

التوصية

ITU-T G.9901 (2017) Amd. 1 (04/2023)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
شبكات النفاذ - الشبكات داخل المنشآت

المرسلات المستقبلات في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط
الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد - مواصفة الكثافة
الطيفية للقدرة

التعديل 1

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات
أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

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

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

المرسلات المستقبلية في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد – مواصفة الكثافة الطيفية للقدرة

التعديل 1

ملخص

توصف التوصية ITU-T G.9901 فلتية الخرج المرسل في النطاق 9-535 kHz ومعلومات التحكم التي تحدد المحتوى الطيفي ومتطلبات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ومجموعة من الأدوات التي تدعم خفض الكثافة الطيفية للقدرة عند الإرسال ووسيلة لقياس هذه الكثافة لإرسالها عبر خطوط الإمداد بالقدرة الكهربائية، فضلاً عن قدرة الإرسال الإجمالية المسموح بها تجاه معاوقة محددة للانتهاية.

وتكمل التوصية ITU-T G.9901 مواصفات معمارية النظام والطبقة المادية (PHY) وطبقة وصلة البيانات (DLL) الواردة في التوصيات ITU-T G.9902 (G.hnem) وITU-T G.9903 (G3-PLC) وITU-T G.9904 (PRIME).

وتتضمن هذه الصيغة التعديلات التالية:

- تم توسيع حدود فلتية الخرج المحددة في خطة النطاق FCC-2 للتوصية ITU-T G.9902 إلى تكنولوجيا التوصية ITU-T G.9903 وبالتالي أدرجت في النص الرئيسي للتوصية. وقد تم إيلاء عناية خاصة إلى الإحالة قدر الإمكان إلى المعايير القائمة.
- توضيحات بشأن خاصية تقنيع النغمة في الملحق B.
- صحح التصويب 1 بعض الأخطاء بمعلومات التحكم CENELEC-B في الملحق B.
- ويتضمن التعديل 1 خطتي النطاق FCC الأدنى وFCC الأعلى في الملحق B.

التسلسل التاريخي*

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد
1.0	ITU-T G.9901	2012-11-20	15	11.1002/1000/11827
1.1	ITU-T G.9901 (2012) Amd. 1	2013-07-12	15	11.1002/1000/11895
2.0	ITU-T G.9901	2014-04-04	15	11.1002/1000/12089
3.0	ITU-T G.9901	2017-06-30	15	11.1002/1000/13171
3.1	ITU-T G.9901 (2017) Cor. 1	2022-11-13	15	11.1002/1000/15161
3.2	ITU-T G.9901 (2017) Amd. 1	2023-04-28	15	11.1002/1000/15245

مصطلحات أساسية

حدود البث بالإيصال، تكنولوجيا الاتصالات عبر خطوط الطاقة الكهربائية (G3-PLC)، الاتصالات ضيقة النطاق عبر خطوط الطاقة الكهربائية، الكثافة الطيفية للقدرة، تكنولوجيا PRIME.

* لنفاذ إلى توصية، يُرجى كتابة العنوان <https://handle.itu.int/> في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة الأمم المتحدة المتخصصة 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 والتعريف، 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 الكهروتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها. والتقييد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيئي والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقييد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقييد 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 التقييد 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 البراءات/حقوق تأليف البرمجيات 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 قواعد بيانات قطاع تقييس الاتصالات ذات الصلة المتاحة في الموقع الإلكتروني لهذا القطاع: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr>.

© ITU 2023

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	.....	1
1	.....	2
2	.....	3
2	.....	1.3
2	.....	2.3
2	.....	4
2	.....	5
2	.....	6
3	.....	7
3	.....	1.7
4	.....	الملحق A – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسلات المستقبلات G.hnem
4	.....	1.A
6	.....	2.A
8	.....	الملحق B – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسلات المستجييات G3-PLC
8	.....	1.B
10	.....	2.B
13	.....	الملحق C – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسلات المستجييات PRIME
13	.....	1.C
13	.....	2.C
13	.....	3.C

المرسلات المستقبلات في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد – مواصفة الكثافة الطيفية للقدرة

التعديل 1

ملاحظة صياغية: هذا منشور لنص كامل. وتظهر التغييرات التي أدخلت في إطار هذا التعديل بعلامات المراجعة بالنسبة إلى التوصية (2017) ITU-T G.9901 بالإضافة إلى التصويب 1 الخاص بها.

1 مجال التطبيق

توصف هذه التوصية معالم التحكم التي تحدد المحتوى الطيفي ومتطلبات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ومجموعة من الأدوات التي تدعم خفض الكثافة الطيفية للقدرة عند الإرسال ووسيلة لقياس هذه الكثافة لإرسالها عبر خطوط الإمداد بالقدرة الكهربائية، فضلاً عن قدرة الإرسال الإجمالية المسموح بها تجاه معاوقة محددة للانتهاية. وتكمل هذه التوصية مواصفات معمارية النظام والطبقة المادية (PHY) وطبقة وصلة البيانات (DLL) الواردة في التوصيات (G.hnem) [ITU-T G.9902] و(G3-PLC) [ITU-T G.9903] و(PRIME) [ITU-T G.9904].

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبقات 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. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضيفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

- | | |
|-----------------|--|
| [ITU-T G.9902] | Recommendation ITU-T G.9902 (2012), <i>Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for ITU-T G.hnem networks.</i> |
| [ITU-T G.9903] | Recommendation ITU-T G.9903 (2014), <i>Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks.</i> |
| [ITU-T G.9904] | Recommendation ITU-T G.9904 (2012), <i>Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for PRIME networks.</i> |
| [IEC 61334-5-1] | IEC 61334-5-1:2001, <i>Distribution automation using distribution line carrier systems – Part 5-1: Lower layer profiles – The spread frequency shift keying (S-FSK) profile.</i> |
| [CISPR 16-1-2] | CISPR 16-1-2:2014, <i>Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements.</i> |
| [EN 50065-1] | EN 50065-1:2011, <i>Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148, 5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances.</i> |
| [ARIB STD-T84] | ARIB STD-T84 (2002), <i>Power line communication equipment (10 kHz-450 kHz).</i> |

3 التعاريف

1.3 مصطلحات مُعرّفة في وثائق أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المُعرّفة في وثائق أخرى:

1.1.3 خطة النطاق (bandplan) [ITU-T G.9902]: مدى محدد من طيف الترددات يقع بين تردد أدنى وتردد أعلى.

2.3 مصطلحات مُعرّفة في هذه التوصية

لا توجد.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تستعمل هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

AMN	شبكة كهربائية اصطناعية (Artificial Mains Network)
CES	خدمة مضاهاة الدارة (Circuit Emulation Service)
DLL	طبقة وصلة البيانات (Data Link Layer)
FCH	رأسية التحكم في الرتل (Frame Control Header)
FFT	تحويل فورييه السريع (Fast Fourier Transform)
LV	جهد منخفض (Low Voltage)
NB-PLC	اتصالات ضيقة النطاق عبر خطوط الطاقة الكهربائية (Narrowband-Power Line Communication)
OFDM	تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
PFH	رأسية رتل الطبقة المادية (PHY-Frame Header)
PHY	طبقة مادية (Physical layer)
PLC	اتصالات عبر خطوط الطاقة الكهربائية (Power Line Communication)
PMSC	موجات حاملة فرعية مقنّعة بقناع دائم (Permanently Masked Subcarrier)
PSD	الكثافة الطيفية للقُدرة (Power Spectral Density)
S-FSK	إبراق بزحزحة تمديد التردد (Spread Frequency Shift Keying)

5 الاصطلاحات

لا توجد.

6 جهد الخرج المرسل المتعلق بالنطاق 3 kHz-148,5 kHz

يطبق المعيار [EN 50065-1] في أوروبا.

7 مواصفات جهد الخرج المرسل المتعلقة بالنطاق kHz 535-kHz 148,5

يجب استيفاء الحدود التالية:

- (1) على جهد إشارة الخرج المقيس باستعمال كاشف ذروي بعرض نطاق 200 Hz ألا يزيد على 120 dB (μV) في أي جزء من أجزاء نطاق التردد عندما يُحمّل على شبكة كهربائية اصطناعية (AMN).
- (2) على جهد إشارة الخرج المقيس باستعمال كاشف ذروي ألا يزيد على 137 dB (μV) في كامل النطاق عندما يُحمّل على شبكة كهربائية اصطناعية (AMN).
- (3) على جهد الخرج المقيس أن يمتثل للمعيار [EN 50065-1] خارج النطاق kHz 535-kHz 148,5.

1.7 الشبكة الكهربائية الاصطناعية

يجب أن تمتثل الشبكة الكهربائية الاصطناعية إلى الفقرة 4.4 من المعيار [CISPR16-1-2].
ويجب أن تمتثل تشكيلة الاختبار للشكل 4 من المعيار [EN 50065-1] في حالة أنظمة خطوط الطاقة الكهربائية أحادية الطور وللشكل 6 من المعيار [EN 50065-1] في حالة أنظمة خطوط الطاقة الكهربائية ثلاثية الطور.

الملحق A

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسلات المستقبلات G.hnem

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية.)

ملاحظة - يتضمن هذا الملحق مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة ذات الصلة بالتوصية [ITU-T G.9902].

1.A مواصفات نطاق التردد

يجب دعم ما لا يقل عن خطة نطاق واحدة من خطط نطاقات اللجنة CENELEC أو على الأقل خطة نطاق واحدة من خطط النطاقات FCC من أجل الامتثال لهذه التوصية.

1.1.A نطاق اللجنة CENELEC

عند التشغيل في النطاق CENELEC (3 kHz-148,5 kHz)، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 1.A (انظر الفقرة 7.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902]).

الجدول 1.A - معلمات التحكم في مشكّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد لنطاق CENELEC

القيمة	الرمز
128	N
kHz 1,562 5	f_{sc}
1 - 12، 2 تقابل بنات 3 - 24، 4 تقابل بنات	N_{GI-PL}
0	N_{GI-HD}
0	N_{GI-CES}
8	B
$64 \times f_{sc}$	f_{us}

وينقسم النطاق CENELEC إلى نطاقات فرعية تُكوّن خطط النطاقات A و B و CD التي يرد وصفها في الفقرات من 1.1.1.A إلى 3.1.1.A.

1.1.1.A خطة النطاق CENELEC-A

تُعرّف معلمات خطة النطاق CENELEC-A في الجدول 2.A.

الجدول 2.A - معلمات خطة النطاق CENELEC-A

ملاحظة	القيمة	الرمز
أدنى تردد لخطة نطاق CENELEC-A (الموجة الحاملة الفرعية رقم 23)	kHz 35,937 5	f_{START}
أعلى تردد لخطة نطاق CENELEC-A (الموجة الحاملة الفرعية رقم 58)	kHz 90,625	f_{END}
الفقرة 1.2.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902]	0 إلى 22، 59 إلى 127	مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PMSC

2.1.1.A خطة النطاق CENELEC-B

تُعرّف معلمات خطة النطاق CENELEC-B في الجدول 3.A.

الجدول 3.A – معلمات خطة النطاق CENELEC-B

ملاحظة	القيمة	الرمز
CENELEC-B أدنى تردد لخطة نطاق (الموجة الحاملة الفرعية رقم 63)	kHz 98,437 5	f_{START}
CENELEC-B أعلى تردد لخطة نطاق (الموجة الحاملة الفرعية رقم 77)	kHz 120,312 5	f_{END}
[ITU-T G.9902] الفقرة 1.2.4.8 من التوصية	0 إلى 62، 78 إلى 127	مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PMSC

3.1.1.A خطة النطاق CENELEC-CD

تُعرّف معلمات خطة النطاق CENELEC-CD في الجدول 4.A.

الجدول 4.A – معلمات خطة النطاق CENELEC-CD

ملاحظة	القيمة	الرمز
CENELEC-CD أدنى تردد لخطة نطاق (الموجة الحاملة الفرعية رقم 80)	kHz 125	f_{START}
CENELEC-CD أعلى تردد لخطة نطاق (الموجة الحاملة الفرعية رقم 92)	kHz 143,75	f_{END}
[ITU-T G.9902] الفقرة 1.2.4.8 من التوصية	0 إلى 79، 93 إلى 127	مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PMSC

2.1.A خطط النطاقات FCC

عند التشغيل في النطاق FCC (9 kHz-490 kHz)، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 5.A (انظر الفقرة 7.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902]).

الجدول 5.A – معلمات التحكم في مشكّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد للنطاق FCC

القيمة	الرمز
256	N
kHz 3,125	f_{SC}
24 – 1، 2 تقابل بتات 48 – 3، 4 تقابل بتات	N_{GI}
0	N_{GI-HD}
0	N_{GI-CES}
16	β
$128 \times f_{SC}$	f_{US}

ويرد وصف لخطط النطاقات FCC و FCC-1 و FCC-2 المعرفة عبر النطاق FCC في الفقرات من 1.2.1.A إلى 3.2.1.A. ولا يزال يتعين مواصلة دراسة خطط نطاقات إضافية عبر النطاق FCC.

1.2.1.A خطة النطاق FCC

تُعرّف معلمات خطة النطاق FCC في الجدول 6.A.

الجدول 6.A - معلمات خطة النطاق FCC

ملاحظة	القيمة	الرمز
أدنى تردد لخطة نطاق FCC (الموجة الحاملة الفرعية رقم 11)	kHz 34,375	f_{START}
أعلى تردد لخطة نطاق FCC (الموجة الحاملة الفرعية رقم 153)	kHz 478,125	f_{END}
الفقرة 1.2.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902]	0 إلى 10، 154 إلى 255	مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PMSC

2.2.1.A خطة النطاق FCC-1

تُعرّف معلمات خطة النطاق FCC-1 في الجدول 7.A.

الجدول 7.A - معلمات خطة النطاق FCC-1

ملاحظة	القيمة	الرمز
أدنى تردد لخطة نطاق FCC (الموجة الحاملة الفرعية رقم 11)	kHz 34,375	f_{START}
أعلى تردد لخطة نطاق FCC (الموجة الحاملة الفرعية رقم 44)	kHz 137,5	f_{END}
الفقرة 1.2.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902]	0 إلى 10، 45 إلى 255	مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PMSC

3.2.1.A خطة النطاق FCC-2

تُعرّف معلمات خطة النطاق FCC-2 في الجدول 8.A.

الجدول 8.A - معلمات خطة النطاق FCC-2

ملاحظة	القيمة	الرمز
أدنى تردد لخطة نطاق FCC (الموجة الحاملة الفرعية رقم 48)	kHz 150	f_{START}
أعلى تردد لخطة النطاق FCC (الموجة الحاملة الفرعية رقم 153)	kHz 478,125	f_{END}
الفقرة 1.2.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902]	0 إلى 47، 154 إلى 255	مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PMSC

3.1.A خطة نطاق رابطة الصناعات والأعمال الراديوية (ARIB)

يجب أن تتيح خطة النطاق ARIB المتطلبات المحددة في الفقرة 4.3 من المعيار [ARIB STD-T84].

وعند التشغيل في خطة النطاق ARIB، يجب على العقدة استعمال المعلمات الموصوفة في الفقرة 2.1.A مع التعديلات التالية: تحدد النغمات 134-153 بوصفها موجات حاملة فرعية بقناع دائم (PMSC) (انظر الفقرة 1.2.4.8 من التوصية [ITU-T G.9902] للاطلاع على تعريف نغمات الموجات الحاملة PMSC).

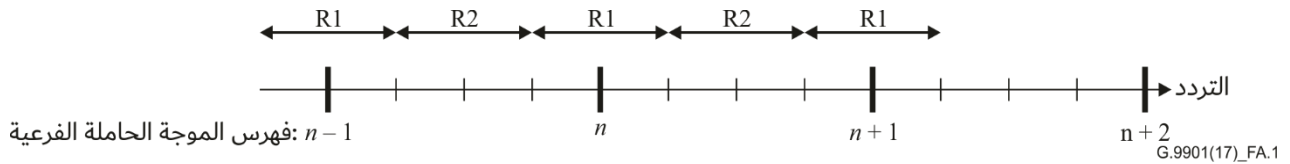
2.A قناع الكثافة الطيفية للقدرة للإرسال

1.2.A القطع الحاد للتردد

تدعم التوصية [ITU-T G.9902] القطع الحاد للتردد للأغراض التنظيمية وأغراض التعايش. ويطبق القطع الحاد على جميع عناصر رتل الطبقة PHY [الديباجة والرأسية PFY PFH] وخدمة مضاهاة الدارة (CES) والحمولة النافعة] وجميع أطر PHY المرسل في الميدان.

وإذا نفذ القطع الحاد للتردد عن طريق تقنيع الموجات الحاملة الفرعية، فإن هذه الموجات الحاملة الفرعية المقنعة تحدد باتباع القواعد التالية:

- تقسم منطقة التردد بين أي موجتين حاملتين فرعيتين متتاليتين (f_{sc}) إلى 4 أقسام بمسافات متساوية بينها، تُجمع بعد ذلك إلى منطقتين متساويتين: R1 الموجودة حول كل موجة حاملة فرعية و R2 الموجودة بين أي موجتين حاملتين فرعيتين، على النحو المبين في الشكل 1.A.
 - إذا وقع التردد المقطوع قطعاً حاداً في منطقة R1 من موجة حاملة فرعية، يجب تقنيع هذه الموجة الحاملة الفرعية والموجتين الحاملتين الفرعيتين المتجاورتين [أي ما مجموعه ثلاث موجات حاملة فرعية وهي $(n-1)$ و n و $(n+1)$ إذا كان التردد المقطوع قطعاً حاداً يقع في المنطقة R1 التي تحتوي على الموجة الحاملة الفرعية n].
 - إذا وقع التردد المقطوع قطعاً حاداً في منطقة R2، يجب تقنيع أقرب موجتين حاملتين فرعيتين على الجانبين [أي ما مجموعه أربع موجات حاملة فرعية، وهي $(n-1)$ و n و $(n+1)$ و $(n+2)$ إذا كان التردد المقطوع قطعاً حاداً يقع في المنطقة R2 الواقعة بين الموجتين الحاملتين الفرعيتين n و $(n+1)$].
- ملاحظة - يمكن أن يختلف عدد الموجات الحاملة الفرعية المقنعة حسب الموقع النسبي للتردد المطلوب قطعه قطعاً حاداً بالنسبة إلى الموجات الحاملة الفرعية، ولكن يجب ألا تقل المسافة بين التردد المقطوع قطعاً حاداً وأقرب موجة حاملة فرعية غير مقنعة عن $(7 \times f_{sc}/4)$ kHz.



الشكل 1.A - القطع الحاد للتردد

الملحق B

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسلات المستجيبات G3-PLC

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية.)

ملاحظة - يتضمن هذا الملحق مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة ذات الصلة بالتوصية [ITU-T G.9903].

1.B مواصفات نطاق التردد

1.1.B النطاق CENELEC

1.1.1.B خطة النطاق CENELEC-A

عند التشغيل في النطاق CENELEC-A (3-95 kHz)، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 1.B.

الجدول 1.B - معلمات التحكم في مشكّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد على خطة النطاق CENELEC-A

$N = 256$	عدد نقاط محول فورييه السريع (FFT)
$N_0 = 8$	عدد العينات المتقاطعة
$N_{CP} = 30$	عدد العينات ذات السابقات الدورية
$N_{FCH} = 13$	عدد رموز رأسية التحكم في الرتل (FCH)
$f_s = 0,4 \text{ MHz}$	تردد أخذ العينات
$N_{pre} = 9,5$	عدد الرموز في التمهيد

عند التشغيل في خطة النطاق CENELEC-A، على العقدة أن تستعمل المعلمات المحددة في الجدول 2.B.

الجدول 2.B - معلمات خطة النطاق CENELEC-A

الموجة الحاملة الفرعية الأخيرة (kHz)	الموجة الحاملة الفرعية الأولى (kHz)	عدد الموجات الحاملة الفرعية	
90,625	35,937 5	36	CENELEC-A

2.1.1.B خطة النطاق CENELEC-B

عند التشغيل في النطاق CENELEC-B (95-125 kHz)، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 1-2.B.

الجدول 1-2.B - معلمات التحكم في مشكّل بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد للنطاق CENELEC

$N = 256$	عدد نقاط محول فورييه السريع (FFT)
$N_0 = 8$	عدد العينات المتقاطعة
$N_{CP} = 30$	عدد العينات ذات السابقات الدورية
$N_{FCH} = 13$	عدد رموز رأسية التحكم في الرتل (FCH)
$f_s = 0,4 \text{ MHz}$	تردد أخذ العينات
$N_{pre} = 9,5$	عدد الرموز في التمهيد

عند التشغيل في خطة النطاق CENELEC-B، على العقدة أن تستعمل المعلمات المحددة في الجدول 3.B.

الجدول 3.B – معلمات خطة النطاق CENELEC-B

الموجة الحاملة الفرعية الأخيرة (kHz)	الموجة الحاملة الفرعية الأولى (kHz)	عدد الموجات الحاملة الفرعية	
121,875	98,437 5	16	CENELEC-B

2.1.B النطاق FCC

1.2.1.B خطة النطاق FCC

عند التشغيل في النطاق FCC (9 kHz-490 kHz) وفي خطة النطاق FCC، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 4.B.

الجدول 4.B – معلمات التحكم في مشكّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد لخطة النطاق FCC

$N = 256$	عدد نقاط محول فورييه السريع (FFT)
$N_O = 8$	عدد العينات المتقاطعة
$N_{CP} = 30$	عدد العينات ذات السابقات الدورية
$N_{FCH} = 12$	عدد رموز رأسية التحكم في الرتل (FCH)
$f_s = 1,2 \text{ MHz}$	تردد أخذ العينات
$N_{pre} = 9,5$	عدد الرموز في التمهيد

عند التشغيل في خطة النطاق FCC، على العقدة أن تستعمل المعلمات المحددة في الجدول 5.B.

الجدول 5.B – معلمات خطة النطاق FCC

الموجة الحاملة الفرعية الأخيرة (kHz)	الموجة الحاملة الفرعية الأولى (kHz)	عدد الموجات الحاملة الفرعية	خطة النطاق
487,5	154,687 5	72	FCC

2.2.1.B خطة النطاق FCC الأدنى

عند التشغيل في خطة النطاق FCC (9 kHz-490 kHz) وفي خطة النطاق FCC الأدنى، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 1-5.B.

الجدول 1-5.B – معلمات التحكم في مشكّل بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد لخطة النطاق FCC الأدنى

<u>$N = 256$</u>	عدد نقاط محول فورييه السريع (FFT)
<u>$N_O = 8$</u>	عدد العينات المتقاطعة
<u>$N_{CP} = 30$</u>	عدد العينات ذات السابقات الدورية
<u>$N_{FCH} = 27$</u>	عدد رموز رأسية التحكم في الرتل (FCH)
<u>$f_s = 1,2 \text{ MHz}$</u>	تردد أخذ العينات
<u>$N_{pre} = 9,5$</u>	عدد الرموز في التمهيد

عند التشغيل في خطة النطاق FCC الأدنى، على العقدة أن تستعمل المعلمات المحددة في الجدول 2-5.B.

الجدول 2-5.B - معلمات خطة النطاق FCC الأدنى خطة النطاق

الموجة الحاملة الفرعية الأخيرة (kHz)	الموجة الحاملة الفرعية الأولى (kHz)	عدد الموجات الحاملة الفرعية	خطة النطاق
304,687 5	154,687 5	33	FCC

3.2.1.B خطة النطاق FSS الأعلى

عند التشغيل في النطاق (9 kHz-490 kHz) FCC وفي خطة النطاق FCC الأعلى، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 3-5.B.

الجدول 3-5.B - معلمات التحكم في مشكّل بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد لخطة النطاق FCC الأعلى

$N = 256$	عدد نقاط محول فورييه السريع (FFT)
$N_0 = 8$	عدد العينات المتقاطعة
$N_{CP} = 30$	عدد العينات ذات السابقات الدورية
$N_{FCH} = 27$	عدد رموز رأسية التحكم في الرتل (FCH)
$f_s = 1,2 \text{ MHz}$	تردد أخذ العينات
$N_{pre} = 9,5$	عدد الرموز في التمهيد

عند التشغيل في خطة النطاق FCC الأعلى، على العقدة أن تستعمل المعلمات المحددة في الجدول 4-5.B.

الجدول 4-5.B - معايير خطة النطاق FCC الأعلى

الموجة الحاملة الفرعية الأخيرة (kHz)	الموجة الحاملة الفرعية الأولى (kHz)	عدد الموجات الحاملة الفرعية	خطة النطاق
482,812 5	337,5	32	FCC

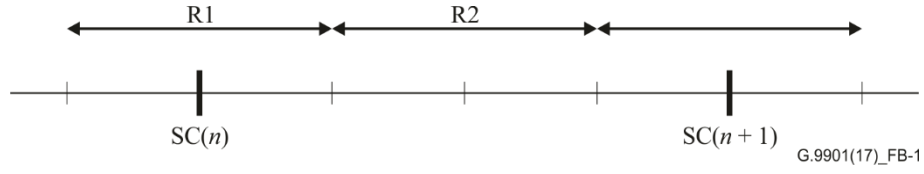
2.B قناع الكثافة الطيفية للقدرة المرسل

تزداد الطبقة المادية PHY للتوصية [ITU-T G.9903] بقدرات بحيث تتيح مزايا تقنيّة النغمات:

- (1) توفير المرونة في الامتثال للوائح الإقليمية، مثل تسهيل التعايش مع الخدمات الراديوية؛
- (2) السماح بالتعايش مع تكنولوجيات الاتصالات الأخرى عبر خطوط الطاقة الكهربائية العاملة في نفس النطاق، مثل أنظمة الإبراق (S-FSK) المطابقة للمعيار [IEC 61334-5-1]؛
- (3) إتاحة المرونة في فصل مباديّن التوصية [ITU-T G.9903] بتقسيم التردد، من خلال تخصيص نطاقات غير متراكبة للمباديّن المختلفة للتوصية [ITU-T G.9903]، مثلاً.

ويستعمل المرسل خطة مناسبة لإدخال قطع حاد عميق في الطيف. وبصفة خاصة، يتم قطع الترددان المشار إليهما في المعيار [IEC 61334-5-1] بوصفهما تردد قناع وتردد مكان f_M و f_S من أجل التعايش مع أنظمة S-FSK.

وحسب الموقع النسبي لتردد القطع الحاد المطلوب مقارنة بالموجات الحاملة الفرعية، يتم تقنيّة عدد قليل من الموجات الحاملة الفرعية. ولا تُرسل أي معطيات عبر الموجات الحاملة الفرعية المقنعة. ووفقاً للشكل 1.B أدناه، إذا وقع تردد القطع الحاد في المنطقة R1، الموجات الحاملة الفرعية تُقنَع $SC(n-1)$ و $SC(n)$ و $SC(n+1)$ (ما مجموعه ثلاث موجات حاملة فرعية). وإذا وقع تردد القطع الحاد في المنطقة R2 تُقنَع أقرب موجتان حاملتان فرعيتان من كل جانب [أي $SC(n-1)$ و $SC(n)$ و $SC(n+1)$ و $SC(n+2)$] (ما مجموعه أربع موجات حاملة فرعية).



الشكل 1.B - القطع الحاد للتردد

وينبغي أن تكون خريطة التقطيع الحاد معلمة عالمية يتم تحديدها ووضعها في خطوة تدميث الأجهزة. وحسبما وصف أعلاه، من أجل توفير قطع حاد بما فيه الكفاية لنطاق تردد معين، من المطلوب وضع موجة حاملة فرعية إضافية واحدة (وفي بعض الأحيان اثنين) على صفر قبل وبعد هذا النطاق، حسب موقع القطع الحاد مقارنةً بالموجات الحاملة الفرعية. ويمكن استعمال شبه الشفرة التالي لاتخاذ قرار بشأن الحاجة إلى موجة حاملة فرعية واحدة أو اثنتين.

if $\text{NotchFreq}/\text{SamplingFreq} \times \text{FFTSize}$ is in R1

$$\text{Sc}(n-1) = \text{Sc}(n) = \text{Sc}(n+1) = 0$$

if $\text{NotchFreq} / \text{SamplingFreq} \times \text{FFTSize}$ is in R2

$$\text{Sc}(n-1) = \text{Sc}(n) = \text{Sc}(n+1) = \text{Sc}(n+2) = 0$$

وتكون قيمة SamplingFreq و FFTSize قدرها 400 kHz و 256 kHz، على التوالي.

و Sc صفييف يحدد أي موجات حاملة فرعية مستعملة لإرسال معطيات [إذا كان $\text{Sc}(i)$ قيمته صفر، فلا ترسل معطيات باستعمال هذه الموجة الفرعية الحاملة].

ويؤدي قطع التردد قطعاً حاداً إلى خفض عدد النغمات النشطة المستعملة لإرسال معلومات. وبما أن القطع الحاد يحدث لجميع إشارات الإرسال، بما في ذلك FCH، فإن عدد الرموز في FC يعتمد على عدد النغمات النشطة.

ويمكن أن يحدد الجزء التالي من إحدى البرمجيات عدد رموز تعدد الإرسال OFDM المستعملة لإرسال FC المكونة من 33 بته:

$$\text{fcSize} = 33; // \text{Size of FC}$$

$$\text{rxFCSymNum} = \text{ceil}(((\text{fcSize} + 6) \times 2 \times 6) / \text{freqNum});$$

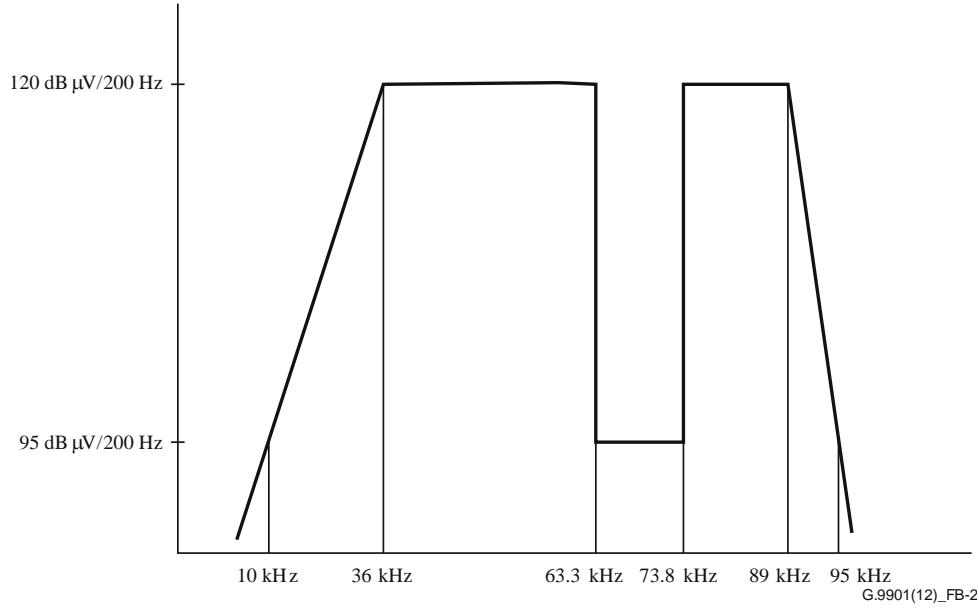
حيث freqNum هو عدد الموجات الحاملة الفرعية المتاحة بعد قطع التردد قطعاً حاداً و ceil هي دالة السقف.

وعلى سبيل المثال، في حالة التعايش مع المعيار [IEC 61334-5-1] ومن أجل التقليل إلى أدنى حد من الأثر على إشارة S-FSK، على مودم OFDM ألا يرسل أي إشارة بين ترددات S-FSK، أي في النطاق 63 kHz-74 kHz. وترد الموجات الحاملة الفرعية المقطعة قطعاً حاداً في هذا الأسلوب في الجدول 6.B.

الجدول 6.B - الموجات الحاملة الفرعية المقطوعة قطعاً حاداً في أسلوب التعايش

عدد الموجات الحاملة الفرعية	تردد الموجة الحاملة الفرعية
39	60,937 5
40	62,500 0
41	64,062 5
42	65,625 0
43	67,187 5
44	68,750 0
45	70,312 5
46	71,875 0
47	73,437 5
48	75,000 0
49	76,562 5

ولذلك، هناك 11 موجة حاملة فرعية لا يمكنها إرسال معطيات. وبالنظر إلى أن هناك ما مجموعه 36 موجة حاملة فرعية متاحة، تبقى 25 موجة حاملة فرعية لإرسال المعطيات، مما ينتج عنه FC به 19 رمزاً لأن $\lceil (33 + 6) \times 2 \times 6/25 \rceil = 19$. ويجب أن تستعمل جميع المحطات تقنين النغمات على الموجات الحاملة الفرعية المحددة في كل محطة فرعية من أجل أن تكون ممثلة لقناع طيف الإرسال. ويجب أن تكون الكثافة الطيفية للقدرة المرسله للتردد المقطوع قطعاً حاداً أقل من الحدود المنصوص عليها لبقية الموجات الحاملة الفرعية بمقدار 25 dB - انظر على سبيل المثال الشكل 2.B.



الشكل 2.B - الطيف بقطعين حادين مدخلين للتعايش مع مودم اتصالات عبر خطوط الطاقة الكهربائية بالإبراق

وتنفذ القياسات باستعمال محلل الطيف باستبانة عرض نطاق قدره 200 Hz وكاشف شبه ذروي. ويُشكّل المرسل لإرسال رزم أنماط معطيات مستمرة بأقصى طول.

1.2.B الإرسال الهامشي

على المورد أن يضمن أن يتوافق الإرسال الهامشي للوائح السارية للبلد الذي تُستعمل فيه هذه المحطة.

الملحق C

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسلات المستجيبات PRIME

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية.)

ملاحظة - يتضمن هذا الملحق مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ذات الصلة بالتوصية [ITU-T G.9904].

1.C مقدمة

يحدد هذا الملحق مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ذات الصلة بالتوصية [ITU-T G.9904]. وتعرض التوصية [ITU-T G.9904] خطة اتصالات عبر خطوط الشبكة الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) في النطاق CENELEC-A على النحو المعرف في متن هذه التوصية. ويستخدم كيان الطبقة PHY ترددات تقع في النطاق ما بين 3 kHz-95 kHz، وتقتصر على تطبيقات مراقبة شبكة توزيع الجهد المنخفض أو التحكم بها، بما في ذلك جميع استعمالات المعدات والمرافق الموصولة. ولكن من المعروف جيداً أن الترددات التي تقل عن 40 kHz تعاني من مشاكل عدة في خطوط الكهرباء النمطية ذات الجهد المنخفض (LV). فعلى سبيل المثال:

- معامل معاوقة الحمل المرسلات يقل في بعض الأحيان عن 1Ω ، وخاصة للعقد الأساسية الموضوعية عند المحولات؛
- الضوضاء الأساسية الملونة، الموجودة دائماً في الخطوط الكهربائية والناجمة عن جمع مصادر ضوضاء عديدة بقدرة منخفضة نسبياً، وتترايد بشكل مطرد من حيث الحجم كلما انخفضت الترددات؛
- تمثل غرف عدادات القراءة مشكله إضافية، حيث إنه من المعروف أن سلوك الزبائن له أثر أعمق على خواص القنوات في الترددات المنخفضة، أي تشغيل جميع أنواع الأجهزة المنزلية يؤدي إلى اختلاف زمني كبير وغير متوقع في خصائص وظيفة النقل وسيناريو الضوضاء.

وبالتالي، ستستعمل إشارة OFDM عرض نطاق التردد البالغ 47,363 kHz الموجود في الترددات الأعلى من نطاق CENELEC-A. وستستعمل إشارة OFDM نفسها 97 موجة حاملة فرعية (96 للبيانات زائد واحدة رائدة) متساوية المسافات فيما بينها مع سابقة دورية قصيرة.

2.C معلمات الطبقة PHY

ترد في الجدول 1.C معلمات التحكم والتوقيت لتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM).

الجدول 1.C - معلمات الترددات والتوقيت في الطبقة PHY PRIME

250 000	مقياسية النطاق الأساسي (Hz)
488,281 25	اتساع الموجات الحاملة الفرعية (Hz)
96 (حمولة نافعة)	عدد الموجات الحاملة الفرعية للمعطيات
84 (رأسية)	عدد الموجات الحاملة الفرعية الرائدة
1 (حمولة نافعة)	فاصل FFT (عينات)
512	فاصل FFT (μ s)
2 048	سابقة دورية (عينات)
48	سابقة دورية (μ s)
192	فاصل الرمز (عينات)
560	فاصل الرمز (μ s)
2 240	فترة التمهيدي (μ s)
2 048	

3.C خطة نطاق CENELEC

فيما يلي تردد البدء والتردد النهائي: $f_s = 41\,992$ Hz و $f_i = 88\,867$ Hz على التوالي.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

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