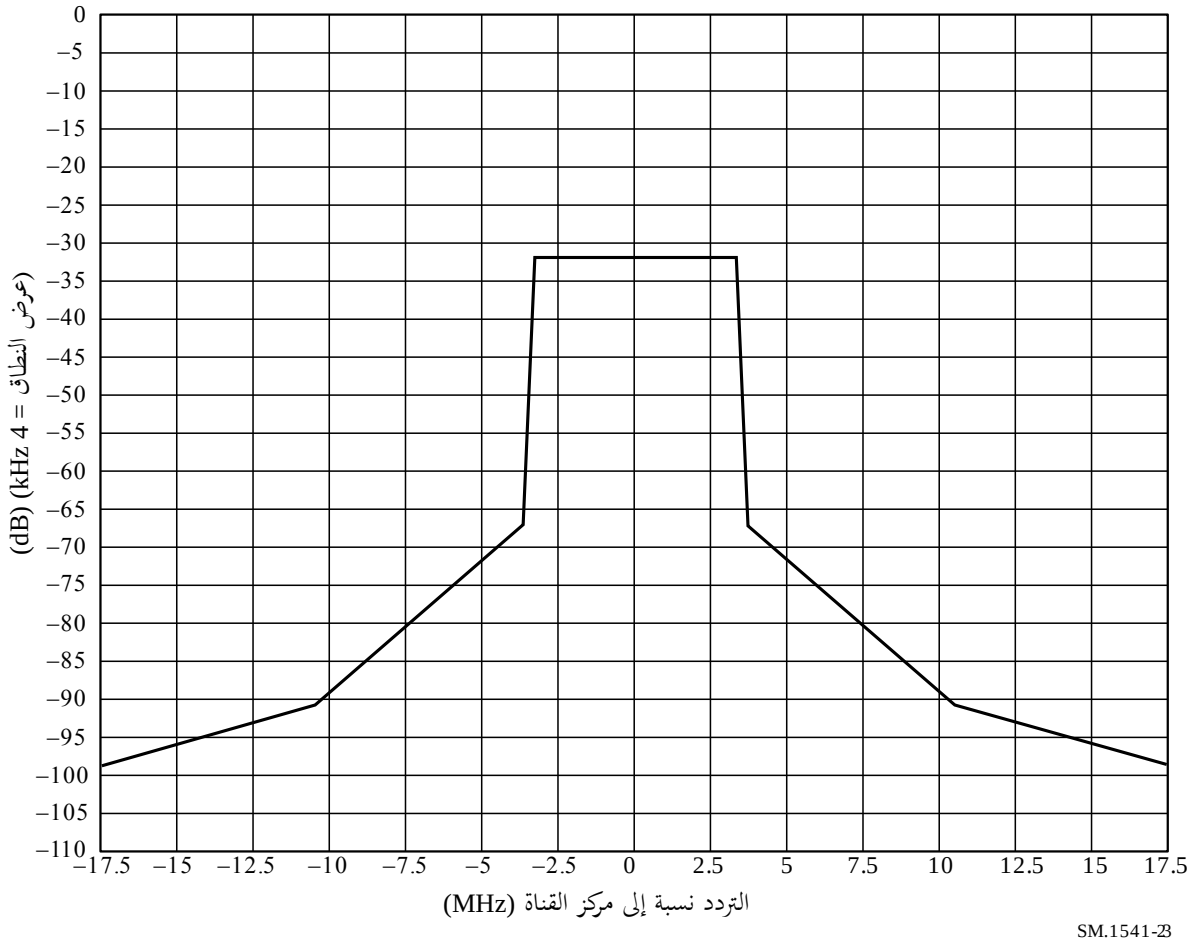
وفيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بالتردد 8 MHz، يمتد مجال البث خارج النطاق من ±4 MHz (أي ±0,5 × 8 MHz) إلى ±20 MHz (أي ±2,5 × 8 MHz).

وبالنسبة إلى التلفزيون الرقمي بالتردد 7 MHz وكذلك بالتردد 8 MHz، يُستعمل عرض نطاق قياس قدره 4 kHz لقياس سويات البث غير المطلوب. وتقابل السوية المرجعية 0 dB القدرة المتوسطة للخرج المقيسة في عرض نطاق القناة.

ويبين الشكلان 23 و24 أقنعة حدود الطيف في الأنظمة DVB-T بالترددين 7 MHz و8 MHz على التوالي. ويمثل كل رسم بياني الحدود الطيفية المطبقة على مرسِلات تتراوح قدرة خرجها بين 39 dBW و50 dBW. ويصاحب كل رسم جدول نقاط الانقطاع وجدول قيم النقاط الطرفية والنقاط الأكثر قرباً من النقاط الطرفية، بالترافق مع السويات المقابلة للبث الهامشي وذلك بالنسبة إلى مدى قدرات خرج المرسِل.

الشكل 23

قناع الحد الطيفي للأنظمة DVB-T بالتردد 7 MHz (من أجل *P* = من 39 إلى 50 dBW)



يعطي الجدول 15 نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 23 والمتعلقة بالأنظمة DVB-T بالتردد 7 MHz.

الجدول 15

نقاط الانقطاع في الأنظمة DVB-T بالتردد 7 MHz

التردد نسبة إلى مركز القناة بتردد 7 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 4 kHz (dB)
17,5–	99–
10,5–	91–
3,7–	67,2–
3,35–	32,2–
3,35	32,2–
3,7	67,2–
10,5	91–
17,5	99–

يعطي الجدول 16 قيم النقطة الطرفية وقيم النقاط الأكثر قرباً من النقاط الطرفية التي تستعمل مع الشكل 23 والجدول 15، وتطبَّق على مدى قدرات خرج المرسِل في الأنظمة DVB-T بالتردد 7 MHz.

الجدول 16

قيمة النقطة الطرفية وقيم النقاط الأكثر قرباً من النقاط الطرفية في الأنظمة DVB-T بتردد 7 MHz

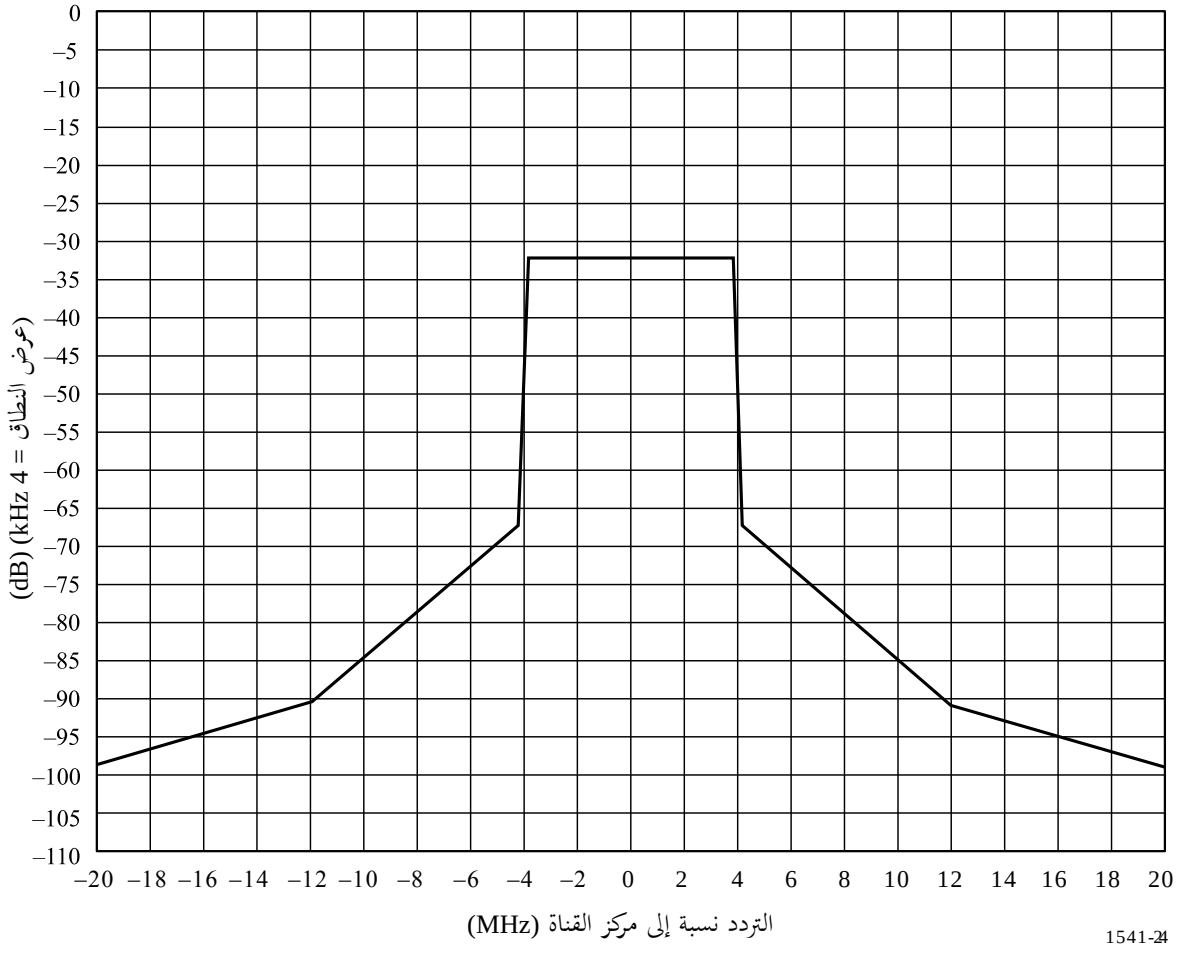
السوية المقابلة للبث الهامشي (عرض نطاق قياس قدره 100 kHz)	مدى القدرة (dBW)	قيمة النقطة الطرفية[1] (عرض نطاق قياس قدره 4 kHz) (dB)
dBm 36–	$9 \geq P$	$(9 - P) - 89$–
dBc 75	$29 \geq P > 9$	89–
dBm 16–	$39 \geq P > 29$	$(29 - P) - 89$–
dBc 85	$50 \geq P > 39$	99–
dBm 5–	$P \geq 50$	$(50 - P) - 99$–

[1] قيمة النقطة الأقرب من النقطة الطرفية أعلى من قيمة النقطة الطرفية بمقدار 8 dB وجميع هذه القيم خاضعة لحد أقصى قدره 67,2– dB.

يعطي الجدول 17 النقطة الطرفية المقابلة للشكل 24 في الأنظمة DVB-T بالتردد 8 MHz.

الشكل 24

قناع الحد الطيفي للأنظمة DVB-T بالتردد 8 MHz (من أجل P = من 39 إلى 50 dBW)



الجدول 17

نقاط الانقطاع في الأنظمة DVB-T بالتردد 8 MHz

التردد نسبة إلى مركز القناة بتردد 8 MHz	السوية النسبية في عرض نطاق قياس قدره 4 kHz (dB)
20–	99–
12–	91–
4,2–	67,8–
3,81–	32,8–
3,81	32,8–
4,2	67,8–
12	91–
20	99–

يعطي الجدول 18 قيمة النقطة الطرفية وقيم النقاط الأكثر قرباً من النقاط الطرفية التي تُستعمل مع الشكل 24 والجدول 17، وتنطبق على مدى قدرات خرج لمرسِل في الأنظمة DVB-T بالتردد 8 MHz.

الجدول 18

قيمة النقطة الطرفية وقيم النقاط الأكثر قرباً من النقاط الطرفية في الأنظمة DVB-T بتردد 8 MHz

قيمة النقطة الطرفية[1] (عرض نطاق قياس قدره 4 kHz) (dB)	مدى القدرة (dBW)	السوية المقابلة للبث الهامشي (عرض نطاق قياس قدره 100 kHz)
$(9 - P) - 89$–	$9 \geq P$	dBm 36–
89–	$29 \geq P > 9$	dBc 75
$(29 - P) - 89$–	$39 \geq P > 29$	dBm 16–
99–	$50 \geq P > 39$	dBc 85
$(50 - P) - 99$–	$P \geq 50$	dBm 5–

[1] قيمة النقطة الأقرب من النقطة الطرفية أعلى من قيمة النقطة الطرفية بمقدار 8 dB وجميع هذه القيم خاضعة لحد أقصى قدره 67,8– dB.

2.2.2 الأنظمة ISDB-T بالترددين 7 MHz و8 MHz

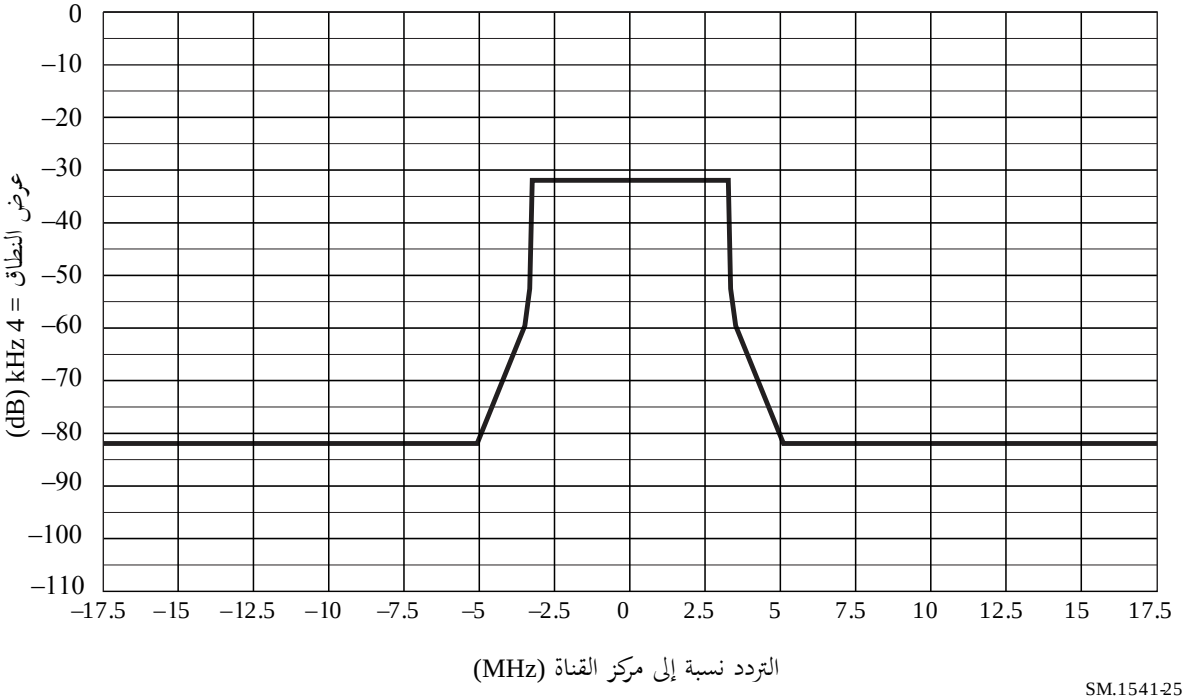
يمتد مجال البث خارج النطاق، فيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بتردد 7 MHz، من ±3,5 MHz (أي ±0,5 × 7 MHz) إلى ±17,5 MHz (أي ±2,5 × 7 MHz).

ويمتد مجال البث خارج النطاق، فيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بتردد 8 MHz، من ±4 MHz (أي ±0,5 × 8 MHz) إلى ±20 MHz (أي ±2,5 × 8 MHz).

وتظهر أقنعة حدود الطيف الخاصة بالأنظمة ISDB-T بالترددين 7 MHz و8 MHz في الشكلين 25 و26 على التوالي. ويقدم الجدولان 19 و20 نقاط الانقطاع المقابلة للشكلين 25 و26 على التوالي. وتتحدد السوية النسبية للقدرة في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz. وتقابل السوية المرجعية 0 dB متوسط قدرة الخرج المقيسة في عرض نطاق القناة. وتنطبق حدود الإرسال عندما تكون قدرة المرسِل أعلى من 39 dBW.

الشكل 25

قناع حد الطيف في النظام ISDB-T بتردد 7 MHz (من أجل P < 39 dBW)



SM.1541-25

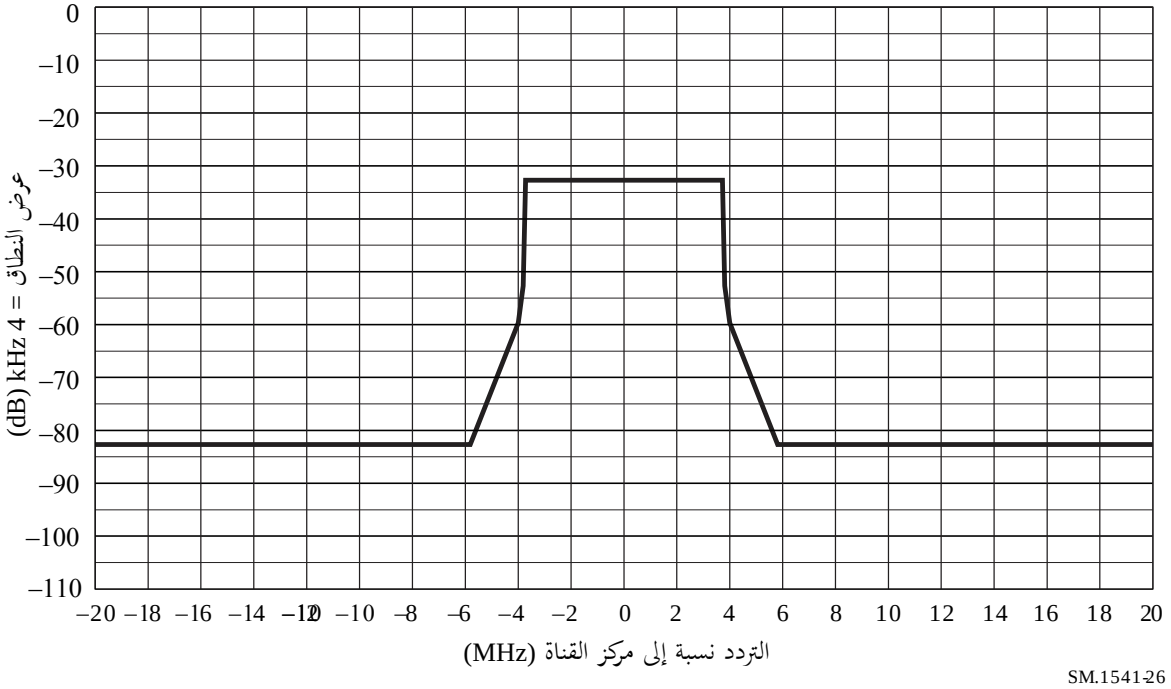
الجدول 19

جدول نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 25 والخاصة بالأنظمة ISDB-T بتردد 7 MHz

التردد نسبة إلى مركز قناة بتردد 7 MHz (MHz)	السوية النسبية في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz (dB)
17,5–	82,1–
5,09–	82,1–
3,50–	59,1–
3,34–	52,1–
3,26–	32,1–
3,26+	32,1–
3,34+	52,1–
3,50+	59,1–
5,09+	82,1–
17,5+	82,1–

الشكل 26

قناع حد الطيف في النظام ISDB-T بتردد 8 MHz (من أجل P < 39 dBW)



الجدول 20

جدول نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 26 الخاص بالأنظمة ISDB-T بتردد 8 MHz

التردد نسبةً لمركز قناة بتردد 8 MHz (MHz)	السوية النسبية لعرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz (dB)
20,0–	82,7–
5,81–	82,7–
4,00–	59,7–
3,81–	52,7–
3,72–	32,7–
3,72+	32,7–
3,81+	52,7–
4,00+	59,7–
5,81+	82,7–
20,0+	82,7–

3.2.2 الأنظمة DTMB بالترددين 7 MHz و8 MHz

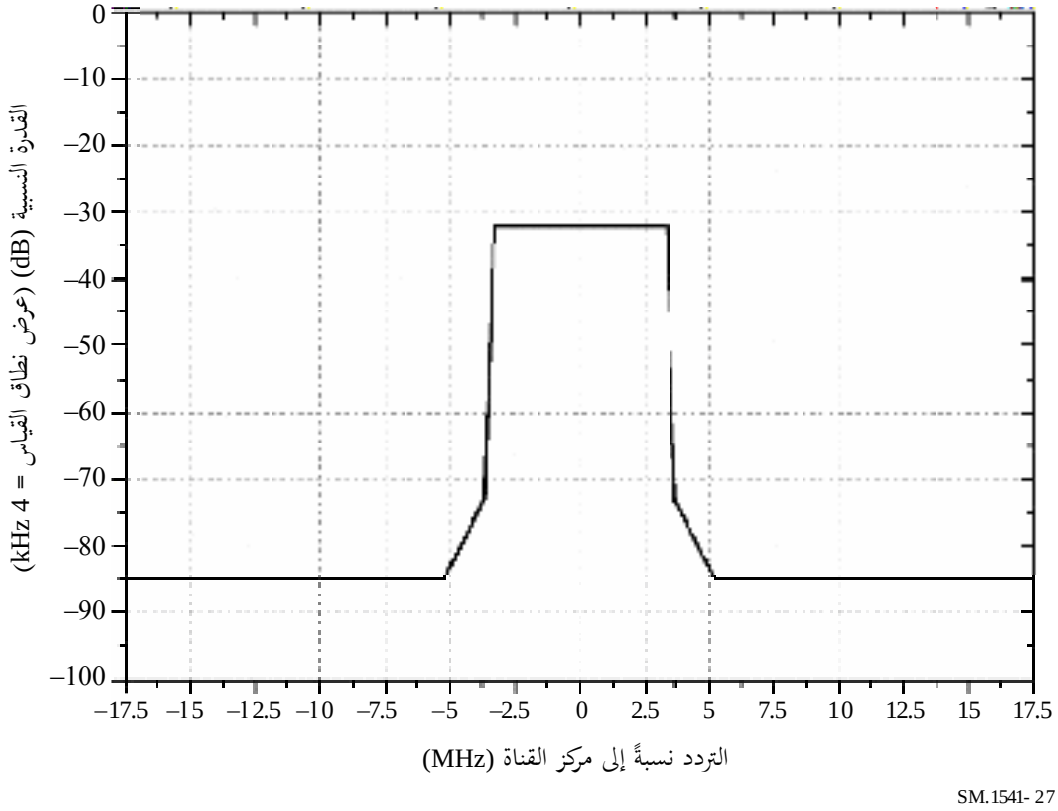
يمتد مجال البث خارج النطاق، فيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بتردد 7 MHz، من ±3,5 MHz (أي ±0,5 × 7 MHz) إلى ±17,5 MHz (أي ±2,5 × 7 MHz).

ويمتد مجال البث خارج النطاق، فيما يتعلق بالتلفزيون الرقمي بتردد 8 MHz، من ±4 MHz (أي ±0,5 × 8 MHz) إلى ±20 MHz (أي ±2,5 × 8 MHz).

وتظهر أقنعة حدود الطيف الخاصة بالأنظمة DTMB بالترددين 7 MHz و8 MHz في الشكلين 27 و28 على التوالي. ويقدم الجدولان 21 و22 نقاط الانقطاع المقابلة للشكلين 27 و28 على التوالي. وتتحدد السوية النسبية للقدرة في عرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz. وتقابل السوية المرجعية 0 dB متوسط قدرة الخرج المقيسة في عرض نطاق القناة. وتنطبق حدود الإرسال عندما تكون قدرة المرسِل أعلى من 39 dBW.

الشكل 27

أقنعة حد الطيف في النظام DTMB العامل بتردد 7 MHz



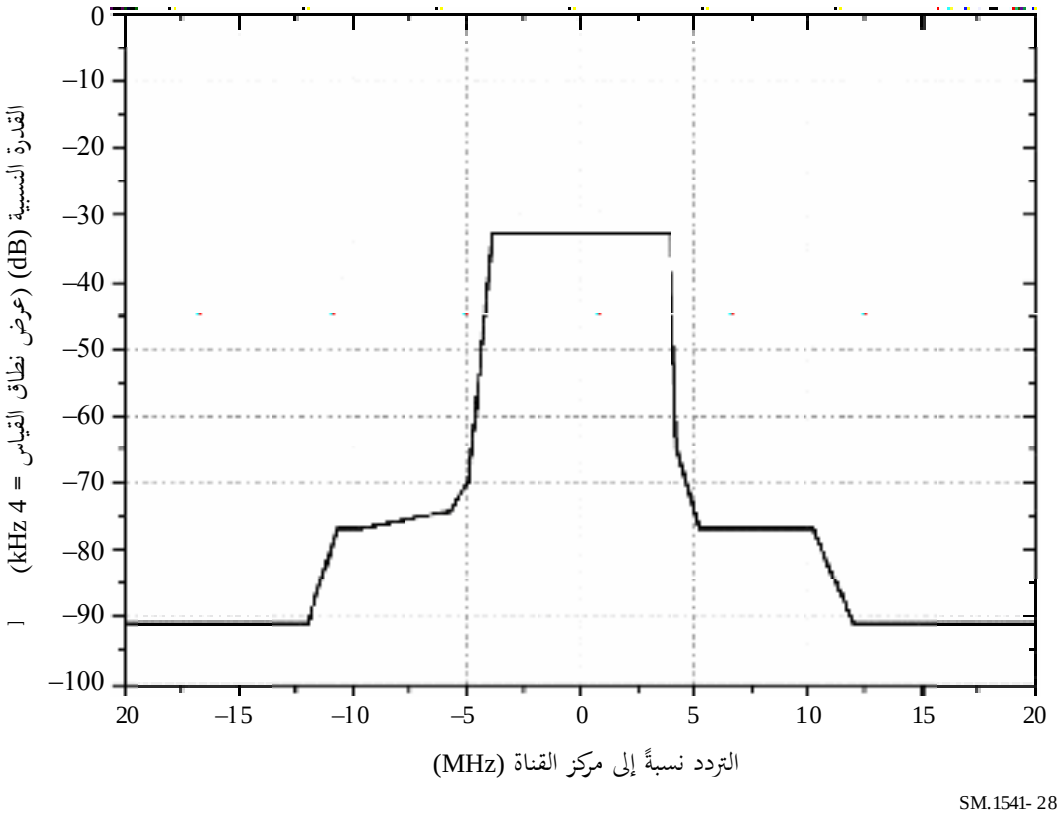
الجدول 21

جدول نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 27 في النظام DTMB العامل بالتردد 7 MHz

التردد نسبةً لمركز قناة بتردد 7 MHz (MHz)	السوية النسبية لعرض نطاق مرجعي قدره 4 kHz (dB)
17,5–	85–
10,5–	85–
5,25–	85–
3,7–	73–
3,33–	32,1–
3,33+	32,1–
3,7+	73–
5,25+	85–
10,5+	85–
17,5+	85–

الشكل 28

أقنعة حد الطيف في النظام DTMB العامل بالتردد 8 MHz



الجدول 22

جدول نقاط الانقطاع المقابلة للشكل 28 في النظام DTMB العامل بالتردد 8 MHz

تخالف التردد مع التردد المركزي (MHz)	السوية النسبية (dB)
20–	91–
12–	91–
10,75–	76,9–
9,75–	76,9–
5,75–	74,2–
4,94–	69,9–
3,9–	32,8–
3,9+	32,8–
4,25+	64,9–
5,25+	76,9–
6,25+	76,9–
10,25+	76,9–
12+	91–
20+	91–

الملحق 7

حدود الإرسال في مجال البث خارج النطاق لأنظمة الإذاعة الصوتية

يضم هذا الملحق حدود الإرسال في مجال البث خارج النطاق الواجب تطبيقها على الإذاعة الصوتية. وتماشياً مع مبدأ شبكة السلامة (انظر البند 4 من *توصي*)، تجدر الإشارة إلى أن الحدود الأكثر صرامة لا تتأثر في الحالات التي توجد فيها اتفاقات خاصة بالنسبة إلى الخدمات الإذاعية لأسباب التنسيق أو المواءمة. وينبغي استعمال الحدود الأكثر صرامة المنصوص عليها في الاتفاقات والمعايير المطبقة في جميع الحالات التي تشير إلى ضرورتها وحيث قد يتأثر فحوى الاتفاق.

1 الإذاعة الصوتية بتشكيل التردد بالموجات المترية (VHF)

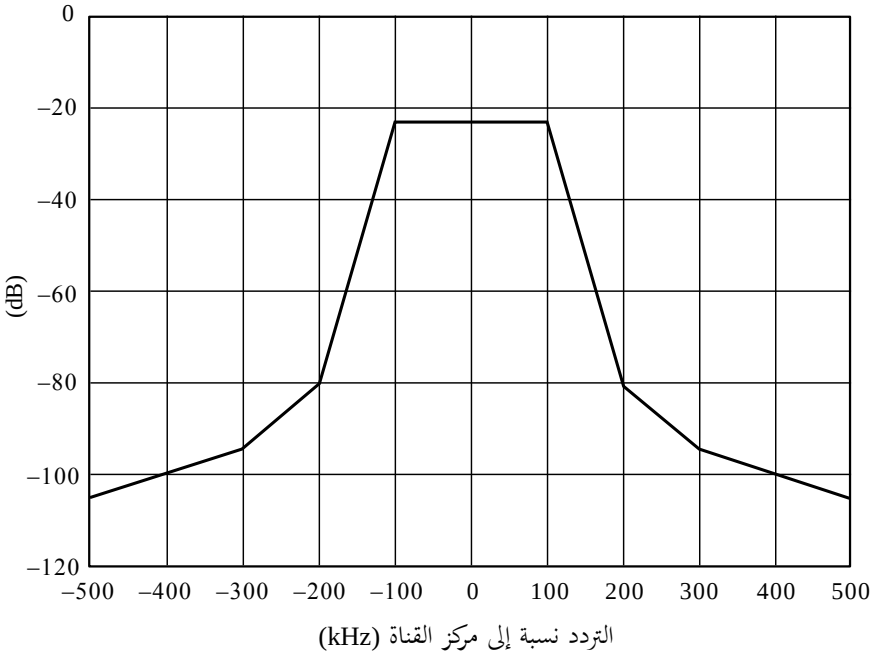
يبين الشكل 29 قناع الحد الطيفي للإذاعة الصوتية بتشكيل التردد بالموجات المترية. وتُعطى نقاط الانقطاع المصاحبة في الجدول 23.

وفيما يتعلق بالإذاعة الصوتية بتشكيل التردد بالموجات المترية وفي قنوات ترددها kHz 200، يمتد مجال البث خارج النطاق من ±100 kHz (أي ±0,5 × kHz 200) إلى ±500 kHz (أي ±2,5 × kHz 200).

وتُقاس سوية القدرة في عرض نطاق يبلغ kHz 1. وتقابل السوية المرجعية dB 0، القدرة المتوسطة للخرج مقيسة في عرض نطاق القناة (kHz 200).

الشكل 29

قناع الحد الطيفي لمرسِلات الإذاعة الصوتية بتشكيل التردد بالموجات المترية (اقتراح أولي)



الجدول 23

نقاط انقطاع قناع حد الطيف في الإذاعة الصوتية بتشكيل التردد بالموجات المترية

التردد نسبة إلى مركز القناة بالتردد 200 kHz (kHz)	سوية نسبية (dB)
0,5–	105–
0,3–	94–
0,2–	80–
0,1–	23–
0,1	23–
0,2	80–
0,3	94–
0,5	105–

2 الإذاعة الصوتية بتردد تحت 30 MHz

تُقدر الإرسالات في مجال البث خارج النطاق لمرسِلات الإذاعة الصوتية بالنطاق الجانبي المزدوج أو بالنطاق الجانبي الوحيد العاملة تحت 30 MHz استناداً إلى التوصية ITU-R SM.328.

1.2 الأنظمة الرقمية الراديوية موندیال (DRM)

يمتد مجال البث خارج النطاق في الأنظمة DRM كالتالي:

- من ±2,25 kHz (أي ±0,5 × 4,5 kHz) إلى ±11,25 kHz (أي ±2,5 × 4,5 kHz) في قنوات التردد 4,5 kHz؛
- من ±2,5 kHz (أي ±0,5 × 5 kHz) إلى ±12,5 kHz (أي ±2,5 × 5 kHz) في قنوات التردد 5 kHz؛
- من ±4,5 kHz (أي ±0,5 × 9 kHz) إلى ±22,5 kHz (أي ±2,5 × 9 kHz) في قنوات التردد 9 kHz؛
- من ±5 kHz (أي ±0,5 × 10 kHz) إلى ±25 kHz (أي ±2,5 × 10 kHz) في قنوات التردد 10 kHz.

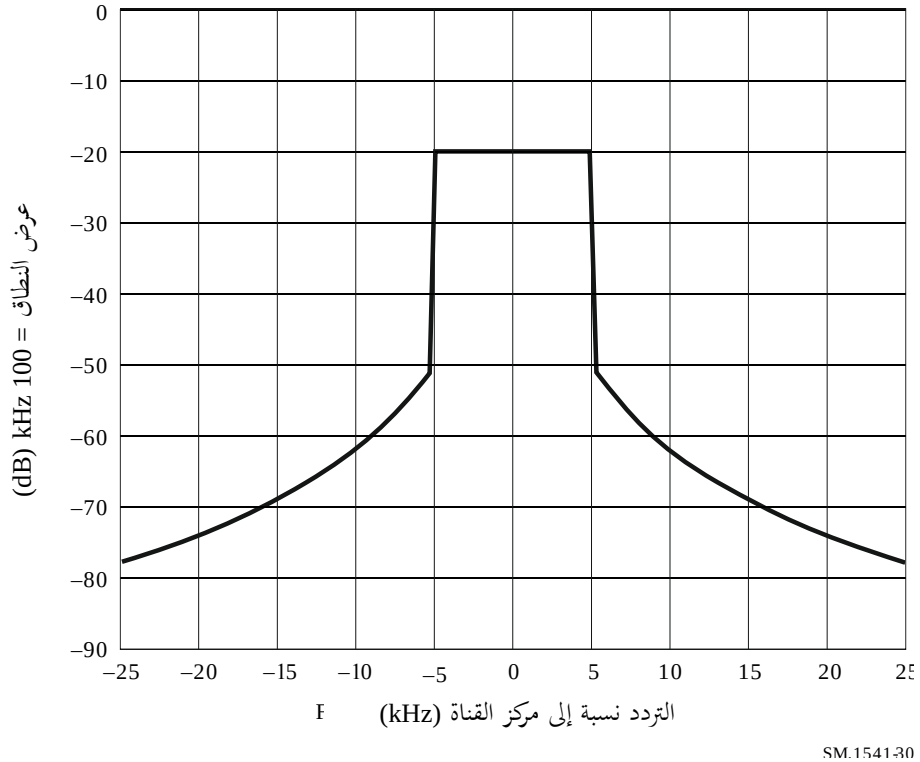
وتقدم التوصية ITU-R BS.1615 – "معلمات التخطيط"، الخاصة بالإذاعة الصوتية الرقمية على الترددات تحت 30 MHz (الفقرة 2.2)، إرشادات تساعد في تحديد أقنعة حدود الطيف للأنظمة DRM.

وتُحسب أقنعة حدود الطيف للأنظمة DRM وفقاً للفقرة 3.3.6 من الملحق 1 بالتوصية ITU-R SM.328، باستعمال عروض نطاق القنوات الواردة أعلاه. وينطوي ذلك على توهين قدره 30 dB عند تردد ±0,53 × عرض نطاق القناة؛ ووراء تلك النقطة خط منحن يتراوح بين –12 dB/octave إلى –60 dB. وتحدد السوية النسبية للقدرة في عرض نطاق مرجعي قدره 100 Hz. وتقابل السوية المرجعية 0 dB متوسط قدرة الخرج المقيسة في عرض نطاق القناة.

ويبين الشكل 30 مثالاً لقناع حد الطيف في أنظمة DRM يعمل بقنوات ترددها 10 kHz.

الشكل 30

قناع حد الطيف في نظام DRM يعمل بقنوات تردد 10 kHz



3 الإذاعة الصوتية الرقمية

النظام الرقمي A

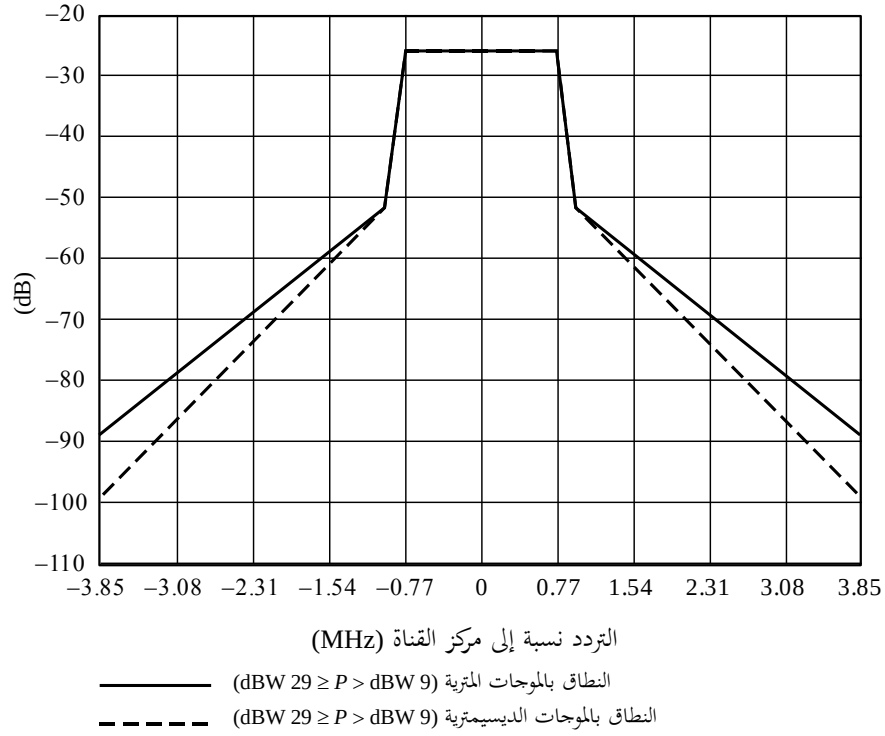
يبين الشكل 31 قناع حد الطيف للنظام الرقمي A، ويقدم الجدولان 24 و25 نقاط الانقطاع المقابلة.

فيما يخص النظام الرقمي A مع قنوات ترددها 1,54 MHz، يمتد مجال البث خارج النطاق من ±0,77 MHz (أي ±0,5 × 1,54 MHz) إلى ±3,85 MHz (أي ±2,5 × 1,54 MHz).

وفي النظام الرقمي A، يُستخدم عرض نطاق قياس قدره 4 kHz. وتقابل السوية المرجعية 0 dB القدرة المتوسطة للخرج في عرض نطاق القناة (1,54 MHz).

الشكل 31

قناع حد الطيف للنظام الرقمي A (dBW 29 ≥ *P*> dBW 9)



يقدم الجدول 25 قيم النقطة الطرفية التي تُستعمل مع الجدول 24 والشكل 31، وتنطبق على مدى قُدُرات خرج المرسِل في النظام الرقمي A.

الجدول 24

نقاط انقطاع قناع حد الطيف للنظام الرقمي A،
جميع أساليب الإرسال (dBW 29 ≥ *P*> dBW 9)

التردد نسبةً إلى مركز القناة MHz 1,54 (MHz)	**السوية النسبية (dB)**
3,85–	89–
0,97–	52–
0,77–	26–
0,77	26–
0,97	52–

الجدول 25

قيم النقطة الطرفية الواجب استعمالها مع الجدول 24

نظام رقمي A عامل في النطاقين MHz 68-47 وMHz 240-174		
قيمة النقطة الطرفية[1] (kHz dB/4)	**مدى القدرة (dBW)**	**السوية المقابلة للبث الهامشي (عرض نطاق القياس = 100 kHz)**
$(9 - P) - 89$–	$9 \geq P$	dBm 36–
89–	$29 \geq P > 9$	dBc 75
$(29 - P) - 89$–	$39 \geq P > 29$	dBm 16–
99–	$50 \geq P > 39$	dBc 85
$(50 - P) - 99$–	$P > 50$	dBm 5–
$(9 - P) - 99$–	$9 \geq P$	dBm 36–
99–	$29 \geq P > 9$	dBc 75
$(29 - P) - 99$–	$39 \geq P > 29$	dBm 16–
106–	$50 \geq P > 39$	dBc 85
106–	$P > 50$	dBm 5–

[1] قيمة النقطة الطرفية خاضعة لحدّ أقصى قدره 52– dB ولحدّ أدنى قدره 106– dB.

الملحق 8

حدود الإرسال في مجال البث خارج النطاق في أنظمة الرادارات الأولية

1 مقدمة

تُعرَّف لوائح الراديو "الرادار الأولي" بأنه "نظام *استدلال راديوي* قائم على المقارنة بين إشارات مرجعية وإشارات راديوية منعكسة عن الموضع المراد تحديده".

وتعمل رادارات الأرض الأولية في خدمة الملاحة الراديوية (رادارات مراقبة الجو ورادارات الملاحة محمولة على متن الطائرات والسفن) وفي خدمة مساعدات الأرصاد الجوية (رادارات الأرصاد الجوية) وفي خدمة التحديد الراديوي للموقع (أغلبية الرادارات الأخرى على الأرض). وتضم الرادارات الفضائية سواتل الكشف النشيط عن بُعد العاملة في خدمة الأبحاث الفضائية (النشطة) وفي خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشطة)، ورادارات أخرى عاملة في خدمة الأبحاث الفضائية.

ولا تُطبَّق الحدود الواردة فيما بعد داخل النطاقات الموزعة حصراً على خدمة الاستدلال الراديوي و/أو الخدمة EESS (النشطة) وخدمة الأبحاث الفضائية (النشطة)، ولكنها تُطبَّق على أطراف هذه النطاقات. وستكون حدود إرسالات الرادارات الأولية في خدمات هذه النطاقات الموزعة حصراً، موضوع دراسة لاحقة.

وهناك عدة فئات من الرادارات الأولية التي لم تؤخذ بالاعتبار في حدود البث خارج النطاق المحددة في هذا الملحق. وهي الرادارات النبضية بقدرة ذروة اسمية تساوي أو تقل عن 1 kW، ورادارات لا تعمل نبضياً وذات قدرة متوسطة اسمية تساوي

أو تقل عن 40 W، ورادارات تعمل فوق 40 GHz، ورادارات محمولة، ورادارات تُستخدم لمرة واحدة في الصواريخ. وستخضع هذه الفئات من الرادارات لدراسة لاحقة بغية وضع الحدود المناسبة.

وفي جميع الصيغ الواردة في هذا الملحق، يعبَّر عن عرض النطاق (B_N، B_c، B_s، B_d، B_{-40}، B_{rise}، B_{fall}، $B_{rise\&fall}$، B_R) بوحدات هرتز، بينما يعبَّر عن مدة النبضات وأوقات الصعود/الهبوط بالثواني، ما لم يُذكر خلاف ذلك.

2 عرض النطاق اللازم

ينبغي معرفة عرض النطاق اللازم لمرسِل رادار من أجل تعيين حدوث البث خارج النطاق وكذلك الحد الفاصل الذي تنطبق بعده حدود البث الهامشي.

وتضم التوصية ITU-R SM.1138 التي تحيل إليها لوائح الراديو صيغاً يمكن استخدامها لحساب عرض النطاق اللازم عندما تشترطه لوائح الراديو. غير أن الصيغة الوحيدة التي تطبَّق على الرادارات تعطي نتائج تتغير بمقدار عشرة أضعاف عن ثابتٍ ما يختاره المستعمل. وفي التوصية ITU-R SM.853، تعتبر صيغ التوصية ITU-R SM.1138 غير كاملة، ويُوصى بصيغ كثيرة أخرى.

1.2 النبضات الرادارية غير المشكَّلة

تقدم التوصية ITU-R SM.853 تعليمات لتحديد عرض النطاق اللازم (أقل من قيمة ذروة الغلاف بمقدار 20 dB) للنبضات مستطيلة الشكل والنبضات على شكل شبه المنحرف. ويكون عرض النطاق اللازم B_N لهذه الأنظمة القيمة الصغرى من القيمتين التاليتين:

$$B_N = \frac{1{,}79}{\sqrt{t \cdot t_r}} \text{ or } \frac{6{,}36}{t} \tag{35}$$

حيث t هي مدة النبضة (بنصف اتساع) وt_r وقت الصعود، ويعبَّر عن القيمتين بالثواني[3].

2.2 تشكيلات أخرى

فيما يلي الصيغ التي تعطي عرض النطاق اللازم للرادارات النبضية المشكَّلة بالتردد والرادارات بقفزات التردد ورادارات الموجة المستمرة وغير المشكلة أو المشكلة بالتردد. وبالنسبة إلى الرادارات النبضية المشكلة بالتردد تقدِّم الصيغة التي تعطي عرض النطاق اللازم (عرض النطاق عند 20 dB) نتيجة أعلى من النتيجة التي حُصِل عليها في حالة النبضة التناظرية على شكل شبه المنحرف (المعادلة (35)) بمرتين بالنسبة لانحراف التردد B_C[4]:

$$B_N = \frac{1{,}79}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2\,B_C \tag{36}$$

[3] مدة النبضة هي الفترة (بالثواني) الممتدة بين نقاط الاتساع بنسبة 50% (التوتر). وبالنسبة إلى النبضات المشفرة تكون مدة النبضة هي الفاصل الزمني بين نقاط الاتساع بنسبة 50% للنبضة الفرعية. ووقت الصعود هو الزمن (بالثواني) الموضوع في الجهة الأمامية للنبضة لتنتقل من 10% إلى 90% من اتساعها الأقصى. ففي النبضات المشفرة، وقت الصعود هذا هو وقت صعود النبضة الفرعية، وإذا تعذر تحديده، يُفترض أنه يقابل 40% من الوقت الذي استغرقه التبديل من طور إلى آخر أو من نبضة فرعية إلى أخرى. وعندما يقل وقت هبوط الرادار عن وقت صعوده ينبغي استعماله بدلاً من وقت الصعود في هذه المعادلات. ويجتنب استعمالُ عبارة المعادلة (35) التي تعطي القيمة الصغرى حسابَ عرض النطاق اللازم البالغ الكبر عندما يكون وقت الصعود قصيراً جداً.

[4] تقابل هذه القيمة الإزاحة الكلية للتردد خلال مدة النبضة.

وتضم الصيغة المتعلقة بالرادارات بقفزات التردد حداً إضافياً B_s، المدى الأقصى الذي يتم فيه تخالف تردد الموجة الحاملة:

$$B_N = \frac{1{,}79}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2\,B_c + B_s \quad (37)$$

ومع أن التوصية ITU-R SM.1138 لا تعطي صيغة تحت عنوان "موجة مستمرة صافية" (بمعنى موجة حاملة دون تشكيل)، فإنه من أجل الحصول على قيمة واقعية لعرض النطاق اللازم لرادارات الموجة المستمرة غير المشكَّلة يجب مراعاة التفاوت المسموح به للتردد ومراعاة الضوضاء. وفيما يتعلق برادارات الموجة المستمرة المشكلة بالتردد، يساوي عرض النطاق اللازم ضِعف B_d، انحراف التردد الأقصى.

$$B_N = 2\,B_d \quad (38)$$

3.2 القيم النمطية لعرض النطاق اللازم

يعطي الجدول 26 عروض النطاق اللازمة النمطية، تليها مديات قيم عرض النطاق اللازم وذلك لأربعة أنماط من الرادارات.

الجدول 26

نمط الرادار	النطاق B_N النمطي (MHz)	مدى النطاق B_N
رادار ثابت للتحديد الراديوي للموقع	6	kHz 20 إلى GHz 1,3
رادار متنقل للتحديد الراديوي للموقع	5,75	kHz 250 إلى MHz 400
رادار مراقبة مطارات	6	MHz 2,8 إلى MHz 15
رادار أرصاد جوية	1	kHz 250 إلى MHz 3,5

3 حدود الإرسال في مجال البث خارج النطاق للرادارات الأولية

الصعوبة الكبيرة التي نشأت أثناء إعداد الحدود العامة للبث خارج النطاق للرادارات الأولية هي تنوع الأنظمة وأشكال الموجات المرسَلة. وتستند حدود البث خارج النطاق للرادارات الأولية إلى عرض النطاق عند 40 dB (B_{-40}) من طيف شكل الموجة المرسلة.

1.3 الصيغ التي تعطي عرض النطاق عند dB B_{-40}

بما أن النسبة بين عرض النطاق عند dB B_{-40} وعرض النطاق اللازم ليست ثابتة بشكل عام، ينبغي وجود صيغة تعطي عرض النطاق عند dB B_{-40} بغية إقامة علاقة بين القناع وعرض النطاق اللازم. ولقد أُعدت الصيغ التالية لحساب عرض النطاق عند dB B_{-40} لمرسِلات الرادارات الأولية.

وفيما يتعلق بالرادارات النبضية غير المشكلة بالتردد، بما فيها الرادارات النبضية المشفرة أو بتمديد الطيف، فإن عرض النطاق يقابل القيمة الصغرى من القيمتين التاليتين:

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} \text{ or } \frac{64}{t} \quad (39)$$

حيث المعامل K يساوي 6,2 للرادارات ذات قدرة المخرج التي تتجاوز 100 kW و7,6 للرادارات ذات القدرة الأضعف والرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية في النظامين 900 2-100 MHz 3 و200 9-500 MHz 9[5]. وتنطبق الصيغة الثانية إذا كان وقت الصعود t_r أقل من $0{,}0094t$ تقريباً عندما K تساوي 6,2 أو أقل من $0{,}014t$ عندما K تساوي 7,6.

وفيما يتعلق بالرادارات النبضية المشكلة بالتردد، يساوي عرض النطاق عند B_{-40} dB:

$$B_{-40} = 1{,}5\left\{B_C + \sqrt{\pi}\cdot\left[\ln\left(B_C\cdot\tau\right)\right]^{0{,}53}\cdot\left[Min(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise\&fall}) + Max(B_{rise}, B_{fall}, B_{rise\&fall})\right]\right\} \quad (40)$$

حيث:

$$B_{rise} = \frac{1}{\sqrt{\tau\cdot t_r}} \quad \text{لاحتساب وقت الصعود} \quad (41)$$

$$B_{fall} = \frac{1}{\sqrt{\tau\cdot t_f}} \quad \text{لاحتساب وقت الهبوط} \quad (42)$$

$$B_{rise\&fall} = \frac{1}{\sqrt[3]{\tau\cdot t_r\cdot t_f}} \quad \text{لاحتساب وقتي الصعود والهبوط معاً} \quad (43)$$

τ: عرض النبضة بما فيه وقتا الصعود والهبوط

t_r: وقت صعود النبضة

t_f: وقت هبوط النبضة

B_c: عرض نطاق الانحراف الترددي (مجمل الزحزحة الترددية خلال توليد النبضة)

B_S: المدى الأقصى لزحزحة تردد الموجة الحاملة ويساوي صفراً في الحالات التي لا يوجد فيها قفز ترددي.

ولا تصح المعادلة (40) إلا في حال تحقق الشروط التالية:

1) أن يزيد جداء B_c *Minimum* (t_r, t_f) عن قيمة 0,10 أو يساويها؛

2) أن يزيد جداء $B_c\,\tau$ أو نسبة الضغط عن 10.

[5] هذه المعامِلات K = 6,2 أو 7,6 و64 مرتبطة بقيم نظرية قد تنطبق في حالة النبضات على شكل شبه منحرف، والنبضات المستطيلة الشكل بالتردد الثابت على التوالي. وإضافة إلى ذلك، تمت زيادة المعامل K في حالة الموجات على شكل شبه المنحرف بغية التمكن من إعمال بعض خصائص أجهزة المخرج. وبالنسبة إلى النبضات المستطيلة المثالية، يتم خفض الطيف بمقدار 20 dB كل عشر نبضات وينتج عن ذلك عرض نطاق قدره $6{,}4/t$ عند 20 dB وعرض نطاق أكبر بعشرة أضعاف عند B_{-40} أي $64/t$. ومن أجل إقناع الجميع باستعمال نبضات بأوقات صعود وهبوط قصيرة جداً لا يُسمح بأي هامش. ويتناقص طيف نبضات ذات الشكل شبه المنحرف أولاً بمقدار 20 dB كل عشر نبضات، ثم عند النهاية بمقدار 40 dB للنبضات العشر. وإذا تجاوزت النسبة بين وقت الصعود وعرض النبضة 0,008 تقع النقاط عند 40 dB على المنحني المتناقص بمقدار 40 dB كل عشر نبضات، وفي هذه الحالة يكون عرض النقاط B_{-40} يساوي:

$$\frac{5{,}7}{\sqrt{t\cdot t_r}}$$

يتطلب التفاوت المسموح به للنواقص الحتمية أثناء التطبيق أن يستند القناع على القيم التالية كحد أدنى:

$$\frac{6{,}2}{\sqrt{t\cdot t_r}} \text{ or } \frac{7{,}6}{\sqrt{t\cdot t_r}}$$

حسب فئة الرادار.

وفي جميع الحالات الأخرى ينبغي استخدام المعادلات التالية:

$$B_{-40} = \frac{K}{\sqrt{t \cdot t_r}} + 2\left(B_c + \frac{A}{t_r}\right) \quad (44)$$

حيث A[6] يساوي 0,105 عندما K = 6,2 و0,065 عندما K = 7,6.

وفيما يتعلق بالرادارات النبضية المشكلة بالتردد مع قفزة التردد، يتعين إضافة قيمة B_s إلى قيمة B_{-40} (المعادلة (40) أو المعادلة (44)) للحصول على عرض النطاق B_{-40} dB لرادار القفز الترددي[7].

وبالنسبة إلى الرادارات بالموجة المستمرة غير المشكلة، يكون عرض النطاق B_{-40} dB هو:

$$B_{-40} = 0{,}0003F_c \quad (45)$$

حيث F_C هو تردد الموجة الحاملة.

وتطبَّق صيغتان مختلفتان لعرض النطاق B_{-40} dB في الرادارات بالموجة المستمرة المشكلة بالتردد (FMCW)، وهما الصيغة العامة وصيغة القفز الترددي.

أما الصيغة العامة لعرض النطاق B_{-40} dB في الرادارات بالموجة المستمرة المشكلة بالتردد (FMCW)، فهي كالتالي:

$$B_{-40} = 1{,}2B_R\left(1 + \frac{200}{\pi\sqrt{B_R T}}\right)^{1/2} \quad (46)$$

حيث B_R هو مجمل الانحراف الترددي وT هو دور الزقزقة. وتستند هذه الصيغة إلى الموجة المستمرة المشكلة بالتردد (FMCW) الخطية، ويمكن تطبيقها أيضاً على الموجة المستمرة المشكلة بالاتساع الخطية وعلى الموجة المستمرة المشكلة بالتردد (FMCW) الارتدادية وعلى الموجة المستمرة المشكلة بالتردد غير الخطية.

وفي الرادارات بالموجة المستمرة المشكلة بالتردد (FMCW) ذات القفز الترددي، يتعين إضافة صيغة عرض النطاق B_{-40} dB حيث B_S هو المدى الأقصى لزحزحة تردد الموجة الحاملة.

وفيما يتعلق بالرادارات مع عدة أشكال للموجة النبضية، يجب حساب عرض النطاق B_{-40} dB لكل نمط نبضة، ويجب استعمال أقصى عرض نطاق B_{-40} dB تم الحصول عليه لإعداد شكل قناع البث.

4 قناع البث خارج النطاق

يبين الشكل أدناه قناع البث خارج النطاق للرادارات الأولية، وهو يُصنَّف حسب أنماط شكل الموجة ويتحدد على شكل كثافة طيفية للقدرة ويعبَّر عنه بالوحدات dBpp. ويُحدَّد تناقص القناع بدءاً من عرض النطاق عند B_{-40} dB ليصل سوية البث الهامشي المحدد في التذييل **3** للوائح الراديو[8].

---

[6] يشكل المصطلح A/t_r ضبطاً للقيمة B_{-40} يساعد على أخذ تأثير وقت الصعود بالحسبان، وهذا التأثير هام عندما يكون الناتج $B_C t$ صغيراً أو معتدلاً ووقت الصعود قصيراً.

[7] يعطي ذلك عرض النطاق B_{-40} الكلي المركَّب لرادار بقفزات التردد يقابل الحالة التي تكون فيها جميع القنوات المدرجة في النطاق B_s عاملة في نفس الوقت. وبالنسبة إلى الرادارات بقفزات التردد يتناقص قناع البث خارج النطاق بدءاً من طرف عرض النطاق عند B_{-40} dB كما لو كان الرادار راداراً وحيد التردد مضبوطاً على حافة المدى المصاحب لقفزة التردد.

[8] يحدد التذييل 3 توهيناً للبث الهامشي قدره 43 + 10 log *(PEP)* أو 60 dB، إذا كانت هذه القيمة الأخيرة أقل صرامة. (PEP: قدرة الذروة للغلاف).

ويمكن إزاحة عرض النطاق dB B_{-40} نسبةً إلى التردد المصاحب بأقصى مستوى للإرسال لكن ينبغي أن يكون عرض النطاق اللازم (رقم **152.1** من لوائح الراديو) أو عرض النطاق المشغول الكلي (رقم **153.1** من لوائح الراديو) متضَمَّناً بالكامل في النطاق الموزع.

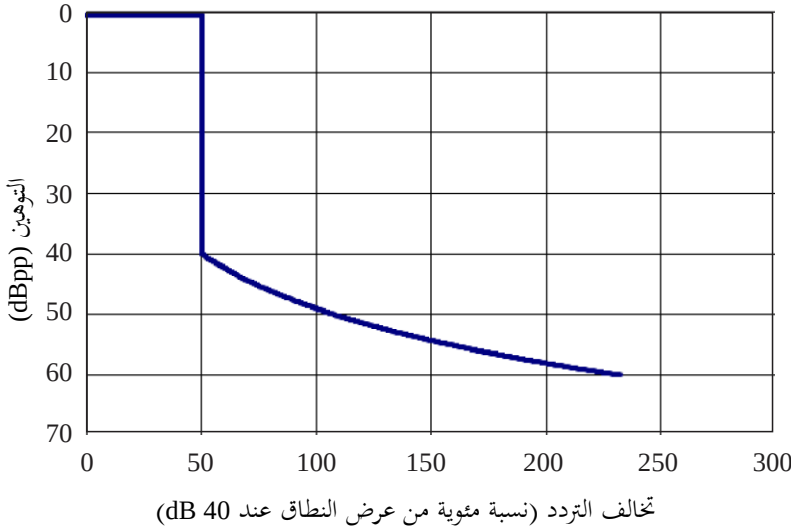
وللاسترشاد، ينبغي أن تحتوي القيمة المحسوبة لعرض النطاق dB B_{-40} كلياً ضمن النطاق الموزَّع.

1.4 جميع أشكال الموجة المدرجة في الفقرة 3

يبلغ التناقص dB 30 بكل تدرُّج عشري لجميع أشكال الموجة المدرجة في الفقرة 3، غير تلك المدرجة في الفقرة 2.4، على النحو المبين في الشكل 32.

الشكل 32

قناع البث خارج النطاق لجميع أشكال الموجات الرادارية غير المستبعدة المدرجة في الفقرة 3



2.4 أشكال الموجة المستبعدة

تُستبعد الموجة المستمرة (CW) والموجة المستمرة المشكلة بالتردد (FMCW) وأشكال الموجة المشفرة بالطور من تطبيق الفقرة 1.4. ويبلغ معدل التناقص في أشكال الموجة هذه dB 20 لكل تدرُّج عشري، على النحو المبين في الشكل 33.

وينبغي إعادة النظر في هذا الاستبعاد في فترة الدراسة التي تسبق جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2016.

5 الحدود الفاصلة بين مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي

وفقاً للبند 2.2 من *توصي* من هذه التوصية والتذييل **3** للوائح الراديو، يبدأ عادة مجال البث الهامشي لتباعد ترددي يساوي 250% من عرض النطاق اللازم، مع استثناء بعض أنماط الأنظمة بما فيها أنظمة التشكيل الرقمي أو التشكيل النبضي. غير أنه من الصعب تطبيق المفهوم العام لحدود 250% من عرض النطاق اللازم على محطات الرادارات الأولية العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي أو في خدمات أخرى مثل خدمة مساعدات الأرصاد الجوية وخدمة الأبحاث الفضائية وخدمة استكشاف الأرض الساتلية.

وفيما يخص محطات الرادارات الأولية، فإن الحدود الفاصلة بين مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي تتحدد بأنها التردد الذي تتساوى عنده حدود البث خارج النطاق المعرَّفة هنا، وحدود البث الهامشي المحددة في الجدول II من التذييل **3** للوائح الراديو.

في حالة الرادارات الأولية العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي أو في خدمات أخرى ذات صلة، يتحدد الحد الفاصل بين مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي بأنه موسَّعٌ نسبةً إلى التردد المخصص البالغ α 2,5 B_N، حيث α هو عامل تصحيح الحدود

المرتبط بتشكيلة النظام العام لا سيما شكل موجة التشكيل وتقنية التشكيل وجهاز مخرج الرادار ومكونات دليل الموجة وكذلك نمط الهوائي وخصائصه المرتبطة بالتردد. كما تتوقف قيمة α أيضاً على طريقة تقدير عرض النطاق اللازم.

الشكل 33

قناع البث خارج النطاق لرادارات تستعمل الموجة المستمرة (CW) والموجة المستمرة المشكَّلة بالتردد (FMCW) وأشكال الموجة المشفَّرة بالطور

SM.1541-33

ويمكن تحديد القيم α المقابلة للقناع في الشكل 33 انطلاقاً من افتراض أن النقطة 60 dB تقع عند 2,5 α B_N بافتراض تناقص قدره 20 dB لكل تدرُّج عشري يكون:

$$5 B_{-40} = 2{,}5 \alpha B_N \rightarrow \alpha = 2 \frac{B_{-40}}{B_N} \quad (47)$$

وعند استعمال الأمثلة الواردة أعلاه، فإن α تساوي حوالي 2,0 لرادار النبضة المشكَّلة بالتردد الخطي وحوالي 8,5 لرادار النبضة غير المشكَّلة بالتردد. ولا تنطبق هذه المعادلة في حالة الرادار بقفزة التردد.

وفي حال افتراض أن عرض النطاق اللازم مقدَّر بأنه يقابل عرض النطاق عند 20 dB، فإن المعلومات التقنية المتوفرة حالياً تشير إلى أن القيمة α، بالنسبة إلى الرادارات الأولية الموجودة أو المشروع بإعدادها، تنحصر بين 1 و10 أو أكثر.

ويمكن التساؤل من وجهة نظر فعالية استعمال الطيف:

- عن إمكانية قدرة الرادارات الأولية في المستقبَل على التقيد بأن تكون قيمة α أكبر من 1؛
- عن وجوب اختلاف α تبعاً لوجود الحدّ الفاصل بين مجال البث خارج النطاق ومجال البث الهامشي، داخل أو خارج أو قرب النطاق الموزع على رادار أولي.

ينبغي أن يشرع قطاع الاتصالات الراديوية بدراسات أخرى من أجل تحديد عرض النطاق اللازم الواجب استعماله لحساب الحدود الفاصلة ولتحديد القيم α لمختلف أنماط الرادارات والمهمات والمنصات.

وفيما يخص رادارات النبضات غير المشكلة بالتردد وفي بعض الحالات التي تتيح فيها معمارية النظام استعمال المراشيح وبعض التنازلات غير المعتادة في نوعية الأداء، فإن قيمة α قد تُقارب 1. وفضلاً عن ذلك وفيما يخص الرادارات واسعة النطاق رشيقة التردد، فإن قيمة α قد تُقارب 1,5.

6 هدف التصميم

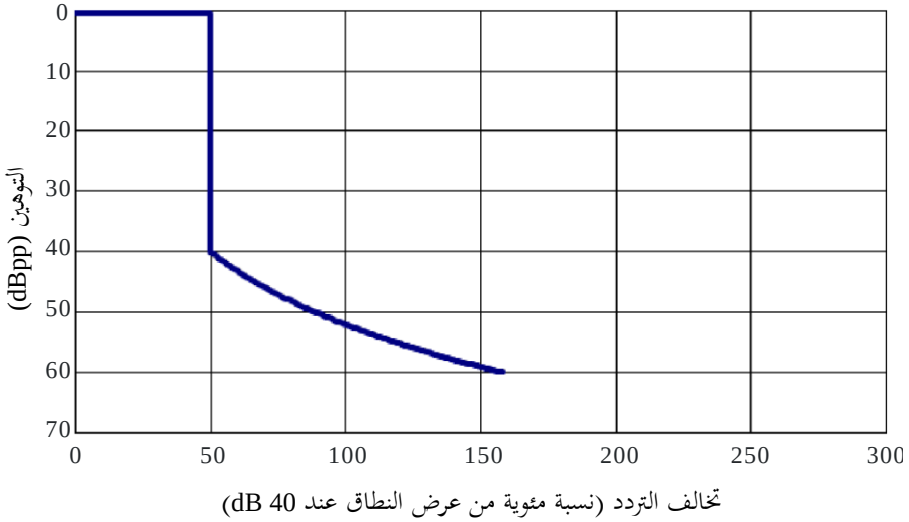
تستند الفقرات السابقة من هذا الملحق إلى مبدأ شبكة السلامة لحدود البث خارج النطاق. فمن البديهي أن يستحسن، في المستقبل، خفض سويات البث غير المطلوب لتعزيز التوافق مع الخدمات الأخرى.

ويشكل القناع في الشكل 34 هدفاً يرمي إليه تصميم أنظمة الرادار. ويتناقص القناع بمقدار 40 dB لكل تدرُّج عشري بدءاً من عرض النطاق عند B_{-40} dB بغية بلوغ سوية البث الهامشي التي يحددها التذييل **3** للوائح الراديو.

ينبغي تصميم الرادارات لتلبي متطلبات قناع هدف التصميم. وينبغي لتصميم الرادار أن يتحاشى استخدام التكنولوجيات العاجزة عن الوفاء بهدف التصميم.

الشكل 34

هدف التصميم لأنظمة الرادار



الملاحظة 1 – يتوجب على القطاع ITU-R أثناء الدراسات اللاحقة، البحث عن إمكانية تنفيذ هذا القناع مع مراعاة الخبرة العملية التي تم اكتسابها في مجال التطبيق على بعض أنماط أنظمة الرادار والتقدم التقني الذي حققته تكنولوجيا الرادار. وقد بينت بعض المساهمات المقدمة إلى الاتحاد الدولي للاتصالات (فترتا الدراسة 2003-2007 و2007-2011) بالأدلة أن بعض أنماط الرادارات يمكن أن تحقق هدف التصميم، ومن بينها بعض الرادارات القائمة على الكليسترون وبعض الرادارات التي تستخدم مغنطرونات الأرياش المكبوتة ما دون 100 kW كجهاز خرج.

الملاحظة 2 – إن حدود البث خارج النطاق المطبَّقة على النطاقات الموزعة حصراً على خدمة الاستدلال الراديوي ستخضع لدراسات لاحقة سينتج عنها تعريف قناع مختلف داخل هذه النطاقات كهدف للتصميم.

الملاحظة 3 – قد تعجز بعض الأنظمة المستقبلية عن تحقيق هدف التصميم، إذ تؤخذ العوامل التالية في الحسبان:

- مهمة الرادار (سلامة الأرواح، مقاس الهدف الذي يراد كشفه، وما إلى ذلك)؛
- نمط المنصة ومقاسها (ومن أمثلتها، منصة ثابتة أو متنقلة أو محمولة بحراً أو محمولة جواً، وغيرها من منصات)؛
- التكنولوجيات المتوفرة وحالة تطورها؛
- القدرة على تحمل النفقات.

الملاحظة 4 – يراد لهذه الدراسات أن تؤدي، بحلول موعد انعقاد جمعية الاتصالات الراديوية عام 2016، إلى مراجعة هذه التوصية للاستعاضة عن أقنعة البث خارج النطاق الواردة في الفقرات السابقة بقناع هدف التصميم؛ أو إلى إدراج ترتيبات مناسبة أخرى حسب نمط شكل موجة الرادار.

7 تقنيات القياس

تقدم آخر طبعة للتوصية ITU-R M.1177 تعليمات تتعلق بالطرائق الواجب تطبيقها لقياس الإرسالات في مجال البث خارج النطاق الصادرة عن أنظمة الرادار.

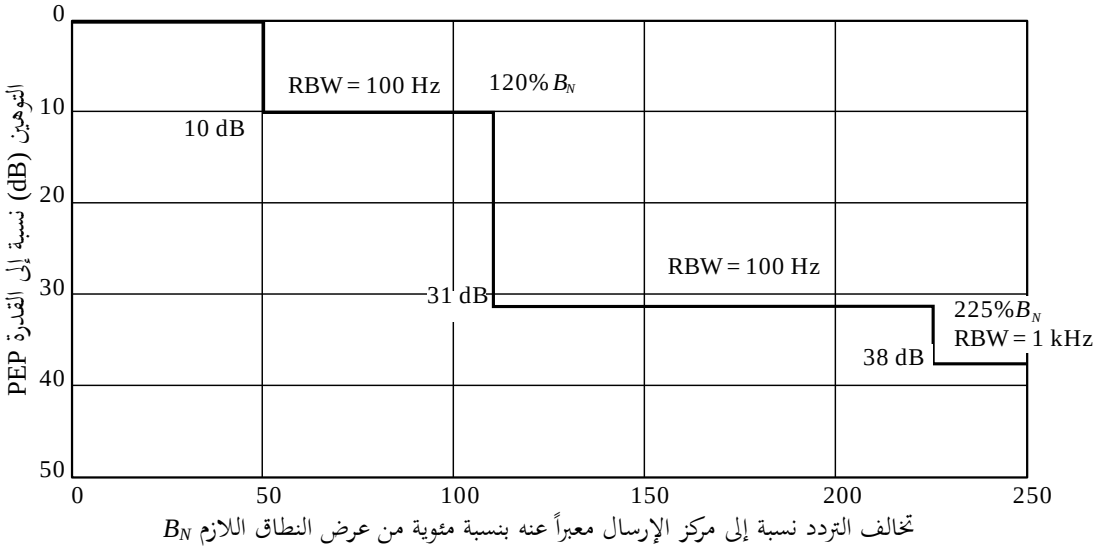
الملحق 9

حدود الإرسال في مجال البث خارج النطاق لخدمات الهواة

ينبغي أن تتقيد المحطات العاملة في خدمتي الهواة والهواة الساتلية بالحدود الواردة في الأقنعة الطيفية التالية.

الشكل 35

محطات عاملة تحت MHz 30 في الحالة الطبيعية أو في حالات النطاق الضيق المذكورة في التوصية ITU-R SM.1539

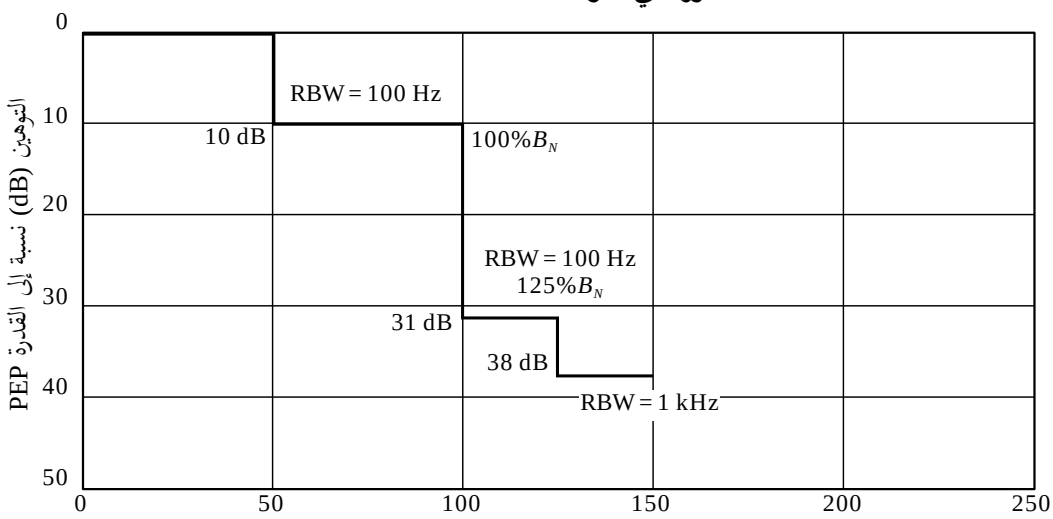


SM.1541-35

عندما يكون B_N < 4 kHz، يجب استعمال قيمة النطاق B_L الواردة في التوصية ITU-R SM.1539 بدلاً من B_N.

الشكل 36

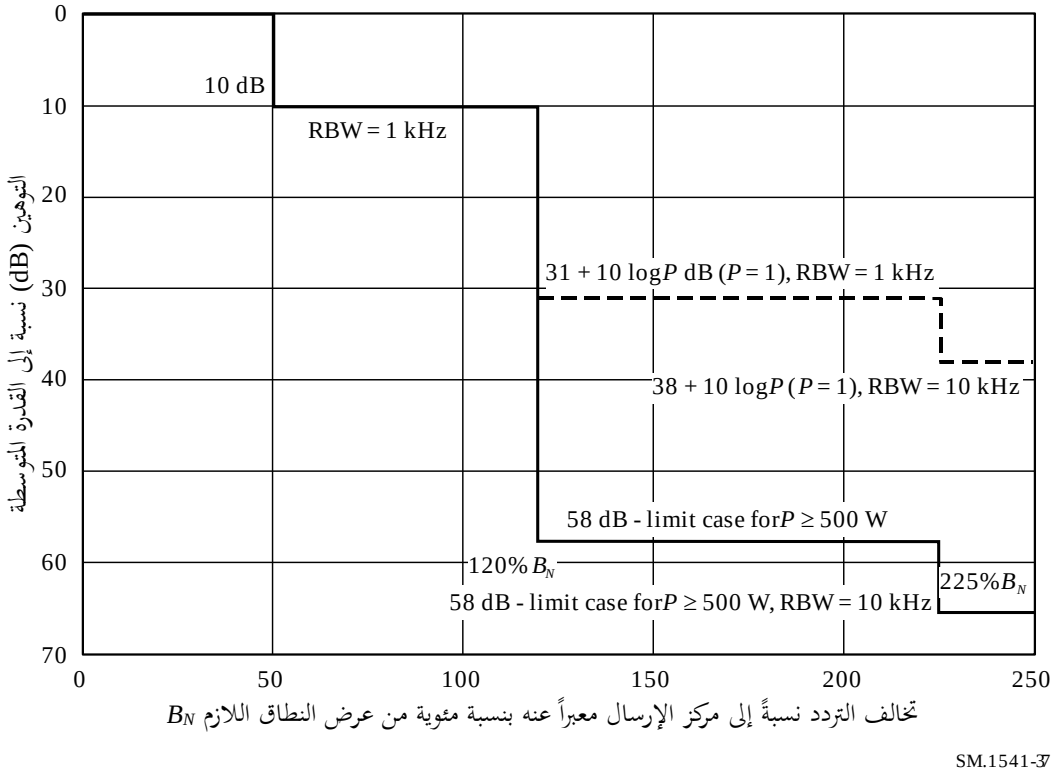
محطات عاملة تحت MHz 30 في حالة النطاق الواسع المذكورة في التوصية ITU-R SM.1539



SM.1541-36

الشكل 37

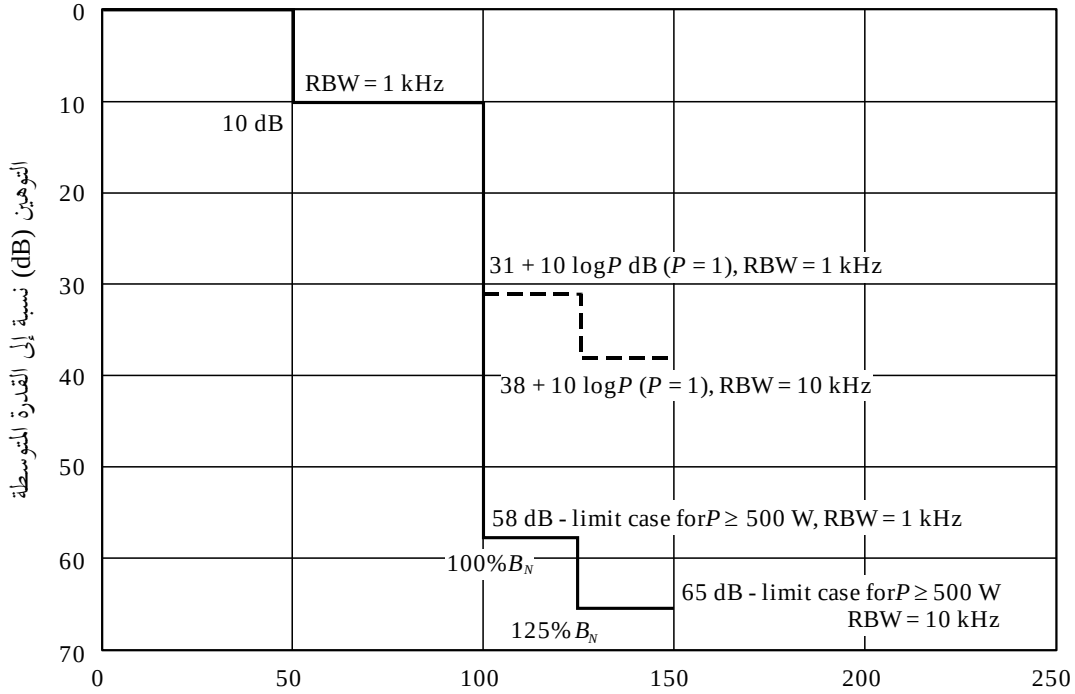
محطات عاملة فوق 30 MHz في الحالة الطبيعية أو في حالات النطاق الضيق المذكورة في التوصية ITU-R SM.1539



في حالة النطاق الضيق يجب استعمال قيمة النطاق B_L المذكورة في التوصية ITU-R SM.1539 بدلاً عن النطاق B_N.

الشكل 38

محطات عاملة فوق 30 MHz في حالة النطاق الواسع المذكورة في التوصية ITU-R SM.1539



تخالف التردد نسبةً إلى مركز الإرسال معبراً عنه بنسبة مئوية من عرض النطاق اللازم B_N الذي يضاف إليه قيمة التباعد المعطاة في التوصية ITU-R SM.1539 للحصول على تخالف تردد فعال.

PEP: قدرة ذروة الغلاف (W) في خط إرسال تغذية الهوائي بموجب الرقم 157.1 من لوائح الراديو.

P: القدرة المتوسطة (W) في خط إرسال تغذية الهوائي بموجب الرقم 158.1 من لوائح الراديو.

SM.1541-38

الملاحظة 1 – جميع أصناف الإرسال التي تستخدم نطاقاً جانبياً وحيداً (SSB) مدرجة في فئة النطاق SSB.

عندما يطبق ذلك في التشكيل المستعمل في الاختبارات، تُستخدم نغمات التردد الصوتية بترددين 100 1 و700 1 Hz للإرسالات في النطاق SSB مع تردد 1 kHz للإرسالات بموجة حاملة أو في الحالات الأخرى بتشكيل تمثيلي للاستعمال العادي.

الملاحظة 2 – فيما يتعلق بالمحطات التي تستعمل النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) بالنطاق الواسع (مثال: المحطات الفضائية العاملة في خدمة الهواة الساتلية)، ينبغي اعتبار أن عرض النطاق اللازم يقابل عرض النطاق عند 3 dB للمكبر النهائي للمرسِل.

الملحق 10

حدود البث خارج النطاق في الخدمات الراديوية المتنقلة البرية

الأقنعة التي سترد في هذا الملحق هي أمثلة لأقنعة البث خارج النطاق المستعملة في الخدمة المتنقلة البرية. وهناك حاجة لمزيد من الدراسات لتعريف قناع نوعي يخص جميع أنظمة الخدمة المتنقلة البرية. وفي إطار هذه الخدمة، يفضل استعمال حدود نسبة القدرة في النطاق المجاور (أو في القناة المجاورة) بدلاً من منحنيات الحدود لأن ذلك يسهل تنسيق الترددات والتخطيط للأنظمة. يشير التذييل 1 للملحق 1 إلى كيفية الحصول على حد القدرة في نطاق ما انطلاقاً من قناع البث.

ويعطي الجدول 27 نقاط الانقطاع التي تقابل الرسم البياني الذي يقدمه الشكل 39 فيما يخص الأنظمة المتنقلة البرية بعرض نطاق قناة قدره 12,5 kHz.

الشكل 39

قناع البث خارج النطاق للأنظمة المتنقلة البرية بعرض نطاق قناة قدره 12,5 kHz

الجدول 27

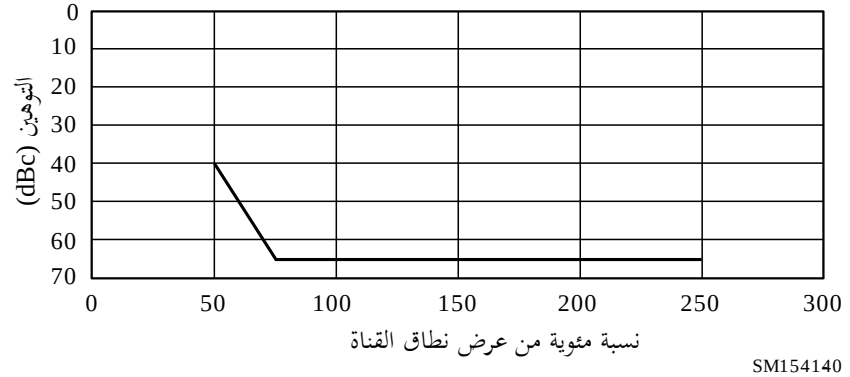
نقاط الانقطاع

تخالف التردد نسبةً إلى التردد المركزي (نسبة مئوية من عرض نطاق القناة)	التوهين (dBsd)
50	3,5
78	29
250	29

يعطي الجدول 28 نقاط الانقطاع المقابلة للرسم البياني في الشكل 40، في الأنظمة بالنطاق الجانبي الوحيد مع انضغاط وتمديد الاتساع وبعرض نطاق قناة قدره 5 kHz.

الشكل 40

قناع البث خارج النطاق في الأنظمة بالنطاق SSB مع انضغاط وتمديد الاتساع وبعرض نطاق قناة قدره 5 kHz



الجدول 28

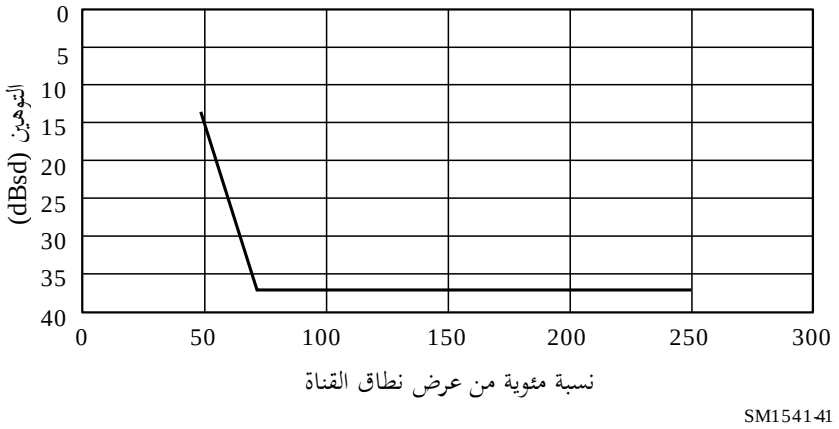
نقاط الانقطاع

تخالف التردد نسبةً إلى التردد المركزي (نسبة مئوية من عرض نطاق القناة)	التوهين (dBc)
50	40
75	65
250	65

يقدم الجدول 29 نقاط الانقطاع المقابلة للرسم البياني في الشكل 41، في الأنظمة المتنقلة البرية بعرض نطاق قدره 6,5 kHz.

الشكل 41

قناع البث خارج النطاق في الأنظمة المتنقلة البرية وبعرض نطاق قناة قدره 6,5 kHz



الجدول 29

نقاط الانقطاع

تخالف التردد نسبةً إلى التردد المركزي (نسبة مئوية من عرض نطاق القناة)	التوهين (dBsd)
50	14
72	37
250	37

يقدم الجدول 30 نقاط الانقطاع المقابلة للرسم البياني في الشكل 42، في الأنظمة الخليوية التماثلية بعرض نطاق قدره 30 kHz.

الشكل 42

قناع البث خارج النطاق في الأنظمة الخليوية التماثلية بعرض نطاق قناة قدره 30 kHz

الجدول 30

نقاط الانقطاع

تخالف التردد نسبةً إلى التردد المركزي (نسبة مئوية من عرض نطاق القناة)	التوهين (dBc)
67	26
150	26
150	41
250	41

الملحق 11

حدود البث خارج النطاق في الخدمتين المتنقلة للطيران والمتنقلة البحرية

تُحدَّد أقنعة الإرسال بالقدرة في عرض نطاق مرجعي نسبةً إلى القدرة الكلية للموجة الحاملة (dBc). وتتحدد الإرسالات في مجال البث خارج النطاق في عرض نطاق قدرة 4 kHz، ما عدا الإرسالات التي تصدر عن مرسِلات بنطاق جانبي وحيد أو مرسِلات طيرانية. وتتحدد الإرسالات بالنطاق الجانبي الوحيد في عرض نطاق أضيق، وتتحدد الإرسالات المصاحبة للقياس عن بُعد للطيران حسب ضبط يتبع محللات الطيف: عرض نطاق استبانة: 10 kHz، عرض نطاق فيديوي: 1 kHz والحفاظ الأقصى. وبالنسبة إلى أقنعة الإرسال، فإن الحد الفاصل بين مجال البث خارج النطاق والبث الهامشي يقع على 250% من عرض النطاق اللازم وفقاً للتذييل **3** للوائح الراديو.

1 القياس عن بُعد للطيران

فيما يخص المرسِلات المستخدمة في القياس عن بُعد للطيران، يُعطى حدُّ كل إرسال في مجال البث خارج النطاق (50% إلى 250%) نسبة إلى القدرة المتوسطة للمرسِل بالعلاقة التالية:

$$-(55 + 10 \log P)$$

أو

$$K + 90 \log R - 100 \log |f - fc| \qquad \text{for } |f - fc| \geq \frac{R}{m}$$

حيث:

K = −20 للإشارات التماثلية

K = −28 للإشارات الإثنينية

K = −63 للإشارات الرباعية (مثل FQPSK-B)

f_C: التردد المركزي للمرسِل (MHz)

R: معدل البتات (Mbit/s) للإشارات الرقمية أو
$(\Delta f + f_{max})$ (MHz) للإشارات التماثلية المشكلة بالتردد

m: عدد حالات إشارة التشكيل

m = 2 للإشارات الإثنينية

m = 4 للإشارات الرباعية والإشارات التماثلية

Δf: ذروة الانحراف

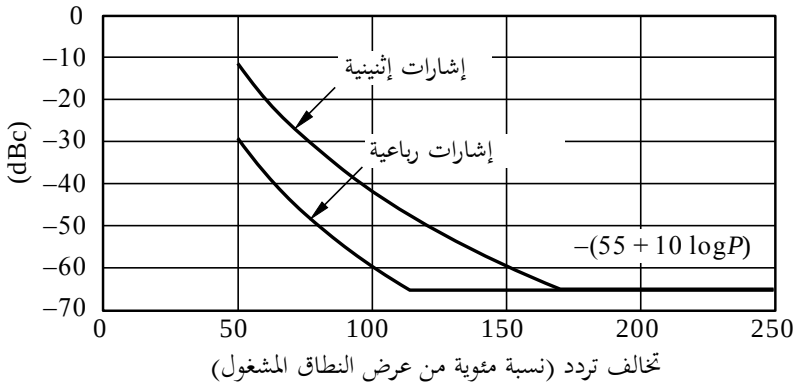
f_{max} : أقصى تردد تشكيل

علماً بأنه يؤخذ بالقيمة الأقل صرامة.

يبين الشكل 43 أمثلة لأقنعة بث خارج النطاق للقياس عن بُعد للطيران يُعبَّر عنها بالوحدات dBc. وعرض النطاقات المشغولة المستخدمة في إعداد الشكل 43 تمثل 1,16 مِثْلاً من معدل بتات الإشارات الإثنينية و0,78 من معدل بتات الإشارات الرباعية. ولقد استُعملت معلمات أخرى في الشكل 43: قدرة، P، مقدارها 10 W ومعدل بتات، R، قدره 5 Mbit/s. وتتغير هذه القيم من نظام إلى آخر وتتغير أقنعة الإرسال الناتجة وفقاً للصيغة المقدمة أعلاه. وتتناقص أقنعة الإرسال بمقدار 100 dB لكل تدرُّج عشري.

الشكل 43

أمثلة لأقنعة البث خارج النطاق في القياس عن بُعد للطيران



SM.154143

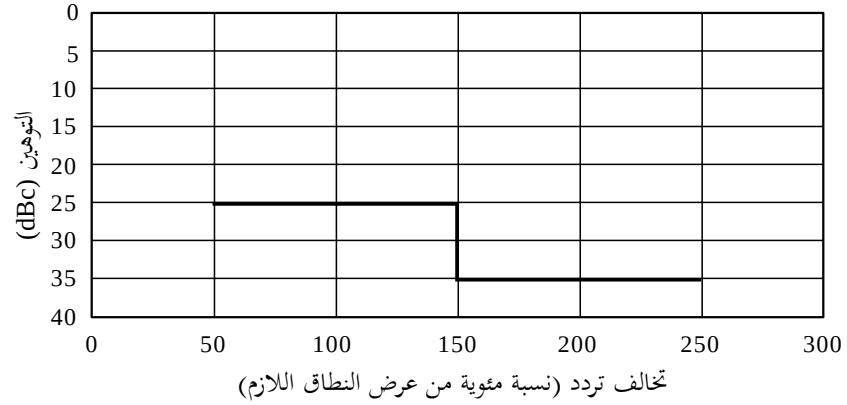
2 مرسِلات أخرى للخدمتين المتنقلة للطيران والمتنقلة البحرية

فيما يخص مرسِلات الخدمتين المتنقلة للطيران والمتنقلة البحرية، غير أنظمة القياس عن بُعد للطيران والأنظمة المستثناة، يكون التوهين المطلوب للقدرة المتوسطة من أي إرسال في مجال البث خارج النطاق نسبة إلى القدرة المتوسطة للمرسِل هو التالي:

dBc 25	%150-50
dBc 35	%250-150

الشكل 44

قناع البث خارج النطاق للخدمتين المتنقلة للطيران والمتنقلة البحرية



SM.154144

الملحق 12

حدود البث خارج النطاق في الخدمة الثابتة

تشترط التوصية ITU-R F.1191 بشأن أنظمة المرحلات الراديوية الرقمية العاملة وفق ترتيب خاص مع قنوات التردد الراديوي، أن يقع الحد الفاصل بين مجال البث الهامشي ومجال البث خارج النطاق على ±250% من التباعد المناسب للقنوات. وعليه، فإن حدود البث خارج النطاق للأنظمة التماثلية أو الرقمية للخدمة الثابتة معرَّفة في إطار هذه التوصية، في كل مرة ينطبق فيها ذلك، وحتى ±250% من التباعد المناسب للقنوات المحدد لترتيب قنوات التردد الراديوي المصاحب للنظام المعني.

ويُفترض، وفقاً للتوصية ITU-R F.1191، أن التباعد بين القنوات يساوي *XS/2* لترتيبات قنوات التردد المتناوب و*XS* للترتيبات من النمط في نفس القناة أو القنوات المشذَّرة حسب تعريفها في التوصية ITU-R F.746.

وفي حالة فدرة تخصيصات على أساس حصري (انظر الملاحظة 1) قد تكون المرسِلات العاملة في القنوات الفرعية التي يحددها المشغِّل صاحب الترخيص، معفاة مبدئياً ضمن الفدرة من حدود البث غير المطلوب الواجب التقيد بها خارج الفدرة؛ غير أنه عند الحدود بين البلدان، من الضروري وجود اتفاق بين الإدارات المعنية لأنها ربما تكون قد منحت تراخيص من نمط آخر في النطاق المعني.

ويُفترض في الأقنعة الطيفية المحددة في هذا الملحق أن تكون حدوداً عامة. وتقابل هذه الأخيرة عادة حدود البث خارج النطاق الأقل صرامة والمنصوص عليها في اللوائح التنظيمية الوطنية أو الإقليمية والمستعملة بنجاح. وتسمى أحياناً حدود السلامة. وهي مخصصة للاستعمال في النطاقات التي لا تتطلب فرض أقنعة أكثر صرامة من أجل حماية تطبيقات معينة.

وتشكل هذه الأقنعة قيمة حدية قصوى مركبة لكل تطبيق وكل نطاق تردد فيما يتعلق بالعمل في منطقة مناخية ما. إلا أن الأقنعة الطيفية الفعلية مصممة عموماً بطريقة أكثر صرامة تماشياً مع استبعاد التداخل في القناة المجاورة المطلوب في التطبيق الخاص (مثل نطاق التردد، حساسية نسق التشكيل، ونوعية الخدمة المطلوبة) ضمن شروط جغرافية مناخية معينة (العامل *K* حسب تعريفه في التوصية ITU-R P.530).

الملاحظة 1 – يقابل تخصيص الفدرة (انظر التعريف الوارد في التوصية ITU-R F.1399) تخصيص فدرة ترددات لمحطة واحدة أو أكثر لمشغل ما في إطار ترخيص حصري (انظر الأمثلة الواردة في التوصيات ITU-R F.1488 وITU-R F.748 وITU-R F.749). ويجوز للمشغل،

عموماً، داخل تخصيص القدرة المعينة، أن يقسم هذه القدرة إلى قدرات فرعية أو قنوات فرعية أصغر مناسبة بغية إقامة شبكة راديوية في المنطقة الجغرافية التي جرى فيها التخصيص.

1 الخدمة الثابتة الرقمية: الأقنعة الطيفية للإرسال

1.1 الأنظمة العاملة فوق التردد 30 MHz

يقدم الشكل 45 الأقنعة الطيفية التي توفر التوهين.

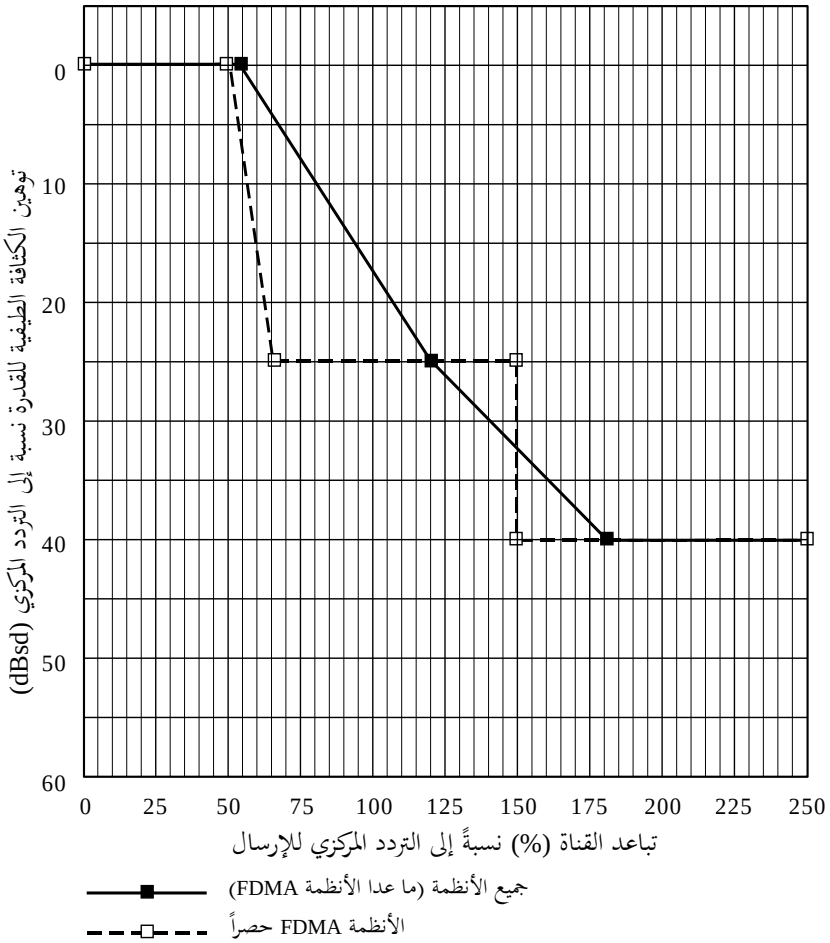
ويُفترض أن السوية المرجعية 0 dBsd تقابل القيمة القصوى لكثافة القدرة الطيفية داخل عرض نطاق مشغول.

وينبغي لإجراء القياسات استعمال عرض نطاق استبانة يساوي حوالي 1% من عرض النطاق المشغول.

الشكل 45

الأقنعة الطيفية الخاصة بالخدمة الثابتة الرقمية العاملة فوق التردد 30 MHz

(انظر الجدول 31)



الملاحظة 1 – يعبَّر عن الأقنعة المحددة، بنسبة مئوية من تباعد القنوات؛ غير أنه بالنسبة إلى الأنظمة العاملة في نطاقات تردد لا يوجد فيها أي ترتيب للقنوات الراديوية، يجب استعمال نسبة مئوية من عرض النطاق اللازم أو من العتبة الدنيا لعرض النطاق اللازم حسب تعريفه في التوصية ITU-R SM.1539، إن أمكن ذلك. وينبغي استنتاج عرض النطاق اللازم من التوصية ITU R F.1191، إلا إذا ورد عكس ذلك في توصيات ITU-R أخرى.

الجدول 31

الخدمة الثابتة الرقمية العاملة فوق التردد 30 MHz

(انظر الشكل 45)

جميع الأنظمة (ما عدا الأنظمة FDMA)		الأنظمة FDMA فقط	
تخالف التردد (% من التباعد بين القنوات)	التوهين (dBsd)	تخالف التردد (% من التباعد بين القنوات)	التوهين (dBsd)
0	0	0	0
55	0	50	0
120	25	65	25
180	40	150	25
250	40	150	40
		250	40

2.1 الأنظمة العاملة تحت التردد 30 MHz

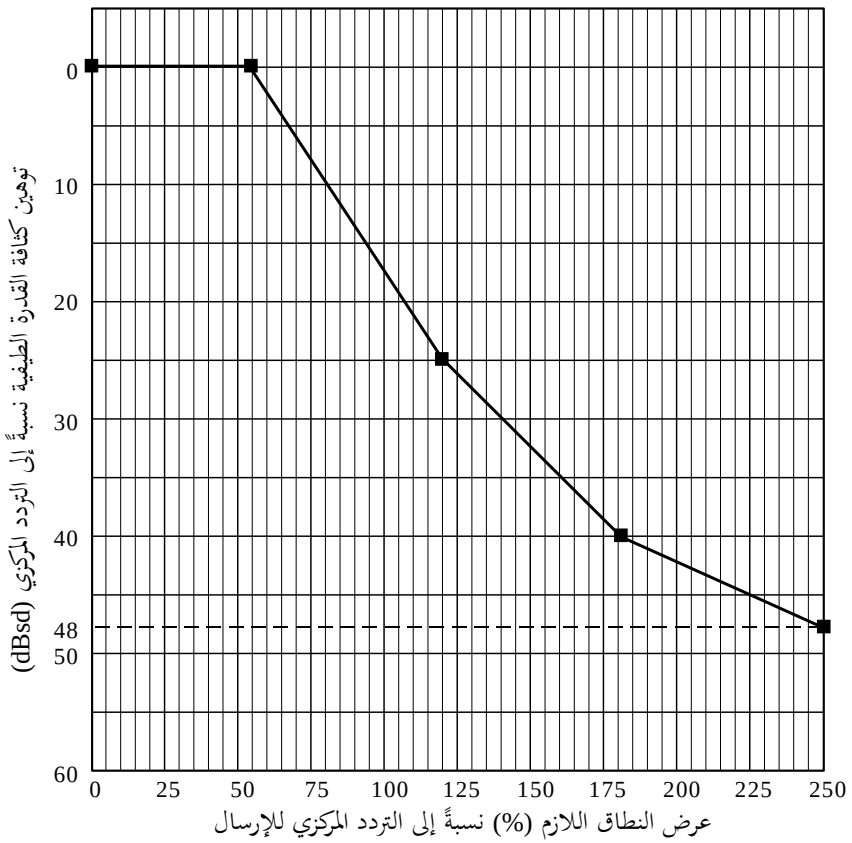
يقدم الشكل 46 الأقنعة الطيفية التي توفر التوهين.

يفترض أن السوية المرجعية 0 dBsd تقابل القيمة القصوى لكثافة القدرة الطيفية داخل عرض النطاق المشغول.

الشكل 46

الأقنعة الطيفية الخاصة بالخدمة الثابتة الرقمية العاملة تحت التردد 30 MHz

(انظر الجدول 32)



الملاحظة 1 – ينبغي استعمال العتبة الدنيا لعرض النطاق اللازم حسب تعريفه في التوصية ITU-R SM.1539، إن أمكن ذلك. ويمكن استنتاج عرض النطاق اللازم من التوصية ITU-R F.1191 إلا إذا ورد عكس ذلك في توصيات ITU-R أخرى.

الجدول 32

الخدمة الثابتة الرقمية العاملة تحت التردد 30 MHz

(انظر الشكل 46)

جميع الأنظمة	
تخالف التردد (% من التباعد بين القنوات)	**التوهين (dBsd)**
0	0
55	0
120	25
180	40
250	48

2 الخدمة الثابتة الرقمية: الخطوط الطيفية بتردد منفصل داخل حدود البث خارج النطاق

لا تُراعى هنا الخطوط الطيفية المنفصلة في أقنعة الكثافة الطيفية، ولكن ينبغي الحد منها منعاً لانحطاط قدرة الإرسال غير المطلوب الناجمة عن الطيف بحد ذاته على النحو التالي:

1.2 الأنظمة العاملة فوق التردد 30 MHz

- الخطوط الطيفية الواقعة ضمن ±50% من التباعد بين القنوات: لا يُطبَّق أي حدّ للبث خارج النطاق.
- القدرة المتوسطة الكلية لجميع الخطوط الطيفية الواقعة بين +50% و+150% أو بين −50% و−150% من التباعد بين القنوات: 23 dBc.
- القدرة المتوسطة الكلية لجميع الخطوط الطيفية الواقعة بين +150% و+250% أو بين −150% و−250% من التباعد بين القنوات: 45 dBc.

الملاحظة 1– عند عدم تحديد التباعد بين القنوات يمكن استعمال عرض النطاق اللازم.

2.2 الأنظمة العاملة تحت التردد 30 MHz

يجب على الخطوط الطيفية الموجودة في مجال البث خارج النطاق بين +50% و+250% أو بين −50% و−250% من عرض النطاق اللازم، أن تتقيد بالقيمة الحديّة للبث الهامشي وفق تعريفه في التوصية ITU-R SM.329.

3 الخدمة الثابتة التماثلية

قررت لجنة الدراسات 9 للاتصالات الراديوية – الخدمة الثابتة، عام 1991، التوقف عن مشاركتها في متابعة إعداد التوصيات بشأن الأنظمة التماثلية (انظر التوصية ITU-R F.745).

وبالرغم من أن الأنظمة التماثلية ما زالت عاملة، يُرجَّح عدم إعداد أنظمة جديدة منها؛ لذا لا ضرورة لأي قناع من نمط شبكة السلامة في هذه التوصية.

الملحق 13

قياس الإرسالات في مجال البث خارج النطاق

1 تجهيزات القياس

1.1 مستقبِل قياس انتقائي

ينبغي لقياس القدرة في الهوائي استعمال محلل طيف أو جهاز آخر ملائم مع مدى دينامي كافٍ للاتساع يُمكِّن من إجراء قياسات دقيقة في مدى التوهين المحدَّد للطريقة المتّبعة. وإذا كان المدى الديناميي غير كاف للقياسات المطلوبة، يمكن حسب الاقتضاء، تطبيق تقنيات الترشيح (مثل مرشاح الانتقاء المسبق أو مرشاح قطع النطاق) للتمكّن من قياس الإرسالات في مجال البث خارج النطاق.

وبصورة رئيسية، هناك طريقتان لتحديد القيم الحدية للإرسالات في مجال البث خارج النطاق هما: أ) الطريقة القائمة على القناع الطيفي وب) الطريقة الكامنة في تحديد القدرة في القناة المجاورة والقدرة في القناة الثانية المجاورة.

أ) في حالة الطريقة القائمة على قناع البث خارج النطاق (انظر الملحق 1)، ينبغي أن يتمكن مستقبِل القياس من عرض المنحني للإرسال وكثافة قدرته الطيفية في نفس الوقت. كما ينبغي أن يتمكن من أخذ مقاطع الخطوط المستقيمة اللازمة لوصف وتسجيل الأجزاء المختلفة للخطوط البيانية الحدّية وقد يتطلب ذلك أحياناً استعمال معادلة جبرية.

ب) في حالة الطريقة المستندة إلى القدرة في القناة المجاورة والقناة المجاورة الثانية (انظر الملحق 1)، ينبغي أن يتمكن مستقبِل القياس من حساب القدرة في عرض نطاق محدد بإجراء الجمع الرقمي لجملة من القياسات أجريت على النطاقات الفرعية الأصغر. وهناك طريقة أخرى وهي استعمال مراشيح قناة من أجل قياس القدرة مباشرة في القناة المجاورة أو في القناة الثانية المجاورة. ويجب أن يكون المستقبِل قادراً على استقبال وتسجيل وعرض أطراف القناة.

1.1.1 كاشفات تجهيزات القياس

يضم مستقبِل القياس وظائف كشف جذر متوسط التربيع (r.m.s.) وقيمة الاعتيان وقيمة الذروة. ومن الجدير بالذكر أن القيمة التي تشير إليها هذه المكاشيف تتغير عموماً تبعاً لخصائص الإشارة المحللة، بحيث يُستحسن تصحيح قراءات المكشاف (معالجة الإشارة مثلاً) لقياس معين في حال وجود مكشاف واحد فقط.

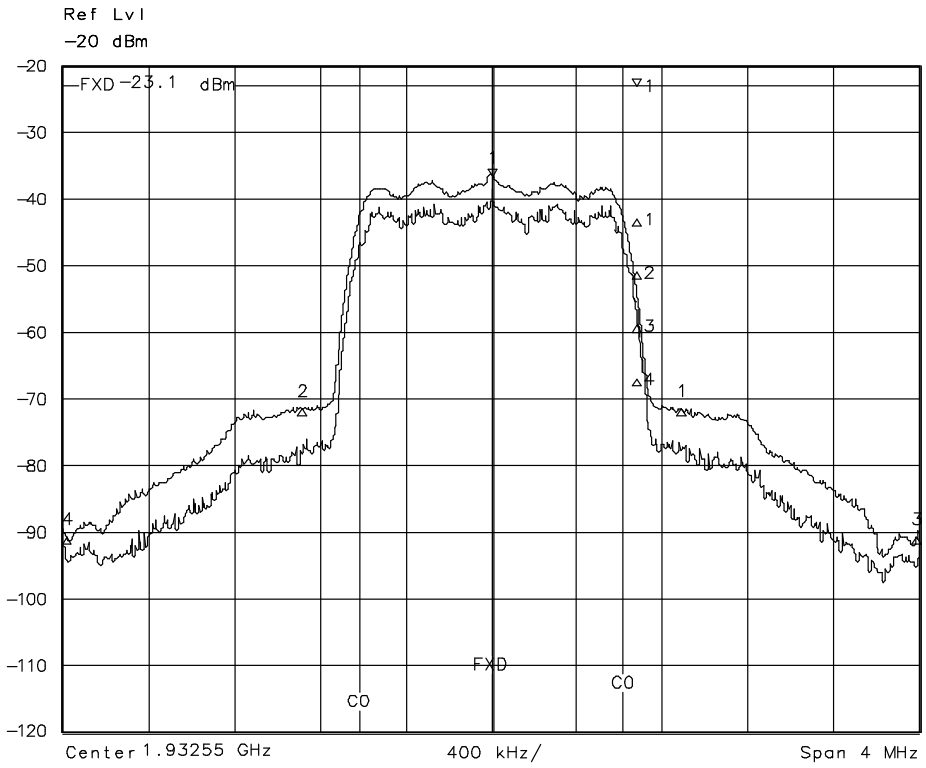
وتستعمل محللات كثيرة وظيفة الكشف التقليدية التي تنطوي على تمرير الإشارة في مكبِّر لوغاريتمي ثم في مكشاف الغلاف. وينتج عن ذلك خطأ معالجة إشارة في الإشارات التي ليست ذات موجة مستمرة، لأن متوسط القيمة اللوغاريتمية لا تساوي لوغاريتم القيمة المتوسطة. وينتج عند قياس الضوضاء الغوسية أن متوسط القيمة اللوغاريتمية المشار إليها تنخفض بمقدار 1,45 dB وبالتالي ينبغي إضافة 1,05 dB من أجل التعويض عن الفرق بين القيمة الخطية المتوسطة والقدرة المتوسطة لهذه الخاصية للإشارة. وعند قياس القيمة الخطية المتوسطة للضوضاء الغوسية، وليس جذر متوسط التربيع، ينتج خطأ داعم قدره –2,5 dB.

وفيما يتعلق بالمحللات المزودة بالمقدرة على معالجة الإشارات الرقمية، فإن هذه التصحيحات ليست ضرورية لأن هذه المحللات تقوم بوظيفة قياس القدرة المتوسطة الحقيقية برقمنة الإشارة الداخلة أولاً ثم تحويل القدرة رقمياً.

وبالإمكان تقليل أو إقصاء أخطاء هذا النمط عن طريق قياس نسبة القدرة وليس القدرة المطلقة عند بقاء الضبط ثابتاً. ويمكن التحقق من هذا الشرط عادة في المحللات المزودة بمقدرة نسبة القدرة في القناة المجاورة. إلا أن ذلك لا ينطبق إلا عندما تكون إحصاءات الإشارة في القناة المشغولة وفي القناة المجاورة هي ذاتها (كأن تكون غوسية مثلاً في كلتيهما). ويقدم الشكل 47 مثالاً لا يمثل هذه الحالة.

الشكل 47

طيف إرسال بنفاذ متعدد بتقسيم الشفرة (IS95) على الوصلة الصاعدة حُدد استناداً إلى دالة قياس القدرة المتوسطة الحقيقية (الجزء العلوي) وإلى حساب متوسط الرسم البياني (الجزء السفلي)



SM.1541-47

التباين في السوية ليس ذاته في القناة المشغولة والقناة المجاورة.

2.1.1 عرض نطاق الاستبانة

في الحالة المثلى، ينبغي أن يتقيد عرض نطاق الاستبانة تماماً بالقيمة الموصى بها لعرض النطاق المرجعي. وبالنسبة إلى الكثافة الطيفية للقدرة والقدرة المتوسطة (dBc)، ينبغي أن يكون عرض النطاق هو نفسه للقياسات في النطاق والقياسات خارج النطاق. غير أن القيمة الفعلية لعرض نطاق الاستبانة لمرشاح التردد المتوسط المستعمل في محلل ما قد يكون غير مساوٍ للقيمة المحددة حتى ولو أن المعلمات تتقابل. ويكون تصحيح الخطأ عندئذٍ لازماً ولا يتجاوز عادة dB 1,5، من أجل تحسين الدقة عند قياس الكثافة الطيفية لقدرة الإشارة في عرض نطاق المرشاح.

وبما أن المحللات المزودة بوظائف معالجة الإشارة الرقمية مزودة أيضاً بالترشيح الرقمي، فإن تطبيق عرض نطاق المرشاح لهذه المحللات تكون عادة أكثر دقة. وباستطاعة خوارزمية المعالجة الرقمية الأخذ بالحسبان كلَّ تصحيح يلزم إجراؤه؛ مثل تصحيح عرض نطاق الضوضاء الفعلية لنمط المرشاح المستخدم في المحلل والهام أيضاً لقياس إرسالات عن نمط الضوضاء التي تصدر عن إرسالات مشكّلة رقمياً.

وبالإمكان تقليل أو إقصاء أخطاء هذا النمط عن طريق قياس نسبة القدرة وليس القدرة المطلقة عند بقاء الضبط ثابتاً. ويمكن التحقق من هذا الشرط عادة لمحللات الإشارة المزودة بمقدرة نسبة القدرة في القناة المجاورة. إلا أن ذلك لا ينطبق إلا عندما تكون إحصاءات الإشارة في القناة المشغولة وفي القناة المجاورة هي ذاتها (مثل أن تكون غوسية في كلتيهما).

وفيما يخص الطريقة القائمة على القدرة في القناة المجاورة وفي القناة الثانية المجاورة يمكن استعمال مراشيح قناة بانتقائية شديدة لقياس القدرة في القناة المجاورة.

الملاحظة 1 – إذا كان عرض نطاق القياس مختلفاً عن عرض النطاق المرجعي، من الضروري وجود طريقة لتحويل النتائج في عرض النطاق المرجعي.

الملاحظة 2 – عند استعمال عرض نطاق قياس قدره n % من عرض النطاق المشغول ينبغي مراعاة عامل الحمولة الزائدة المرتبط بنمط الإشارة الواجب قياسها. وعامل الحمولة الزائدة هذا يساوي تقريباً (14 + (100/n)) 10 log dB في الإرسالات من نمط الضوضاء وقد يبلغ (100/n) 20 log dB في الإرسالات النبضية (في حالة الرادار مثلاً).

3.1.1 عرض النطاق الفيديوي

ينبغي أن يكون عرض النطاق الفيديوي لقياس قدرة الذروة، على الأقل مساوياً لعرض نطاق الاستبانة ويفضل أن يكون ثلاث إلى خمس مرات أكبر منه. ومن أجل قياس قدرة الذروة في القناة المجاورة وفي القناة الثانية المجاورة، يمكن استعمال مجموعة مراشيح قناة انتقائية جداً ومكاشيف قدرة ذروة.

وفيما يتعلق بقياس القدرة المتوسطة، فإن استعمال مرشاح بنطاق ضيق (مثل 10 Hz) يستدعي حساب المتوسط اللوغاريتمي. مما يعني أن القدرة المتوسطة الناتجة أقل من القدرة الفعلية، مع العلم بأن اتساع الخطأ خاضع لإحصاءات الإشارة. ويمكن تفادي هذا النمط من الخطأ في المحللات المزودة بوظيفة قياس القدرة المتوسطة الحقيقية. وفيما يخص الطريقة القائمة على القدرة في القناة المجاورة وفي القناة الثانية المجاورة، يمكن تفادي هذا النمط من الخطأ باستعمال مراشيح قناة بالغة الانتقائية أو باتّباع نهج تكاملي.

4.1.1 مدة الكَنْس

عند استعمال مراشيح، بعرض نطاق استبانة ضيق، يكون الكَنْس بطيئاً. وفضلاً عن ذلك يتأخر جذر متوسط التربيع للترجيح المخصص لقياس معدل الإشارات من نمط الضوضاء وكشف قيمة الذروة المخصصة لكشف الذروة الأكثر ارتفاعاً عند كل تردد، مما قد يضاعف مدة الكنس المطلوبة عشر مرات أو أكثر.

وعند افتراض عرض نطاق استبانة B_{res} قدره 1% وفاصل قدره 500% من عرض النطاق المشغول، تكون مدة الكنس الدنيا T_{smin} مساوية تقريباً لما يلي:

$$T_{smin} = 1\,000\ (1/B_{res})$$

وعلى سبيل المثال، لعرض نطاق مشغول قدره 10 kHz يكون عرض نطاق استبانة قدره 100 Hz مساوياً لعرض النطاق المرجعي. وبالتالي تكون مدة الكنس الدنيا T_{smin} = 10 s.

ويمكن تقليص مدة الكنس ومدة حساب القيمة المتوسطة، إلى حد كبير، باستعمال تقنيات تحويل فورييه السريع، لا سيما للإشارات بالنطاق الضيق، وأيضاً باستعمال مراشيح القناة في القياس المباشر للقدرة في القناة المجاورة أو في القناة الثانية المجاورة.

وفيما يتعلق بالنبضات الحتمية (في حالة الرادار مثلاً) ينبغي أخذ قياس مدة الدورة T_c على الأقل في حالة التزامن بين القياس ونبضات الرادار. وعند افتراض 500 قياس، فإن مدة الكنس أو المسح الدنيا T_{smin} تساوي 500 T_c. وفي غياب التزامن ينبغي مضاعفة مدة الكنس أو المسح الدنيا مرتين.

2.1 جهاز الاقتران

تجري القياسات بواسطة جهاز اقتران اتجاهي قادر على تحصيل إرسال التردد الأساسي كما هو مبيَّن بالشكل 48. ومن أجل الحصول على نتائج قياس صحيحة، من الضروري أن يكون لجهاز الاقتران هذا المعاوقة الصحيحة المطلوبة للحالتين أثناء التبديل بين مولد الإشارة والمرسِل الذي يجري اختباره.

3.1 الحمولة النهائية

لقياس قدرة الإرسالات في مجال البث خارج النطاق بطريقة القياس 1 (انظر الفقرة 3)، ينبغي أن يوصل المرسِل بحمولة اختبار أو بحمولة نهائية. وتتوقف سوية الإرسالات في مجال البث الهامشي على تكيُّف المعاوقة بين المرسِل وخط الإرسال وحمولة الاختبار.

4.1 هوائي القياس

تتم القياسات بالطريقة 2 مع هوائي ثنائي الأقطاب طنَّان، أو هوائي مرجعي ذي كسب معرَّف نسبةً إلى الهوائي المتناحي.

5.1 ظروف التشكيل

قد تكون ظروف التشكيل حرجة لتقدير نوعية أداء التجهيزات، ويجب أن تبقى ذاتها لقياسات القدرة في النطاق وقياسات القدرة خارج النطاق. وتتم القياسات بالتشكيل الاسمي الأقصى في الظروف العادية للأداء كلّما أمكن ذلك. وفيما يلي بعض الأمثلة.

1.5.1 التشكيل الصوتي التماثلي (مثل مؤشر الإرسال A3E وF3E وJ3E)

1.1.5.1 تشكيل اتساع الإشارات الصوتية (مؤشرات الإرسال A3E وB8E وH3E وJ3E وR3E)

يمكن استخدام إشارات اختبار من نمط الضوضاء الغوسية الملونة وفقاً للملحق 1 من التوصية ITU-R SM.328. وتوجد اقتراحات أخرى تتعلق بضبط سوية إشارات الدخل في الملحقين 2 و5 بنفس التوصية.

غير أنه في إطار عدد من المعايير الدولية النافذة (مثل المعيار ETS 300 373 الصادر عن المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)) تُستعمل عدة نغمات للاختبارات، كما هو الحال في الملحق 9 (حدود الإرسالات في مجال البث خارج النطاق في خدمات الهواة) بهذه التوصية فيما يتعلق بحدود البث خارج النطاق.

2.1.5.1 تشكيل تردد الإشارات الصوتية (مؤشرا البث F3E وP3E)

فيما يتعلق بالمرسِلات التي تستخدم تشكيل التردد، أو الصورة بالنطاق الضيق، يمكن استعمال تردد تشكيل واحد مثل 1 kHz.

2.5.1 التشكيل الرقمي (مثال: مؤشرات البث F1E وF7W وF9W وG1E وG7W وD7W)

يُستحسن استخدام إشارة شبه عشوائية لتلك الموصوفة في التوصية ITU-T O.153 عند سوية التشكيل القصوى. ولهذا ينبغي استخدام جملة من عدة شفرات "وولش" خاصة للمرسِلات بنفاذ متعدد بتقسيم الشفرة بنفس الوقت.

3.5.1 تشكيلات أخرى

هذا الموضوع قيد الدراسة حالياً.

4.5.1 إشارات دخل الاختبار للقنوات بموجات حاملة متعددة

عند استعمال مكبِّر لإرسال عدة موجات حاملة يجب الانتباه إلى استعمال إشارات الدخل في النظام المختبَر، وهي تتيح تمييز نوعية الأداء خارج النطاق بشكل مناسب. ومن أجل تقدير نوعية الأداء هذه، يمكن افتراض الحالة حيث تُستعمل نغمتان غير مشكلتين

عند مدخل المرسِل بالحالة الأكثر سوءاً. وينبغي تثبيت سوية القدرة للنغمتين على 6 dB تحت قدرة ذروة غلاف المرسِل. ويمكن استعمال إشارات دخل أخرى إن كان ذلك مفيداً.

2 الحدود المصاحبة للقياسات

1.2 الحدود الزمنية

فيما يتعلق بكل إشارة مرغوبة، عندما تتغير الكثافة الطيفية للقدرة مع الزمن، يُستحسن استخدام عشرة قياسات متوسطة أو أكثر للحصول على نتائج متجانسة (مثل حالة التشكيل بغلاف غير ثابت).

2.2 إشارات إرسال النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن

فيما يخص إشارات الإرسال بنفاذ متعدد وبتقسيم الزمن، ينبغي قياس القدرة في القناة المجاورة خلال عدة فواصل زمنية بإجراء قياسات مبوبة. ويجب التمييز بين:

- أطياف التشكيل المستمر وضوضاء النطاق الواسع التي تتطلب عادة حساب قيمتها المتوسطة على عدد من الفواصل الزمنية،
- الأطياف المؤقتة للتبديل، ومن الضروري معرفة ذروتها (انظر مثلاً المعيار EN 301 087 الصادر عن المعهد ETSI).

3 الطرائق المصاحبة للقياسات

1.3 مقدمة

يصف هذا الملحق طريقتي قياس للبث في النطاق والبث خارج النطاق. ويرد وصف الطريقة 2 في المنشور 2-16 الصادر عن اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR). وفيما يخص الطريقتين 1 و2 يجب الانتباه ألا تسبب إرسالات الاختبار تداخلات في الأنظمة المحيطة وألا تتلقى تداخلات من المحيط لكي لا تتأثر نتائج الاختبار، وينبغي، إضافة إلى ذلك، الانتباه إلى استعمال دالّة الترجيح المناسبة (انظر الفقرة 1.1.1 أعلاه).

- تنطوي الطريقة 1 على قياس قدرة البث عند منفذ الهوائي من التجهيز المختبَر. وينبغي استعمال هذه الطريقة، في كل مرة تبدو فيها عملية ومناسبة.
- وتنطوي الطريقة 2 على قياس القدرة المشعة المتناحية المكافئة (e.i.r.p.) باستعمال موقع اختبار ملائم.

الملاحظة 1 – يصف المنشور 2-16 الصادر عن اللجنة CISPR قياس القدرة المشعة الفعّالة (e.r.p.) بين 30 MHz و18 GHz. وبما أنه يُستعمل للقدرة e.r.p.، ثنائي أقطاب بنصف موجة موَلَّفة، كهوائي مرجعي بدلاً من الهوائي المتناحي، تكون القدرة e.r.p. أقل من القدرة e.i.r.p. بمقدار 2,1 dB.

ويمكن، في غالب الأحيان، تبسيط قياسات البث خارج النطاق المشع إلى قياسات نسبية لا تتطلب استخدام هوائيات استقبال معايرة ولا تحديد القدرة e.i.r.p.. غير أنه ينبغي توخي الحذر عند استعمال هوائيات الاستقبال النشيطة لأن التوافقيات أو منتجات التشكيل البيني قد تتولد في شدة المجال العالية.

وبالنسبة إلى المرسِلات بالموجات الميريامترية أو الكيلومترية، يجب استعمال طريقة القياس 2 لأن الحد الفاصل بين المرسِل وكبل التغذية والهوائي ليس دائماً محدداً بوضوح.

ولا يمكن عادة استعمال الطريقة 2 في قياس القدرة e.i.r.p. تحت تردد 30 MHz حيث لا يوجد هوائي بديل (مثل ثنائي الأقطاب بنصف الموجة المولَّفة). وفي غالب الأحيان، فإن قياسات الإرسالات في مجال البث خارج النطاق هي قياسات نسبية يمكن إجراؤها في المجال القريب. وعلاوةً على ذلك، من غير الضروري إجراء أي قياس مجال *في البيئة* بالنسبة إلى

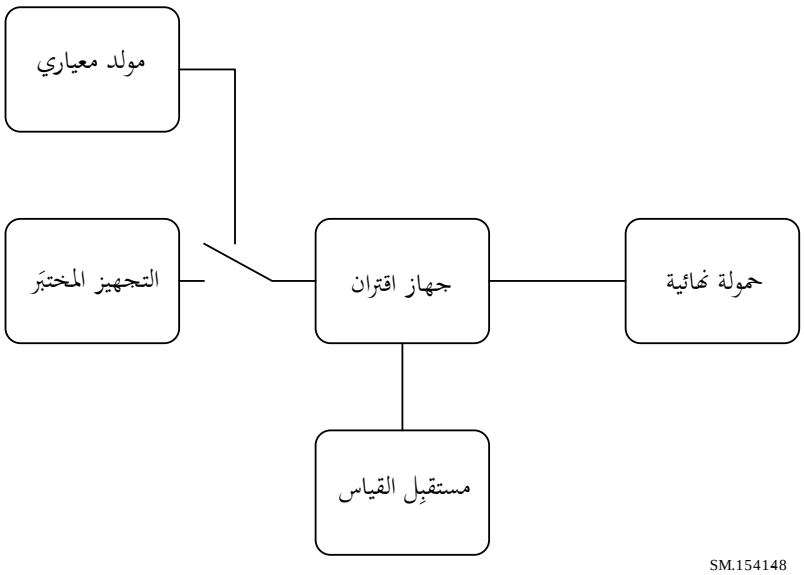
الأنظمة العاملة تحت 30 MHz، لأن المرسِلات وأنظمة الهوائي تأتي غالباً من مصنِّعين مختلفين. والقياسات عند بوابة الهوائي مقبولة عادة وتتيح لمصنِّعي المرسِلات التقيد بحدود البث خارج النطاق.

2.3 الطريقة 1 – قياس قدرة الإرسالات في النطاق والإرسالات خارج النطاق عند بوابة الهوائي

لا تتطلب هذه الطريقة أيّ موقع اختبار خاص أو أيّ غرفة كاتمة للصدى خاصة، ولا تؤثر التداخلات الكهرمغنطيسية على نتائج الاختبارات. وينبغي أن يغطي القياس كبل التغذية كل ما أمكن ذلك. ولا تراعي هذه الطريقة التوهين الناجم عن عدم تكيف الهوائي وعدم فعالية الإشعاعات في مجال البث خارج النطاق ولا الناتج النشيط للإرسالات في مجال البث خارج النطاق الناجمة عن الهوائي ذاته. ويقدم الشكل 48 مخطط تركيب يساعد على قياس قدرة الإرسالات في مجال البث خارج النطاق عند بوابة الهوائي.

الشكل 48

مخطط تركيب مبسَّط لقياس قدرة الإرسالات في النطاق والإرسالات خارج النطاق عند بوابة الهوائي



1.2.3 المنهج المباشر المتبَّع

ينبغي في هذا المنهج معايرة كل من المكونات المستعملة للقياس (المرشاح (المراشيح)، جهاز الاقتران، الكبلات) أو معايرة مجموعة أجهزة التوصيل هذه. وفي الحالتين يُستعمل للمعايرة مولِّد معايَر تُضبط سويّته عند دخل مستقبِل القياس. ويُعيَّن عند كل تردد f، عامل المعايرة k_f على النحو التالي:

$$k_f = I_f - O_f$$

حيث:

k_f: عامل المعايرة عند التردد f (dB)

I_f: قدرة الدخل (الصادرة عن المولِّد المعاير) عند التردد f (dBW أو dBm)

O_f: قدرة الخرج (يحددها مستقبِل القياس) عند التردد f (dBW أو dBm).

ويمثل عامل المعايرة هذا التوهين الكلي للإدراج المصاحب لجميع الأجهزة الموصَّلة بين المولِّد ومستقبِل القياس.

وعند معايرة كل جهاز على حدة، يُعطى عامل المعايرة لمجموعة أجهزة القياس بالصيغة التالية:

$$k_{ms,\,f} = \sum_i k_{i,\,f}$$

حيث:

$k_{ms,\,f}$: عامل معايرة تركيب القياس عند التردد f (dB)

$k_{i,\,f}$: عامل معايرة كل جهاز من سلسلة أجهزة القياس عند التردد f (dB).

إذا أُشير، عند قياس سويات القدرة الفعلية، إلى قدرة (مقروءة على مستقبِل القياس) الإرسالات في مجال البث خارج النطاق عند التردد f بالرمز $P_{r,\,f}$ (dBW أو dBm)، فإن قدرة الإرسالات في مجال البث خارج النطاق $P_{s,\,f}$ (نفس وحدة $P_{r,\,f}$) عند التردد f تُعطى في الصيغة التالية:

$$P_{s,\,f} = P_{r,\,f} + k_{ms,\,f}$$

2.2.3 منهج الاستعاضة

لا يتطلب هذا المنهج معايرة جميع مكونات القياس. وتُقرأ قدرة الخرج على مستقبل القياس. ثم يُستعاض عن الجهاز المختبر بمولِّد الإشارات المعايَر الذي تُضبط سوية قدرته بغية الحصول على نفس القيمة التي نتجت مع الجهاز المختبَر. وتساوي القدرة الصادرة عن مولِّد الإشارات عندئذٍ قدرة الإرسالات في مجال البث خارج النطاق.

3.2.3 إجراءات خاصة

فيما يلي خوارزمية الإرسالات الصادرة عن التشكيل أو التشكيل البيني.

1.3.2.3 عرض النطاق المشغول

- تنشيط المرسِل بحمولة ملائمة باستعمال ظرف التشكيل المناسب (انظر الفقرة 5.1).
- عرض خصائص الكثافة الطيفية لقدرة الإرسال لمدى يساوي 500% من عرض النطاق اللازم للإرسال، وذلك باستعمال محلل طيف مقترن لقياس قدرة الحمولة. وفي عرض النطاق هذا تُدرَج القدرة الكلية للإرسال في جملة مدى الترددات والإشارة إلى النتيجة بالقدرة P_{REF}.

الملاحظة 1 – ينبغي أن يكون عرض نطاق الاستبانة أقرب ما يمكن إلى عرض النطاق المرجعي، ولكن، وفي جميع الأحوال، ينبغي أن يكون أقل من 5% من عرض النطاق المشغول إذا توجب استعمال القياس من أجل التحقق من مؤشر الإرسال.

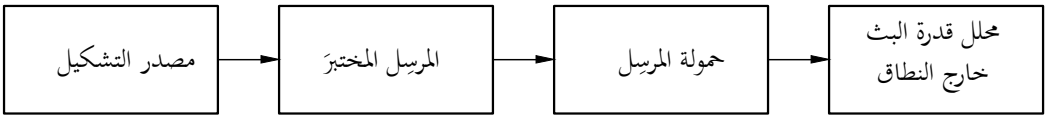
- تسجيل التردد الذي يفوق التردد المركزي للإرسال والذي من أجله تساوي القدرة الكلية، فوق هذا التردد، عادة بالنسبة إليه 0,5% من القدرة P_{REF}.
- تسجيل التردد الذي يقل عن التردد المركزي للإرسال والذي تساوي القدرة الكلية، تحت هذا التردد، عادة بالنسبة إليه 0,5% من القدرة P_{REF}.

ويقابل الفرق بين هذه الترددات عرض النطاق المشغول المقيس لأغراض هذا الإرسال.

2.3.2.3 إرسالات خارج النطاق ناجمة عن التشكيل

الشكل 49

مخطط طريقة القياس المبسط



SM: 154149

أ) يتم توصيل الأجهزة كما في الشكل 49. ويُضبط المرسِل ليعمل بالتردد الاسمي المخصص.

ب) ينبغي مركَزة الضبط المصاحب لعرض نطاق القياس ووسوم المحلل على تردد تشغيل المرسِل وبنفس الوقت على ترددات النطاقين المجاورين الأعلى والأدنى. ومن أجل تثبيت عرض نطاق الاستبانة وعرض النطاق الفيديوي ينبغي مراعاة عرض نطاق التشكيل.

ج) تنشيط المرسِل مع حمولة ملائمة باستعمال ظرف التشكيل المناسب (انظر الفقرة 5.1).

د) ينبغي قياس القدرة على محلل القدرة في النطاق المجاور في عرض النطاق المسموح للمرسل وينبغي تسجيلها على أنها P_{REF}.

ه) ينبغي قياس القدرة على محلل القدرة في النطاق المجاور في عرض نطاق القياس المحدَّد المتمركز على الترددين الأعلى والأدنى للنطاق المجاور. تسجيل القيمة المصاحبة للتردد الأدنى في P_{ADJL} والقيمة المصاحبة للتردد الأعلى في P_{ADJU}.

و) حساب نسبة القدرة في النطاق المجاور الأدنى $ABPR_L$ على النحو التالي:

$$ABPR_L = P_{REF} - P_{ADJL}$$

ز) حساب نسبة القدرة في النطاق المجاور الأعلى $ABPR_U$ على النحو التالي:

$$ABPR_U = P_{REF} - P_{ADJU}$$

ح) نسبة القدرة في النطاق المجاور $ABPR_1$ تقابل القيمة الصغرى من القيمتين $ABPR_L$ و$ABPR_U$.

ط) تكرار المراحل المذكورة أعلاه لأي نطاق مجاور N.

3.3.2.3 قياس الكثافة الطيفية للقدرة

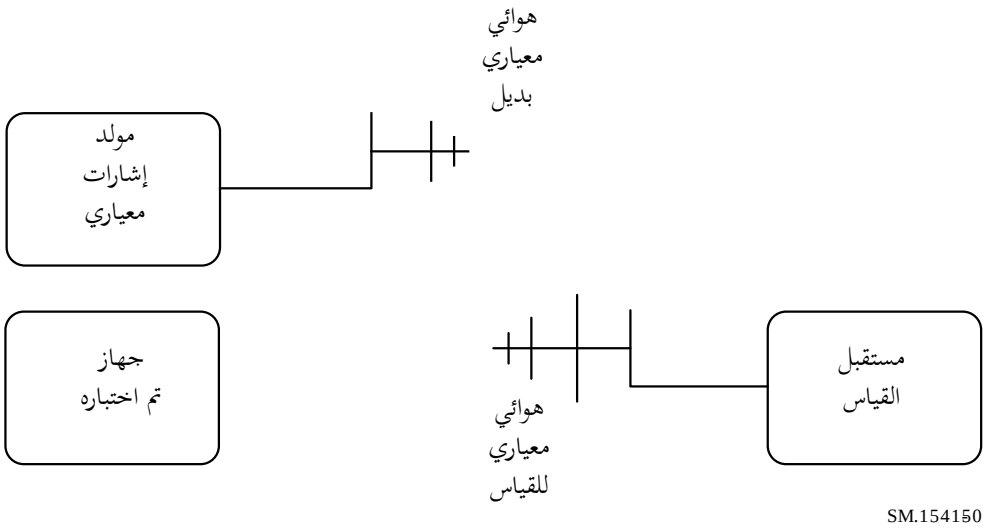
يُستخدم لهذا القياس محلل طيف من أجل مقارنة الكثافة الطيفية لقدرة إرسال ما مع مجموعة مقاطع الخطوط المستقيمة الحدية في نفس الوقت بغية التحقق من أن الإرسال لا يتجاوز أيّ حد عند أي تردد مُعطى في مدى ترددات القياس.

3.3 الطريقة 2 – قياس القدرة .e.i.r.p للبث في النطاق والبث خارج النطاق

يبين الشكل 50 مخطط التركيب الذي يتيح قياس .e.i.r.p للبث خارج النطاق.

الشكل 50

مخطط تركيب مبسَّط لقياس القدرة e.i.r.p. للبث خارج النطاق



يمكن إجراء قياسات الإرسالات في مجال البث خارج النطاق في المجال البعيد، وأيضاً في المجال القريب، لأن ظروف الإشعاع لا تتغير كثيراً في النطاقات الضيقة نسبياً ولأنه ينبغي إجراء قياسات نسبية فقط. وقياسات قدرة الإرسال في مجال البث خارج النطاق في اتجاه ما في استقطابين، ولجميع الترددات، قد يستغرق إجراؤها وقتاً طويلاً جداً، حتى ولو كانت التقنيات التي تتيح التحقق من المطابقة بواسطة القياسات النسبية قادرة على خفض حمولة العمل. وفيما يخص استعمال طريقة القياس هذه للرادارات تجدُر الإحالة إلى التوصية ITU-R M.1177.

1.3.3 مواقع الاختبار لقياس الإرسالات المشعة

1.1.3.3 موقع اختبار تحت التردد 30 MHz

تحت التردد 30 MHz تجري عادة قياسات *في البيئة* بدلاً من موقع الاختبار.

2.1.3.3 موقع اختبار القياسات المشعَّة بين 30 و1 000 MHz

يجب التأكد من صلاحية موقع الاختبار بإجراء قياسات توهين على الموقع لمجالي الاستقطاب الأفقي والاستقطاب الشاقولي كما هو وارد في المنشور CISPR 16-1-1:1999-10 الصادر عن اللجنة CISPR. ويعتبر موقع القياس مقبولاً إذا انحصر التوهين المقيس في الموقع على المستويين الأفقي والشاقولي في الفاصل ±4 dB للتوهين النظري على الموقع.

ويجب أن يكون موقع الاختبار مستوياً وألا يتضمن سطوحاً عاكسة قريبة ولا أسلاكاً هوائية، وأن يتسع بشكل كاف لوضع هوائي على المسافة المحددة، ولتأمين تباعُد مناسب بين الهوائي والتجهيز الذي يجري اختباره والسطوح العاكسة. وتُعرَّف السطوح العاكسة بأنها سطوحٌ أكثر المواد المشكِّلة منها مواد موصلة. وينبغي أن يزوَّد موقع الاختبار بمستوي سطح الأرض الأفقي المعدني. ونظراً إلى أن القياسات النسبية اقتصرت على الإرسال في مجال البث خارج النطاق، فإن مهمة القياس خفت إلى حد كبير.

يمكن أيضاً إجراء الاختبارات في غرفة حجب وامتصاص. وفي هذه الحالة تُغطى جدران وسقف الغرفة المحجوبة بمواد ماصة تضمن انعكاسات ضئيلة للقدرة. ومن المهم إجراء قياسات التأكد من الصلاحية لهذه الغرف الكاتمة للصدى بجعل التوهين المراد قياسه في الموقع يتقيد بالمعيار المحدد البالغ ±4 dB (انظر أيضاً المنشورين CISPR 16-1 و22 الصادرين عن اللجنة التابعة للجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)).

وينبغي تمديد سطح أرض مستوي موصِّل على بعد m 1 على الأقل بعد محيط الجهاز المراد اختباره وأكبر هوائي قياس، كما ينبغي أن يغطي هذا السطح كامل المنطقة المحصورة بين الجهاز قيد الاختبار والهوائي. وينبغي أن يكون معدنياً دون ثقوب أو فجوات، وأن تتجاوز أبعاده عُشر طول الموجة المقابلة لأعلى تردد قياس. وقد يُضطر إلى اللجوء إلى مستوي أرضي موصل بأبعاد أكبر في حال عدم التقيد بالتوهين المطلوب على موقع الاختبار. وينطبق هذا التوهين المطلوب أيضاً في حالة الغرف نصف الكاتمة للصدى.

وستوفر قريباً تجهيزات أخرى ستُستخدم كمواقع قياس الإرسالات في مجال البث الهامشي. وهي غرف متنوعة مثل الغرف الكاتمة للصدى (FAR) أو غرف بمحرك (SMC) وأنظمة الموجات الكهرمغنطيسية العرضية (TEM) أو الأنظمة TEM بالجيغاهيرتز (GTEM). ويرد وصف الغرفة SMC في المنشور 1-16 الصادر عن اللجنة CISPR التابعة للجنة IEC. ولقد نُشر مشروعا معايير IEC 61000-4-20 (TEM) و IEC 61000-4-21 (SMC) (خريف 2000).

3.1.3.3 موقع اختبار فوق تردد GHz 1

(انظر المنشور 10-1:1999-16 الصادر عن CISPR، أما التعليمات الخاصة بالصلاحية فهي قيد الدراسة).

يمكن إجراء الاختبارات في غرفة كاتمة للصدى تماماً. وستتوفر قريباً أيضاً غرف باهتزازات.

2.3.3 منهج مباشر

ينبغي، في هذا المنهج، معايرة كلٍّ من المكونات المستعملة في القياس (مرشاح (مراشيح) وكبلات) أو معايرة جملة تركيبية القياس. ويمكن الإحالة في هذا الصدد إلى الفقرة 1.2.3: المنهج المباشر بخصوص تعيين عامل معايرة تركيبية القياس عند التردد f.

وتُعطى القدرة e.i.r.p.، الإرسالات في مجال البث خارج النطاق $P_{s,f}$ عند التردد f، في شروط الفضاء الحر بالعلاقة التالية:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20 \log f + 20 \log d - 27{,}6$$

حيث:

$P_{r,f}$: قدرة الإرسالات في مجال البث خارج النطاق المقروءة في مستقبِل القياس عند التردد f (بوحدات dBW أو dBm، نفس وحدة $P_{s,f}$)

$k_{ms,f}$: عامل معايرة تركيبية القياس عند التردد f (dB)

G_f: كسب هوائي القياس المعاير عند التردد f (dBi)

f: تردد الإرسالات في مجال البث خارج النطاق (MHz)

d: المسافة (m) بين هوائي الإرسال وهوائي القياس المعياري.

3.3.3 منهج الاستعاضة

يُستعمل في هذا المنهج هوائي بديل معياري ومولد إشارات معياري، ويُضبط مصدر الاختبار للحصول على نفس الإشارة المستقبلة خارج النطاق (انظر المنشور 11-2:1996-16 الصادر عن اللجنة CISPR، للمزيد من التفاصيل).

الملحق 14

تطبيق التوصيتين ITU-R SM.1540 و ITU-R SM.1541

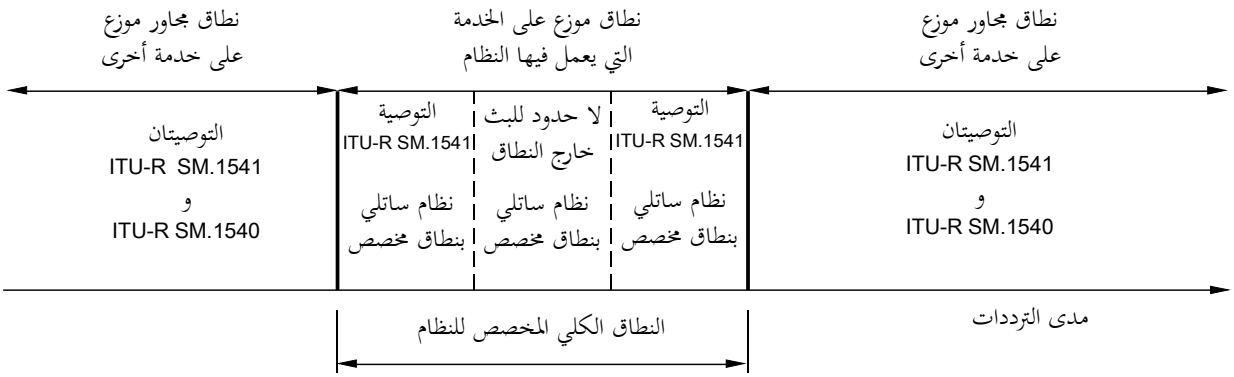
يُفترض تطبيق كلا القناعين التاليين الخاصَّيْن بالبث خارج النطاق:

- خارج النطاق المخصص للنظام الذي تُراعى إرسالاته في مجال البث خارج النطاق، إنما داخل النطاق الموزع على الخدمة التي يعمل فيها النظام المذكور؛
- وداخل النطاقات الموزعة المجاورة. ويعطي مشروع التوصية الجديدة ITU-R SM.1540 تعليمات في حالة الإرسالات القريبة جداً من أطراف النطاق المخصص الكلي والتي تضم إرسالات في مجال البث خارج النطاق واقعة في نطاق مجاور موزع على خدمة أخرى.

ويلخص الشكل 51 المعطيات السابقة.

الشكل 51

مدى الترددات التي يمكن فيها تطبيق الأقنعة الخاصة بالبث خارج النطاق



الملاحظة 1 – تُطبَّق هذه التوصية على الإرسالات في مجال البث خارج النطاق اعتباراً من نهاية النطاق الكلي المخصص وحتى بداية مجال البث الهامشي.

SM.1541-51