الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.9710

(2020/02)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

شبكات النفاذ – شبكات النفاذ بالكبلات المعدنية

النفاذ السريع بسرعات مقدرة بعدة جيغابايتات إلى مطاريف المشتركين (MG.fast) – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة

التوصية ITU-T G.9710

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199-G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299-G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399-G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية، أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449-G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499-G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699-G.600
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799-G.700
الشبكات الرقمية	G.899-G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999-G.900
نوعية الخدمة والأداء للوسائط المتعددة – الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999-G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999-G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999-G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999-G.8000
شبكات النفاذ	G.9999-G.9000
شبكات النفاذ بالكبلات المعدنية	**G.9799-G.9700**
أنظمة الخطوط البصرية للشبكات المحلية وشبكات النفاذ	G.9899-G.9800
الشبكات داخل المنشآت	G.9999-G.9900

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T G.9710

النفاذ السريع بسرعات مقدرة بعدة جيغابايتات إلى مطاريف المشتركين (MG.fast) – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة

ملخص

توصف التوصية ITU-T G.9710 متطلبات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) من أجل النفاذ السريع بسرعات مقدرة بعدة جيغابتات إلى مطاريف المشتركين (MGfast) ومجموعة من الأدوات التي تدعم خفض قناع الكثافة PSD الخاصة بالإرسال ومنهجية للتحقق من الكثافة PSD للإرسال. وهي تدعم التشغيل عبر أوساط كل من أزواج الأسلاك المجدولة والكبلات المحورية.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T G.9710	2020-02-07	15	11.1002/1000/14022

مصطلحات أساسية

الكثافة الطيفية للقدرة، النفاذ السريع متعدد الجيغابتات إلى مطاريف المشتركين.

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، كان الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2020

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 2
1.3 مصطلحات معرّفة في وثائق أخرى 2
2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية 2
4 الاختصارات والأسماء المختصرة 2
5 الاصطلاحات 3
6 قناع الكثافة PSD للإرسال 3
1.6 لمحة عامة 3
2.6 قناع حد الكثافة PSD (LPM) 4
3.6 تقنيع الموجات الحاملة الفرعية 4
4.6 تحديد شكل الكثافة الطيفية للقدرة 4
5.6 التثليم لنطاقات ترددات محددة 5
6.6 تقنيع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة 6
7 مواصفات محتوى الطيف 8
1.7 نمط الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) 8
2.7 مواصفات قناع الكثافة PSD 8
8 التحقق من الكثافة PSD للإرسال 11
الملحقات من A إلى O 13
الملحق P – التكيُّف مع وسط أزواج الأسلاك المجدولة 14
1.P المعاوقة الانتهائية 14
الملحق Q – التكيُّف مع وسط الكبلات المحورية 15
1.Q المعاوقة الانتهائية 15
2.Q التحقق من الكثافة PSD للإرسال 15
التذييل I – النطاقات الدولية لهواة الراديو 16
التذييل II – الخدمات الأخرى لاتصالات الطيران والملاحة الراديوية للطيران والإذاعة 17
التذييل III – تعريف الكثافة PSD للمرسِل (TXPSD) في حالات الإرسال غير المستمر 18

التوصية ITU-T G.9710

النفاذ السريع بسرعات مقدرة بعدة جيغابايتات إلى مطاريف المشتركين (MG.fast) – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة

1 مجال التطبيق

توصف هذه التوصية الكثافة الطيفية للقدرة للنفاذ السريع متعدد الجيغابتات إلى مطاريف المشتركين (MGfast)، وهو ما يدعم الإرسال بمعدل بيانات إجمالي خالص (مجموع معدلي بيانات في المصدر والمقصد) يصل إلى 10 Gbit/s تقريباً على الأسلاك المعدنية، بما في ذلك أزواج الأسلاك المجدولة والكبلات المحورية. وترد في الملحقين P وQ على التوالي مواصفات عمليات المواءمة مع هذين الوسطين. وفي هذه الصيغة من التوصية، يتم توصيل نظير واحد من MTU-R/NT بالوحدة MTU عند وحدة الشبكة البصرية (MTU-O)؛ وتوصل وحدات MTU-R/NT متعددة بوحدة MTU-O وحيدة خارج نطاق هذه النسخة من التوصية. ويتطابق استعمال الطيف في النفاذ MGfast مع نمطي الكثافة PSD للنطاقين 424 MHz و848 MHz، في حين لا يوصف في هذه الطبعة من التوصية إلا نمط الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) للنطاق 424 MHz.

وهي توصف:

- متطلبات قناع حد الكثافة الطيفية للقدرة (PSD)؛
- مجموعة من الأدوات التي تدعم خفض قناع PSD للإرسال؛
- منهجيات ومتطلبات معاوقة الانتهائية للتحقق من الكثافة PSD للإرسال.

وهذا يكفل إمكانية معالجة التكنولوجيا لما يلي:

- المتطلبات الإقليمية؛
- متطلبات النشر لدى المشغلين، مثل التوافق مع تكنولوجيات الخط الرقمي للمشترك (DSL) الأخرى؛
- لوائح أو معايير التوافق الكهرمغنطيسي (EMC) المطبقة؛
- القضايا المحلية المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي.

وقد لا تضمن مطابقة المعدات لتوصية قطاع تقييس الاتصالات هذه الامتثال للقواعد التنظيمية الوطنية أو الإقليمية المحددة المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي عند وضع هذه التركيبات في الخدمة.

2 المراجع

تضم توصية قطاع تقييس الاتصالات المذكورة أدناه وغيرها من المراجع أحكاماً تؤلف، من خلال الإشارات الواردة إليها في هذا النص، أحكاماً لهذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع للمراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. ولا تضفي الإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية على تلك الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.993.2] التوصية ITU-T G.993.2 (2019)، *مرسل-مستقبل 2 لخط رقمي بالغ السرعة للمشترك (VDSL2).*

[ITU-T G.997.2] التوصية ITU-T G.997.2 (2019)، *إدارة الطبقة المادية للمرسلات المستقبلات القائمة على المعيار G.fast*

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرّفة في وثائق أخرى

لا توجد.

2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 سقف (*x*) (ceiling): أصغر عدد صحيح لا يقل عن *x*.

2.2.3 عتبة (*x*) (floor): أكبر عدد صحيح لا يزيد عن *x*.

3.2.3 f_{SC}: معلمة تمثل تردد المباعدة بين الموجات الحاملة الفرعية.

4.2.3 موجة حاملة فرعية (subcarrier): عنصر أساسي من مُشكل النغمات المتعددة المنفصلة (DMT). ويقوم المشكل بتقسيم عرض نطاق القناة إلى مجموعة من القنوات الفرعية المتوازية. ويشكل التردد المركزي لكل قناة فرعية موجة حاملة فرعية، يمكن في إطارها تشكيل البتات لإرسالها عبر إحدى القنوات.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تستخدم هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

DAB الإذاعة السمعية الرقمية *(Digital Audio Broadcasting)*

DMT النغمات المتعددة المنفصلة *(Discrete Multitone)*

EMC التوافق الكهرمغنطيسي *(Electromagnetic Compatibility)*

ESD الكثافة الطيفية للطاقة *(Energy Spectral Density)*

FDS رتل فرعي في اتجاه المقصد متوافق مع الإرسال كامل الازدواج *(Full duplex compatible Downstream Sub-frame)*

FDX الإرسال كامل الازدواج *(Full Duplex)*

FM تشكيل التردد *(Frequency Modulation)*

FUS رتل فرعي في اتجاه المصدر متوافق مع الإرسال كامل الازدواج *(Full duplex compatible Upstream Sub-frame)*

IAR اتحاد راديو الهواة الدولي *(International Amateur Radio)*

LESM قناع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة *(Low-frequency Edge Stop-band Mask)*

LPM قناع حد الكثافة الطيفية للقدرة *(Limit PSD Mask)*

MGfast النفاذ السريع بسرعات مقدرة بعدة جيغابتات إلى مطاريف المشتركين *(Multi-gigabit Fast Access to Subscriber Terminals)*

MIB قاعدة معلومات الإدارة *(Management Information Base)*

MTU وحدة مرسل مستقبل النفاذ السريع بسرعات مقدرة بعدة جيغابتات إلى مطاريف المشتركين *(MGfast Transceiver Unit)*

MTU-O وحدة الإرسال الأقصى MTU عند وحدة الشبكة البصرية *(MTU at the Optical Network Unit)*

MTU-R الوحدة MTU عند الموقع البعيد *(MTU at the Remote Site)*

NM قناع التثليم *(Notching Mask)*

PSD الكثافة الطيفية للقدرة *(Power Spectral Density)*

PSM قناع تحديد شكل الكثافة الطيفية للقدرة *(PSD Shaping Mask)*

RFI تداخل الترددات الراديوية (Radio Frequency Interference)

SM قناع الموجات الحاملة الفرعية *(Subcarrier Mask)*

TDD إرسال مزدوج بتقسيم زمني *(Time-Division Duplexing)*

TxPSDM قناع الكثافة الطيفية للقدرة للإرسال *(Transmit PSD Mask)*

VHF الموجات المترية *(Very High Frequency)*

5 الاصطلاحات

لا يوجد.

6 قناع الكثافة PSD للإرسال

1.6 لمحة عامة

يُكوَّن قناع الكثافة PSD للإرسال (TxPSDM) من تركيب الأقنعة التالية:

- قناع حد الكثافة PSD (LPM)؛
- قناع الموجات الحاملة الفرعية (SM)؛
- قناع تحديد شكل الكثافة PSD (PSM)؛
- قناع التثليم (NM)؛
- قناع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة (LESM).

وقد يختلف قناع TxPSDM المطبق على وحدة مرسِل–مستقبِل النفاذ MGfast عند وحدة الشبكة البصرية (MTU-O) أو عند الموقع البعيد للوحدة MTU (أي طرف المشترك من العروة) (MTU-R).

وبالنسبة إلى أي وحدة MTU، لا تتجاوز الكثافة PSD لإشارة الإرسال قيمة القناع TxPSDM عند أي تردد أبداً.

ويحدد قناع LPM (انظر الفقرة 1.2.7) حد القناع TxPSDM الأقصى المطلق. ويتيح قناع الموجات الحاملة الفرعية (SM) وقناع تحديد شكل الكثافة PSD (PSM) وقناع القطع الحاد (NM) وقناع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة (LESM) خفض القناع TxPSDM باستخدام الآليات التالية:

- تقنيع الموجات الحاملة الفرعية؛
- تثليم نطاقات ترددات محددة؛
- تحديد شكل الكثافة PSD؛
- تقنيع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة.

ودعم هذه الآليات إلزامي في كلٍ من الوحدتين MTU-O وMTU-R.

ويجب أن يمتثل قناع TxPSDM للمتطلبات التنظيمية المطبقة على الصعيدين الوطني والإقليمي.

الملاحظة 1 – عند تحديد القيمة الصحيحة للكثافة PSD التي يتعين استعمالها في ولاية قضائية معينة، ينبغي للمشغلين استخدام أدوات تضمن الامتثال للوائح التوافق الكهرمغنطيسي (EMC) الوطنية والإقليمية مع إيلاء اعتبار خاص لحماية مستقبِلات خدمات سلامة الأرواح التي قد لا تكون مجاورة مباشرةً لأسلاك التوصيل التي تنقل إشارات النفاذ MGfast. وتشمل الأمثلة قنوات الملاحة الراديوية للطيران بالموجات المترية (VHF) في النطاق 108-117,975 MHz وقنوات أنظمة إدارة مرافق الشبكات الذكية في النطاق 450-470 MHz وقنوات اتصالات الطوارئ للطيران (مثل القناة 121,5 MHz و406 MHz) وقنوات اتصالات الطوارئ البحرية في النطاقين HF وVHF.

الملاحظة 2 – يحدد القناع TXPSDM في عروض نطاقات توسيط مختلفة طبقاً للتردد كما هو معرف في الجدول 8-1، فيما عدا النطاقات الفرعية عند حافة نطاق الترددات المنخفضة وفي منطقة الثلمات المحددة بقاعدة معلومات الإدارة (MIB)، حيث ينطبق القناعان TXPSDM_W (نطاق واسع 1 MHz) وTXPSDM_N (نطاق ضيق 10 kHz) كما هو موضح في الفقرتين 5.6 و6.6.

الملاحظة 3 – في التشغيل من نقطة إلى عدة نقاط، توصل وحدات MTU-R متعددة بوحدة MTU-O واحدة. وفي أسلوب التشغيل هذا، تتحكم الوحدة MTU-O في مستويات إرسال إشارات المصدر لكل وحدة MTU-R فردية لضمان الامتثال للقناع TxPSDM أثناء إرسال المصدر.

2.6 قناع حد الكثافة PSD (LPM)

يحدد قناع حد الكثافة PSD (LPM) حد الكثافة PSD الأقصى المطلق لقناع TxPSDM الذي لا يمكن تجاوزه أبداً. ولا يمكن أن ينتج عن جميع تعاريف الأقنعة الأخرى والآليات المستخدمة لتكوين القناع TxPSDM إلا خفض للقناع عن الحدود التي يحددها القناع LPM.

3.6 تقنيع الموجات الحاملة الفرعية

يُستخدم تقنيع الموجات الحاملة الفرعية لمنع الإرسال على موجة حاملة فرعية واحدة أو أكثر. ويتشكل قناع الموجة الحاملة الفرعية (SM) في قاعدة معلومات إدارة نقاط التوزيع (DP-MIB) باستخدام المعلمة CARMASK للتوصية ITU-T G.997.2. وتُضبط قدرة إرسال الموجات الحاملة الفرعية المحددة في القناع SM على صفر (مقياس خطي). ويبطِل القناع SM جميع التعليمات الأخرى المتعلقة بقدرة الإرسال للموجات الحاملة الفرعية.

ويُحدد تعريف القناع SM بعدد نطاقات التردد المقنَّعة. ويحدَد كل نطاق بمؤشر بدء موجات حاملة فرعية (x_L) ومؤشر إيقاف موجات حاملة فرعية (x_H)، على الهيئة $\{x_L, x_H\}$. ويمكن تمثيل قناع SM يضم عدد S من النطاقات على النسق التالي:

$$SM(S) = [\{x_{L1}, x_{H1}\}, \{x_{L2}, x_{H2}\}, \ldots \{x_{LS}, x_{HS}\}]$$

وتوقف جميع الموجات الحاملة الفرعية الواقعة ضمن النطاق، أي ذات الأدلة التي تساوي x_L أو أعلى أو التي تساوي x_H أو أدنى (أي ترسل بقدرة صفر).

ملاحظة – المقصود أن يضم القناع SM الموجات الحاملة الفرعية المقنَّعة المحددة في ملحق يحدد المتطلبات الإقليمية للامتثال للوائح التنظيمية المحلية وكذلك الموجات الحاملة الفرعية المقنَّعة التي يحددها المستخدم أو مورد الخدمة بغرض تسهيل ممارسات النشر المحلي. وليس من المقصود أن يعالج تقنيع الموجات الحاملة الفرعية حماية الخدمات الراديوية؛ بل يعالج ذلك من خلال التثليم (انظر الفقرة 5.6).

4.6 تحديد شكل الكثافة الطيفية للقدرة

يتيح تحديد شكل الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) خفض القناع TxPSDM في بعض أجزاء الطيف، ويكون ذلك أساساً من أجل توافق الطيف والتعايش مع تكنولوجيات أخرى تتعلق بالنفاذ والشبكات المنزلية. ويتشكل تحديد شكل PSD في قاعدة معلومات إدارة نقاط التوزيع من خلال استعمال المعلمة PSDMASK للتوصية ITU-T G.997.2.

ويحدَد القناع PSM على مدى الترددات الواقع بين أدنى موجة حاملة فرعية x_1 (حيث x_1 = عتبة (f_{tr1}/f_{SC})) وأعلى موجة حاملة فرعية x_H (حيث x_H = عتبة (f_{tr2}/f_{SC}))، ويتألف من مقطع ترددي واحد أو أكثر. وتعرف حدود المقاطع بنقاط انقطاع موضوعة لذلك. ويمكن أن يكون القناع PSM ضمن كل مقطع إما ثابتاً أو يشكل ميلاً خطياً بين نقاط الانقطاع المحددة (يعبَّر عنها بوحدة dBm/Hz) ويعبَّر عن التردد بمقياس خطي.

وتُحدَّد كل من نقاط انقطاع القناع PSM بواسطة مؤشر موجة حاملة فرعية x_n وقيمة الكثافة PSD_n في تلك الموجة الحاملة الفرعية ويُعبّر عنها بالوحدة dBm/Hz، $\{x_n, PSD_n\}$. ويتعين أن تنطبق قيمة الكثافة PSD_1 أيضاً على الموجات الحاملة الفرعية الأدنى من x_1، كما يتعين أن تنطبق قيمة الكثافة PSD_H على الموجات الحاملة الفرعية الأعلى من x_H. ويمكن تمثيل قناع PSM يشمل عدد S من المقاطع بعدد $(S+1)$ من نقاط الانقطاع على النسق التالي:

$$PSM(S) = [\{x_1, PSD_1\}, \{x_2, PSD_2\} \ldots \{x_S, PSD_S\}, \{x_H, PSD_H\}]$$

ويجب أن تدعم أي وحدة MTU تشكيلاً لا يقل عن 32 نقطة انقطاع PSM.

وفي حالة تعيين نقطة انقطاع PSM واحدة أو أكثر أعلى من القناع LPM، يجب ضبط قناع الكثافة PSD للإرسال على: $TxPSDM = \min(PSM, LPM)$. ويجب ضبط جميع قيم الكثافة PSD_n لنقاط انقطاع القناع PSM على قيمة أعلى من –90 dBm/Hz.

5.6 التثليم لنطاقات ترددات محددة

يجب تزويد الوحدة MTU بإمكانية تشكيلها لتطبيق التثليم على نطاق ترددات معين واحد أو أكثر من أجل حماية الخدمات الراديوية، كأن يكون ذلك في حالة النطاقات الخاصة بهواة الراديو أو النطاقات الراديوية للبث الإذاعي على سبيل المثال. ويشار إلى نطاقات اتحاد راديو الهواة الدولي (IAR) التي يتعين تثليمها بالنطاقات ITR، في حين يشار إلى بقية النطاقات التي يتعين تثليمها بنطاقات تداخل الترددات الراديوية (RFI).

وبالنسبة للنطاقات RFI، يجب تعريف كل ثلمة في قناع التثليم (NM) باستخدام مؤشري الموجتين الحاملتين الفرعيتين SC_{start} وSC_{stop}.

والمدى الصالح لمؤشر نغمة البدء للثلمة، SC_{start}، هو جميع مؤشرات النغمات الصالحة التي تساوي أدنى تردد للنطاق الراديوي المحمي مطروحاً منه $f_{SC}/2$ أو أقل. والمدى الصالح لمؤشر نغمة الإيقاف للثلمة، SC_{stop}، هو جميع مؤشرات النغمات الصالحة التي تساوي أقصى تردد للنطاق المشمول بالحماية زائد $f_{SC}/2$ أو أعلى.

ويجب أن تدعم كل وحدة MTU عدد 32 نطاق RFI في آن واحد.

وإلى جانب ذلك، يجب أن تدعم أي وحدة MTU تثليم 15 نطاق IAR. وترد تفاصيل النطاقات IAR هذه في التذييل I. وينبغي أن يتسنى تشكيل الوحدات MTU بحيث تقوم بتثليم نطاقات هواة الراديو كل على حدة استناداً إلى الحماية المطلوبة.

ويجب ضمن أي ثلمة إيقاف جميع الموجات الحاملة الفرعية وأن يساوي قناع تثليم (NM) القناع LPM –20 dB.

الملاحظة 1 – ربما يلزم كذلك إيقاف الموجات الحاملة الفرعية على جانبي الموجات الحاملة الفرعية المقنَّعة من أجل الوفاء بمتطلب عمق التثليم لقناع TxPSDM.

ويُعرَّف لأي ثلمة قناعان PSD:

– الكثافة PSD للإرسال ضيق النطاق (TXPSDM_N)

يُعرَّف هذا القناع للتحقق من الكثافة PSD باستخدام عرض نطاق قياس = 10 kHz متمركز حول التردد محل النظر.

ويُعرَّف TXPSDM_N على أنه القيمة القصوى لقناع التثليم المشكَّل وحد أدنى يبلغ –100 dBm/Hz:

$$TxPSDM_N = \max[NM, -100 \text{ dBm/Hz}].$$

– قناع PSD للإرسال واسع النطاق (TXPSDM_W)

يُعرَّف هذا القناع للتحقق من متوسط الكثافة PSD واسعة النطاق (PSD_W) المحسوب رياضياً باستخراج متوسط قياسات النطاق الضيق (PSD_N) (مقيسة في عرض نطاق قياس = 10 kHz) عبر نافذة عرضها 1 MHz متمركزة حول التردد محل النظر:

$$PSD_W(f) = 10 \times \log 10\left(\left(\frac{1}{100}\right) \times \sum_{i=(-49)}^{50} 10^{\left(\frac{PSD_N(f+i\times 10kHz)}{10}\right)}\right)$$

حيث:

PSD_N(f) القياس ضيق النطاق عند التردد f معبراً عنه بالوحدة dBm/Hz

PSD_W(f) متوسط الكثافة PSD واسعة النطاق المحسوب رياضياً عند التردد f معبراً عنه بالوحدة dBm/Hz

ويُعرَّف TXPSDM_W على أنه القيمة القصوى لقناع التثليم (NM) وحد أدنى على النحو المحدد في الجدول 6-1 للتردد محل النظر:

$$\text{TxPSDM_W}(f) = \max[\text{NM}(f), \text{lower limit}(f)].$$

الجدول 6-1 – متطلبات الحد الأدنى للقناع TXPSDM_W

التردد MHz	TXPSDM_W الحد الآدنى [dBm/Hz]
4,0-2,0	100–
5,0-4,0	110–
5,0 <	112–

في حالة الثلمات الأضيق من 1 MHz:

– تكون الكثافة PSD للإرسال مطلوبة للوفاء بقناع PSD للإرسال ضيق النطاق TxPSDM_N، وذلك للترددات $(SC_{start} \times f_{SC} + ½ \times MBW) < f < (SC_{stop} \times f_{SC} - ½ \times MBW)$.

وفي حالة النطاقات المثلّمة التي تبلغ 1 MHz أو أعرض:

– تكون الكثافة PSD للإرسال مطلوبة للوفاء بقناع PSD للإرسال ضيق النطاق TxPSDM_N، وذلك للترددات $(SC_{start} \times f_{SC} + ½ \times MBW) < f < (SC_{stop} \times f_{SC} - ½ \times MBW)$،

– ويكون متوسط الكثافة PSD للإرسال واسع النطاق (PSD_W(f)) مطلوباً للوفاء بقناع PSD للإرسال واسع النطاق TxPSDM_W للترددات $(SC_{start} \times f_{SC} + ½ \times MBW + 0{,}5MHz) < f < (SC_{stop} \times f_{SC} - ½ \times MBW - 0{,}5MHz)$. وتكون قيمة القناع المطلوب المقارنة بها هي القيمة القصوى التي يتخذها القناع ضمن النافذة 1 MHz المذكورة $[f - 0{,}5\ MHz, f + 0{,}5\ MHz]$.

ويفصل التذييل II الترددات للخدمات الراديوية الإذاعية (تشكيل التردد (FM) والإذاعة السمعية الرقمية (DAB)، واتصالات الطيران والملاحة الراديوية للطيران).

وقد يتطلب التشكيل FM والإذاعة DAB وخدمات راديوية أخرى تشكيلات تثليم مختلفة اعتماداً على خصائص الخدمة الراديوية المعنية تحديداً.

الملاحظة 2 – يمكن استخدام القناع NM لإجراء التثليم على محطات إذاعية مستقلة اعتماداً على استعمال الطيف.

6.6 تقنيع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة

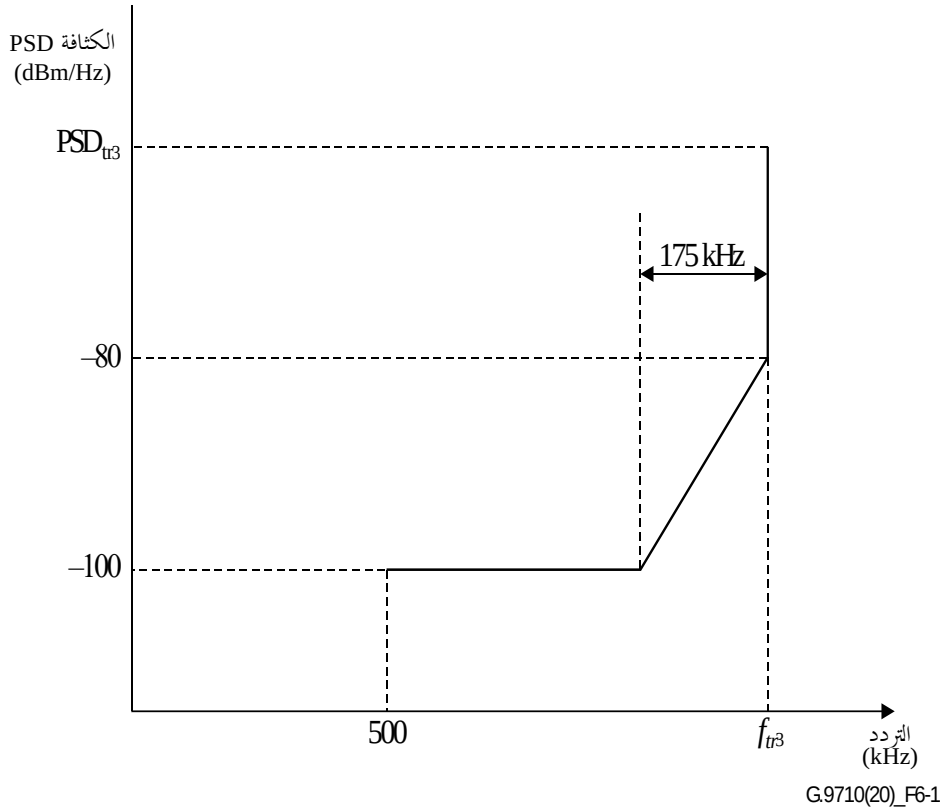
يُعرَّف قناع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة (LESM) قناعان للكثافة PSD:

– قناع الكثافة PSD للإرسال ضيق النطاق (TXPSDM_N)

يُعرَّف هذا القناع للتحقق من الكثافة PSD باستخدام عرض نطاق قياس = 10 kHz متمركز حول التردد محل النظر.

ويعرَّف TXPSDM_N على النحو المبين في الشكل 6-1، حيث PSD_{tr3} هي قيمة القناع LPM داخل النطاق عند التردد f_{tr3}. وتحسب قيم القناع في نطاق الانتقال باستخدام استكمال داخلي خطي بوحدة dB على مقياس ترددات خطي.

وتكون الكثافة PSD للإرسال مطلوبة للوفاء بقناع الكثافة PSD للإرسال ضيق النطاق TxPSDM_N، وذلك للترددات $(0{,}5\text{ MHz} + ½\times\text{MBW}) < f < (f_{tr3} - ½\times\text{MBW})$، حيث $f_{tr1} \le f_{tr3} \le 30\text{ MHz}$. وتعتبر قيم الكثافة PSD الأعلى من تردد الانتقال f_{tr3} داخل النطاق ويرد تعريفها في الفقرة 1.1.2.7.



الشكل 6-1 – قناع نطاق إيقاف حافة الترددات المنخفضة

– قناع PSD للإرسال واسع النطاق (TXPSDM_W)

يُعرَّف هذا القناع للتحقق من متوسط الكثافة PSD واسعة النطاق المحسوب رياضياً عبر نافذة عرضها 1 MHz ((PSD_W(f)) على النحو المعرف في البند 5.6.

ويرد تعريف القناع TXPSDM_W(f) في الجدول 6-2 للتردد محل النظر.

ويكون متوسط الكثافة PSD للإرسال واسع النطاق ((PSD_W(f)) مطلوباً للوفاء بقناع الكثافة PSD للإرسال واسع النطاق TxPSDM_W للترددات $(2{,}0\text{ MHz} + ½\times\text{MBW} + 0{,}5\text{ MHz}) < f < (f_{tr3} - 175\text{kHz} - ½\times\text{MBW} - 0{,}5\text{ MHz})$. وتكون قيمة القناع المطلوب المقارنة بها هي القيمة القصوى التي يتخذها القناع ضمن نافذة 1 MHz المذكورة $[f - 0{,}5\text{ MHz}, f + 0{,}5\text{ MHz}]$.

الجدول 2-6 – متطلبات القناع LESM TXPSDM_W

التردد (MHz)	القناع LESM TXPSDM_W (dBm/Hz)
2,0 إلى 4,0	100–
4,0 إلى 5,0	110–
5,0 <	112–

7 مواصفات محتوى الطيف

1.7 نمط الكثافة الطيفية للقدرة (PSD)

يوصف كل نمط للكثافة PSD قيماً معيارية للمعلمة التالية:

– قناع حد الكثافة الطيفية للقدرة (LPM)؛

ويبين الجدول 7-1 المعلمات الصالحة لكل نمط من أنماط الكثافة PSD.

الجدول 7-1 – معلمات أنماط الكثافة PSD

المعلمة	نمط الكثافة PSD (ملاحظة)	
	MHz 424	MHz 848
القناع LPM	انظر الفقرة 1.2.7	تحتاج لمزيد من الدراسة
ملاحظة – يمكن في المستقبل تعريف أنماط جديدة للكثافة PSD على أن تقع ضمن حدود قناع حد الكثافة PSD المحدد في هذه التوصية.		

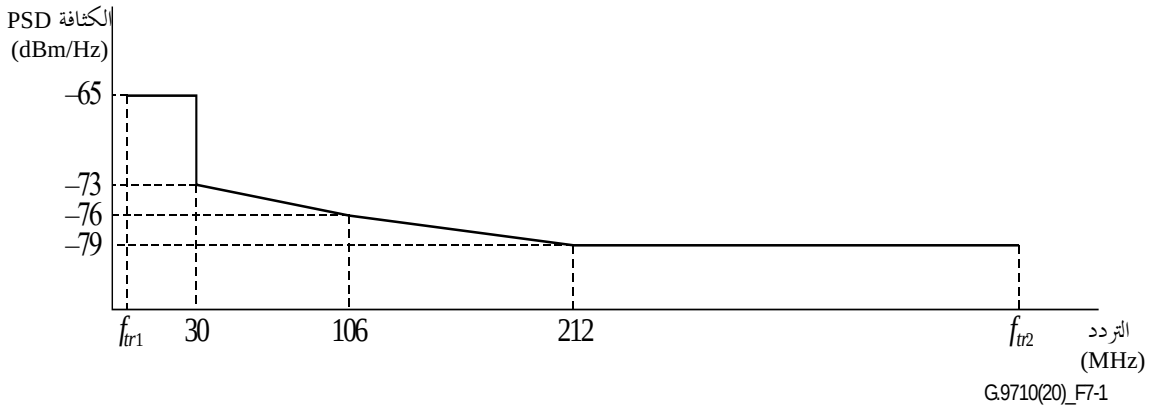
2.7 مواصفات قناع الكثافة PSD

1.2.7 قناع حد الكثافة PSD (LPM)

يمثل قناع حد الكثافة PSD (LPM) الحد الأقصى المطلق الذي لا يتجاوزه القناع TxPSDM أبداً. وتعرض الفقرة 1.1.2.7 قيم القناع LPM داخل النطاق لنمط الكثافة PSD للنطاق MHz 424، بينما تعرض قيم القناع LPM خارج النطاق في الفقرة 2.1.2.7.

1.1.2.7 القناع LPM داخل النطاق

يبين الشكل 7-1 قيم القناع LPM داخل النطاق لنمط الكثافة PSD للنطاق MHz 424. وترد في الجدول 7-2 المعلمات المناظرة لقيم القناع LPM هذه.



الشكل 7-1 – قناع حد الكثافة PSD داخل النطاق لنمط الكثافة PSD للنطاق MHz 424

الجدول 7-2 – معلمات القناع LPM داخل النطاق لنمط الكثافة PSD للنطاق MHz 424

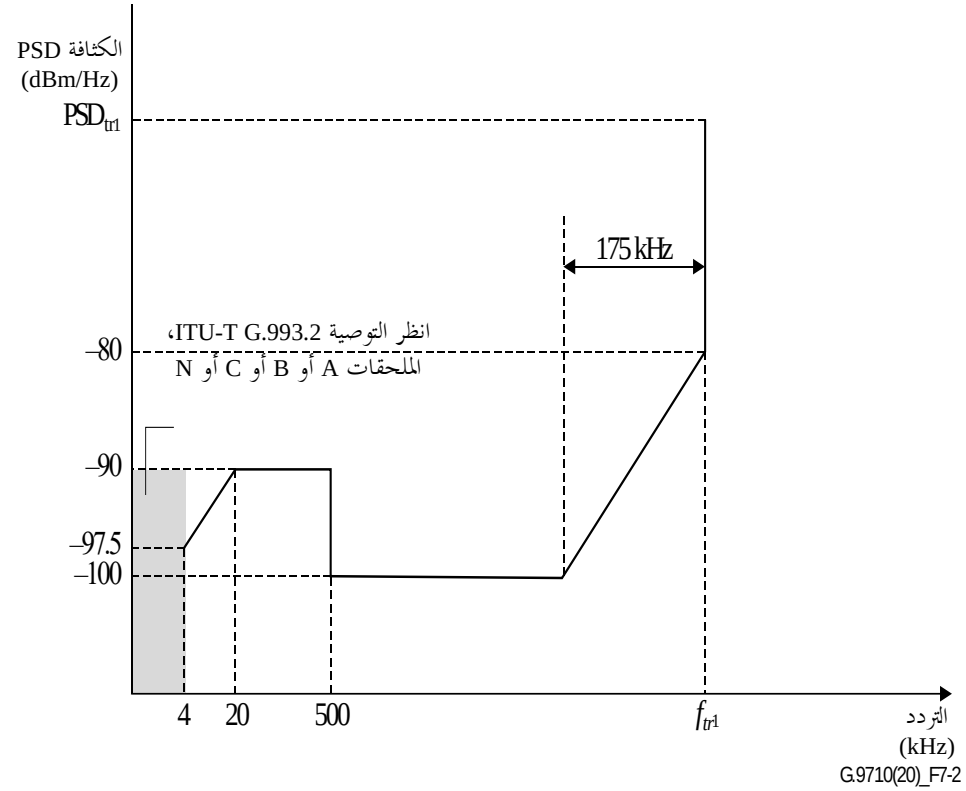
المعلمة	التردد (MHz)	الكثافة PSD (dBm/Hz)	الوصف
f_{tr1}	2	65–	يرد تعريف القناع LPM للقيم الأدنى من f_{tr1} في الفقرة 2.1.2.7.
	30	65–	
	30	73–	تحسب قيم حد الكثافة PSD بين النقاط المدرجة باستخدام استكمال داخلي خطي بوحدة dB على مقياس ترددات خطي. ويرد تعريف القناع LPM للقيم الأعلى من f_{tr2} في الفقرة 2.1.2.7.
	106	76–	
	212	79–	
f_{tr2}	424	79–	

ملاحظة – عند استعمال عملية إضافية لتحديد شكل الطيف على النحو الموضح في البند 6 (لأسباب من قبيل تأمين توافق الطيف أو الامتثال لحدود قدرة النطاق الواسع)، يمكن خفض أجزاء عديدة من القناع TxPSDM عن طريق إيقاف موجات حاملة فرعية أو خفض قدرة إرسالها. ويمكن تطبيق ثلمات إضافية للتردد إن لزم الأمر.

2.1.2.7 قناع حد الكثافة PSD خارج النطاق

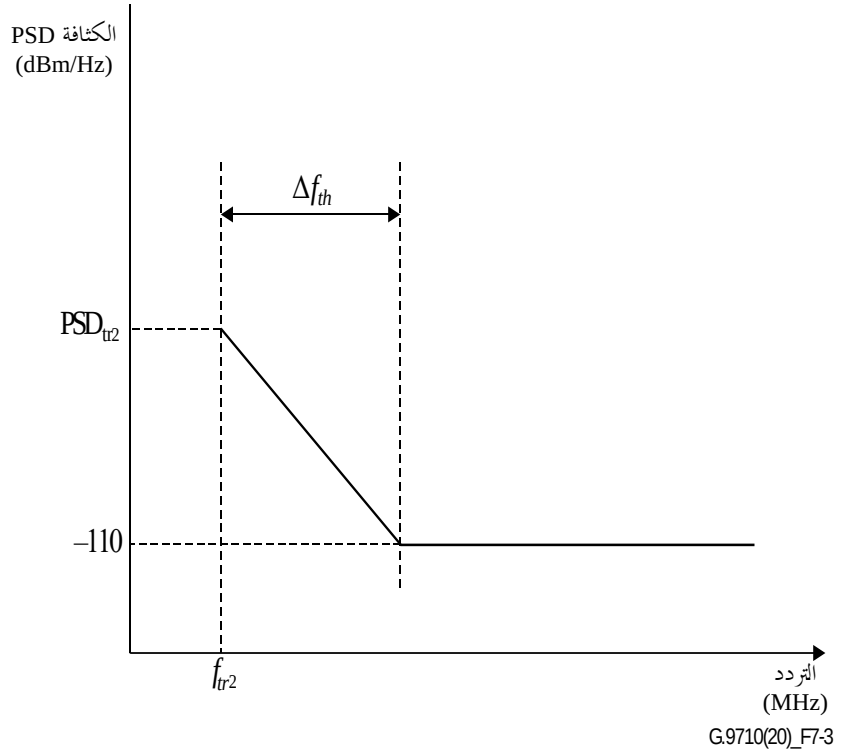
يكون قناع حد الكثافة PSD خارج النطاق على النحو المبين في الشكل 7-2 لحافة الترددات المنخفضة، وفي الشكل 7-3 لحافة الترددات العالية، حيث PSD_{tr1} هي قيمة القناع LPM داخل النطاق عند التردد f_{tr1} وPSD_{tr2} هي قيمة القناع LPM داخل النطاق عند التردد f_{tr2}. وترد في الجدولين 7-3 و7-4 معلمات قيم القناع LPM هذه على التوالي.

وينطبق القناع LPM خارج النطاق على الترددات الأدنى من تردد انتقال الحافة المنخفضة f_{tr1} وعلى الترددات الأعلى من تردد انتقال الحافة العالية f_{tr2}. وتعتبر قيم الكثافة PSD الواقعة بين ترددي الانتقال f_{tr1} وf_{tr2} داخل النطاق ويرد تعريفها في الفقرة 1.1.2.7.



الشكل 7-2 – القناع LPM القناع خارج النطاق لحافة الترددات المنخفضة

ترد المتطلبات للترددات الأدنى من 4 kHz في الملحقات A وB وC وN للتوصية [ITU-T G.993.2] لمناطق أمريكا الشمالية وأوروبا واليابان والصين على الترتيب.



الشكل 7-3 – القناع LPM خارج النطاق لحافة الترددات العالية

الجدول 7-3 معلمات القناع LPM خارج النطاق لحافة الترددات المنخفضة

التردد f_{tr1} (MHz)	الكثافة PSD_{tr1} (dBm/Hz)	الوصف
2	–65	ينخفض حد الكثافة PSD عند تردد الانتقال f_{tr1} من القيمة PSD_{tr1} إلى –80 dBm/Hz. ويحسب حد الكثافة PSD في نطاق الانتقال باستخدام استكمال داخلي خطي بوحدة dB على مقياس ترددات خطي. ويحسب حد الكثافة PSD بين 4 و20 kHz باستخدام استكمال داخلي خطي بوحدة dB على مقياس $\log(f)$. ولا يجوز استخدام الموجات الحاملة الفرعية الأدنى من f_{tr1} للإرسال (سواء كانت بيانات أو معلومات مساعدة).

الجدول 7-4 معلمات القناع LPM خارج النطاق لحافة الترددات العالية

التردد f_{tr2} (MHz)	الكثافة PSD_{tr2} (dBm/Hz)	نطاق الانتقال، Δf_{th} (MHz)	الوصف
424	–79	80	يحسب حد الكثافة PSD في نطاق الانتقال (Δf_{th}) باستخدام استكمال داخلي خطي بوحدة dB على مقياس ترددات خطي. ولا يجوز استخدام الموجات الحاملة الفرعية الأعلى من f_{tr2} للإرسال (سواء كانت بيانات أو معلومات مساعدة).

2.2.7 الموجات الحاملة الفرعية المقنَّعة بشكل دائم

تقنَّع بشكل دائم الموجات الحاملة الفرعية ذات المؤشرات المتراوحة بين صفر و39 (شاملة الحدين) لنمط الكثافة PSD للنطاق 424 MHz. ولا يجوز استخدامها للإرسال (سواء كانت بيانات أو معلومات مساعدة).

8 التحقق من الكثافة PSD للإرسال

عُرِّفت قيم قناع الكثافة PSD للإرسال في هذه التوصية استناداً إلى افتراض الإرسال المستمر. أما في الأنظمة التي تستخدم أسلوب الإرسال المزدوج بتقسيم زمني (TDD)، فلا يكون الإرسال في اتجاه معين مستمراً، بل لا يحدث إلا خلال فترات زمنية معينة. وفي الأنظمة التي تستخدم أسلوب الإرسال كامل الازدواج (FDX)، فإنه في اتجاه إرسال معين، يمكن لكثافة PSD الخاصة بالإرسال في الرتل الفرعي في اتجاه المصدر المتوافق مع الإرسال كامل الازدواج (FDS) أن تختلف عن نظيرتها في الرتل FUS. ويجب مراعاة ذلك في إجراءات القياس المطبقة.

ويكون عرض نطاق القياس (MBW) المستخدم لتقييم الكثافة PSD على النحو المعرَّف في الجدول 8-1. ويتعين تمركز عرض نطاق القياس حول التردد محل النظر.

وتكون قيمة القناع المطلوب المقارنة بها هي القيمة القصوى التي يتخذها القناع ضمن نافذة $[f - ½\times MBW, f + ½\times MBW]$.

ملاحظة – في حالة ما تم الجمع بين تحديد قناع الكثافة PSD للإرسال ضيق النطاق (TXPSDM_N) وقناع PSD للإرسال واسع النطاق (TXPSDM_W) في مدى ترددات معين، فإن قيم عرض نطاق القياس المحددة في هذه الفقرة تتعلق بقياسات الكثافة PSD ضيقة النطاق، PSD_N.

وتحدد أقنعة الكثافة PSD بالنسبة إلى معاوقة انتهائية مرجعية، على النحو المعرَّف في الفقرتين 1.P و1.Q.

الجدول 8-1 – قيم ضبط عرض نطاق القياس للتحقق من الكثافة PSD للإرسال

نطاق الترددات	عرض نطاق القياس (MBW)
4 kHz < f < 20 kHz	kHz 1
20 kHz < f < f_{tr1}	kHz 10
(f_{tr1} + ½×MBW) إلى (30 MHz – ½×MBW)	MHz 1
(30 MHz + ½×MBW) إلى (f_{tr2} – ½×MBW)	MHz 1
f_{tr2} < إلى MHz 300	kHz 100
أي نطاق ترددات مثلّم	kHz 10

الملحقات من A إلى O

تم عن قصد ترك الملحقات من A إلى O خالية.

الملحق P

التكيُّف مع وسط أزواج الأسلاك المجدولة

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.P المعاوقة الانتهائية

فيما يخص المرسِلات المستقبِلات التي تعمل عبر أزواج الأسلاك المجدولة، تستخدم معاوقة انتهائية قيمتها R_v = 100 Ohm مقاومة خالصة عند السطح البيني U لكل من الوحدتين MTU-O وMTU-R. وتستخدم على وجه الخصوص القيمة R_v = 100 Ohm كانتهائية من أجل الكثافة PSD للإرسال وتحديد قدرة الإرسال الكلية والتحقق منها.

الملحق Q

التكيُّف مع وسط الكبلات المحورية

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.Q المعاوقة الانتهائية

فيما يخص المرسِلات المستقبِلات التي تعمل عبر كبلات محورية، تستخدم معاوقة انتهائية قيمتها R_v = 75 Ohm مقاومة خالصة عند السطح البيني U لكلا الوحدتين MTU-O وMTU-R. وتستخدم على وجه الخصوص القيمة R_v = 75 Ohm كانتهائية من أجل الكثافة PSD للإرسال وتعريف قدرة الإرسال الكلية والتحقق منها.

2.Q التحقق من الكثافة PSD للإرسال

في الأنظمة التي تعمل عبر كبلات محورية وتستخدم أسلوب الإرسال FDX، فإنه في اتجاه إرسال معين، يجب أن تكون الكثافة PSD للإرسال متساوية في كل من الرتلين FDS وFUS. ويجب مراعاة ذلك في إجراءات القياس المطبقة.

التذييل I

النطاقات الدولية لهواة الراديو

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يعرض الجدول 1.I النطاقات الدولية لهواة الراديو في مدى الترددات MHz 900-MHz 1,8

الجدول 1.I – النطاقات الدولية لهواة الراديو
في مدى الترددات MHz 900-MHz 1,8

بدء النطاق (kHz)	نهاية النطاق (kHz)
1 800	2 000
3 500	4 000
5 351,5	5 366,5
7 000	7 300
10 100	10 150
14 000	14 350
18 068	18 168
21 000	21 450
24 890	24 990
28 000	29 700
50 000	54 000
69 900	70 500
144 000	148 000
219 000	225 000
420 000	450 000

التذييل II

الخدمات الأخرى لاتصالات الطيران والملاحة الراديوية للطيران والإذاعة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يعرض الجدول 1.II الخدمات الأخرى لاتصالات الطيران والملاحة الراديوية للطيران والإذاعة في مدى الترددات MHz 900-MHz 1,8.

الجدول 1.II – الخدمات الأخرى لاتصالات الطيران والملاحة الراديوية للطيران والإذاعة في مدى الترددات MHz 900-MHz 1,8

الخدمة	بدء النطاق (kHz)	نهاية النطاق (kHz)
FM	87 500	108 000
التلفزيون الرقمي للأرض (الإقليم 2)	174 000	216 000
الإذاعة التلفزيونية/الصوتية الرقمية للأرض (الإقليمان 1 و3)	174 000	230 000
أنظمة إدارة مرافق الشبكات الذكية	450 000	470 000
المنارات الراديوية الساتلية لتحديد مواقع الطوارئ (EPIRB) العاملة في النظام COSPAS-SARSAT	460 000	460 100

التذييل III

تعريف الكثافة PSD للمرسِل (TXPSD) في حالات الإرسال غير المستمر

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يقدم هذا التذييل تعريفاً رسمياً للكثافة TXPSD للإشارات التي تمثل قطاراً لرموز تضم فترات سكون، كتلك التي تنتجها أنظمة النغمات المتعددة المنفصلة DMT للإرسال المزدوج بالتقسيم الزمني.

ويعرف هذا التذييل الكثافة TXPSD بأنها قابلة للتطبيق على قطار من الرموز المرسلة أو قطار رموز متقطع أو قطار رموز مستمر. والرموز المرسلة هي جميع الرموز المرسلة في فترة الإرسال في اتجاه الإرسال. وهناك فترتان للإرسال، هما الرتل الفرعي FDS والرتل الفرعي FUS في رتل الإرسال PDX. ويجري قياس الكثافة PSD للإرسال بصورة منفصلة لكل من فترتي إرسال الرتلين الفرعيين FDS وFUS. وتستبعد مواضع الرموز الساكنة في فترة الإرسال. وتحديد تقنية قياس بعينها يقع خارج نطاق هذا التذييل.

ويعرف هذا التذييل الكثافة TXPSD بدلالة متغير وسيط، "الكثافة PSD لرمز المرسِل" (TXSPSD). وتعرف الكثافة TXSPSD بالنسبة إلى توقع الكثافة الطيفية للطاقة (ESD) للرموز المرسلة في اتجاه معين.

والكثافة ESD لشكل موجة فولطية الرمز $V_s(t)$ تشتق إلى معاوقة مرجعية قيمتها 100 Ω.

$$ESD(V_s, f) = \frac{1}{R_0}\left|\int_{-\infty}^{\infty} V_s(t).e^{-i2\pi ft}dt\right|^2 (in\ unit\ of\ Joule/Hz)$$

$$R_0 = 100\ \Omega$$

وتشتق الكثافة TXSPSD من توقع الكثافة ESD عبر مجموعة من الرموز المرسلة في غضون فترة إرسال (سواء للرتل الفرعي FDS أو الرتل الفرعي FUS).

$$TXSPSD(f) = f_{DMT}.\mathrm{E}[ESD(V(t), f);\ V \in S]\ \text{(in unit of W/Hz)}$$

$$S = \{S_0, S_1 \ldots S_N\}$$

$S_0, S_1 \ldots S_N$ تتابع صالح للرموز المرسلة في غضون فترة إرسال (سواء للرتل الفرعي FDS أو الرتل الفرعي FUS)

$E[x]$ التوقع الإحصائي للمتغير x.

وتضمن هذه المعايرة بواسطة مدة الرمز أن يكون ضمن حدود أي تتابع غير محدود من الرموز قيمة للكثافة TXSPSD تقترب من الكثافة PSD التقليدية المشتقة من تحويل فوريه لدالة الارتباط التلقائي.

وتعرف الكثافة TXSPSD المحققة في عرض نطاق bw معين كالتالي:

$$TXPSD(bw, f) = 30 + 10 \times log_{10}\left(\frac{1}{bw}\int_{f-\frac{bw}{2}}^{f+\frac{bw}{2}} TXSPSD(f_b)df_b\right)\ \text{(in unit of dBm/Hz)}$$

$TXPSDM(f)$: المستوى الأقصى المسموح به للكثافة $TXPSD(bw,f)$ لتتابع رموز طويل.

طرق التحقق من الامتثال خارج نطاق هذه التوصية.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2020