الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R BT.2033

(2013/01)

معايير التخطيط للجيل الثاني من أنظمة الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF)، بما في ذلك نسب الحماية

السلسلة BT

الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

تمهيـــد

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	العنـــوان
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 التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بعد
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، 2014

© ITU 2014

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).

التوصيـــة ITU-R BT.2033

معايير التخطيط للجيل الثاني من أنظمة الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF)، بما في ذلك نسب الحماية

(2013)

مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية معايير تخطيط مختلف طرائق توفير الجيل الثاني من أنظمة إذاعة التلفزيون الرقمي للأرض (DTTB) في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسمترية (UHF)، بما في ذلك نسب الحماية.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التوصية ITU-R BT.1306 تتناول أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض التي تُستخدم في أنظمة الإذاعة والتي يُشار إليها بالأنظمة الحالية؛

ب) أن الجيل الأول من أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض الحالية هذه قد نشر لإرسال خدمات التلفزيون الرقمي للأرض في نطاقات الموجات المترية (VHF) والديسيمترية (UHF)؛

ج) أن خدمات الإذاعة التلفزيونية التماثلية قد انتقلت إلى نطاقات الموجات التلفزيونية المترية (VHF) والديسيمترية (UHF) في بعض الإدارات؛

د) أن خدمات إذاعة التلفزيون الرقمي للأرض (DTTB) ستبقى قيد الاستعمال لفترة كبيرة من الوقت؛

ه) أن عدة أنماط من التداخل، منها التداخل في نفس القناة والتداخل في القناة المجاورة وضوضاء الإشعال والتشوه بسبب المسيرات المتعددة وتشوهات أخرى في الإشارة، توجد في نطاقات الموجات المترية والديسيمترية؛

و) أن التطورات الأخيرة في مجال تشفير القنوات وتشكيلها أنتجت تقنيات جديدة ذات مستويات أداء تقترب من حد شانون؛

ز) أن التوصية ITU-R BT.1877 تحدد طرائق تصحيح الأخطاء وترتيل البيانات والتشكيل والبث المتعلقة بالجيل الثاني من أنظمة الإرسال الخاصة بالإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض في العالم؛

ح) أن هذه التقنيات الرقمية الجديدة ستسمح بتحسين كفاءة استعمال الطيف و/أو الفعالية في استهلاك الطاقة، مقارنة مع الأنظمة الحالية، في الوقت الذي تحتفظ فيه بإمكانية أن تشكَّل بمرونة لتتعامل مع الموارد المحددة من عروض النطاقات والقدرة الخاصة بالإذاعة؛

ط) أن النظام المُوصى به يستفيد من هذه التقنيات ويسمح بالتالي بعملية تبادل كبيرة بين التشغيل عند سويات دنيا من نسبة الموجة حاملة إلى ضوضاء (*C/N*) أو السعة القصوى للإرسال؛

ي) أن التوصية ITU-R BT.1368 تحدد معايير تخطيط الطرائق المختلفة لتوفير الجيل الأول من خدمات التلفزيوني الرقمي للأرض في نطاقات الموجات المترية والديسيمترية؛

ك) أن تيسر مجموعات متناسقة من معايير التخطيط التي توافق عليها الإدارات ستساعد على إدخال الجيل الثاني لخدمات التلفزيون الرقمي للأرض،

توصـــي

باستعمال معايير الحماية، بما في ذلك نسب الحماية (PR)، والقيم الدنيا لشدة التيار ذات الصلة الواردة في الملحق 1 كأساس لتخطيط الترددات من أجل الجيل الثاني لخدمات التلفزيون الرقمي للأرض.

ملاحظـــة – يشكل الملحقان 3 و5 جزءاً لا يتجزأ من التوصية. ويرد الملحقان 2 و4 على سبيل العلم.

مقدمة

تتضمن هذه التوصية الملحقات التالية:

الملحق 1 – معايير التخطيط للجيل الثاني من أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض للإذاعة الفيديوية الرقمية العاملة في نطاقات الموجات المترية والديسيمترية، بما في ذلك نسب الحماية

الملحق 2 – نتائج الاختبار الإضافية من المملكة المتحدة والاتحاد الروسي

الملحق 3 – عوامل التخطيط الأخرى مثل أنواع الهوائيات وتمييز الهوائي وخسارة الارتفاع وما إلى ذلك

الملحق 4 – وصف لنقاط الخلل الذاتية

الملحق 5 – التداخل التروبوسفيري والتداخل المستمر

اعتبارات عامة

إن نسبة حماية الترددات الراديوية RF هي القيمة الدنيا لنسبة الإشارة المطلوبة إلى الإشارة غير المطلوبة، والتي يعبَّر عنها بالديسيبل عند مدخل المستقبِل.

وتستند نسب الحماية المعرفة في هذه التوصية إلى قياسات تستخدم منهجية الاختبار ومراجع قدرة الإشارة المحددة في المرجع [1].

والإدارات مدعوة إلى المساهمة بتقديم نتائج إضافية للقياسات من أجل استكمال هذه التوصية.

أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض المطلوبة

تنطبق نسب الحماية لأنظمة التلفزيون الرقمي للأرض على كل من التداخل التروبوسفيري والتداخل المستمر. وتشير نسب الحماية إلى التردد المركزي لنظام التلفزيون الرقمي للأرض المطلوب.

ولكي يعمل مستقبل التلفزيون الرقمي بنجاح بوجود إشارات تداخل عالية السوية على القنوات المجاورة، سيقتضي الأمر درجة عالية من الخطية عند دخل المستقبِل.

وتتعلق نسب الحماية المطبقة على أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض، باعتبارها نظاماً مسبّباً للتداخل، على الحالة التي لا تكون فيها الإشارات المطلوبة وغير المطلوبة متزامنة و/أو ليس لها مصدر برنامج مشترك.

وتقاس نسب الحماية على أساس تحديد شروط التداخل عند بداية خلل الصورة باستخدام طريقة نقاط الخلل الذاتية كما هي محددة في المرجع [1].

جدول المحتويات

الصفحة

الملحق 1 (إعلامي) - معايير التخطيط للجيل الثاني من أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض للإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB) في نطاقات الموجات المترية والديسيمترية، بما في ذلك نسب الحماية 5

1 نسب حماية إشارات DVB-T2 المطلوبة للتلفزيون الرقمي للأرض 5

1.1 تشكيلة الإشارات المطلوبة 5

2.1 خصائص الإشارة LTE المسببة للتداخل 6

3.1 ملاحظات تطبق على جداول نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد 6

4.1 حماية إشارة DVB-T2 لتلفزيون رقمي للأرض تتعرض للتداخل من إشارة DVB-T2 من ذات النمط 7

5.1 نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد لإشارة DVB-T2 تتعرض للتداخل من إشارات المحطة القاعدة ومعدات المستعمل LTE 8

1.5.1 حماية إشارة DVB-T2 تتعرض للتداخل من إشارة (LTE-BS) 9

2.5.1 حماية إشارة DVB-T2 تتعرض للتداخل من إشارة (LTE-UE) 10

6.1 معاملات التصحيح الخاصة لأنظمة مختلفة DVB-T2 مطلوبة وظروف استقبال مختلفة 13

7.1 اختيار نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد (O_{th}) من أجل دراسات التقاسم 15

8.1 تأثير التداخلات العابرة على نسب الحماية 15

2 القيم الدنيا لشدة المجال في نظام DVB-T2 للتلفزيون الرقمي للأرض 16

3 المراجع 18

التذييل 2 للملحق 1 - نتائج اختبار الموالفات Can 20

التذييل 3 للملحق 1– أثر التداخل العابر على نسب الحماية 24

1 معلومات أساسية 24

2 القياسات 25

1.2 مصادر الإشارات 25

2.2 تخالفات التردد 26

3.2 إجراءات القياس 26

4.2 المستقبلات المختبرة 27

3 النتائج 27

4 الاستنتاجات 30

التذييل 4 للملحق 1 – تكنولوجيات الموالفات التلفزيونية وخصائصها 31

الملحق 2 (إعلامي) – نتائج الاختبار الإضافية 32

1 نتائج اختبارات إضافية من المملكة المتحدة 32

2 نتائج اختبارات إضافية من لاتحاد الروسي 32

الصفحة

الملحق 3 (إعلامي) – عوامل التخطيط الأخرى 33
1 توزيع شدة المجال بحسب الموقع 33
2 الاستقبال باستعمال تجهيزات محمولة داخل المباني والمركبات 34
1.2 الخسارة الناجمة عن الارتفاع: L_h 34
2.2 الخسارة الناجمة عن دخول المبنى: L_b 34
3.2 الخسارة الناجمة عن دخول مركبة: L_v 35
3 التمييز في هوائي الاستقبال 35
4 هوائيات للمستقبِلات المحمولة والمتنقلة 35
1.4 الهوائيات من أجل الاستقبال المحمول 35
2.4 هوائيات استقبال تُحمل باليد 35
3.4 الهوائيات من أجل الاستقبال المتنقل 36
5 الضوضاء الاصطناعية (MMN) 36
الملحق 4 (إعلامي) – طرائق تقييم نقطة الانقطاع 37
1 طريقة نقطة العطب الذاتي (SFP) لإجراء قياسات نسب الحماية 37
الملحق 5 (إعلامي) – التداخل التروبوسفيري والتداخل المستمر 38
1 التداخل التروبوسفيري والتداخل المستمر 38

الملحق 1
(إعلامي)

معايير التخطيط للجيل الثاني من أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض للإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB) في نطاقات الموجات المترية والديسيمترية، بما في ذلك نسب الحماية

1 نسب حماية إشارات DVB-T2 المطلوبة للتلفزيون الرقمي للأرض

1.1 تشكيلة الإشارات المطلوبة

بغية تقليل عدد القياسات والجداول، يقترح أن تجرى قياسات نسب الحماية لأنظمة التلفزيون DVB-T2 باستعمال الأسلوب التالي المبين في الجدول 1. ويمكن حساب قيم نسب الحماية لمختلف أساليب التشغيل المطلوبة من القيم المقيسة المبينة. وجميع البيانات الواردة في هذا الملحق تقابل هذا الأسلوب، ما لم يذكر خلاف ذلك.

الجـــدول 1

نمط الأسلوب المفضل لقياس نسب حماية أنظمة التلفزيون DVB-T2

المعلمات	قيمة المعلمة
FFTSIZE	32 K
فترة الحراسة (GI)	1/128
رموز البيانات	59
SISO/MISO	SISO
نسبة القدرة الذروية إلى المتوسطة (PAPR)	لا يوجد
عدد الأرتال في الرتل الفائق	2
عرض النطاق	8 MHz
أسلوب عرض النطاق الممدود	نعم
النمط الدليلي	PP7
التشكيل L1	64 QAM
PLP #0	
النوع	1
التشكيل	256 QAM
المعدل	2/3
نوع التصحيح الأمامي للخطأ	64 800
QAM متناوب	نعم
عدد الكتل FFC في رتل التشذير	202
عدد الكتل TI في الرتل (N_TI)	3
عدد الكتل T2 في رتل التشذير (P_I)	1
فاصل الرتل (I_JUMP)	1
نوع تشذير الوقت	0
طول تشذير الوقت	3
النسبة *C/N* (قناة الضوضاء الغوسية البيضاء الإضافية) dB	19,7
معدل البيانات Mbit/s	40,2

2.1 خصائص الإشارة LTE المسببة للتداخل

تستند نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد الخاصة بمحطات القاعدة (BS) ومعدات المستعمل (UE) في نظام التطور طويل الأجل (LTE) والواردة في هذه التوصية إلى قياسات تستخدم تسجيلات لموجات LTE بعرض MHz 10 صادرة عن أجهزة محطات القاعدة ومعدات المستعمل الحقيقية بثلاث حمولات مختلفة للحركة. وقد تم ترشيح هذه التسجيلات لإزالة تشويشات التسجيل خارج النطاق وجرى تنسيقها وفق بيانات I/Q التي تلائم إعادة التشغيل من المولدات المخبرية المعيارية للإشارات المتجهية.

وقد صُنفت حمولات حركة المحطات القاعدة على النحو التالي:

أ) حالة الراحة – وتتألف أساساً من المزامنة وبثّ الإشارات مع بيانات عرضية؛

ب) حمولة بنسبة 50% – حمولة متوسطة؛

ج) حمولة بنسبة 100% – وتستخدم فيها جميع كتل الموارد على الدوام.

كما صُنفت حمولات حركة معدات المستعمل على النحو التالي:

أ) 1 Mbit/s – حمولة خفيفة يستعمل فيها فقط عدد قليل من كتل الموارد لبعض الوقت؛

ب) 10 Mbit/s – حمولة متوسطة؛

ج) 20 Mbit/s – حمولة مرتفعة.

وتتعرض قدرة الموجات ذات الحركة المحملة الأخف إلى تغير زمني أكبر قد يسبب انحطاط نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد في بعض المستقبلات.

3.1 ملاحظات تطبق على جداول نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد

منعاً للتكرار، وما لم يذكر خلاف ذلك، تطبق الملاحظات التالية على الجداول من 2 إلى 11 ومن 14 إلى 18.

الملاحظة 1 – عتبة النسبة المئوية 90^{th} لقيمة نسبة الحماية تقابل حماية 90% من المستقبلات المقيسة، بالنسبة لتخالف معين للتردد ومعلمات معينة؛ بينما ينبغي استعمال عتبة النسبة المئوية 10^{th} لعتبة الحمل الزائد لحماية 90% من المستقبلات المقيسة.

الملاحظة 2 – Δf هو الفارق بين التردد المركزي للقناة غير المطلوبة والتردد المركزي للقناة المطلوبة.

الملاحظة 3 – NR: العتبة المئوية O_{th} لم يتم الوصول إليها. وهذا يعني أنه عند هذه القيمة لتخالف التردد، يسود معيار نسبة الحماية.

الملاحظة 4 – تطبق نسبة الحماية PR، إلى أن تزيد سوية إشارة التداخل عن العتبة المئوية O_{th} المقابلة. فإذا زادت سوية إشارة التداخل عن العتبة المئوية O_{th} المقابلة، فإن المستقبل يتعرض للتداخل من إشارة التداخل هذه أياً كانت قيمة نسبة الإشارة إلى التداخل.

الملاحظة 5 – عند قيمة سوية للإشارة المطلوبة تقترب من حساسية المستقبل، ينبغي أخذ الضوضاء في الاعتبار، مثلاً عند حساسية قيمتها +3 dB، ينبغي إضافة 3 dB إلى نسبة الحماية، PR.

الملاحظة 6 – يمكن الحصول على نسبة الحماية PR لأنظمة متغايرة مختلفة وظروف استقبال مختلفة باستخدام معاملات التصحيح الواردة في الجدول 10 من هذا الملحق. ويُفترض عدم ارتباط عتبة الحمل الزائد بتغاير النظام وظروف الاستقبال.

الملاحظة 7 – تقرّب نسب الحماية إلى أقرب عدد صحيح.

الملاحظة 8 – تعرّف قناة رايس وقناة رايلي الساكنة في الفقرة 1.14 من الوثيقة ETSI TS 102 831، الإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB)؛ المبادئ التوجيهية لتنفيذ الجيل الثاني من نظام الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض (DVB-T2). ويرد أيضاً وصف لهما في الوثيقة ETSI EN 300 744، الإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB)؛ هيكل الترتيل وتشفير القناة والتشكيل في التلفزيون الرقمي للأرض (DVB-T).

الملاحظة 9 – بلغت قيم نسبة قدرة التسرب في القنوات المجاورة (ACLR) الخاصة بإشارات التداخل LTE-BS المستخدمة في القياس 60 dB أو أكثر بالنسبة للقناة المجاورة الدنيا N-1، وأعلى بكثير بالنسبة للقناة المجاورة N-2 وما بعد.

وتبين الجداول من 2 إلى 11 ومن 14 إلى 18 نسب الحماية لإشارات DVB-T2 المطلوبة لتلفزيون رقمي للأرض تتعرض للتداخل من:

- إشارات DVB-T2 لتلفزيون رقمي للأرض؛
- إشارات محطات القاعدة LTE؛
- إشارات معدات المستعمل LTE.

4.1 حماية إشارة DVB-T2 لتلفزيون رقمي للأرض تتعرض للتداخل من إشارة DVB-T2 من ذات النمط

إن القيم الواردة في الجدول 2 هي قيم نظرية حُسبت في حالة الأسلوب الوارد في الجدول 1 باستخدام الطريقة الواردة في التقرير ITU-R BT.2254-2012.

الجـــدول 2

نسب الحماية (dB) في ذات القناة لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) تتعرض للتداخل من إشارة DVB-T2 من ذات النمط

التشكيل	معدل الشفرة	قناة غوسية	قناة رايس ملاحظة 8	قناة رايلي (الساكنة) ملاحظة 8
QPSK	1/2	2,4	2,6	3,4
QPSK	3/5	3,6	3,8	4,9
QPSK	2/3	4,5	4,8	6,3
QPSK	3/4	5,5	5,8	7,6
QPSK	4/5	6,1	6,5	8,5
QPSK	5/6	6,6	7,0	9,3
16-QAM	1/2	7,6	7,8	9,1
16-QAM	3/5	9,0	9,2	10,7
16-QAM	2/3	10,3	10,5	12,2
16-QAM	3/4	11,4	11,8	13,9
16-QAM	4/5	12,2	12,6	15,1
16-QAM	5/6	12,7	13,1	15,9
64-QAM	1/2	11,9	12,2	14,0
64-QAM	3/5	13,8	14,1	15,8
64-QAM	2/3	15,1	15,4	17,2
64-QAM	3/4	16,6	16,9	19,3
64-QAM	4/5	17,6	18,1	20,9
64-QAM	5/6	18,2	18,7	21,8
256-QAM	1/2	15,9	16,3	18,3
256-QAM	3/5	18,2	18,4	20,5
256-QAM	2/3	19,7	20,0	22,1
256-QAM	3/4	21,7	22,0	24,6
256-QAM	4/5	23,1	23,6	26,6
256-QAM	5/6	23,9	24,4	28,0

وقد أدرجت نسب الحماية الواردة في الجدول 3 بالنسبة لثلاثة أنماط من قنوات الانتشار (أي الغوسية ورايس ورايلي). وبالنسبة للاستقبال الثابت والمحمول، ينبغي اعتماد القيم المطبقة على قنوات رايس ورايلي على التوالي.

ويجب تطبيق نفس تصحيحات قيم الحماية الواردة في الجدول 3 على أنظمة DVB-T2 مع عرض نطاق 6 و7 و8 MHz.

الجـــدول 3

نسب الحماية (dB) وعتبات الحمل الزائد (dBm) لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) تتعرض للتداخل من إشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) في القنوات المجاورة في حالة الموالفات السليكونية

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	نسبة الحماية (dB)		عتبة الحِمل الزائد (dBm)	
			المئين		المئين	
			50th	90th	10th	50th
9–	72	11	54–	50–	14–	0
4–	32–	11	50–	44–	14–	2–
3–	24–	11	48–	44–	14–	2–
2–	16–	11	47–	43–	15–	6–
1–	8–	11	35–	33–	15–	6
في نفس القناة	0	11	19,0	19,0	–	–
1	8	11	32–	30–	15–	6–
2	16	11	46–	43–	15–	5–
3	24	11	47–	43–	14–	2–
4	32	11	50–	44–	13–	1
9	72	11	54–	49–	13–	1

تطبق القيم المشار إليها في الحالة التي تشغل فيها الإشارات DVB-T2 المطلوبة وغير المطلوبة نفس عرض القناة. وتحتاج التركيبات الأخرى لعرض القناة إلى المزيد من الدراسة.

وللإشارة المسببة للتداخل معلمات الأسلوب نفسها التي للإشارة المطلوبة إلا أنها ليست مترابطة معها.

ويشار إلى نسبة الحماية بالوحدة dB وتطبق على كل من التداخل المستمر والتداخل التروبوسفيري.

5.1 نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد لإشارة DVB-T2 تتعرض للتداخل من إشارات المحطة القاعدة ومعدات المستعمل LTE

يقدم هذا القسم نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد لأنظمة DVB-T2 تتعرض للتداخل من نظام LTE OFDMA (المحطة القاعدة) ونظام SC–FDMA (معدات المستعمل). وقد أُجريت جميع القياسات اللازمة لاشتقاق هذه المعلمات على مستقبلات DVB-T2 صُمِّمت لمدى توليف ترددي من 470 إلى 862 MHz، فيما تقع جميع الإشارات المسببة للتداخل ضمن مدى الترددات من 759 إلى 862 MHz.

و لم يتوفر للاختبار سوى عدد قليل (3) من مستقبلات DVB-T2 ذات الموالِفات المصفحة (can) ما حال دون إجراء أي تحليل إحصائي للنتائج. وترد النتائج المجدولة لأداء المستقبلات الإفرادية في التذييل 2 لهذا الملحق للرجوع إليها.

وقد وردت خصائص الإشارة LTE المستعملة في القياسات في التقرير ITU-R BT.2215 "قياس نسب الحماية وعتبة الحِمل الزائد لأجهزة استقبال التلفزيون".

وحالة التقاسم بين النظام DVB-T2 والخدمة LTE المتنقلة هي حالة تطورية يتغير فيها كل من تصميم الموالفات التلفزيونية وتنفيذ المحطات القاعدة. وتُشجَّع كافة الأطراف الضالعة بشدة على تحسين أداء المعدات الخاصة بها بحيث يتسنّى مراجعة الجداول في المستقبل القريب.

ونظراً للتغير الزمني لإشارة LTE، فإن الانحطاط الأسوأ لنسبة الحماية وعتبة الحمل الزائد في بعض تصاميم الموالفات يقابل حمولات منخفضة جداً في حركة المحطة القاعدة (BS) ومعدات المستعمل (UE). وترد هنا ثلاثة مستويات لحمل الحركة لأنه من المستبعد التنبؤ بحمل الحركة الفعلي في تشغيل المحطات القاعدة ومعدات المستعمل الحقيقية.

ويتحقق أعلى مستوى من الحماية (حماية الإذاعة بالنسبة لجميع حالات الحمل لحركة المحطة القاعدة ومعدات المستعمل) بأخذ أعلى قيمة لنسبة الحماية وأقل قيمة لعتبة الحِمل الزائد في أي نوع من تكنولوجيا الموالفات.

ويُقاس تخالف التردد بين الترددين المركزيين للإشارة المطلوبة والإشارة المسببة للتداخل.

1.5.1 حماية إشارة DVB-T2 تتعرض للتداخل من إشارة (LTE-BS)

يبين الجدولان التاليان نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد لثلاث حمولات لحركة المحطة القاعدة LTE.

الجـــدول 4

نسب الحماية (dB) المقيسة لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE-BS في القنوات المجاورة في حالة الموالفات السليكونية

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	نسبة الحماية لحمولة بنسبة 0% لحركة (dB) BS		نسبة الحماية لحمولة بنسبة 50% لحركة (dB) BS		نسبة الحماية لحمولة بنسبة 100% لحركة (dB) BS	
			المئين		المئين		المئين	
			50th	90th	50th	90th	50th	90th
في نفس القناة AWGN	0	11	19	19	19	19	19	19
في نفس القناة LTE	0	11	10	11	18	18	19	19
1	10	11	–44	–24	–40	–38	–38	–36
2	18	11	–50	–32	–48	–44	–47	–43
3	26	11	–51	–35	–49	–45	–48	–44
4	34	11	–52	–39	–51	–46	–50	–45
5	42	11	–53	–41	–51	–47	–51	–46
6	50	11	–55	–46	–54	–48	–52	–47
7	58	11	–56	–46	–54	–49	–54	–48
8	66	11	–57	–45	–54	–50	–53	–49
9	74	11	–58	–45	–55	–50	–53	–49

الجـــدول 5

عتبات الحِمل الزائد (dBm) المقيسة لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE-BS في القنوات المجاورة في حالة الموالفات السليكونية

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	عتبة الحمل الزائد لحمولة بنسبة 0% لحركة BS (dB)		عتبة الحمل الزائد لحمولة بنسبة 50% لحركة BS (dB)		عتبة الحمل الزائد لحمولة بنسبة 100% لحركة BS (dB)	
			المئين		المئين		المئين	
			10^{th}	50^{th}	10^{th}	50^{th}	10^{th}	50^{th}
1	10	11	18–	6–	15–	6–	13–	8–
2	18	11	14–	1	12–	2–	13–	3–
3	26	11	12–	3	13–	0	12–	1–
4	34	11	11–	5	12–	2	12–	0
5	42	11	10–	6	12–	3	12–	2
6	50	11	10–	4	12–	2	12–	2
7	58	11	10–	4	11–	2	12–	1
8	66	11	10–	4	12–	2	12–	1
9	74	11	10–	5	12–	3	12–	1

2.5.1 حماية إشارة DVB-T2 تتعرض للتداخل من إشارة (LTE-UE)

تبين الجداول التالية نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد لثلاث حمولات لحركة معدات المستعمل LTE.

الجدول 6 – النتائج غير المصححة لنسب الحماية في معدات المستعمل (UE)

الجدول 7 – النسب المقدرة للتسرب في القنوات المجاورة (ACLR) لمعدات المستعمل بالاستناد إلى قناعي 3GPP TS 36.101 وETSI.

الجدول 8 – نتائج نسب الحماية لمعدات المستعمل في حالة انحطاط الضوضاء خارج النطاق في معدات المستعمل

الجدول 9 – نتائج عتبات الحِمل الزائد في معدات المستعمل.

الجـــدول 6

نسب الحماية (dB) غير المصححة لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) تتعرض للتداخل من إشارة LTE-UE في القنوات المجاورة في حالة الموالفات السليكونية

تخالف القناة N لقنوات 8 MHz/تخالف التردد المركزي	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	حمولة حركة UE بمعدل 1 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 100 dB لجميع التخالفات		حمولة حركة UE بمعدل 10 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 100 dB لجميع التخالفات		حمولة حركة UE بمعدل 100 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 67,8 dB للقناة (N+1) 80,4 dB للقناة (N+1) 100 dB للقنوات (N+3 إلى N+9)	
		مئين PR (dB)		مئين PR (dB)		مئين PR (dB)	
		50^{th}	90^{th}	50^{th}	90^{th}	50^{th}	90^{th}
في نفس القناة AWGN (0)	11	19	19	19	19	19	19
في نفس القناة LTE (0)	11	10	11	18	18	19	19
1/(10)	11	36–	19–	41–	39–	41–	39–
2 (18)	11	41–	24–	47–	45–	47–	43–
3 (26)	11	44–	26–	48–	45–	50–	44–
4 (34)	11	46–	36–	48–	45–	52–	45–
5 (42)	11	47–	37–	48–	44–	54–	46–
6 (50)	11	50–	38–	49–	43–	52–	45–
7 (58)	11	50–	41–	49–	44–	53–	44–
8 (66)	11	50–	41–	49–	42–	54–	45–
9 (74)	11	50–	43–	49–	43–	54–	47–

تصحح نسب الحماية UE تبعاً للنسبة ACLR لمعدات المستعمل في القنوات المجاورة وغير المجاورة بعرض 8 MHz لمراعاة الانحطاط في نسبة الحماية الناجم عن الضوضاء خارج النطاق في معدات المستعمل. وتستند تقديرات النسبة ACLR إلى القناع 3GPP TS 36.101، الإصدار 0.1.11، الوارد في الجدول 1.1.2.6.6 وإلى الشرط الوارد في مشروع المعيار ETSI 301-908-13 بأن تكون الضوضاء خارج النطاق في النطاق 470-790 MHz بقيمة –65 dBm. وهذه التقديرات مبينة في الجدول 7.

الجـــدول 7

نسب ACLR المفترضة لمعدات المستعمل بالنسبة لقيم نسب الحماية UE المصححة

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	ACLR (dB)
1	10	25,2
2	18	32,2
–65 (تخالفات أخرى تقابل dBm/8 MHz)	74-26	88,0

تمثل الأرقام الخاصة بالضوضاء الإضافية الغوسية البيضاء (AWGN) الواردة في الجدول 8 قيم نسب الحماية في نفس القناة، PR_0، المستخدمة في حساب التصحيحات. وفيما يلي طريقة تصحيح نسبة التسرب في القنوات المجاورة (ACLR).

تحسب نسبة الحماية النهائية على مرحلتين؛ أولاً، بالنسبة لتخالف التردد Δf تحسب انتقائية المستقبل للقناة المجاورة من نسبة الحماية المقيسة عند التخالف (PR(Δf))، ونسبة الحماية في نفس القناة PR_0 والنسبة ACLR لمولد إشارة التداخل.

$$ACS(\Delta f) = -10\log(10^{-\frac{PR_0 - PR(\Delta f)}{10}} - 10^{-\frac{ACLR}{10}})$$

ثانياً، تستعمل القيمة المشتقة ACS للتلفزيون الرقمي للأرض لتحديد نسب الحماية المناسبة من القنوات المجاورة في التجهيزات الطرفية النهائية التي قد تتميز بخصائص مختلفة للنسبة ACLR.

وتكون نسبة الحماية النهائية، PR′(Δf)، دالة في قيمة ACS وقيمة ACLR للجهاز LTE عند Δf، ′ACLR، وتساوي:

$$PR'(\Delta f) = PR_0 + 10\log(10^{\frac{-ACS}{10}} + 10^{\frac{-ACLR'}{10}})$$

ويمكن أيضاً استخدام هذه الطريقة لاستعادة نسب الحماية غير المصححة من نسب الحماية المصححة لإتاحة المجال لحساب تأثير مختلف الافتراضات المتعلقة بالنسبة ACLR الخاصة بمعدات المستعمل.

تجدر الإشارة إلى أن ACLR و′ACLR في المعادلتين أعلاه تستندان إلى قياسات القدرة باستعمال عرض نطاق قناة مصدر التداخل (مثلاً 10 MHz) وعرض نطاق قناة إشارة DVB-T2 المطلوبة (مثلاً 8 MHz) عند تخالفات التردد المناسبة لمصدر التداخل.

الجـــدول 8

نسب الحماية (dB) المصححة لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) تتعرض للتداخل من إشارة LTE UE في القنوات المجاورة في حالة الموالفات السليكونية

تخالف القناة N لقنوات 8 MHz/تخالف التردد المركزي	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	حمولة حركة UE بمعدل 1 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة ACLR = 100 dB لجميع التخالفات		حمولة حركة UE بمعدل 10 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة ACLR = 100 dB لجميع التخالفات		حمولة حركة UE بمعدل 100 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 67,8 dB للقناة (N+1) 80,4 dB للقناة (N+1) 100 dB للقنوات (N+3 إلى N+9)	
		مئين PR (dB)		مئين PR (dB)		مئين PR (dB)	
		50^{th}	90^{th}	50^{th}	90^{th}	50^{th}	90^{th}
في نفس القناة AWGN (0)	11	19	19	19	19	19	19
في نفس القناة LTE (0)	11	10	11	18	18	19	19
1/(10)	11	6–	6–	6–	6–	6–	6–
2 (18)	11	13–	13–	13–	13–	13–	13–
3 (26)	11	44–	26–	48–	45–	50–	44–
4 (34)	11	46–	36–	48–	45–	52–	45–
5 (42)	11	47–	37–	48–	44–	54–	46–

الجـــدول 8 (*تابع*)

تخالف القناة N لقنوات 8 MHz/تخالف التردد المركزي	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	حمولة حركة UE بمعدل 1 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 100 dB لجميع التخالفات		حمولة حركة UE بمعدل 10 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 100 dB لجميع التخالفات		حمولة حركة UE بمعدل 100 Mbit/s نسبة التسرب في القنوات المجاورة لمولد الإشارة = ACLR 67,8 dB للقناة (N+1) 80,4 dB للقناة (N+1) 100 dB للقنوات (N+3 إلى N+9)	
		مئين PR (dB)		مئين PR (dB)		مئين PR (dB)	
		50^{th}	90^{th}	50^{th}	90^{th}	50^{th}	90^{th}
6 (50)	11	–50	–38	–49	–43	–52	–45
7 (58)	11	–50	–41	–49	–44	–53	–44
8 (66)	11	–50	–41	–49	–42	–54	–45
9 (74)	11	–50	–43	–49	–43	–54	–47

الجـــدول 9

عتبات الحمل الزائد (dBm) المقيسة لإشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) تتعرض للتداخل من إشارة LTE UE في القنوات المجاورة في حالة الموالفات السليكونية

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عدد المستقبلات الخاضعة للاختبار	حمولة حركة UE بمعدل 1 Mbit/s		حمولة حركة UE بمعدل 10 Mbit/s		حمولة حركة UE بمعدل 100 Mbit/s	
			O_{th} (dBm)		O_{th} (dBm)		O_{th} (dBm)	
			50^{th}	10^{th}	50^{th}	10^{th}	50^{th}	10^{th}
1	10	11	–6	–37	–5	–15	–5	–12
2	18	11	5	–12	0	–11	0	–11
3	26	11	6	–10	2	–11	0	–11
4	34	11	5	–24	2	–11	1	–11
5	42	11	6	–10	2	–11	1	–11
6	50	11	6	–10	2	–11	2	–11
7	58	11	5	–10	2	–11	2	–11
8	66	11	5	–10	2	–11	2	–11
9	74	11	6	–11	2	–11	2	–11

6.1 معاملات التصحيح الخاصة لأنظمة مختلفة DVB-T2 مطلوبة وظروف استقبال مختلفة

وضع الجدول 10 لإشارات DVB-T2 باستخدام أساليب أخرى تعرضت للتداخل من إشارة DVB-T2. وقد حسبت على أنها الفرق في نسبة الإشارة إلى الضوضاء *(C/N)* في حالة الضوضاء الإضافية الغوسية البيضاء (AWGN) بين الأساليب

الأخرى والأسلوب المرجعي المبين في الجدول 1 وينبغي أن تستخدم بحرص، لا سيما إذا كان الفرق في نسبة الإشارة إلى الضوضاء *(C/N)* للأسلوب المطلوب مقارنة بالأسلوب المرجعي كبيراً. ومع ذلك يجب التحقق من القيم بواسطة القياس. ويُفترض استخدامه للأنواع الأخرى من مصادر التداخل، بيد أن هناك حاجة إلى مزيد من الدراسة لتأكيد القيم.

الجـــدول 10

معاملات تصحيح نظرية تقديرية لنسب الحماية (dB) لما هو مطلوب لمختلف تغايرات النظام DVB-T2 بالنسبة للأسلوب المرجعي المبين في الجدول 1
(معرض للتداخل من نظام DVB-T2 أو من خدمات أخرى)

التشكيل	معدل الشفرة	قناة غوسية	قناة رايس ملاحظة 8	قناة رايلي (الساكنة) ملاحظة 8
QPSK	1/2	17,3–	17,1–	16,3–
QPSK	3/5	16,1–	15,9–	14,8–
QPSK	2/3	15,2–	14,9–	13,4–
QPSK	3/4	14,2–	13,9–	12,1–
QPSK	4/5	13,6–	13,2–	11,2–
QPSK	5/6	13,1–	12,7–	10,4–
16-QAM	1/2	12,1–	11,9–	10,6–
16-QAM	3/5	10,7–	10,5–	9,0–
16-QAM	2/3	9,4v	9,2–	7,5–
16-QAM	3/4	8,3–	7,9–	5,8–
16-QAM	4/5	7,5–	7,1–	4,6–
16-QAM	5/6	7,0–	6,6–	3,8–
64-QAM	1/2	7,8–	7,5–	5,7–
64-QAM	3/5	5,9–	5,6–	3,9–
64-QAM	2/3	4,6–	4,3–	2,5–
64-QAM	3/4	3,1–	2,8–	0,4–
64-QAM	4/5	2,1–	1,6–	1,2
64-QAM	5/6	1,5–	1,0–	2,1
256-QAM	1/2	3,8–	3,4–	1,4–
256-QAM	3/5	1,5–	1,2–	0,8
256-QAM	2/3	0,0	0,3	2,4
256-QAM	3/4	2,0	2,3	4,9
256-QAM	4/5	3,4	3,9	6,9
256-QAM	5/6	4,2	4,7	8,3

وبالمقارنة مع قناة الأرسال رايلي الساكنة، فإن قناة رايلي المتغيرة زمنياً وذات الصلة بالاستقبال المحمول لإشارة DVB-T2 توضح دون لبس الحاجة إلى نسب الحماية. وهناك حاجة إلى مزيد من القياس لتقييم هذا التأثير.

7.1 اختيار نسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد (O_{th}) من أجل دراسات التقاسم

يوضح الجدول 11 القيم الموصى بها لنسب الحماية وعتبات الحمل الزائد لاستخدامها في دراسات التقاسم. ويسفر تطبيق هذه القيم عن توفير الحماية لنسبة 90 في المائة من المستقبلات (من بين جميع الموالفات التي قيست وعددها 14) في جميع حمولات الحركة. وفيما يتعلق بمعدات المستعمل فقد استخدمت المئينات 90^{th} لنسبة الحماية المصححة استناداً إلى الافتراضات الواردة في الجدول 7 الخاصة بنسبة التسرب في القنوات المجاورة (ACLR) في معدات المستعمل.

الجـــدول 11

قيم نسب الحماية وعتبات الحمل الزائد الموصى بها لدراسات التقاسم من أجل إشارة DVB-T2 (معرفة في الجدول 1) في قناة محررة تتعرض للتداخل من إشارة LTE-BS أو إشارة LTE-UE في القنوات المجاورة لـ 3 موالفات مصفحة can و 11 موالفاً سليكونياً

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	LTE BS		LTE UE	
		PR (dB)	O_{th} (dBm)	PR مصححة (dB)	O_{th} (dBm)
في نفس القناة (AWGN)	0	19	–	19	–
في نفس القناة (LTE)	0	19	–	19	–
1	10	25–	16–	6–	30–
2	18	33–	12–	13–	11–
3	26	36–	11–	28–	10–
4	34	40–	13–	37–	20–
5	42	43–	11–	38–	10–
6	50	46–	11–	40–	9–
7	58	47–	11–	42–	9–
8	66	46–	11–	43–	10–
9	74	46–	10–	44–	10–

8.1 تأثير التداخلات العابرة على نسب الحماية

في الأقسام السابقة، كان التداخل نشطاً وقت احتياز الإشارة المطلوبة DTT. وأظهرت الدراسة الأخيرة أنه تقاس نسب حماية أعلى بكثير (10-12 dB) عندما يعمل مصدر التداخل بعد احتياز الإشارة المطلوبة DTT. ويحدث هذا الأمر بوجه خاص عندما يكون التدال موسمياً كما هو الحال مع الإشارة LTE UE حيث يتعرض المستعمل لفجوات طويلة (تمتد لعدة ثوان) من عدم النشاط مما يسمح لوحدة التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC) للمستقبل DTT بالاستقرار في حالة "عدم وجود تداخل". ومن الأمثلة على ذلك:

- الاستطلاع المنتظم لمخدمات البيانات من نمط "سحب" (مثل تحديث البريد الإلكتروني وتطبيقات الشبكات الاجتماعية؛
- رسائل "استمرار الاتصال" لأغراض تطبيقات الحفاظ على الحالة؛
- حركة تشوير الشبكات الأخرى؛

وترد تفاصيل هذه القياسات في التذييل 3 بالملحق 1. وهذه القياسات مرهنة بدراسات أخرى مؤقتاً.

2 القيم الدنيا لشدة المجال في نظام DVB-T2 للتلفزيون الرقمي للأرض

ترد صيغة حساب القيمة الدنيا لشدة المجال في التذييل 1 بالملحق 1. بالنسبة لأساليب الاستقبال الأخرى (متنقل في المناطق الريفية ومحمول عبر جهاز محمول باليد خارج المباني ومتنقل عبر جهاز محمول باليد مع هوائي مدمج) ترد حسابات شدة المجال في التقرير ITU-R BT.2254 – الجوانب المتعلقة بالترددات وتخطيط الشبكة في النظام DVB-T.

الجـــدول 12

حساب أدنى شدة للمجال لنظام DVB-T2 بعرض نطاق 8 MHz عند 200 MHz

النظام DVB-T2 في النطاق III			ثابت	محمول خارج المباني/حضرية	محمول داخل المباني/حضرية
التردد	Freq	MHz	200	200	200
قيمة النسبة *C/N* الدنيا اللازمة للنظام	*C/N*	dB	20,0	17,9	18,3
أنماط النظام (مثال)			QAM-256، FEC 2/3، 32k، PP7 Normal	QAM-64، FEC 2/3، 32k، PP4 Normal	QAM-64، FEC 2/3، 16k، PP1 Normal
معدل الثبات (قيمة دلالية)		Mbit/s	35-30	25-22	24-19
معامل ضوضاء المستقبل	*F*	dB	6	6	6
عرض نطاق الضوضاء المكافئ	*B*	MHz	6,66	6,66	6,66
قدرة دخل ضوضاء المستقبل	P_n	dBW	128,6–	128,9–	128,5–
القدرة الدنيا لدخل إشارة المستقبل	$P_{s\,min}$	dBW	109,7–	111,8–	111,4–
الفولطية الدنيا المكافئة لدخل المستقبل، 75 Ω	U_{min}	dBµV	29,0	26,9	27,3
خسارة المغذي	L_f	dB	2	0	0
كسب الهوائي نسبة إلى نصف ثنائي الأقطاب	G_d	dB	7	2,2–	2,2–
النتيجة الفعالة للهوائي	A_a	dBm^2	1,7	7,5–	7,5–
كثافة تدفق القدرة الدنيا عند موقع الاستقبال	Φ_{min}	$dB(W)/m^2$	109,4–	104,3–	103,9–
شدة المجال الدنيا المكافئة عند موقع الاستقبال	E_{min}	dBµV/m	36,4	41,5	41,9
قيمة سماح من أجل الضوضاء الاصطناعية	P_{mmn}	dB	2	8	8
خسارة الاختراق (مبنى أو مركبة)	L_b, L_h	dB	0	0	9
الانحراف المعياري لخسارة الاختراق		dB	0	0	3
كسب التنوع	*Div*	dB	0	0	0

الجـــدول 12 (*تابع*)

النظام DVB-T2 في النطاق III			ثابت	محمول خارج المباني/حضرية	محمول داخل المباني/حضرية
احتمالية الموقع		%	70	70	70
عامل الانتشار			0,5244	0,5244	0,5244
الانحراف المعياري			5,5	5,5	6,3
عامل تصحيح الموقع	C_l	dB	2,8842	2,8842	3,30372
كثافة تدفق القدرات المتوسطة الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	Φ_{med}	dB(W)/m^2	104,5–	93,4–	83,6–
شدة المجال المتوسط الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	E_{med}	dBµV/m	41,3	52,4	62,4
احتمالية الموقع		%	95	95	95
عامل الانتشار			1,6449	1,6449	1,6449
الانحراف المعياري			5,5	5,5	6,3
عامل تصحيح الموقع	C_l	dB	9,04695	9,04695	10,36287
كثافة تدفق القدرات المتوسطة الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	Φ_{med}	dB(W)/m^2	98,4–	87,3–	77,6–
شدة المجال المتوسط الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	E_{med}	dBµV/m	47,4	58,5	69,2

[1] 10 m للاستقبال الثابت و1,5 m لأساليب الاستقبال الأخرى.

الجـــدول 13

حساب أدنى شدة المجال الدنيا لنظام DVB-T2 لنطاق 8 MHz عند 650 MHz

النظام DVB-T2 في النطاق V/IV			ثابت	محمول خارج المباني/حضرية	محمول داخل المباني/حضرية
التردد	Freq	MHz	650	650	650
قيمة النسبة *C/N* الدنيا اللازمة للنظام	*C/N*	dB	20,0	17,9	18,3
أنماط النظام (مثال)			256-QAM ،FEC 2/3 ،32k PP7 Extended	QAM-64 ،FEC 2/3 ،32k PP4 Normal	QAM-64 ،FEC 2/3 ،16k PP1 Normal
معدل الثبات (قيمة دلالية)		Mbit/s	40-35	29-26	28-23
معامل ضوضاء المستقبل	*F*	dB	6	6	6
عرض نطاق الضوضاء المكافئ	*B*	MHz	7,77	7,77	7,77
قدرة دخل ضوضاء المستقبل	P_n	dBW	128,0–	128,3–	127,9–
القدرة الدنيا لدخل إشارة المستقبل	$P_{s\,min}$	dBW	109,1–	111,2–	110,8–
الفولطية الدنيا المكافئة لدخل المستقبل، 75 Ω	U_{min}	dBµV	29,7	27,6	28,0
خسارة المغذي	L_f	dB	4	0	0

الجـــدول 13 (*تابع*)

النظام DVB-T2 في النطاق V/IV			ثابت	محمول خارج المباني/حضرية	محمول داخل المباني/حضرية
كسب الهوائي نسبة إلى نصف ثنائي الأقطاب	G_d	dB	11	0	0
النتيجة الفعالة للهوائي	A_a	dBm^2	4,6–	15,6–	15,6–
كثافة تدفق القدرة الدنيا عند موقع الاستقبال	Φ_{min}	$dB(W)/m^2$	100,5–	95,6–	94,2–
شدة المجال الدنيا المكافئة عند موقع الاستقبال	E_{min}	dBµV/m	45,3	50,2	50,6
قيمة سماح من أجل الضوضاء الاصطناعية	P_{mmn}	dB	0	1	1
خسارة الاختراق (مبنى أو مركبة)	L_b, L_h	dB	0	0	11
الانحراف المعياري لخسارة الاختراق		dB	0	0	6
كسب التنوع	*Div*	dB	0	0	0
احتمالية الموقع		%	70	70	70
عامل الانتشار			0,5244	0,5244	0,5244
الانحراف المعياري			5,5	5,5	8,1
عامل تصحيح الموقع	C_l	dB	2,8842	2,8842	4,24764
كثافة تدفق القدرات المتوسطة الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	Φ_{med}	$dB(W)/m^2$	97,6–	91,7–	79,0–
شدة المجال المتوسط الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	E_{med}	dBµV/m	48,2	54,1	66,8
احتمالية الموقع		%	95	95	95
عامل الانتشار			1,6449	1,6449	1,6449
الانحراف المعياري			5,5	5,5	8,1
عامل تصحيح الموقع	C_l	dB	9,04695	9,04695	13,32369
كثافة تدفق القدرات المتوسطة الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	Φ_{med}	$dB(W)/m^2$	–91,5	–85,6	–72,3
شدة المجال المتوسط الدنيا عند ارتفاع الاستقبال[1]؛ 50% من الوقت و50% من المواقع	E_{med}	dBµV/m	54,3	60,2	75,9

(1) 10 m للاستقبال الثابت و1,5 m لأساليب الاستقبال الأخرى.

3 المراجع

[1] Report ITU-R BT.2215 – Measurements of protection ratios and overload thresholds for broadcast TV receivers.

[2] Report ITU-R BT.2254 – Frequency and network planning aspects of DVB-T2.

التذييل 1
للملحق 1

حساب الحد الأدنى لشدة المجال والحد الأدنى لشدة المجال المتوسطة المكافئة

تحسب قيم شدة المجال الدنيا وشدة المجال المتوسطة المكافئة باستعمال المعادلات التالية:

$$P_n = F + 10 \log (k\, T_0\, B)$$

$$P_{s\,min} = C/N + P_n$$

$$A_a = G + 10 \log (1{,}64\lambda^2/4\,\pi)$$

$$\varphi_{min} = P_{s\,min} - A_a + L_f$$

$$E_{min} = \varphi_{min} + 120 + 10 \log (120\,\pi)$$

$$= \varphi_{min} + 145{,}8$$

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l$$ للاستقبال الثابت تحت السقف

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_h$$ لاستقبال يُحمل باليد ومتنقل في الخارج

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_h + L_b$$ لاستقبال يُحمل باليد في الداخل ولاستقبال متنقل من نمط يُحمل باليد

$$C_l = \mu \cdot \sigma_t$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}$$

حيث:

P_n: قدرة ضوضاء دخل المستقبِل (dBW)

F: عامل ضوضاء المستقبِل (dB)

k: ثابت بولتزمان ($k = 1{,}38 \times 10^{-23}$ (J/K))

T_0: درجة الحرارة المطلقة ($T_0 = 290$ (K))

B: عرض نطاق ضوضاء المستقبِل ($B = 7{,}61 \times 10^6$ (Hz))

$P_{s\,min}$: القدرة الدنيا لدخل المستقبِل (dBW)

C/N: نسبة الإشارة إلى الضوضاء S/N عند دخل المستقبِل التي يتطلبها النظام (dB)

A_a: الفتحة الفعالة للهوائي (dBm^2)

G: كسب الهوائي المرتبط بثنائي القطب النصفي (dBd)

λ: طول موجة الإشارة (m)

φ_{min}: أدنى كثافة لتدفق القدرة (pfd) في موقع الاستقبال ($dB(W/m^2)$)

L_f: خسارة خط التغذية (dB)

E_{min}: أدنى شدة مجال مكافئ في موقع الاستقبال ($dB(\mu V/m)$)

E_{med}: أدنى شدة للمجال المتوسطة المكافئة، قيمة التخطيط ($dB(\mu V/m)$)

P_{mmn}: هامش الضوضاء الاصطناعية (dB)

L_h: الخسارة الناجمة عن الارتفاع (نقطة الاستقبال عند 1,5 m فوق سطح الأرض) (dB)

L_b: الخسارة الناجمة عن دخول مبنى أو مركبة (dB)

C_l: عامل تصحيح الموقع (dB)

σ_t: الانحراف المعياري الكلي (dB)

σ_m: الانحراف المعياري على نطاق واسع (σ_m = 5,5 (dB))

σ_b: الانحراف المعياري والخسارة الناجمة عن دخول مبنى (dB)

μ: عامل توزيع قدره 0,52 من أجل 70% و1,28 من أجل 90% و1,64 من أجل 95% و2,33 من أجل 99%.

التذييل 2
للملحق 1

نتائج اختبار الموالفات Can

نسب الحماية (PR) وعتبات الحمل الزائد (O_{th}) للإشارة LTE BS

يعرض الجدولان 14 و15 النتائج غير المعالجة للقياسات الخاصة بثلاثة موالفات Can في حالة الداخل من إشارة LTE BS. وهذه القيم مقدمة لغراض التوجيه وينبغي استعمالها بعناية.

الجـــدول 14

نسب الحماية المقاسة (dB) لإشارة DVB-T2 (معرّفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE BS في القنوات المجاورة لموالفات Can

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	نسبة الحماية لحمولة 0% لحركة BS (dB)			نسبة الحماية لحمولة 50% لحركة BS (dB)			نسبة الحماية لحمولة 100% لحركة BS (dB)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
في نفس القناة AWGN (0)	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19
في نفس القناة LTE (0)	0	11	10	10	18	18	18	19	19	19
1	10	43–	44–	40–	41–	42–	39–	40	41–	36–
2	18	58–	55–	43–	57–	51–	39–	56–	47–	38–
3	26	55–	55–	38–	42–	47–	36–	41–	45–	35–
4	34	50–	64–	43–	45–	55–	32–	45–	45–	33–

الجـــدول 14 (*تابع*)

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	نسبة الحماية لحمولة 0% لحركة BS (dB)			نسبة الحماية لحمولة 50% لحركة BS (dB)			نسبة الحماية لحمولة 100% لحركة BS (dB)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
5	42	53–	71–	58–	50–	65–	55–	49–	67–	54–
6	50	56–	72–	72–	53–	69–	60–	52–	67–	58–
7	58	58–	73–	74–	55–	70–	61–	54–	68–	68–
8	66	60–	72–	68–	55–	67–	64–	54–	66–	62–
9	74	58–	63–	52–	50–	56–	46–	50–	55–	44–

الجـــدول 15

عتبات الحمل الزائد المقاسة (dBm) لإشارة DVB-T2 (معرّفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE BS في القنوات المجاورة لموالفات Can

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عتبة الحمل الزائد لحمولة 0% لحركة BS (dBm)			عتبة الحمل الزائد لحمولة 50% لحركة BS (dBm)			عتبة الحمل الزائد لحمولة 100% لحركة BS (dBm)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
1	10	12–	11–	10–	15–	13–	12–	16–	15–	15–
2	18	0	1–	2–	5–	2–	5–	4–	3–	5–
3	26	2–	1–	2	3–	2–	1	4–	3–	0
4	34	1	3–	3	5–	14–	8–	3–	2–	8–
5	42	4	2	2	2–	2–	2	2	2–	2–
6	50	5	3	2	0	0	1	5	1–	0
7	58	5	4	5	1	1	2	5	0	0
8	66	5	4	2	1	0	3–	4	0	4–
9	74	5	4	3	5	0	3–	4	2–	3–

نسب الحماية وعتبات الحمل الزائد لإشارة LTE UE

يعرض الجدول 16 قياسات غير مصححة لإشارة UE لثلاثة موالفات can. ويعرض الجدول 17 نفس الموالفات الثلاثة بعد تصويب قيم نسبة الحماية من أجل قيم نسبة التسرب في القنوات المجاورة UE المفترضة المعروضة في الجدول 7.

وقيم نسب الحماية PR_0 المستعملة في نفس القناة في حسابات التصحيح هي أرقام الضوضاء AWGN الواردة في الجدول 8. ويعرض الجدول 18 عتبة الحمل الزائد للموالفات الثلاثة ذاتها.

ونظراً لقلة عدد الموالفات can المتاحة في المستقبلات T2، تعتبر هذه القيم لأغراض التوجيه فقط وينبغي استعمالها بعناية.

الجـــدول 16

نسبة الحماية غير المصحة (dB) لإشارة DVB-T2 (معرّفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE UE في القنوات المجاورة للموالفات Can

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)/ (تخالف التردد المركزي)	عدد المستقبلات التي تم اختبارها	جميع تخالفات حمل حركة UE بمعدل 1 Mbit/s نسبة التسرب ACLR لمولد الإشارة = 100 dB			جميع تخالفات حمل حركة UE بمعدل 10 Mbit/s نسبة التسرب ACLR لمولد الإشارة = 100 dB			جميع تخالفات حمل حركة UE بمعدل 20 Mbit/s نسبة التسرب ACLR لمولد الإشارة = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (من N+3 إلى N+9)		
		PR (dB)			PR (dB)			PR (dB)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
في نفس القناة AWGN (0)	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19
في نفس القناة LTE (0)	11	11	10	10	18	18	18	19	19	19
(10)/1	11	40–	44–	28–	42–	43–	41–	42–	43–	40–
(18) 2	11	57–	55–	31–	58–	51–	35–	58–	51–	39–
(26) 3	11	48–	59–	39–	44–	52–	38–	42–	51–	38–
(34) 4	11	49–	60–	41–	45–	54–	33–	45–	51–	33–
(42) 5	11	53–	72–	52–	50–	70–	65–	50–	68–	66–
(50) 6	11	56–	74–	64–	53–	71–	65–	53–	70–	66–
(58) 7	11	55–	75–	63–	54–	71–	65–	55–	70–	70–
(66) 8	11	60–	72–	68–	56–	68–	65–	56–	67–	65–
(74) 9	11	62–	67–	56–	52–	57–	47–	50–	55–	45–

الجـــدول 17

نسبة الحماية المصححة (dB) لإشارة DVB-T2 (معرّفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE UE في القنوات المجاورة لموالفات Can

تخالف القناة N (قنوات 8 MHz)/ (تخالف التردد المركزي)	عدد المستقبلات التي تم اختبارها	جميع تخالفات حمل حركة UE بمعدل 1 Mbit/s نسبة التسرب ACLR لمولد الإشارة = 100 dB			جميع تخالفات حمل حركة UE بمعدل 10 Mbit/s نسبة التسرب ACLR لمولد الإشارة = 100 dB			جميع تخالفات حمل حركة UE بمعدل 20 Mbit/s نسبة التسرب ACLR لمولد الإشارة = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (من N+3 إلى N+9)		
		PR (dB)			PR (dB)			PR (dB)			
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
في نفس القناة AWGN (0)	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19
في نفس القناة LTE (0)	11	11	10	10	18	18	18	19	19	19
(10)/1	11	6–	6–	6–	6–	6–	6–	6–	6–	6–
2 (18)	11	13–	13–	13–	13–	13–	13–	13–	13–	13–
3 (26)	11	48–	59–	39–	44–	52–	38–	42–	51–	38–
4 (34)	11	49–	60–	41–	45–	54–	33–	45–	51–	33–
5 (42)	11	53–	67–	52–	50–	67–	64–	50–	66–	64–
6 (50)	11	56–	68–	63–	53–	67–	64–	53–	67–	64–
7 (58)	11	55–	68–	62–	54–	67–	64–	55–	67–	66–
8 (66)	11	60–	67–	65–	56–	66–	64–	56–	65–	64–
9 (74)	11	61–	65–	56–	52–	57–	47–	50–	55–	45–

الجـــدول 18

عتبات الحمل الزائد المقاسة (dBm) لإشارة DVB-T2 (معرّفة في الجدول 1)
تتعرض للتداخل من إشارة LTE UE في القنوات المجاورة لموالفات Can

تخالف القناة N (قنوات MHz 8)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عتبة الحمل الزائد (O_{th}) لحمل حركة UE بمعدل 1 Mbit/s (dBm)			عتبة الحمل الزائد (O_{th}) لحمل حركة UE بمعدل 10 Mbit/s (dBm)			عتبة الحمل الزائد (O_{th}) لحمل حركة UE بمعدل 20 Mbit/s (dBm)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
1	10	6–	–4	NR	9–	7–	13–	14–	7–	10–
2	18	2	2	NR	2–	2–	3–	2–	2–	6–
3	26	1	0	5	4–	1–	1	3–	2–	1
4	34	2	9–	0	3–	15–	8–	2–	18–	8–
5	42	6	3	5	1	0	4–	2	0	3–

الجـــدول 18 (*تابع*)

تخالف القناة N (قنوات MHz 8)	تخالف التردد المركزي (MHz)	عتبة الحمل الزائد (O_{th}) لحمل حركة UE بمعدل Mbit/s 1 (dBm)			عتبة الحمل الزائد (O_{th}) لحمل حركة UE بمعدل Mbit/s 10 (dBm)			عتبة الحمل الزائد (O_{th}) لحمل حركة UE بمعدل Mbit/s 20 (dBm)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
6	50	8	5	3	4	1	0	4	0	0
7	58	8	5	4	4	1	1	4	1	0
8	66	8	4	1	4–	0	2–	4	0	3–
9	74	8	5	2	4	0	3–	4	0	3–

التذييل 3
للملحق 1

أثر التداخل العابر على نسب الحماية

1 معلومات أساسية

أجريت قياسات أولية لنسب الحماية DVB-T2 عندما تتعرض للتداخل من إشارة LTE. ولأغراض هذه الاختبارات، جرت عملية محاكاة لتأثير مصدر تداخل يبدأ في الإرسال في جوار مستقبل DVB T2، وذلك باستعمال إشارة اختبار "نافذة زمنية" وتخزن إشارة اختبار التداخل وتشغل من مولد، يمكن تشكيله بحيث لا يشغل أي شيء في البداية، ثم يشغل بعد ذلك إشارة الاختبار المطلوبة.

وهذا الاختبار هو الأكثر ملاءمة في حالة التداخلات UE، لأنه يفترض بوجه عام أن تشغل المحطة القاعدة (BS) مرة واحدة ثم تستمر في وضع التشغيل بشكل مستمر تقريباً – وبالتالي، فإن أي تأثيرات عابرة من تشغيل المحطة BS سيتم إغفالها بالفعل. وعلى النقيض من ذلك يتوقع أن تميل تجهيزات المستعمل (UE) إلى إرسال رشقة قصيرة من الإشارة بينما هي تقوم بالاتصال بالمحطة BS، ثم تستمر على وضع عدم التشغيل لفترة من الزمن. وبالتالي، فإن أجهزة استقبال التلفزيون المزودة بتجهيزات مستعمل تعمل بالقرب من قنوات RF قريبة أو على هذه القوات يمكن توقع تعرضها لتداخلات من التشغيل والإيقاف المتكررين للتجهيزات UE. لذا تعتبر التأثيرات العابرة للتداخلات من إشارة UE من مجالات الدارسة الهامة.

ويمكن، على المدى الطويل، نشر الأجهزة LTE في التطبيقات من آلة إلى آلة (M2M) في بيئات محلية تستلزم كثافة كبيرة من مطاريف تجهيزات المستعمل التي يتعين تفعيلها دورياً. وبالتالي، يعد من المهم فهم تأثيرات هذه التداخلات العابرة.

وجدير بالذكر أنه عند إعداد هذه المساهمة، لم يكن قد تم التحصل على قدر زهيد نسبياً من النتائج. ومع ذلك، ونتيجة للانحطاط الكبير في الأداء الذي تم رصده، وجد أن من المهم تقديم هذه النتائج الولية. ويؤمل أن تقدم نتائج أخرى إما إلى اجتماع لاحق لغرفة العمل 6A و/أو إلى فريق المهام المشترك مباشرة في الوقت المناسب.

2 القياسات

1.2 مصادر الإشارات

الإشارة المطلوبة هي إشارة على شكل موجة DVB-T2، بتردد 706 MHz، تتولد بمولد إشارة DTT. ومعلمات DVB المستعملة هي المعلمات الأكثر مصادفة في المملكة المتحدة (الخيار 6 من المواصفة DVB-T2 [2]) وترد المعلمات في الجدول 19.

الجـــدول 19

المعيار	DVB-T2
عدد الموجات الحاملة OFDM	27 841 (32KE)
التشكيل	256QAM
التشفير الداخلي Rc	2/3
الفاصل الحارس (Δ/Tu)	1/128
النموذج التجريبي	PP7
طول الرتل (رموز البيانات)	59
الفدرات FEC لكل رتل مشفر	202
معدل بيانات قطار النقل	40.2146452

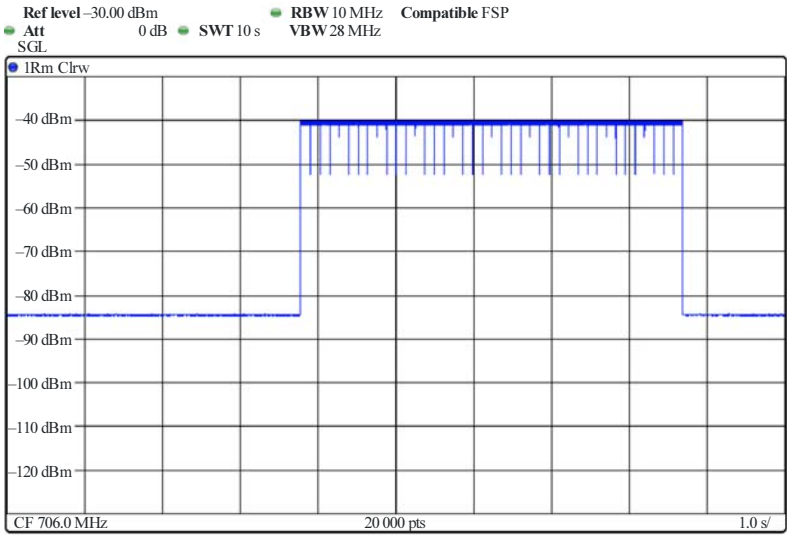
وإشارة التداخل LTE هي النسخة ذات النافذة الزمنية من الإشارة المستعملة في الاختبارات السابقة [1]. وتمثل أشكال الموجات الأساسية الخرج النمطي من تجهيزات المستعمل عند مستويين للحركة، وتلتقط الإشارة باستعمال تجهيزات تجريبية LTE. ويتولد مستويا الحركة بتوصيل محطة قاعدة (BS) بزوج من تجهيزات المستعمل (UE) لتكوين وصلة من طرف إلى طرف مع استعمال أداة حركة IP لتجميل الوصلة. وتمثل أشكال الموجات الملتقطة معدلي نقل البيانات 20 Mbit/s و1 Mbit/s.

ولضمان عم تعرض القياسات لأي خلل من جراء الإشارات خارج النطاق الملتقطة أثناء عملية التسجيل، ستمرر أشكال موجات الاختبار على مرشاح تمرير للنطاق في برمجية قبل تشغيلها ثانية. وقد استخدم عرض نطاق للقناة مقداره 10 MHz. ويضمن ذلك أن تكون قياسات نسبة الحماية دالة فقط في كل من انتقائية المستقبل ونسبة التسرب في القناة المجاورة (ALCR) لمولد الإشارة العشوائية.

وكان مصدر الإشارة المستعمل لتوفير إشارة LTE، مولد إشارة عشوائية وتحققت الطبيعة العابرة للإشارة بإعادة تشغيل كل شكل من أشكال الموجات الأساسية في تتابع مع إشارة تتضمن عينات خاوية. وبتدوير كل إشارة لعدة مرات بالترتيب، يمكن بناء تتابع أطول بنموذج تشغيل/إيقاف محدد. وتشمل الإشارة النهائية ذات النافذة الزمنية 4 ثوان إيقاف تقريباً، يتبعها دورة مدتها 5 ثوان لإي من الإشارتين 1 Mbit/s أو 20 Mbit/s.

الشـــكل 1

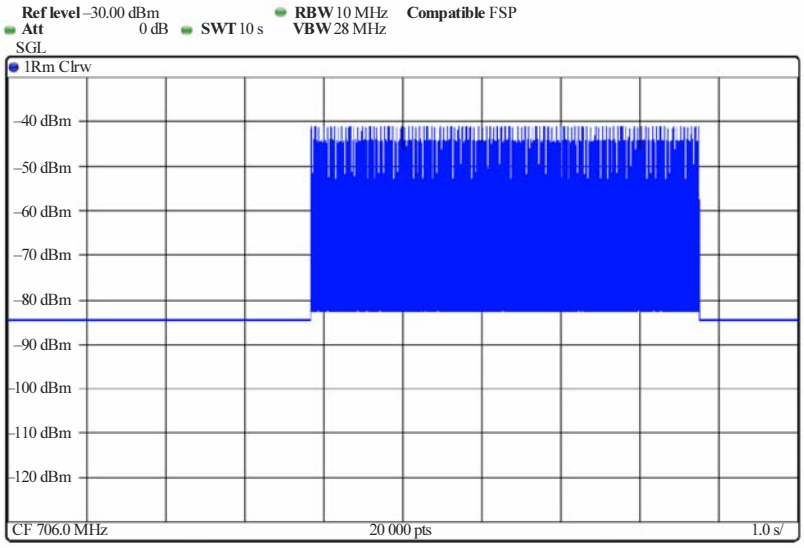
إشارة LTE بنافذة زمنية بمعدل 20 Mbit/s



BT.2033-01

الشـــكل 2

إشارة LTE بنافذة زمنية بمعدل 1 Mbit/s



BT.2033-02

2.2 تخالفات التردد

تمت مراعاة قيمتي تخالف للتردد المركزي بين الإشارتين DVB-T2 وLTE +11 +18 MHz (أي إشارتي تداخل بترددين 717 و724 MHz) وبعرض إشارة LTE بعرض نطاق 10 MHz، فإن ذلك يمثل تداخلات إشارة LTE UE على قناة تلفزيونية مجاورة بمباعدة نطاق حارس قيمته 2 MHz أو 9 MHz من نطاق الوصلة الصاعدة LTE.

3.2 إجراءات القياس

يتحصل على نسبة الحماية بالنقاط الإشارة المطلوبة وإشارة التداخل وإدخالهما إلى المستقبل DTT قيد الاختبار. وتمت زيادة الإشارة المطلوبة حتى تحقق فك تشفير مرض للإشارة. ويمكن الاطلاع على التفاصيل الكاملة لإجراءات الاختبار في [1].

4.2 المستقبلات المختبرة

في هذه المرحلة المبكرة من العمل، تم اختيار ثلاثة مستقبلات للاختبار.

الجـــدول 20

المستقبل	النوع	نوع الموالف
R1	STB/PVR	سيلكوني
R2	STB	Can
R3	STB	Can

3 النتائج

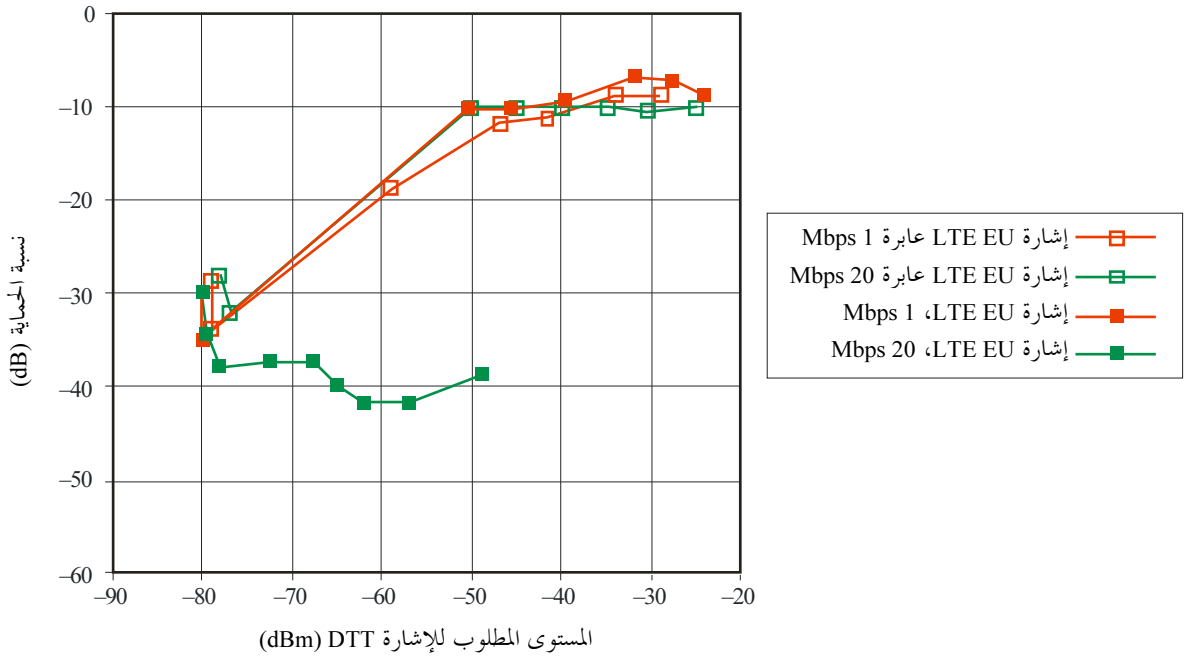
تمثل البيانات المعروضة نسب الحماية المقاسة باستعمال معدات الاختبار، التي ضمت مولد إشارة عشوائية مع نسبة ACLR جيدة؛ أفضل من 50 dB في القناة المجاورة الأولى. لم يطبق أي تصحيح لمراعاة أرجحية أن تكون التجهيزات LTE في مستوى أداء للقناة المجاورة أسوأ من معدات الاختبار المستعملة.

وقد صححت النتائج السابقة [1] نسب الحماية طبقاً للأداء المحدد خارج النطاق للتجهيزات LTE، وأظهرت أن هذا الأمر يمكن أن يكون أكثر دلالة من انتقائية المستقبل.

وتبين الأشكال من 3 إلى 8أداء المستقبلات الجاري اختبارها في وجود تداخلات عابرة صادرة عن إشارتين LTE UE بمعدلين 20 و1 Mbit/s. ويعرض كمرجع المخططات البيانية لأداء المستقبلات مع وجود إشارات غير عابرة.

الشـــكل 3

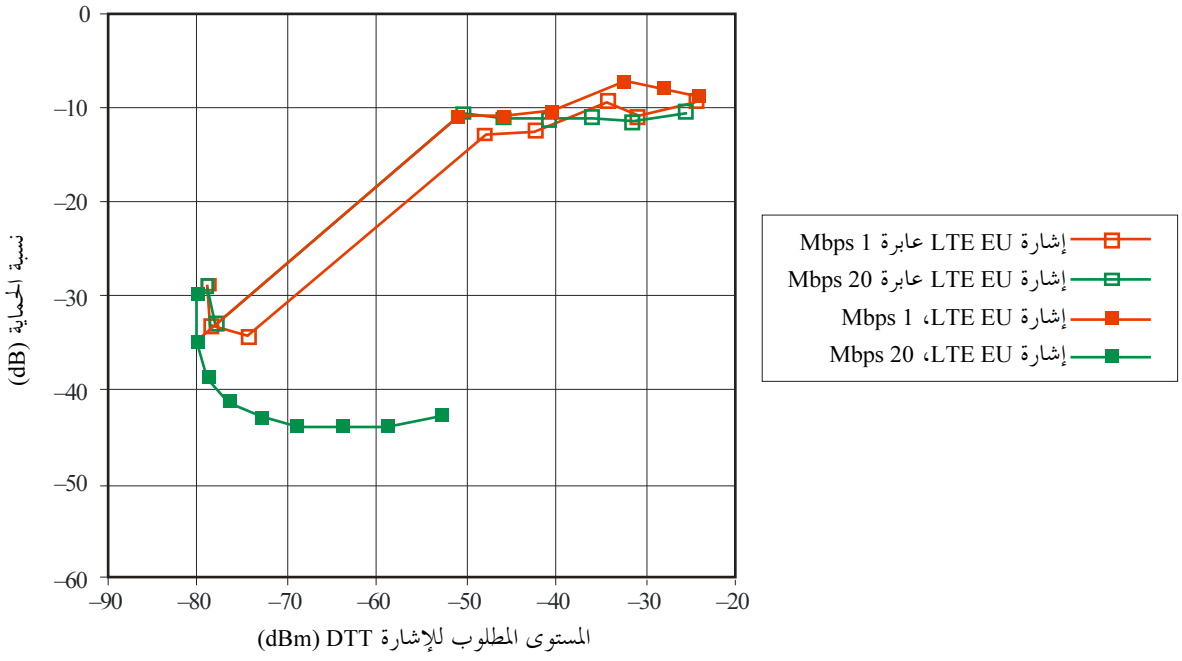
المستقبل R1، تخالف 11 MHz



BT.2033-03

الشـــكل 4

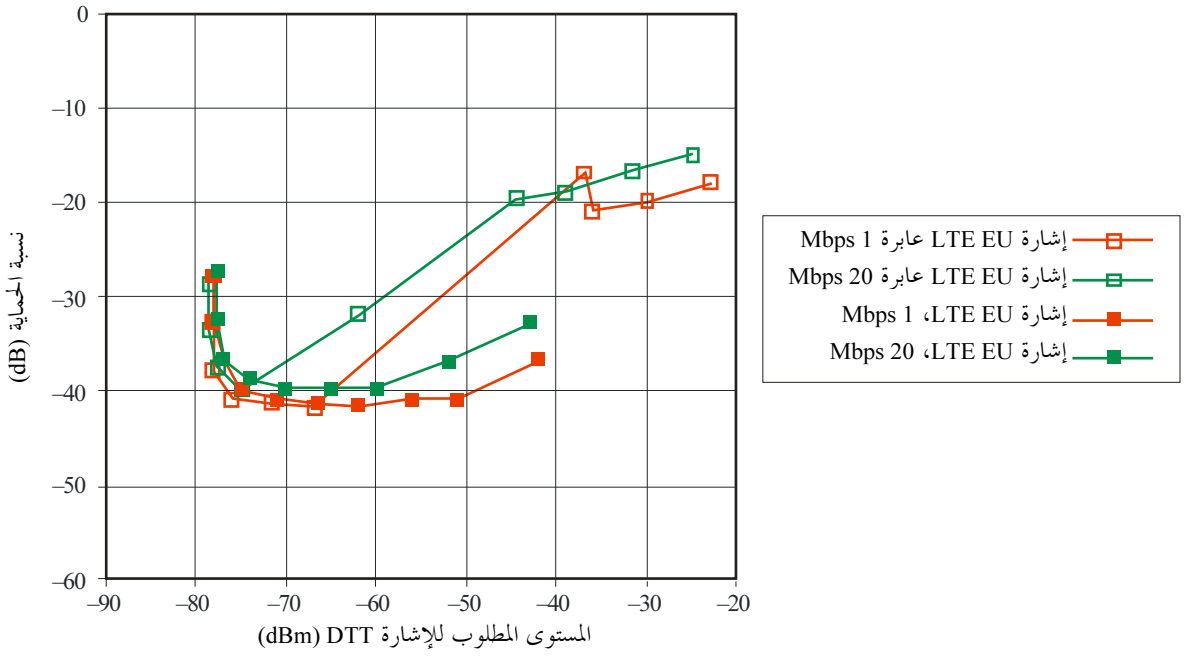
المستقبل R1، تخالف MHz 18



BT.2033-04

الشـــكل 5

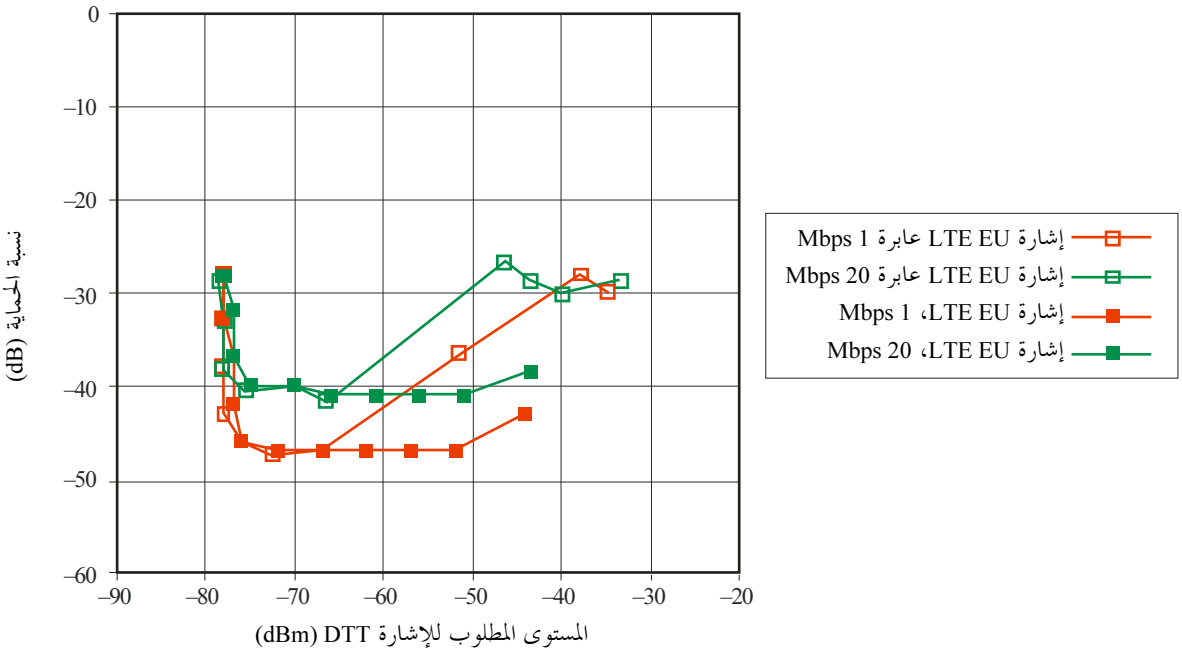
المستقبل R2، تخالف MHz 11



BT.2033-05

الشـــكل 6

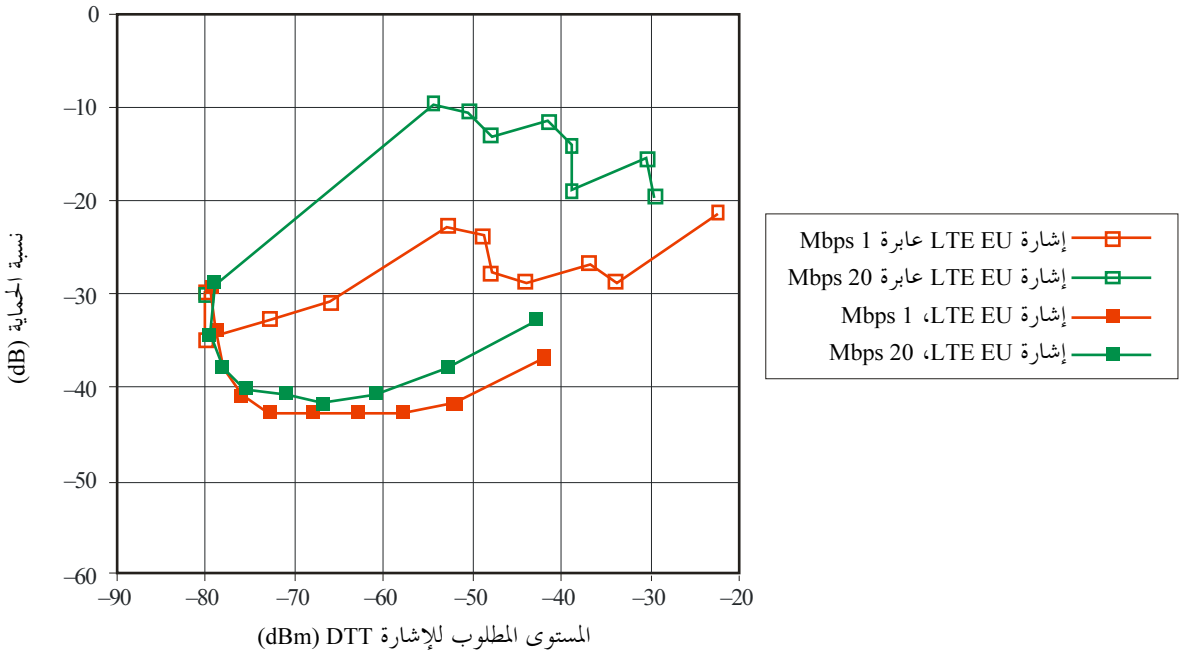
المستقبل R2، تخالف MHz 18



BT.2033-06

الشـــكل 7

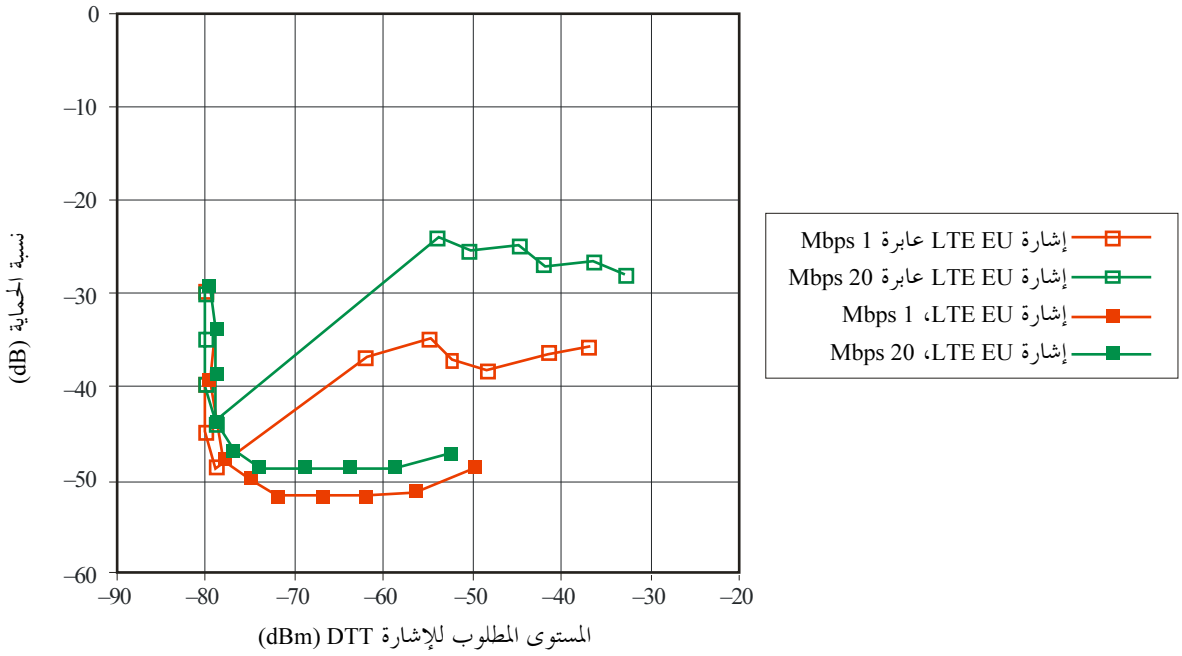
المستقبل R3، تخالف MHz 11



BT.2033-07

الشـــكل 8

المستقبل R3، تخالف MHz 18



BT.2033-08

4 الاستنتاجات

يتبين أن المستقبل R1 يؤدي بشكل رديء مع الشكل غير العابر لشكل الموجة ذي الحركة المنخفضة. وعند استعمال الشكل العابر لكلا شكلي الموجة، يلاحظ أداء مماثل لحالة الحركة المنخفضة غير العابرة. لا يوجد أي تحسين مع زيادة تخالف التردد.

وأداء المستقبلين R2 وR3 يعتبر معقولاً مع أشكال الموجة التقليدية (حتى مع الشكل ذي الحركة المنخفضة)، غير أنه يعاني عند استعمال الشكلين العابرين. وتدور قيم نسبة الحماية حول قيم تزيد بمقدار من 10-12 dB عندما يزداد التحالف من 11 إلى MHz 18.

وفي كل الأحوال، فإن الشكل العابر للإشارة UE بالمعدل Mbit/s 20 هو الذي يحتاج إلى حماية أكبر مما هو الحال مع الشكل ذي المعدل Mbit/s 1.

وأرقام نسب الحماية المقدمة في هذه التوصية تقوم على قياسات أجريت بمولد إشارة يقسم بأداء جيد في القناة المجاورة وتحتاج بالتالي للتصحيح لمراعاة عوامل الإرسال خارج النطاق للعتاد LTE.

وعلى الرغم من دراسة مجموعة صغيرة من المستقبلات حتى الآن، فهناك استنتاج هام يتعين استخلاصه وهو أن هناك بعض الوحدات كان يعتقد سابقاً أنها أقل تعرضاً لحركة دورة الخدمة المنخفضة، تأثرت بالطبيعة العابرة لشكل الموجة المبدل. وحيث إن شكل الموجة العابرة هذا من المتوقع أن يكون سمة لعمليات نشر التجهيزات LTE UE في المستقبل، يعد من المهم تقديم هذه النتائج التمهيدية لقياسات محدودة في الوقت الحالي، مع التوصية بإجراء مزيد من القياسات.

المراجع

[1] Document 6A/41 – *Measured DVB-T protection ratios and overload thresholds in the presence of LTE signals* Source: British Broadcasting Corporation (UK).

[2] ETSI EN 302 755 – *Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*.

التذييل 4
للملحق 1

تكنولوجيات الموالفات التلفزيونية وخصائصها

يمكن لنسب الحماية وعتبات الحِمل الزائد أن تختلف كثيراً بالنسبة للمولفات السيلكونية[1] عنها بالنسبة للمولفات التقليدية "Can"[2]. ويجري استخدام المولفات السيلكونية على نطاق واسع في أجهزة استقبال التلفزيون بما في ذلك أحدث المنتجات وأكثرها تقدماً مثل أجهزة التلفزيون الرقمية المتكاملة (iDTV) ومسجلات الفيديو الشخصية (PVR).

ولاختلاف خصائص الأداء بين المولفات السيلكونية والمولفات Can، ينصح المخططون عند التخطيط للشبكات بمراعاة الكميات النسبية المستعملة من كل نوع والاختلاف في الخصائص بينها. ومقارنة بالمولفات "Can"، لا تُعاني المولفات السيلكونية من انحطاطات في نسبة الحماية PR ولا في العتبة O_{th} عندما يعمل مصدر التداخل على تردد IF مقداره 36 MHz أو عندما يكون تردد الصورة، 2/IF = 72 MHz، بيد أن الأمر يحتاج إلى نسب حماية أعلى إلى حد ما عند أشكال أخرى من مصادر التداخلات.

ويُرجّح وجود خليط من هذين النوعين من المولفات ويُرجّح أن تتغيّر كميات كل نوع مع مرور الوقت. وتقدم هذه التوصية نتائج منفصلة لكل نوع من نوعي المولفات هذين (ولمزيد من المعلومات، يمكن الاطلاع على الاختلافات التقنية وشرحها في التقرير "قياس نسب الحماية وعتبة الحِمل الزائد لأجهزة استقبال التلفزيون").

في حالة النطاقات الحارسة الأوسع التي لا يمكن لقناة صورة الموالف can أن تتراكب مع القناة N+9، يمكن تقدير نسبة الحماية وأداء العتبة O_{th} باستعمال أرقام القناة N+9 لتخالف التردد الذي تحدث فيه قناة الصورة وأرقام القناة N+8 لتخالفات الترددات التي في الجوار والتي تكون قريبة ولكنها ليست على تخالف تردد قناة الصورة.

---

[1] مولفات "السليكون" هي مولفات قائمة على الدارات المتكاملة، حيث تُدمج كافة مكونات دارة المولف في مجموعة صغيرة بحيث يركّب مباشرة في اللوحات الرئيسية. وقد لا تكون الدارات المولفة موجودة بالمرة أو قد تُدمَج ضمن السليكون. ويمكن حماية رُقاقة السليكون من التداخل الكهرمغنطيسي الخارجي باستعمال غطاء معدني. وعندما تُدمج في السليكون فإن أداء الدارات المولفة يتأثر بالسلب مقارنة بالتصميمات التقليدية المعروفة. والوحدات المقاسة تمثل خليطاً من الأجيال القديمة والحديثة في السوق. ولا تزال هذه التكنولوجيا تخضع للتطوير.

[2] المولفات "Can" هي مولفات مغايرة فوقية تقليدية "Super heterodyne" توجد داخل غلاف معدني يضم أجزاء مختلفة. نمطياً، هناك دارات ثابتة وقابلة للتوليف تُركب من موصلات وترانزستورات مختلفة يتم التحكم في التردد فيها بواسطة ثنائي مواسع مغاير (Varactor). وينبغي للغلاف المعدني أن يقلل إلى أدنى حد من التداخلات ويقضي على الإشعاعات المتبادلة والشاردة.

الملحق 2
(إعلامي)

نتائج الاختبار الإضافية

1 نتائج اختبارات إضافية من المملكة المتحدة

أجرت المملكة المتحدة مجموعة قياسات بشأن أداء أجهزة الاستقبال التلفزيونية في وجود إشارات من محطة قاعدة LTE لدعم تجربة ميدانية وتحليل لاحق للنمذجة مع التقييم.

ومرفق أدناه كملف بالنسق word التقرير الخاص بقياسات نسب الحماية بالنسبة لمحطات قاعدة تجاه استقبال DVB-T وT2 بأسلوب مقارن.

ويغطي الاختبار أساليب الاستقبال للسقف الثابت المستعملة في المملكة المتحدة. وهذا الأسلوب بالنسبة للاستقبال DVB-T هو 8 K عند المخطط 64-QAM 2/3 باستخدام MPEG-2 وبالنسبة للاستقبال DVB-T2، فإن الأسلوب هو 32 K عند المخطط 256-QAM 2/3 مع MPEG-4. وتجري الإرسالات في قنوات عرض نطاق كل منها 8 MHz بخطوط المسح الأوروبية القياسية. وتم اختبار أسلوبي لتشكيل الإرسال بحيث يوفران نفس تغطية الإرسال تقريباً وتم التحقق من ذلك عملياً أثناء عملية الانتقال إلى البث الرقمي الجاري حالياً في المملكة المتحدة.

وتم تسجيل إشارات المحطات القاعدة LTE من وحدة فعلية في حالتي الحمل الكامل والخمول بحيث يعاد تشغيلها عبر مولد إشارات ومكبر وعملية ترشيح وتم ضبط قناع إرسال للإشارة LTE بالتردد 10 MHz للامتثال لقرار اللجنة الأوروبية رقم 2010/267/EU بالنسبة للنطاق 800 MHz.

وضمت الوحدات التي تم اختبارها أجهزة تلفزيون ووحدات لفك الشفرة ومسجل فيديوي شخصي بموالفين.

Microsoft Office
Word 97 - 2003 D

2 نتائج اختبارات إضافية من لاتحاد الروسي

تعرض المساهمة المرفقة نتائج تقييم أولي مقارن لخصائص النظامية DVB-T وDVB-T2 على أساس قياسات أجريت في الاتحاد الروسي.

extract from
6A-592.docx

الملحق 3
(إعلامي)

عوامل التخطيط الأخرى

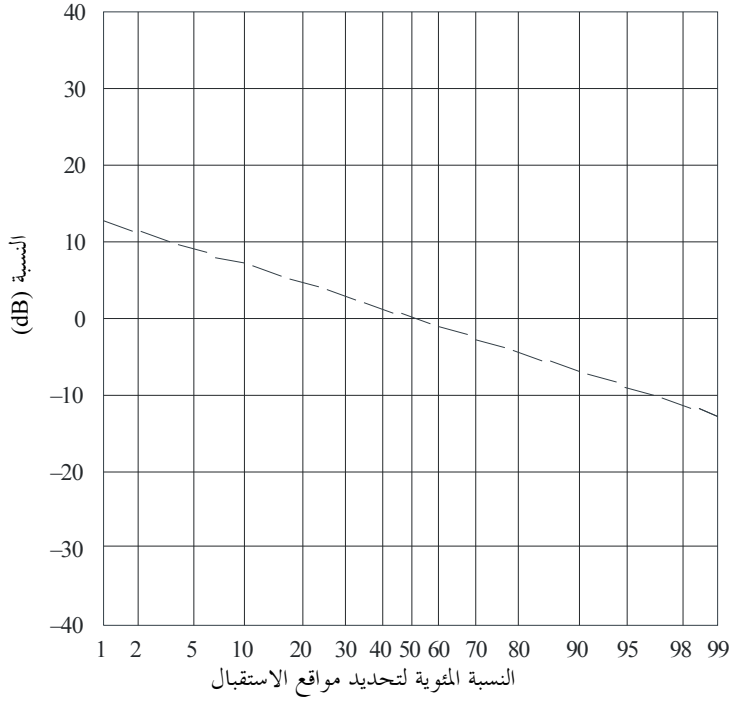
1 توزيع شدة المجال بحسب الموقع

من المتوقع أن تكون عمليات توزيع شدة المجال بحسب الموقع في إشارات التلفزيون الرقمي مختلفة عن تلك المطبقة على إشارات التلفزيون التماثلي. وتتضمن الجداول 1 و2 و3 الواردة في التوصية ITU-R P.1546 الانحراف المعياري للحالة التماثلية والحالة الرقمية من 100 MHz و600 MHz و000 2 MHz، على التوالي.

وترد في الشكل 2 النتائج المتعلقة بالانتشار للأنظمة الرقمية من أجل نطاقات الموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF)، على التوالي. ويتطابق الشكل مع انحراف معياري قدره 5,5 dB. ويمكن استعمال هذه النتائج أيضاً في اشتقاق منحنيات توقع الانتشار من أجل نسب تحديد الموقع خلاف 50%. ويمكن الرجوع إلى التوصية ITU-R P.1546 لحساب النسب المئوية لتحديد الموقع خلاف 50% بالنسبة للأنظمة التماثلية والرقمية، حيث يكون عرض نطاق النظام الرقمي أكبر من 1,5 MHz.

الشـــكل 9

نسبة شدة المجال (dB) من أجل نسبة مئوية معينة لتحديد مواقع الاستقبال إلى شدة المجال من أجل نسبة 50% من تحديد مواقع الاستقبال



التردد: من 30 إلى 250 MHz (النطاقات I وII وIII)
ومن 470 إلى 890 MHz (النطاقان IV وV)

BT.2033-09

2 الاستقبال باستعمال تجهيزات محمولة داخل المباني والمركبات

1.2 الخسارة الناجمة عن الارتفاع: L_h

بالنسبة للمسيرات الأرضية، تعطي المنحنيات الواردة في التوصية ITU-R P.1546 قيم شدة المجال لارتفاع هوائي استقبال فوق الأرض تساوي *الارتفاع التمثيلي* للعوائق على الأرض حول موقع الهوائي المستقبِل. ومراعاة لارتفاع أدنى قدره 10 m، يمكن أن تكون الارتفاعات المرجعية مثلاً: 20 m للمناطق الحضرية، و30 m للمناطق الحضرية الكثيفة و10 m لمناطق الضواحي (للمسيرات البحرية، تكون القيمة الوطنية 10 m).

إذا كان ارتفاع هوائي الاستقبال مختلفاً عن الارتفاع التمثيلي، يجري تصحيح لشدة المجال من المنحنيات الواردة في التوصية ITU-R P.1546 وفقاً للإجراء الوارد في هذه التوصية.

2.2 الخسارة الناجمة عن دخول المبنى: L_b

تتوقف الخسارة الناجمة عن دخول مبنى معين إلى حد كبير على المواد المستعملة في البناء، وزاوية الورود والتردد. ويجب إيلاء الاعتبار أيضاً إلى ما إذا كان الاستقبال يجري داخل غرفة أم في مكان بعيد أو قريب من حائط خارجي. وتُعرف الخسارة الناجمة عن دخول مبنى باعتبارها الفرق (dB) بين شدة المجال المتوسطة داخل المبنى عند ارتفاع معين فوق سوية الأرض وشدة المجال المتوسطة خارج نفس المبنى على نفس الارتفاع فوق سوية الأرض. وإن كانت لا توجد أي صيغة شاملة لحساب الخسارة الناجمة عن دخول المبنى. ترد في التوصية ITU-R P.679 معلومات إحصائية مفيدة تقوم على الخسارة المقاسة في أنماط مختلفة من المباني، على ترددات تتراوح بين 500 MHz و5 GHz. وتتناول التوصية ITU-R P.1238 خسارة الانتشار الناجمة عن الحوائط والأرضيات، عند دخول مبنى معين.

وجرى قياس مجموعة عريضة من قيم الخسارة الناجمة عن دخول مبنى معين. ويوفر الجدول 103 ثلاثة أصناف من الإمكانات النسبية المختلفة لتحقيق الاستقبال الداخلي وقيم الانحراف المتوسطة والنمط المطابق للخسارة الناجمة عن دخول المبنى، لنفس شدة المجال الخارجي، استناداً إلى قياسات في نطاق الموجات الديسيمترية.

الجـــدول 21

التغييرات في الخسارة الناجمة عن دخول مبنى معين في الموجات الديسيمترية، النطاقان IV/V

تصنيف الإمكانات النسبية لإنجاز الاستقبال الداخلي	الخسارة المتوسطة الناجمة عن دخول المبنى (dB)	انحراف معياري (dB)
مرتفع	7	5
متوسط	11	6
منخفض	15	7

أمثلة للمباني ذات الإمكانات النسبية المختلفة لتحقيق الاستقبال الداخلي:

مرتفع:

- مباني سكنية في الضواحي دون نوافذ بزجاج معدني،
- غرفة بنافذة تطل على حائط خارجي في وحدة سكنية في بيئة حضرية.

متوسط:

- غرف خارجية في بيئة حضرية بنوافذ بزجاج معدني،
- غرف داخلية في وحدة سكنية في بيئة حضرية.

منخفض:

- الغرف الداخلية في مبنى مكاتب.

إذا سمحت القياسات المحلية بالحصول على قيم أكثر دقة، فيمكن استعمالها لتخطيط خدمة محددة.

3.2 الخسارة الناجمة عن دخول مركبة: L_V

يجب أن تؤخذ في الاعتبار الخسارة الناجمة عن هيكل المركبة، في الاستقبال بتجهيز يُحمل باليد في مركبة. تبلغ قيمة الخسارة النمطية الناجمة عن دخول مركبة للموجات الديسيمترية، في النطاقين V/IV استناداً إلى الخبرة المكتسبة في مجال الاتصالات الخلوية، 6 dB.

3 التمييز في هوائي الاستقبال

ترد في التوصية ITU-R BT.419 معلومات تتعلق بالتوجيه والتمييز في استقطاب هوائيات الاستقبال للاستعمال الوطني.

4 هوائيات للمستقبِلات المحمولة والمتنقلة

1.4 الهوائيات من أجل الاستقبال المحمول

تم قياس التباعد في كسب الهوائي في أنماط مختلفة من الهوائيات. وتُعتبر قيم كسب الهوائي التالية نمطية:

الجـــدول 22

كسب الهوائي (بالوحدة dBd) من أجل استقبال محمول

النطاق	الكسب (dBd)
موجات مترية، النطاق III	2–
موجات ديسيمترية، النطاق IV	0
موجات ديسيمترية، النطاق V	0

ليس من المتوقع وجود أي تمييز في الاستقطاب.

2.4 هوائيات استقبال تُحمل باليد

يجب أن يكون الهوائي في مطراف صغير يُحمل باليد جزءاً لا يتجزأ من بنية المطراف ولذلك سيكون صغيراً عند مقارنته بطول الموجة. ويبين الفهم الجاري لمشكلة التصميم أن أسوأ حالة لكسب الهوائي تتواجد في الجزء الأدنى من نطاق الموجات الديسيمترية UHF. ويرد في الجدول 105 كسب الهوائي لثلاثة ترددات في نطاق الموجات الديسيمترية. ويمكن الحصول على كسب الهوائي الاسمي بين هذه الترددات باستكمال داخلي خطي.

الجـــدول 23

كسب الهوائي (بالوحدة dBd) من أجل استقبال محمول باليد

التردد (MHz)	الكسب (dBd)
474	12–
698	9–
858	7–

وبشكل عام، لا يتوقع أي تمييز في الاستقطاب عن هذا النمط من هوائي الاستقبال المحمول ويكون مخطط الإشعاع في المستوى الأفقي شامل الاتجاهات.

3.4 الهوائيات من أجل الاستقبال المتنقل

الهوائي المعياري العملي المستعمل في الاستقبال داخل مركبة هو 1/4 ثنائي الأقطاب، يستعمل السقف المعدني كمستوى أرضي. ويتوقف كسب الهوائي من أجل زوايا موجة الورود التقليدية على وضع الهوائي على السطح. بالنسبة لأنظمة الهوائي السلبية، يتوقع الحصول على القيم الواردة في الجدول 106.

الجـــدول 24

كسب الهوائي (بالوحدة dBd) من أجل استقبال محمول

النطاق	الكسب (dBd)
النطاق III للموجات المترية	5–
النطاق IV للموجات الديسيمترية	2–
النطاق V للموجات الديسيمترية	1–

ومن الناحية النظرية يتراوح تمييز الهوائي ما بين 4 و10 dB وفقاً لوضع الهوائي على السطح.

5 الضوضاء الاصطناعية (MMN)

تستعمل لأغراض التخطيط قيم عامل الضوضاء الاصطناعية الواردة في الجدولين 25 و26.

الجـــدول 25

قيم السماح من أجل الضوضاء الاصطناعية المستعملة في الحسابات في المناطق الحضرية

حضرية	النطاق III	النطاقان V/IV
السماح بالنسبة للضوضاء الاصطناعية		
قيمة تتعلق بهوائي مدمج في جهاز استقبال محمول باليد	0	0
قيمة تتعلق بهوائي خارجي* في جهاز استقبال محمول باليد	1	0
قيمة تتعلق بهوائي في السطح	dB 2	dB 0
قيمة تتعلق بهوائي مكيف من أجل أجهزة الاستقبال المحمولة والمتنقلة	dB 8	dB 1

* أجهزة تليسكوبية أو سلكية.

الجـــدول 26

قيم السماح من أجل الضوضاء الاصطناعية المستعملة في الحسابات في المناطق الريفية

حضرية	النطاق III	النطاقان V/IV
السماح بالنسبة للضوضاء الاصطناعية		
قيمة تتعلق بهوائي مدمج في جهاز استقبال محمول باليد	0	0
قيمة تتعلق بهوائي خارجي* في جهاز استقبال محمول باليد	1	0
قيمة تتعلق بهوائي في السطح	dB 2	dB 0
قيمة تتعلق بهوائي مكيف من أجل أجهزة الاستقبال المحمولة والمتنقلة	dB 5	dB 0

الملحق 4

(إعلامي)

طرائق تقييم نقطة الانقطاع

1 طريقة نقطة العطب الذاتي (SFP) لإجراء قياسات نسب الحماية

قد يتعذر قياس النسبة BER في حالة أجهزة التلفزيون المخصصة للجمهور ولذلك تم اقتراح طريقة جديدة يطلق عليها SFP لإجراء قياسات نسب الحماية بطريقة موحدة. ويتمثل بعبارة الجودة لتحديد نسب الحماية في التوصل إلى حد للحصول على صورة خالية من الخطأ على شاشة التلفزيون. ونسبة الحماية RF لإشارة DVB-T2 مطلوبة هي قيمة النسبة بين الإشارة المطلوبة والإشارة غير المطلوبة عند دخل المستقبِل، المحددة بطريقة SFP، والمقربة إلى العدد الصحيح الأكبر التالي.

وتطابق طريقة SFP طريقة جودة الصورة حيث لا تتضمن الصورة أكثر من خطأ واحد مرئي أثناء فترة مراقبة متوسطة 20 s خلال 30 s. ويجري ضبط سويات الإشارات المطلوبة وغير المطلوبة بالنسبة للطريقة SFP على خطوات بسيطة، عادة على خطوات قدرها 0,1 dB. وبالنسبة لمسبب تداخل "شبيه بالضوضاء" يكون الفرق في نسب الإشارة المطلوبة إلى الإشارة غير المطلوبة بين طريقة QEF بنسبة BER قدرها 2×10^{-11} والطريقة SFP قيم عشرية صغيرة من الوحدة dB وذلك نتيجة لخصائص "التنازلية" التي يتسم بها فك التشفير LDPC. وتقاس جميع قيم نسبة الحماية للإشارات المطلوبة للتلفزيون الرقمي بقدرة دخل مستقبِل تبلغ –60 dBm. وتشتق نسب الحماية لأنظمة التلفزيون الرقمي، قدر الإمكان، من قياسات تستعمل فيها مجموعة من القِيم المختلفة لسوية الإشارة، كما هو موضح في المنهجية الموصى بها (التقرير ITU-R BT.2215).

ويقترح اعتماد الطريقة SFP لقياس جميع أنظمة التلفزيون الرقمي للأرض DTTB. (وسيتم دراسة هذه الطريقة في اليابان بالنسبة لنظام ISDB-T).

الملحق 5
(إعلامي)

التداخل التروبوسفيري والتداخل المستمر

1 التداخل التروبوسفيري والتداخل المستمر

عند استعمال نسب الحماية في التخطيط، من الضروري تحديد ما إذا كان ينبغي اعتبار التداخل تروبوسفيري أم مستمر، في ظروف خاصة. ويمكن أن يجري ذلك بمقارنة مجالات الإزعاج في الحالتين، على اعتبار أن مجال الإزعاج هو شدة مجال الناتجة عن مرسل مسبب للتداخل (مع قدرته المشعة الفعالة .e.r.p) يضاف إليها نسبة الحماية المطبقة.

وهكذا، نحصل على مجال الإزعاج لتداخل مستمر بالمعادلة التالية:

$$E_C = E(50, 50) + P + A_C$$

ومجال الإزعاج لتداخل تروبوسفيري بالمعادلة التالية:

$$E_T = E(50, t) + P + A_T$$

حيث:

$E(50, t)$: شدة المجال (dB(μV/m)) الناتجة عن المرسل المسبب للتداخل، المقيسة عند 1 kW ويتم تجاوزها أثناء t % من الوقت

P: القدرة المشعة الفعالة .e.r.p (dB(1 kW)) للمرسل المسبب للتداخل

A: نسبة الحماية (dB)

C وT: التداخل المستمر والتداخل التروبوسفيري على التوالي.

وتطبق نسبة الحماية في حالة التداخل المستمر عندما يكون مجال الإزعاج الناتج أكبر من المجال الناتج عن التداخل التروبوسفيري، أي عندما تكون $E_C > E_T$.

وهذا يعني أنه يجب استعمال A_C في جميع الأحوال عندما تكون:

$$E(50, 50) + A_C > E(50, t) + A_T$$