الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.9901

(2017/06)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

شبكات النفاذ – الشبكات داخل المنشآت

المرسِلات المستقبِلات في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) – مواصفة كثافة القدرة الطيفية (PSD)

التوصية ITU-T G.9901

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	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.9901

المرسِلات المستقبِلات في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) – مواصفة كثافة القدرة الطيفية (PSD)

ملخص

توصف التوصية ITU-T G.9901 فلطية الخرج المرسلة في النطاق 9-535 kHz ومعلمات 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 للانتهائية.

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 فلطية 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.

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

مصطلحات أساسية

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

---

* للنفاذ إلى توصية، يرجى 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 "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 2018

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
1.3 مصطلحات مُعرَّفة في وثائق أخرى 1
2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية 2
4 المختصرات والأسماء المختصرة 2
5 الاصطلاحات 2
6 جهد الخرج المرسل المتعلق بالنطاق 3 kHz-148,5 kHz 2
7 مواصفات جهد الخرج المرسل المتعلقة بالنطاق 148,5 kHz-535 kHz 2
1.7 الشبكة الكهربائية الاصطناعية 3
الملحق A – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسِلات المستقبِلات G.hnem 4
1.A مواصفات النطاق الترددي 4
2.A قناع الكثافة الطيفية للقدرة للإرسال 6
الملحق B – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسِلات المستجيبات G3-PLC 8
1.B مواصفات النطاق الترددي 8
3.B قناع الكثافة الطيفية للقدرة المرسلة 9
الملحق C – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسِلات المستجيبات PRIME 12
1.C مقدمة 12
2.C معلمات الطبقة PHY 12
3.C خطة نطاق CENELEC 13

المرسِلات المستقبِلات في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) – مواصفة كثافة القدرة الطيفية (PSD)

1 مجال التطبيق

توصف هذه التوصية معلمات 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 للانتهائية. 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 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. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.9902] Recommendation ITU-T G.9902 (2012), *Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for ITU-T G.hnem networks*.

[ITU-T G.9903] Recommendation ITU-T G.9903 (2014), *Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks*.

[ITU-T G.9904] Recommendation ITU-T G.9904 (2012), *Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for PRIME networks*.

[IEC 61334-5-1] IEC 61334-5-1:2001, *Distribution automation using distribution line carrier systems – Part 5-1: Lower layer profiles – The spread frequency shift keying (S-FSK) profile*.

[CISPR 16-1-2] CISPR 16-1-2:2014, *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*.

[EN 50065-1] EN 50065-1:2011, *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*.

[ARIB STD-T84] ARIB STD-T84 (2002), *Power line communication equipment (10 kHz-450 kHz)*.

3 التعاريف

1.3 مصطلحات مُعرَّفة في وثائق أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المعرَّفة 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 معرّفة 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 للقدرة *(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 148,5 kHz-535 kHz

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 نطاق التردد عندما يُحمّل على شبكة كهربائية اصطناعية (AMN).

3) على جهد الخرج المقيس أن يمتثل للمعيار [EN 50065-1] خارج النطاق 148,5 kHz-535 kHz.

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 للمرسِلات المستقبِلات 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 النطاق الترددي

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 مشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد لنطاق CENELEC

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

وينقسم النطاق CENELEC إلى نطاقات فرعية تُكوِّن خطط النطاقات A وB وCD التي يرد وصفها في الفقرات من 1.1.1.A إلى 3.1.1.A.

1.1.1.A خطة النطاق CENELEC-A

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

الجدول 2.A – معلمات خطة النطاق CENELEC-A

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

2.1.1.A خطة النطاق CENELEC-B

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

الجدول 3.A – معلمات خطة النطاق CENELEC-B

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

3.1.1.A خطة النطاق CENELEC-CD

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

الجدول 4.A – معلمات خطة النطاق CENELEC-CD

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

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 مشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد للنطاق FCC

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

ويرد وصف لخطط النطاقات FCC و1-FCC و2-FCC 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

تُعرَّف معلمات خطة النطاق FCC في الجدول 6.A.

الجدول 6.A – معلمات خطة النطاق FCC

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

2.2.1.A خطة النطاق FCC-1

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

الجدول 7.A – معلمات خطة النطاق FCC-1

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

3.2.1.A خطة النطاق FCC-2

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

الجدول 8.A – معلمات خطة النطاق FCC-2

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

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 الموصفة 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

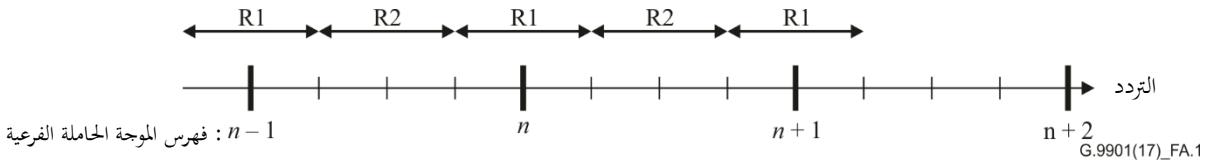
1.2.A القطع الحاد للتردد

تدعم التوصية [ITU-T G.9902] القطع الحاد للتردد للأغراض التنظيمية وأغراض التعايش. ويطبق القطع الحاد على جميع عناصر رتل الطبقة PHY [الديباجة والرأسية PFH والخدمة CES والحمولة النافعة] وجميع أطر PHY المرسلة 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 وR2 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 $(n-1)$ وn و$(1+n)$ 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 $(n-1)$ وn و$(1+n)$ و$(2+n)$ إذا كان التردد المقطوع قطعاً حاداً يقع في المنطقة R2 الواقعة بين الموجتين الحاملتين الفرعيتين n و$(1+n)$].

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 ($f_{SC}/4\times7$) kHz.



الشكل 1.A – القطع الحاد للتردد

الملحق B

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة للمرسِلات 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 النطاق الترددي

1.1.B النطاق الترددي CENELEC

عند التشغيل في النطاق CENELEC (3–148,5 kHz)، على العقدة أن تستعمل معلمات التحكم المحددة في الجدول 1.B.

الجدول 1.B – معلمات التحكم في مشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد على النطاق CENELEC

عدد نقاط التحويل FFT	$N = 256$
عدد العينات المتقاطعة	$N_O = 8$
عدد العينات ذات السابقات الدورية	$N_{CP} = 30$
عدد رموز الرأسية FCH	$N_{FCH} = 13$
تردد أخذ العينات	$f_s = 0{,}4$ MHz
عدد الرموز في التمهيد	$N_{pre} = 9{,}5$

1.1.1.B خطة النطاق CENELEC-A

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

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

2.1.1.B خطة النطاق CENELEC-B

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

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

2.1.B النطاق FCC

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

الجدول 4.B – معلمات التحكم في مشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد للنطاق FCC

عدد نقاط FFT	$N = 256$
عدد العينات المتقاطعة	$N_O = 8$
عدد العينات ذات السابقات الدورية	$N_{CP} = 30$
عدد رموز FCH	$N_{FCH} = 12$
تردد أخذ العينات	$f_s = 1{,}2$ MHz
عدد الرموز في التمهيد	$N_{pre} = 9{,}5$

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

الجدول 5.B – معلمات خطة النطاق FCC

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

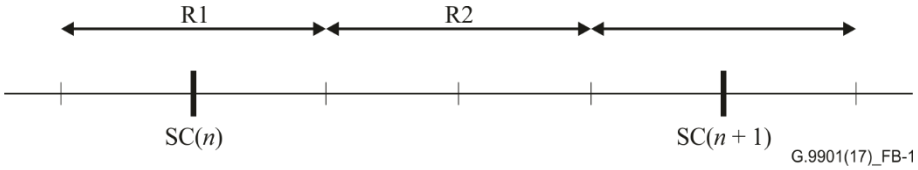
3.B قناع الكثافة الطيفية للقدرة المرسلة

تزود الطبقة المادية PHY للتوصية [ITU-T G.9903] بقدرات بحيث تتيح مزايا تقنيع 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 ميادين التوصية [ITU-T G.9903] بتقسيم التردد، من خلال تخصيص نطاقات غير متراكبة للميادين 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 وf_S من أجل التعايش مع أنظمة S-FSK.

وحسب الموقع النسبي لتردد القطع الحاد المطلوب مقارنة بالموجات الحاملة الفرعية، يتم تقنيع 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 تُقنع SC(n – 1) وSC(n) وSC(n + 1) (ما مجموعه ثلاث موجات حاملة فرعية). وإذا وقع تردد القطع الحاد في المنطقة R2 تُقنع أقرب موجتان حاملتان فرعيتان من كل جانب [أي SC(n - 1) وSC(n) وSC(n + 1) وSC(n + 2)] (ما مجموعه أربع موجات حاملة فرعية).



الشكل 1.B – القطع الحاد للتردد

وينبغي أن تكون خريطة التقطيع الحاد معلمة عالمية يتم تحديد وضعها 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 NotchFreq/SamplingFreq × FFTSize is in R1

Sc(*n*-1) = Sc(*n*) = Sc(*n*+1) = 0

if NotchFreq / SamplingFreq × FFTSize is in R2

Sc(*n*-1) = Sc(*n*) = Sc(*n*+1) = Sc(*n*+2) = 0

وتكون قيمة SamplingFreq وFFTSize قدرها 400 kHz و256 kHz، على التوالي.

وSc صفيف يحدد أي موجات حاملة فرعية مستعملة لإرسال معطيات [إذا كان $S_C(i)$ 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 بتة:

fcSize = 33; // Size of FC

rxFCSymNum = *ceil*(((fcSize + 6) × 2 × 6) / freqNum);

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

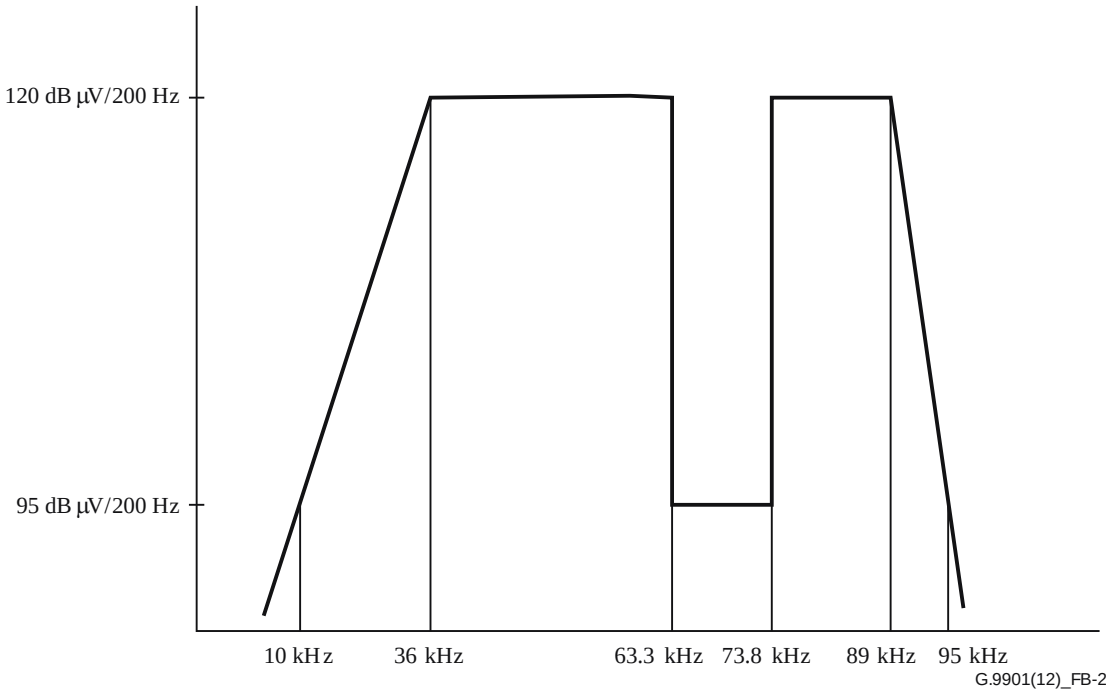
وعلى سبيل المثال، في حالة التعايش مع المعيار [IEC 61334-5-1] ومن أجل التقليل إلى أدنى حد من الأثر على إشارة S-FSK، على مودم OFDM ألا يرسل أي إشارة بين ترددات S-FSK، أي في النطاق 63 kHz-74 kHz. وترد الموجات الحاملة الفرعية المقطعة قطعاً حاداً في هذا الأسلوب في الجدول 6.B.

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، تتبقى 25 موجة حاملة فرعية لإرسال المعطيات، مما ينتج عنه FC به 19 رمزاً لأن *ceil*[(33 + 6) × 2 × 6/25] = 19.

ويجب أن تستعمل جميع المحطات تقنيع النغمات على الموجات الحاملة الفرعية المحددة في كل محطة فرعية من أجل أن تكون ممتثلة لقناع طيف الإرسال. ويجب أن تكون الكثافة الطيفية للقدرة المرسلة 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. ويُشكَّل المرسل لإرسال رزم أنماط معطيات مستمرة بأقصى طول.

1.3.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 للمرسِلات 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 المعرّف 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 الحمولة للمرسلات يقل في بعض الأحيان عن 1 Ω، وخاصة للعقد الأساسية الموضوعة عند المحولات.
- الضوضاء الأساسية الملونة، الموجودة دائماً في الخطوط الكهربائية والناتجة عن جمع مصادر ضوضاء عديدة بقدرة منخفضة نسبياً، وتتزايد بشكل مطَّرد 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 (نظراً لأن اتساع التأخير وتعدد المسار ليسا من المشاكل الرئيسية في هذه الترددات).

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 PRIME PHY

ميقاتية النطاق الأساسي (Hz)	250 000	
اتساع الموجات الحاملة الفرعية (Hz)	488,281 25	
عدد الموجات الحاملة الفرعية للمعطيات	84 (رأسية)	96 (حمولة نافعة)
عدد الموجات الحاملة الفرعية الرائدة	13 (رأسية)	1 (حمولة نافعة)
فاصل FFT (عينات)	512	
فاصل FFT (µs)	2 048	
سابقة دورية (عينات)	48	
سابقة دورية (µs)	192	
فاصل الرمز (عينات)	560	
فاصل الرمز (µs)	2 240	
فترة التمهيد (µs)	2 048	

3.C خطة نطاق CENELEC

فيما يلي تردد البدء والتردد النهائي: f_s = 41 992 Hz وf_f = 88 867 Hz على التوالي.

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، 2018