الاتحـــــــاد الـــدولـــــــي للاتصـــــــالات

ITU-T G.9964

(2011/12)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

شبكات النفاذ – شبكات المباني

المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة

التوصيـــة ITU-T G.9964

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
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة 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
نفاذ الشبكات	G.9999–G.9000
شبكات المباني	**G.9950–G.9999**

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

التوصيـــة ITU-T G.9964

المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة

ملخص

تصف التوصية ITU-T G.9964 معلمات التحكم التي تحدد المحتوى الطيفي ومتطلبات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ومجموعة من الأدوات التي تدعم خفض الكثافة PSD الخاصة بالإرسال ووسيلة لقياس هذه الكثافة لإرسالها عبر أسلاك خطوط الهاتف وأسلاك الإمداد بالطاقة والكبلات المحورية فضلاً عن قدرة الإرسال الكلية المسموح بها تجاه معاوقة محددة للانتهائية. وتكمل هذه المواصفة تلك الخاصة بمعمارية النظام والطبقة المادية (PHY) الواردة في التوصية ITU-T G.9960 ومواصفة طبقة وصلة البيانات الواردة في التوصية ITU-T G.9961، فضلاً عن التعديلات والإضافات على هاتين التوصيتين والتي تصف المرسل المستقبل متعدد المدخلات/متعدد المخرجات (MIMO) المستعمل في التواصل الشبكي المنزلي في التوصية ITU-T G.9963.

التاريخ

الطبعة	التوصية	الموافقة	لجنة الدراسات
1.0	ITU–T G.9964	2011-12-16	15

تمهيـــد

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 رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد 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 "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" 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 2012

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 1
4 المختصرات والأسماء المختصرة 3
5 قناع PSD للإرسال 3
1.5 تعيين قناع الموجة الحاملة الفرعية 4
2.5 تحديد شكل الكثافة الطيفية للقدرة 4
3.5 تثليم النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة 5
4.5 سقف الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) 5
5.5 تثليم نطاقات خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2). 6
6 مواصفات محتوى الطيف المرهونة بالوسط 6
1.6 مواصفات محتوى طيف أسلاك الخطوط الهاتفية 6
2.6 مواصفات محتوى طيف أسلاك الإمداد بالطاقة 8
3.6 مواصفات محتوى طيف الكبلات المحورية 10
4.6 معاوقة الانتهائية 13
5.6 قدرة الإرسال الإجمالية 14
6.6 معاوقة دخل المستقبل 14
الملحق A 15
الملحق B 16
الملحق C 17
الملحق D - النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة 18
الملحق E - تأثير ITU-T G.9960 على خدمة خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2) 19
التذييل I - نطاقات التردد الراديوي الإضافية 20
بيبليوغرافيا 21

التوصيـــة ITU-T G.9964

المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية معلمات التحكم التي تحدد المحتوى الطيفي ومتطلبات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ومجموعة من الأدوات التي تدعم خفض الكثافة PSD الخاصة بالإرسال ووسيلة لقياس هذه الكثافة لإرسالها عبر أسلاك خط الهاتف وأسلاك الإمداد بالطاقة والكبلات المحورية فضلاً عن قدرة الإرسال الكلية المسموح بها تجاه معاوقة محددة للانتهائية. وتكمل هذه المواصفة تلك الخاصة بمعمارية النظام والطبقة المادية الواردة في [ITU-T G.9960] ومواصفة طبقة وصلة البيانات الواردة في [ITU-T G.9961] فضلاً عن التعديلات والإضافات على هاتين التوصيتين والتي تصف المرسل المستقبل متعدد المدخلات/متعدد المخرجات (MIMO) المستعمل في التواصل الشبكي المنزلي في [ITU-T G.9963].

2 المراجع

يشتمل ما يلي من توصيات قطاع تقييس الاتصالات والمراجع الأخرى على أحكام تشكّل، من خلال الإشارة إليها في هذا النص، أحكاماً في هذه التوصية. وكانت الطبعات المشار إليها صالحة وقت نشر هذه التوصية. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات سارية الصلاحية.

والإشارة إلى أي وثيقة داخل هذه التوصية لا يعطي هذه الوثيقة في حد ذاتها وضع التوصية.

[ITU-T G.9960] التوصية ITU-T G.9960 (2011)، *المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفة معمارية النظام والطبقة المادية*.

[ITU-T G.9961] التوصية ITU-T G.9961 (2010)، *المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفة طبقة وصلة البيانات*.

[ITU-T G.9963] التوصية ITU-T G.9963 (2011)، *المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفة طبقة وصلة البيانات* – مواصفات تعدد المدخلات/تعدد المخرجات.

3 التعاريف

فيما يلي المصطلحات التي تعرفها هذه التوصية:

1.3 خطة النطاق: عبارة عن مدى محدد من الترددات التي لا ترتبط إلا بميدان واحد. ويجوز استعمال العديد من خطط النطاق في الميدان نفسه شريطة أن تكون خطة النطاق إما مجموعة فرعية أو مجموعة شاملة من جميع خطط النطاق الأخرى في الميدان ذاته. وتُحدد خطة النطاق بتردد أدنى وآخر أعلى، باستثناء التردد الراديوي (RF) الذي يُحدد بعرض نطاق وتردد مركزي.

2.3 النطاق الأساسي: هو عبارة عن نطاق ترددات محدد بتردد تحويل صاعد $F_{UC} = 0$ وتردد زحزحة صاعد $F_{US} = F_{SC} \times N/2$ (انظر الجدول 7-67 من [ITU-T G.9960]).

3.3 الميدان: هو جزء من الشبكة المترلية المحددة في ITU-T G.9960 يضم الميدان الرئيسي وجميع العقد المسجلة داخل الميدان الرئيسي نفسه. ويُقصد بتعبير "الميدان" عند استعماله بدون واصف في سياق هذه التوصية "الميدان المحدد في ITU-T G.9960"، بينما يُقصد باستعمال تعبير "الميدان المغاير" "الميدان غير المحدد في ITU-T G.9960". ويمكن أن يُضاف إلى تعبير "الميدان" أو تعبير "الميدان المغاير" واصفات أخرى (من قبيل "عبر أسلاك الإمداد بالطاقة").

4.3 الميدان الرئيسي (DM): عبارة عن عقدة تدعم وظيفة الميدان الرئيسي التي تدير (تنسق) جميع العقد الأخرى في الميدان نفسه (أي تخصص موارد النطاق العريض وتحدد الأولويات). ولا يُسمح بوجود أكثر من ميدان رئيسي ناشط واحد ضمن أحد الميادين ويتولى ميدان رئيسي واحد إدارة (تنسيق) جميع العقد الموجودة داخل ميدان ما. وإذا عجز الميدان الرئيسي عن أداء وظيفته ينبغي أن تنهض بوظيفته هذه عقدة أخرى في الميدان ذاته تكون قادرة على أن تنجز مهمة الميدان الرئيسي.

5.3 الشبكة المنزلية: هي عبارة عن عقدتين اثنتين أو أكثر يمكنها الاتصال ببعضها البعض إما مباشرة أو من خلال عقدة ترحيل في الطبقة المادية أو من خلال جسر يصل بين الميادين فوق الطبقة المادية. وتتكون الشبكة المنزلية من ميدان واحد أو أكثر. ويعني مصطلح "الشبكة المنزلية" عند استعماله في سياق هذه التوصية "الشبكة المحددة في ITU-T G.9960"، بينما يعني استعمال مصطلح "الشبكة المنزلية المغايرة" "الشبكة المنزلية غير المحددة في ITU-T G.9960". ويُقصد بتعبير "الشبكة" عند استعماله بدون واصف أي توليفة تجمع بين "الشبكة المنزلية المحددة في ITU-T G.9960" و"الشبكة المترلية غير المحددة في التوصية المذكورة" و"شبكة النفاذ". أما استعمال "الشبكة المغايرة" فيعني أي توليفة تجمع بين "الشبكة المنزلية غير المحددة في ITU-T G.9960" و"شبكة النفاذ".

6.3 الوسط: عبارة عن مرفق خط سلكي مكون من صنف وحيد من الأسلاك يمكّن من التوصيل بين العقد مادياً. وقد تتواصل العقد الموصولة بوسط واحد عبر الطبقة المادية، وقد تتداخل مع بعضها البعض ما لم تكن تستعمل إشارات متعامدة (مثل نطاقات تردد مختلفة، فترات زمنية مختلفة).

7.3 العقدة: أي جهاز شبكي يضم مرسلاً مستقبلاً محدداً في ITU–T G.9960. ويُقصد بتعبير "العقدة" عند استعماله بدون واصف في سياق هذه التوصية "العقدة المحددة في ITU–T G.9960"، بينما يُقصد باستعمال تعبير "العقدة المغايرة" "العقدة غير المحددة في التوصية المذكورة". ويمكن أن يُضاف إلى تعبير "العقدة" أو تعبير "العقدة المغايرة" واصفات أخرى (من قبيل "للترحيل").

8.3 نطاق التمرير: هو عبارة عن نطاق ترددات محدد بتردد تحويل صاعد $F_{UC} = 0$ وتردد زحزحة صاعد $F_{US} >> F_{SC} \times N/2$ (انظر الجدول 7-67 من [ITU-T G.9960]).

9.3 التردد الراديوي (RF): هو نطاق ترددات محدد بتردد تحويل صاعد $F_{UC} > 0$ وتردد مركزي $F_C = F_{UC} + F_{US} >> F_{SC} \times N/2$ (انظر الجدولين 7-67 و7-68 من [ITU-T G.9960]).

10.3 الموجة الحاملة الفرعية (الموجة الحاملة الفرعية لتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)): التردد المركزي لكل قناة فرعية لتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) التي قد تُشكّل البتات عبرها لإرسالها على القناة الفرعية.

11.3 القناة الفرعية (القناة الفرعية لتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)): من العناصر الأساسية لتكنولوجيا تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (تعدد الإرسال OFDM). ويقسّم جهاز تشكيل تعدد الإرسال OFDM عرض نطاق القناة إلى مجموعة من القنوات الفرعية المتوازية.

12.3 صنف السلك: هو واحد من أصناف الأسلاك ذات الخصائص العامة نفسها: الكبلات المحورية وأسلاك الإمداد بالطاقة الكهربائية في المنازل وأسلاك خطوط الهاتف والكبلات من الفئة 5.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تستخدم هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

BB النطاق الأساسي *(BaseBand)*

CB النطاق الأساسي للكبل المحوري *(Coax Baseband)*

CRF التردد الراديوي للكبل المحوري *(Coax Radio Frequency)*

DM الميدان الرئيسي *(Domain Master)*

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

OFDM تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد *(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)*

PB النطاق الأساسي لأسلاك الإمداد بالطاقة *(Power-line Baseband)*

PHY الطبقة المادية *(Physical layer)*

PSD الكثافة الطيفية للقدرة *(Power Spectral Density)*

PSCD سقف الكثافة الطيفية للقدرة *(PSD Ceiling)*

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

RF تردد راديوي *(Radio Frequency)*

RPM قناع *PSDM* إقليمي *(Regional PSDM Mask)*

SM قناع الموجة الحاملة *(Sub-carrier Mask)*

5 قناع PSD للإرسال

يُحدّد قناع PSD للإرسال (TxPSD) بواسطة قناع موجة حاملة فرعية (SM)، وقناع تشكيل PSD (PSM)، ونطاقات راديوية دولية ثلمية خاصة بالهواة محددة في هذه الفقرة، وقناع الحدود PSD (LPM) المحدد لكل وسط معين، وقناع PSD إقليمي (RPM) إذا حُدِّد في ملحق إقليمي (انظر [ITU-T G.9960]) ويُطبّق القناع TxPSD نفسه على جميع العقد الموجودة في الميدان.

بالنسبة للمرسل–المستقبل المحدد في ITU-T G.9960، ينبغي ألا تتجاوز أبداً الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) لإشارة الإرسال عند أي تردد قناع PSD للإرسال. وبالنسبة للمرسل–المستقبل المحدد في ITU-T G.9963، ينبغي ألا يتجاوز مجموع القدرات PSD لإشارتي الإرسال المرسلة من منافذ الإرسال عند أي تردد قناع الإرسال للكثافة الطيفية للقدرة. ويجوز أن تُقيّد كذلك كثافة PSD هذه الإشارة بسقف كثافة طيفية للقدرة (PSDC) يُطبق على العقد المعنية في توصيل محدد (الفقرة 4.5).

ويعين قناع الحدود للكثافة الطيفية للقدرة (LPM) (انظر الفقرات 2.1.6 و2.2.6 و2.3.6) الحد المطلق لإرسال الكثافة PSD. ولكن إذا حُدّد قناع PSD إقليمي (RPM) لمنطقة معينة، فإن الحد المطلق يجب أن يكون بأدنى سوية بين القناعين LPM وRPM عند أي تردد محدد. ويؤمن القناع SM والسقف PSDC والقناع PSM مزيداً من التخفيض والقولبة لقناع PSD للإرسال باستخدام الآليات الثلاث التالية: تعيين قناع الموجة الحاملة الفرعية (التثليم)، وتحديد سقف الكثافة PSD (تعيين حد عند سويتها)، وشكل الكثافة PSD.

ويتعين أن تدعم المرسلات والمستقبلات المحددة في ITU-T G.9960 وITU-T G.9963 تعيين قناع الموجة الحاملة الفرعية، وتثليم النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة، وتحديد سقف الكثافة PSD، أما دعم تحديد شكل هذه الكثافة فهو اختياري.

ويتعين أن يمتثل قناع PSD للإرسال للمتطلبات التنظيمية الوطنية والإقليمية.

ويُحدد القناع LPM على أساس الافتراض القائل بأن القياسات تُؤخذ باستخدام معدات مطابقة للمواصفات [b–IEC CISPR 16-1] باستعمال كاشف RMS يؤدي وظيفة "مهلة انتظار قصوى" ويستعمل عرض نطاق استبانة بمقدار 9 kHz للترددات الأدنى من 30 MHz وبمقدار 120 kHz للترددات الأعلى من تلك المذكورة. ولكي تكون المرسلات والمستقبلات المحددة في التوصية ITU-T G.9960 مطابقة للمواصفات [b–IEC CISPR 22] ومن ثم إجراء قياسات موثوقة، فإنها يجب أن تكون ناشطة في فترة زمنية لا تقل عن 10% وتحافظ على سوية قدرة الإرسال لمدة لا تقل عن 250 ms.

ملاحظة – علاوة على الآليات المبيّنة في هذه الفقرة التي تعين حدوداً مطلقة لقناع PSD للإرسال (سواء داخل النطاق أم خارجه)، فإن هذه التوصية تحدد آلية لتحديد سقف PSD تمكّن من تخفيض قدرة الإرسال دينامياً في كل توصيل محدد إلى القيمة الدنيا اللازمة لتحقيق أهداف نوعية الخدمة المعينة.

1.5 تعيين قناع الموجة الحاملة الفرعية

تُستعمل عملية تعيين قناع الموجة الحاملة الفرعية لإيقاف الإرسال عبر موجة واحدة أو أكثر من الموجات الحاملة الفرعية. ويُحدّد تعيين القناع المذكور بواسطة قناع موجة حاملة فرعية (SM) وتُضبط قدرة إرسال الموجات الحاملة الفرعية المحددة في القناع SM على قيمة صفر (مقياس خطي). ويجب أن يتجاهل القناع SM جميع التعليمات الأخرى ذات الصلة بقدرة إرسال الموجات الحاملة الفرعية.

ويُعرّف قناع SM على أنه عدد من نطاقات التردد المحددة الأقنعة. ويُحدّد كل نطاق بواسطة مؤشر بداية الموجة الحاملة الفرعية (x_L) ومؤشر نهايتها (x_H)، بوصفهما مؤشري $\{x_L, x_H\}$. ويمكن التعبير عن قناع SM يضم النطاقات S بالمعادلة التالية:

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

وتُوقَف عن التشغيل جميع الموجات الحاملة الفرعية الموجودة داخل النطاق، أي تلك التي تكون مؤشراتها أعلى من قيمة x_L أو مساوية لها وأدنى من قيمة x_H أو مساوية لها (تُرسل بقدرة صفرية).

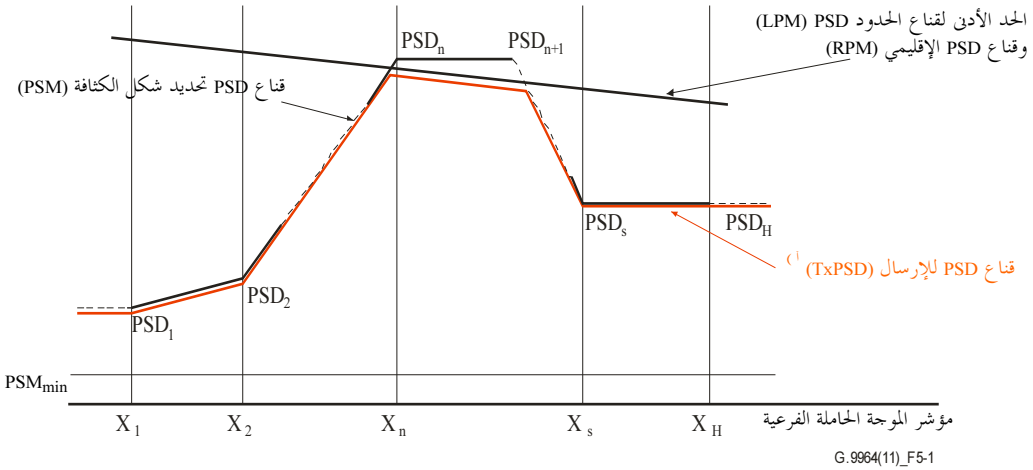
ولا تشكل الترددات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة (انظر الملحق D) جزءاً من القناع SM، ويجب أن تكون العقدة قادرة على إيقاف نطاق واحد أو أكثر من النطاقات الراديوية الخاصة بالهواة.

ملاحظة – الغرض من القناع SM هو دمج الموجات الحاملة الفرعية المحددة الأقنعة التي يحددها الملحق الإقليمي امتثالاً للوائح المحلية والموجات الحاملة الفرعية المحددة الأقنعة التي يحددها المستعمل أو مورد الخدمة تسهيلاً لممارسات النشر المحلية.

2.5 تحديد شكل الكثافة الطيفية للقدرة

يمكّن تحديد شكل الكثافة PSD من تخفيض مقدارها في بعض أجزاء الطيف، وخصوصاً فيما يتعلق بتحقيق توافق الطيف والتعايش مع تكنولوجيات الشبكات المترلية المغايرة. ويُحدد شكل الكثافة PSD بواسطة قناع التشكيل PSM.

يحدد قناع التشكيل PSM على أساس مدى التردد بين أدنى موجة حاملة فرعية X_1 وأعلى موجة حاملة فرعية X_H، ويتألف من مقطع ترددي واحد أو أكثر. وتُعرف حدود المقاطع بنقاط الانقطاع. ويمكن أن تكون الكثافة الطيفية للقدرة داخل كل مقطع إما ثابتة أو تشكل ميلاً خطياً بين نقاط PSD معينة (يعبر عنها بوحدة dBm/Hz) ويعبر عن التردد بمقياس خطي، الشكل 5-1.



[1] لا يبيّن الشكل قناع الموجة الحاملة الفرعية (SM).

الشكل 5-1 – بنية قناع PSD للإرسال

وتُحدّد كل نقطة من نقاط فصل القناع PSM بواسطة مؤشر موجة حاملة فرعية x_n وقيمة PSD_n في تلك الموجة الحاملة الفرعية ويُعبّر عنها بالصيغة $\{x_n, PSD_n\}$, dBm/Hz. ويتعين أن تنطبق أيضاً قيمة PSD_1 على الموجات الحاملة الفرعية ذات القيم الأقل من x_1، كما يتعين أن تنطبق قيمة PSD_H على الموجات الحاملة الفرعية ذات القيم الأكبر من x_H. ويمكن تمثيل القناع PSM بما يشمل مقاطع S بنقاط الفصل $(S+1)$ الواردة في المعادلة التالية:

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

ويتعين لأي عقدة تدعم تحديد شكل الكثافة PSD أن تدعم نقاط فصل يصل تعدادها إلى 32 PSM.

وتخضع شدة الانحدار القصوى لدرجات ميل القناع PSM لمزيد من البحث.

وإذا ضُبطت قيمة نقطة واحدة أو أكثر من نقاط القناع PSM على قيمة أعلى من القناع LPM أو قناع الإقليمي للكثافة الطيفية للقدرة (RPM)، فإن قيمة قناع PSD للإرسال يتعين أن تُضبط على النحو التالي: TxPSD = min(PSM, LPM, RPM). وتُضبط جميع قيم PSD_n لنقاط فصل القناع PSM على قيم أعلى من المقدار PSM_{min}، على ألا تتجاوز قيمة PSM_{min} القيمة 30 dB تحت ذروة قناع تحديد شكل الكثافة PSD.

ملاحظة – لا تربط نقاط فصل القناع PSM أية صلة بنقاط فصل القناع SM؛ ويتجاهل دوماً القناع SM والنطاقات الراديوية الدولية الثلمية الخاصة بالهواة القناع PSM إذا ما حُدِّد عبر المؤشرات نفسها.

3.5 تثليم النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة

إذا حُدِّد قناع لنطاق راديوي خاص بالهواة، يتعين أن يُوقف تشغيل الموجات الحاملة الفرعية ذات الترددات $(F_{AL} - F_{SC}) \le f \le (F_{HL} + F_{SC})$، حيث F_{AL} وF_{HL} هما الترددان المنخفض والعالي للنطاق المذكور، على النحو المبين في الملحق D (إرسال بقدرة صفرية). وبالإضافة إلى ذلك، يتعين في أي عقدة عاملة عبر سلك خط هاتفي أو سلك إمداد بالطاقة أن تكون قيمة PSD للإشارة المرسلة في جميع النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة والمحددة الأقنعة في ميدان معين بمقدار 85– dBm/Hz أو أدنى من ذلك.

ويندرج أمر الميول PSD التي تشكل إحدى الثلمات ضمن نطاق السلطة التقديرية للجهة البائعة.

4.5 سقف الكثافة الطيفية للقدرة (PSD)

يحدد السقف PSD (PSDC) سوية PSD المستعملة لفرض حد ما (أي وظيفة تعيين السقف) عبر إشارة الإرسال، وهذا السقف مستقل عن التردد، ويُعبّر عنه بقيمة وحيدة بالوحدة dBm/Hz. وتتراوح قيم السقف PSDC السارية المفعول بين 50– dBm/Hz و100– dBm/Hz في خطوات بمقدار 2 dB.

ويُدعم السقف PSDC بجميع المرسلات والمستقبلات المحددة في ITU-T G.9960.

5.5 تثليم نطاقات خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2).

يتعين لأي عقدة عاملة عبر سلك خط هاتفي أو كبلات محورية أو خطوط سلكية للإمداد بالطاقة أن تكون قادرة على خفض كثافة PSD الإشارة المرسلة في نطاق واحد أو أكثر من نطاقات تردد خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2) إلى سويات مناسبة تحقيقاً لموثوقية إرسال إشارات خط المشترك VDSL2 على النحو المحدد في الملحق E.

6 مواصفات محتوى الطيف المرهونة بالوسط

1.6 مواصفات محتوى طيف أسلاك الخطوط الهاتفية

1.1.6 معلمات التحكم

يبيّن الجدول 6-1 المعلمات السارية المفعول للتحكم في تعدد الإرسال OFDM لمختلف خطط النطاق المحددة في أسلاك الخطوط الهاتفية. وتحدد المعلمات في [ITU-T G.9960].

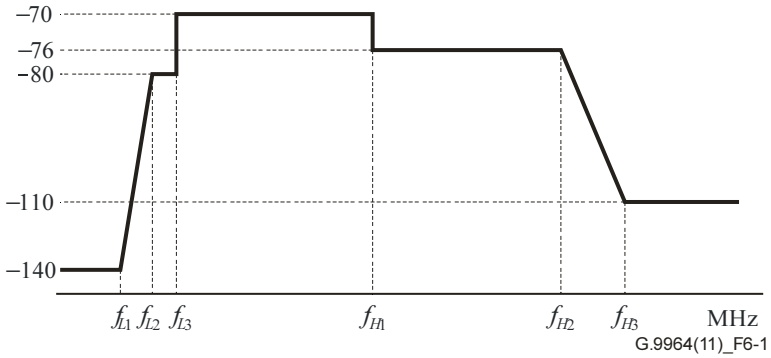
الجدول 6-1 – معلمات التحكم في تعدد الإرسال OFDM لأسلاك الخطوط الهاتفية

نمط الميدان	النطاق الأساسي لأسلاك الخطوط الهاتفية	
اسم خطة النطاق	TB−MHz 50	TB−MHz 100
المعلمات	(الملاحظة 2)	(الملاحظة 3)
N	1024	2048
F_{SC}	kHz 48,828125	kHz 48,828125
N_{GI}	$N/32 \times k$ for k = 1,…,8 samples @ 50 Msamples/s	$N/32 \times k$ for k = 1,…,8 samples @ 100 Msamples/s
N_{GI-HD}	$N/4$ = 256 samples @ 50 Msamples/s	$N/4$ = 512 samples @ 100 Msamples/s
N_{GI-DF}	$N/4$ = 256 samples @ 50 Msamples/s	$N/4$ = 512 samples @ 100 Msamples/s
β	$N/32$ = 32 samples @ 50 Msamples/s	$N/32$ = 64 samples @ 100 Msamples/s
F_{US}	MHz 25	MHz 50
F_{UC}	MHz 0	MHz 0
قاعدة تحديد مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية (الملاحظة 1)	القاعدة رقم 1	القاعدة رقم 1

الملاحظة 1 – انظر الفقرة 1.4.1.7 من [ITU-T G.9960] لمزيد من التفاصيل عن قواعد تحديد مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.
الملاحظة 2 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين 0 و50 MHz.
الملاحظة 3 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين 0 و100 MHz.

2.1.6 مواصفات القناع PSD عبر أسلاك الخطوط الهاتفية

يبيّن الشكل 6-1 قناع حدود الكثافة الطيفية للقدرة (LPM) لأغراض التشغيل عبر أسلاك الخطوط الهاتفية (خطتا النطاق TB-50MHz وTB-100MHz)، بينما يبيّن الجدولان 6-2 و6-3 قيم تردداته (f_L-f_H).



الشكل 6-1 – قناع الحدود PSD للإرسال عبر أسلاك الخطوط الهاتفية
(لا يبيّن الشكل ثلمات نطاقات الهواة الراديوية)

ويبيّن الجدولان 6-2 و6-3 على التوالي قيم معلمات طيف ترددات خطتي النطاق TB-MHz 50 وTB-MHz 100. ويُحصل بفضل الاستكمال الخطي على قيم النقاط الوسيطة التي تتخلل تلك المحددة في الشكل 6-1 (بوحدة dB على مقياس خطي للتردد).

الجدول 6-2 – معلمات قناع الحدود PSD لخطة النطاق TB-MHz50

المعلمات	التردد **(MHz)**	**PSD (dBm/Hz)**	الملاحظة/الوصف
f_{L1}	1,7	140–	توفر الحماية لخط المشترك الرقمي اللا تناظري (ADSL) غير المقسم
f_{L2}	3,5	80–	تتطابق مع نطاق الهواة الراديوي
f_{L3}	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	70–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	70–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
f_{H1}	30	76–	
f_{H2}	50		
f_{H3}	60	110–	
الملاحظة – لا تُستعمل في الإرسال جميع الموجات الحاملة الفرعية التي تتجاوز قيمتها $f_{H2} - \Delta F$ (سواء كان الإرسال لبيانات أو لأي معلومات مساعدة).			

الجدول 6-3 – معلمات قناع الحدود PSD لخطة النطاق TB-MHz100

المعلمات	التردد **(MHz)**	**PSD (dBm/Hz)**	الملاحظة/الوصف
f_{L1}	1,7	140–	توفر الحماية لخط المشترك الرقمي اللاتناظري (ADSL) غير المقسم
f_{L2}	3,5	80–	تتزامن مع نطاق الهواة الراديوي
f_{L3}	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	70–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	70–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
f_{H1}	30	76–	
f_{H2}	100		
f_{H3}	120	110–	
الملاحظة – لا تُستعمل في الإرسال الموجات الحاملة الفرعية التي تتجاوز قيمتها $f_{H2} - \Delta F$ (سواء كان الإرسال لبيانات أو لأي معلومات مساعدة).			

الملاحظة 1 – عند استعمال عملية إضافية لتحديد شكل الطيف على النحو الموضح في البند 2.5 (لأسباب من قبيل تأمين توافق الطيف أو الامتثال لحدود قدرة نطاق عريض أو لغيرها من الأسباب)، يمكن خفض أجزاء عديدة من القناع PSD هذا عن طريق إيقاف تشغيل الموجات الحاملة الفرعية أو خفض قدرة إرسالها. ويجوز تطبيق ثلمات تردد إضافية إن لزم الأمر.

الملاحظة 2 – يُنشر عادة خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2) باستعمال مقسم خدمة (لا تشجع [b-ITU-T G.993.2] على استعمال تركيبات خط المشترك VDSL2 غير المقسم). ويمكّن هذا الأمر من استعمال الطيف المحدّد في ITU-T G.9960 بقيمة أدنى من f_{L3}. وفي حال استعمال خط المشترك VDSL2 غير المقسم، تُرفع قيمة التردد المنخفض للطيف المحدد في ITU-T G.9960، وتُضبط على قيمة أعلى من قيمة الموجة الحاملة الفرعية العليا في اتجاه المقصد لخط المشترك VDSL2.

انظر البند 1.2.7 من [ITU-T G.9960] للاطلاع على مزيد من مواصفات الطبقة المادية للتشغيل عبر أسلاك الخطوط الهاتفية.

3.1.6 موجات حاملة فرعية ذات أقنعة دائمة

تُحدَّد أقنعة دائمة للموجات الحاملة الفرعية أرقام 0-72 (بالكامل) عبر أسلاك الخطوط الهاتفية، ولا تُستعمل في الإرسال (سواء لبيانات أو لأي معلومات مساعدة).

2.6 مواصفات محتوى طيف أسلاك الإمداد بالطاقة

1.2.6 معلمات التحكم

يبيّن الجدول 6-4 المعلمات السارية المفعول للتحكم في تعدد الإرسال OFDM لمختلف خطط النطاق المحددة في أسلاك الإمداد بالطاقة. وتحدد المعلمات في [ITU-T G.9960].

الجدول 6-4 – معلمات التحكم في تعدد الإرسال OFDM من أجل أسلاك الإمداد بالطاقة

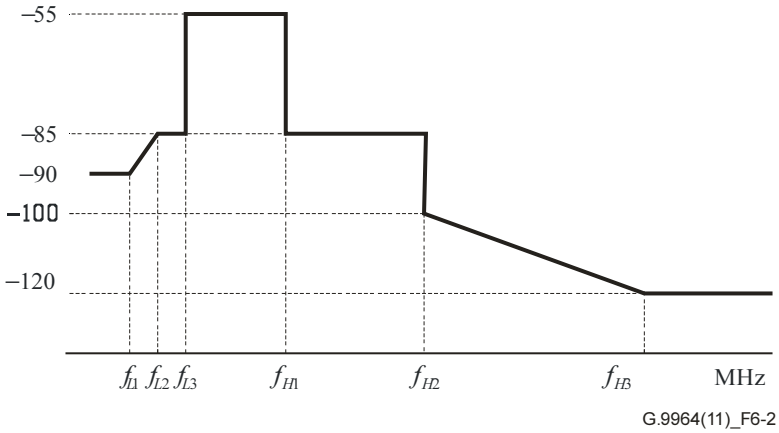
نمط الميدان	**النطاق الأساسي لأسلاك الإمداد بالطاقة**		
اسم خطة النطاق	**PB – MHz 25** (**الملاحظة 3**)	**PB – MHz 50** (**الملاحظة 3**)	**PB – MHz 100** (**الملاحظة 3**)
المعلمات			
N	1024	2048	4096
F_{SC}	kHz 24,4140625	kHz 24,4140625	kHz 24,4140625
N_{GI}	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 25 Msamples/s	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 50 Msamples/s	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 100 Msamples/s
N_{GI-HD}	$N/4$ = 256 samples @ 25 Msamples/s	$N/4$ = 512 samples @ 50 Msamples/s	$N/4$ = 1024 samples @ 100 Msamples/s
N_{GI-DF}	$N/4$ = 256 samples @ 25 Msamples/s	$N/4$ = 512 samples @ 50 Msamples/s	$N/4$ = 1024 samples @ 100 Msamples/s
β	$N/8$ = 128 samples @ 25 Msamples/s	$N/8$ = 256 samples @ 50 Msamples/s	$N/8$ = 512 samples @ 100 Msamples/s
F_{US}	MHz 12,5	MHz 25	MHz 50
F_{UC}	MHz 0	MHz 0	MHz 0
قاعدة تحديد مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية (الملاحظة 1)	القاعدة رقم 1	القاعدة رقم 1	القاعدة رقم 1

الملاحظة 1 – انظر الفقرة 1.4.1.7 لمزيد من التفاصيل عن قواعد تحديد مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.
الملاحظة 2 – قد تستعمل عقد عاملة في ميدان واحد ذي نطاق أساسي لأسلاك الإمداد بالطاقة خطط النطاقات 25 MHz و50 MHz و100 MHz.
الملاحظة 3 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين 0 و$2 \times F_{US}$ MHz.

2.2.6 مواصفات القناع PSD عبر أسلاك الإمداد بالطاقة

يبيّن الشكل 6-2 أقنعة الحدود للنطاق الأساسي PSD لأغراض التشغيل عبر أسلاك الإمداد بالطاقة بالنسبة لخطط النطاقات PB-MHz 25 وPB-MHz 50 وPB-MHz 100 مع قيم الترددات f_L-f_H المبيّنة في الجدول 6-5.

الملاحظة 1 – يمكن تحديد سويات PSD كذلك بواسطة المتطلبات التنظيمية للتوافق الكهرومغنطيسي.



الشكل 6-2 – أقنعة الحدود PSD للإرسال في النطاق الأساسي عبر أسلاك الإمداد بالطاقة في خطط النطاقات PB-MHz 25 وPB-MHz 50 وPB-MHz 100 (لا يبيّن الشكل ثلمات نطاقات الهواة الراديوية)

ويبيّن الجدول 6-5 قيم معلمات طيف ترددات خطط النطاقات PB–MHz 25 وPB–MHz 50 وPB–MHz 100. ويُتحصل بفضل الاستكمال الخطي على قيم النقاط الوسيطة التي تتخلل تلك المحددة في الشكل 6–2 (بوحدة dB على مقياس خطي للترددات).

الجدول 6-5 – معلمات قناع الحدود PSD من أجل خطط النطاقات PB-MHz 25 وPB-MHz 50 وPB-MHz 100

المعلمات	التردد (MHz)	PSD (dBm/Hz)	الملاحظة/الوصف
f_{L1}	1,1	90–	يؤدي التخفيض الإضافي لأقل من 1,1 MHz إلى تقليل اللغط في خط المشترك الرقمي اللاتناظري (ADSL)
f_{L2}	1,8	85–	تتطابق مع نطاق الهواة الراديوي
f_{L3}	2,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$2,0 + \Delta F$	55–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	55–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
f_{H1}	30	85–	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
$f_{H2} - \Delta F$	$100 - \Delta F$		
f_{H2}	100	100–	
f_{H3}	250	120–	
الملاحظة – لا تُستعمل في الإرسال الموجات الحاملة الفرعية التي تتجاوز قيمتها $f_{H2} - \Delta F$ (سواء كان الإرسال لبيانات أو لأي معلومات مساعدة).			

الملاحظة 2 – إذا استعملت عملية إضافية لتحديد شكل الطيف على النحو الموضح في الفقرة 2.5 (لأسباب من قبيل تأمين توافق الطيف مع خط المشترك VDSL2 أو الامتثال لحدود نطاق عريض)، يمكن خفض أجزاء عديدة من القناع PSD هذا عن طريق إيقاف تشغيل الموجات الحاملة الفرعية أو خفض قدرة إرسالها. ويجوز تطبيق ثلمات تردد إضافية إن لزم الأمر.

وتُحدَّد أقنعة للموجات الحاملة الفرعية ذات الترددات $(80\ \text{MHz} - F_{SC}) \le f \le (100\ \text{MHz} + F_{SC})$ (تُرسل بقدرة صفرية) عبر القناع SM، ما لم تسمح اللوائح الإقليمية باستعمال هذا النطاق.

انظر الفقرة 2.2.7 من [ITU-T G.9960] للاطلاع على مزيد من مواصفات الطبقة المادية للتشغيل عبر أسلاك الإمداد بالطاقة.

3.2.6 الموجات الحاملة الفرعية ذات الأقنعة الدائمة

تُحدَّد في عمليات إرسال النطاق الأساسي أقنعة دائمة للموجات الحاملة الفرعية أرقام 0-74 (بالكامل) عبر أسلاك الإمداد بالطاقة، ولا تُستعمل في الإرسال (سواء لبيانات أو لأي معلومات مساعدة).

3.6 مواصفات محتوى طيف الكبلات المحورية

1.3.6 معلمات التحكم

يبيّن الجدول 6-6 المعلمات السارية المفعول للتحكم في تعدد الإرسال OFDM لمختلف خطط النطاقات المحددة في الكبلات المحورية. وتحدد المعلمات في [ITU-T G.9960].

الجدول 6-6 – معلمات التحكم في تعدد الإرسال OFDM من أجل الكبلات المحورية

نمط الميدان	النطاق الأساسي للكبلات المحورية		التردد الراديوي للكبلات المحورية	
اسم خطة النطاق	CB-MHz 50 (الملاحظة 4)	CB-MHz 100 (الملاحظة 5)	CRF-MHz 50 (الملاحظة 6)	CRF-MHz 100 (الملاحظة 7)
المعلمات				
N	256	512	256	512
F_{SC}	kHz 195,3125	kHz 195,3125	kHz 195,3125	kHz 195,3125
N_{GI}	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 50 Msamples/s	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 100 Msamples/s	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 50 Msamples/s	$N/32 \times k$ for $k = 1,\ldots,8$ samples @ 100 Msamples/s
$N_{GI\text{-}HD}$	$N/4 = 64$ samples @ 50 Msamples/s	$N/4 = 128$ samples @ 100 Msamples/s	$N/4 = 64$ samples @ 50 Msamples/s	$N/4 = 128$ samples @ 100 Msamples/s
$N_{GI\text{-}DF}$	$N/4 = 64$ samples @ 50 Msamples/s	$N/4 = 128$ samples @ 100 Msamples/s	$N/4 = 64$ samples @ 50 Msamples/s	$N/4 = 128$ samples @ 100 Msamples/s
β	$N/32 = 8$ samples @ 50 Msamples/s	$N/32 = 16$ samples @ 100 Msamples/s	$N/32 = 8$ samples @ 50 Msamples/s	$N/32 = 16$ samples @ 100 Msamples/s
F_{US}	MHz 25	MHz 50	MHz 25	MHz 50
F_{UC}	MHz 0	MHz 0	X (الملاحظة 3)	Y (الملاحظة 3)
قاعدة تحديد مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية (الملاحظة 1)	القاعدة رقم 1	القاعدة رقم 1	Rule #1 if $X = Y$, or rule #2 if $X + 25$ MHz $= Y + 50$ MHz (الملاحظة 8)	Rule #1 if $X = Y$, or rule #2 if $X + 25$ MHz $= Y + 50$ MHz (الملاحظة 8)

الملاحظة 1 – انظر الفقرة 1.4.1.7 لمزيد من التفاصيل عن قواعد تحديد مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية.

الملاحظة 2 – قد تستعمل عقد عاملة في الميدان نفسه للنطاق الأساسي للكبلات المحورية خطتي النطاقين 50 MHz و100 MHz اللتين ينطبق عليهما المبدأ ذاته المحدد لميدان التردد الراديوي للكبلات المحورية.

الملاحظة 3 – تُختار قيم FUC من المجموعة السارية المفعول المحددة في الجدول 7-65 من [ITU-T G.9960]، وقد تخضع لقواعد إقليمية بشأن إدارة الطيف (انظر الملاحق الإقليمية).

الملاحظة 4 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين 0 و50 MHz.

الملاحظة 5 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين 0 و100 MHz.

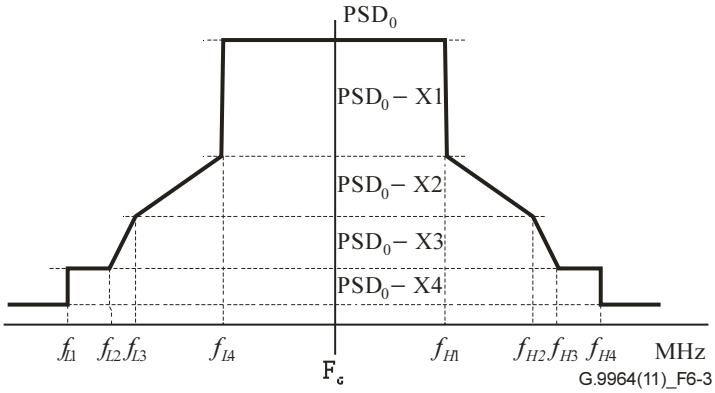
الملاحظة 6 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين X MHz و$(X + 50)$ MHz.

الملاحظة 7 – يتراوح مدى ترددات الموجات الحاملة الفرعية بين Y MHz و$(Y + 100)$ MHz.

الملاحظة 8 – يبيّن كل ملحق من الملاحق الإقليمية القاعدة الخاصة بتحديد المؤشرات.

2.3.6 مواصفات القناع PSD عبر الكبلات المحورية

يبيّن الشكل 6-3 قناع الحدود PSD لأغراض التشغيل عبر الكبلات المحورية، بينما يبيّن الترددات الجدول 6-7 (خطة النطاق CRF-MHz 50) والجدول 6-8 (خطة النطاق CRF-MHz 100) حيث عرض النطاق $BW = f_{H1} - f_{L3}$.



الشكل 6-3 – قناع الحدود PSD لقناة وحيدة للإرسال بتردد راديوي عبر كبلات محورية

ويبيّن الجدولان 6-7 و6-8 القيم المقترحة لمعلمات طيف تردد الكبلات المحورية، ومن المفترض أن يستعمل الاستكمال الخطي للحصول على قيم النقاط الوسيطة التي تتخلل تلك المحددة في الشكل 6-3 (بوحدة dB على مقياس الترددات الخطية).

الجدول 6-7 – معلمات قناع الحدود PSD عبر التردد الراديوي للكبلات المحورية في خطة النطاق CRF-MHz 50

المعلمات	التردد (MHz)	PSD (dBm/Hz) (الملاحظة 1)	الملاحظة/الوصف
$F_C - f_{L1}$	75	$PSD_0 - 50$	
$F_C - f_{L2}$	50	$PSD_0 - 45$	
$F_C - f_{L3}$	35	$PSD_0 - 40$	
$F_C - f_{L4}$	25	$PSD_0 - 20$	
	$f_{L4} + \Delta F$	PSD_0	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
F_C	M * 25MHz	PSD_0	
	$f_{H1} - \Delta F$	PSD_0	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
$f_{H1} - F_C$	25	$PSD_0 - 20$	
$f_{H2} - F_C$	35	$PSD_0 - 40$	
$f_{H3} - F_C$	50	$PSD_0 - 45$	
$f_{H4} - F_C$	75	$PSD_0 - 50$	

الملاحظة 1 – PSD_0 = –68 dBm/Hz

الملاحظة 2 – لا تُستعمل في الإرسال الموجات الحاملة الفرعية التي تقل قيمتها عن $f_{L4} + \Delta F$ وتزيد قيمتها على $f_{H1} - \Delta F$ (سواء كان لإرسال بيانات أو لأي معلومات مساعدة).

الجدول 6-8 – معلمات قناع حدود PSD عبر التردد الراديوي للكبلات المحورية في خطة النطاق CRF-MHz 100

المعلمات	التردد (MHz)	PSD (dBm/Hz) (الملاحظة 1)	الملاحظة/الوصف
$F_C - f_{L1}$	150	$PSD_0 - 50$	
$F_C - f_{L2}$	100	$PSD_0 - 45$	
$F_C - f_{L3}$	70	$PSD_0 - 40$	
$F_C - f_{L4}$	50	$PSD_0 - 20$	
	$f_{L4} + \Delta F$	PSD_0	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
F_C	$M \times 25$ MHz	PSD_0	
	$f_{H1} - \Delta F$	PSD_0	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
$f_{H1} - F_C$	50	$PSD_0 - 20$	
$f_{H2} - F_C$	70	$PSD_0 - 40$	
$f_{H3} - F_C$	100	$PSD_0 - 45$	
$f_{H4} - F_C$	150	$PSD_0 - 50$	
الملاحظة 1 – PSD_0 = –68 dBm/Hz **الملاحظة 2** – لا تُستعمل في الإرسال الموجات الحاملة الفرعية التي تقل قيمتها عن $f_{L4} + \Delta F$ وتزيد قيمتها على $f_{H1} - \Delta F$ (سواء كان لإرسال بيانات أو لأي معلومات مساعدة).			

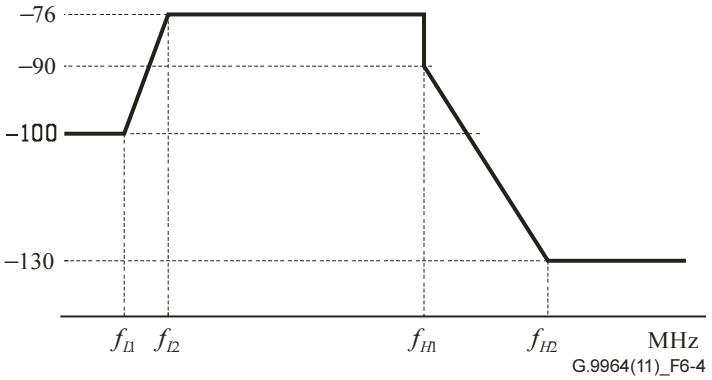
الملاحظة 1 – عند استعمال وسيلة إضافية لتحديد شكل الطيف على النحو المبيّن في الفقرة 2.5، يمكن خفض قناع PSD للإرسال في الأجزاء ذات الصلة من هذا الطيف عن طريق إيقاف تشغيل الموجات الحاملة الفرعية أو خفض قدرة إرسالها.

الملاحظة 2 – ينبغي في الحالات التي تُحدد فيها أكثر من قناة واحدة عبر الكبل المحوري نفسه أن تُضبط فواصل مناسبة بين الترددات المركزية للقنوات من أجل حساب قيم القناع PSD خارج النطاق المبيّنة في الجدولين 6-7 و6-8 أعلاه.

الملاحظة 3 – من المفترض أن تكون الإشارات الهامشية خارج النطاق عند خرج أي عقدة عاملة عبر كبل محوري بأسلوب الترددات الراديوية مستوفية لقناع الحدود PSD المعيّن في الجدولين 6-7 و6-8 أعلاه. ويحتاج تحديد حد القدرة الإجمالية للإشارات الهامشية خارج النطاق لمزيد من البحث. كما تحتاج متطلبات الإشارات الهامشية داخل النطاق لدراسة أعمق.

الملاحظة 4 – تحتاج مواصفات نطاقات الحراسة لمزيد من الدراسة.

ويبيّن الشكل 6-4 قناع الحدود PSD لأغراض التشغيل عبر الكبلات المحورية في النطاق الأساسي (خطتا النطاق CB-MHz 50 وCB-MHz 100)، بينما يعرض الجدول 6-9 ترددات القناع PSD وسوياته (خطة النطاق CB-MHz 50) والجدول 6-10 (خطة النطاق CB-MHz 100) حيث عرض النطاق $BW = f_{H1} - f_{L2}$.



الشكل 6-4 – قناع الحدود PSD للكبلات المحورية في النطاق الأساسي

وباستعمال الاستكمال الخطي يتم الحصول على قيم النقاط الوسيطة التي تتخلل تلك المحددة في الشكل 6-4 (بوحدة dB على مقياس خطي للترددات).

الجدول 6-9 – معلمات قناع الحدود PSD عبر الكبلات المحورية في خطة النطاق CB-MHz 50

المعلمات	التردد (MHz)	PSD (dBm/Hz)	الملاحظة/الوصف
f_{L1}	1	100−	
f_{L2}	5	76−	
$f_{H1} - \Delta F$	$50 - \Delta F$	76−	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
f_{H1}	50	90−	
f_{H2}	70	130−	
الملاحظة – لا تُستعمل في الإرسال الموجات الحاملة الفرعية التي تزيد قيمتها على $\Delta F - f_{H1}$ (سواء كان لإرسال بيانات أو لأي معلومات مساعدة).			

الجدول 6-10 – معلمات قناع الحدود PSD عبر الكبلات المحورية في خطة النطاق CB-MHz 100

المعلمات	التردد (MHz)	PSD (dBm/Hz)	الملاحظة/الوصف
f_{L1}	1	100−	
f_{L2}	5	76−	
$f_{H1} - \Delta F$	$100 - \Delta F$	76−	ΔF قيمة موجبة صغيرة اعتباطية
f_{H1}	100	90−	
f_{H2}	140	130−	
الملاحظة – لا تُستعمل في الإرسال الموجات الحاملة الفرعية التي تزيد قيمتها على $\Delta F - f_{H1}$ (سواء كان لإرسال بيانات أو لأي معلومات مساعدة).			

الملاحظة 5 – إذا استعملت وسيلة إضافية لتحديد شكل الطيف على النحو الموضح في الفقرة 2.5، يمكن خفض قناع PSD للإرسال في الأجزاء ذات الصلة من هذا الطيف عن طريق إيقاف تشغيل الموجات الحاملة الفرعية أو خفض قدرة إرسالها.

انظر الفقرة 3.2.7 من [ITU-T G.9960] للاطلاع على مزيد من مواصفات الطبقة المادية للتشغيل عبر الكبلات المحورية.

3.3.6 الموجات الحاملة الفرعية ذات الأقنعة الدائمة

تُحدَّد في عمليات إرسال النطاق الأساسي أقنعة دائمة للموجات الحاملة الفرعية أرقام 0-10 (بالكامل) للإرسال عبر الكبلات المحورية، ولا تُستعمل في الإرسال (سواء لبيانات أو لأي معلومات مساعدة).

4.3.6 التعايش عبر الكبلات المحورية

تستعمل العقد العاملة عبر الكبلات المحورية قدرات وإجراءات محددة للكشف والرشاقة الترددية تلافياً لحصول تداخل مع الشبكات المنزلية المغايرة وغيرها من الخدمات (كخدمات الاتصالات والإذاعة) العاملة عبر مجموعة الكبلات المحورية نفسها. وسيورد إصدار مقبل من هذه التوصية تفاصيل هذه القدرات والإجراءات.

4.6 معاوقة الانتهائية

يبيّن الجدول 6-11 القيم الاسمية لمعاوقة (حمل) الانتهائية لمختلف أنواع الوسائط. وتُستعمل معاوقة الانتهائية القياسية لأغراض قياس القناع PSD وإجمالي قدرة الإرسال.

الجدول 6-11 – معاوقة الانتهائية القياسية

الوسط	معاوقة الانتهائية
سلك إمداد بالطاقة في النطاق الأساسي	Ohm 100
سلك خط هاتفي	Ohm 100
كبل محوري في النطاق الأساسي	Ohm 75
كبل محوري في التردد الراديوي	Ohm 75

5.6 قدرة الإرسال الإجمالية

يتعين ألا تتجاوز قدرة الإرسال الإجمالية للمرسلات والمستقبلات المنتهية بمعاوقة انتهائية قياسية (انظر الفقرة 4.6) القيم المبيّنة في الجدول 6-12.

الجدول 6-12 – حدود قدرة الإرسال الإجمالية

الوسط	خطة النطاق	حدود القدرة TX (dBm)	مدى تردد القياس (MHz)
سلك إمداد بالطاقة في النطاق الأساسي	PB–MHz 50	20+	100–0,005
	PB–MHz 100	20+	150–0,005
سلك خط هاتفي	TB–MHz 50	3+	100–0,005
	TB–MHz 100	4,5+	150–0,005
كبل محوري في النطاق الأساسي	CB–MHz 50	1–	100–0,005
	CB–MHz 100	2+	150–0,005
كبل محوري في التردد الراديوي	RF–MHz 50	5+	$(100+F_{UC}) - (100-F_{UC})$
	RF–MHz 100	8+	$(150+F_{UC}) - (150-F_{UC})$

6.6 معاوقة دخل المستقبل

يبدي جهاز يُشغّل عبر وسط سلك إمداد بالطاقة ولا يكون في حالة إرسال معاوقة قدرها 40 Ohm كحد أدنى في نطاق يتراوح بين 1,8 MHz و50 MHz تُقاس بين طرفي نهاية السلك (الطور) والطرف المحايد. ويبدي هذا الجهاز معاوقة قدرها 20 Ohm كحد أدنى في المديين من 100 kHz إلى 1,8 MHz ومن 50 MHz إلى 100 MHz.

الملحق A

(تُرِك هذا الملحق خالياً عن عمد)

الملحق B

(تُرِك هذا الملحق خالياً عن عمد)

الملحق C

(تُرِك هذا الملحق خالياً عن عمد)

الملحق D

النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة

(هذا الملحق جزء لا يتجزأ من هذه التوصية)

الجدول 1.D – النطاقات الراديوية الدولية الخاصة بالهواة في مدى الترددات 0-100 MHz

بدء النطاق (kHz)	نهاية النطاق (kHz)	SC_{START} (الملاحظة 1)	SC_{END} (الملاحظة 1)	SC_{START} (الملاحظة 2)	SC_{END} (الملاحظة 2)
1 800	2 000	73	82	36	41
3 500	4 000	143	164	71	82
7 000	7 300	286	300	143	150
10 100	10 150	413	416	206	208
14 000	14 350	573	588	286	294
18 068	18 168	740	745	370	373
21 000	21 450	860	879	430	440
24 890	24 990	1 019	1 024	509	512
28 000	29 700	1 146	1 217	573	609
50 000	54 000	2 047	2 212	1 023	1 106

الملاحظة 1 – مؤشر الموجة الحاملة الفرعية محدد على أساس مسافات مباعدة بين الموجات بمقدار 24,4140625 kHz (جميع خطط نطاقات أسلاك الإمداد بالطاقة).

الملاحظة 2 – مؤشر الموجة الحاملة الفرعية محدد على أساس مسافات مباعدة بين الموجات بمقدار 48,828125 kHz (جميع خطط نطاقات أسلاك الإمداد بالطاقة)، حيث يشير التعبيران SCSTART وSCEND إلى مؤشري تشغيل وإيقاف الموجات الحاملة المحددة الأقنعة على التوالي، إذا كانت النطاقات المقابلة لها محددة الأقنعة أيضاً.

الملحق E

تأثير ITU-T G.9960 على خدمة خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2)

(هذا الملحق جزء لا يتجزأ من هذه التوصية)

يحدد هذا الملحق وسيلة للحد من تأثير [ITU-T G.9960] على خدمة خط المشترك الرقمي 2 فائق السرعة (VDSL2). وتختلف هذه الوسيلة باختلاف نوع الوسط وتبعاً لما إذا كانت الخدمة تتشارك في الأسلاك نفسها مع خط المشترك VDSL2 أو إذا كان يجري تسييرها بالجوار. ونطاقات التردد الفعلية لخط المشترك VDSL2 التي تحدث فيها ITU-T G.9960 تأثيرها وتكون تخفيضات PSD المقابلة لها محددة إقليمياً هي الأخرى، ويمكن تشكيلها بواسطة نظام لإدارة الميادين يُشغل عن بعد أو محلياً باستعمال معلمات التشكيل المحددة في هذا الملحق. وتحتاج تفاصيل هذا الأمر لمزيد من الدراسة.

التذييل I

نطاقات التردد الراديوي الإضافية

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

يقدم هذا التذييل نطاقات التردد الراديوية الإضافية حيث يكون تخفيض الكثافة الطيفية للقدرة مطلوباً بمجوب القواعد التنظيمية الوطنية.

الجدول I.1 – نطاقات الإذاعة الدولية

بدء النطاق (kHz)	نهاية النطاق (kHz)
2 300	2 498
3 200	3 400
3 900	4 000
4 750	5 060
5 900	6 200
7 200	7 450
9 400	9 900
11 600	12 100
13 570	13 870
15 100	15 800
17 480	17 900
18 900	19 020
21 450	21 850
25 670	26 100

الجدول I.2 – نطاقات الخدمة المتنقلة للطيران

بدء النطاق (kHz)	نهاية النطاق (kHz)
2 850	3 150
3 400	3 500
3 800	3 950
4 650	4 850
5 450	5 730
6 525	6 765
8 815	9 040
10 005	10 100
11 175	11 400
13 200	13 360
15 010	15 100
17 900	18 030
21 924	22 000
23 200	23 350

الجدول I.3 – نطاقات علم الفلك الراديوي

بدء النطاق (kHz)	نهاية النطاق (kHz)
13 360	13 410
25 550	25 670

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G.993.2] Recommendation ITU-T G.993.2 (2006), *Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2)*.

[b-IEC CISPR 16-1] IEC CISPR 16-1:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*.

[b-IEC CISPR 22] IEC CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة D المبادئ العامة للتعريفة

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 (ISDN)

السلسلة J الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط

السلسلة K الحماية من التداخلات

السلسلة L بناء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وإنشاؤها وحمايتها

السلسلة M إدارة الاتصالات، بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات

السلسلة N صيانة الدارات الإذاعية الدولية لإرسال البرامج الصوتية والتلفزيونية

السلسلة O مواصفات أجهزة القياس

السلسلة P جودة الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية

السلسلة Q التبديل والتشوير

السلسلة R التراسل الإبراقي

السلسلة S التجهيزات الانتهائية لخدمات الإبراق

السلسلة T تجهيزات مطرافية للخدمات التلماتية

السلسلة U التبديل الإبراقي

السلسلة V اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية

السلسلة X شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن

السلسلة Y البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

السلسلة Z اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طبعت في سويسرا
جنيف، 2012