الاتحـــــــــاد الدولـــــــــي للاتصـــــــــالات

ITU-T

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.9901

(2014/04)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

شبكات النفاذ – الشبكات داخل المنشآت

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

التوصيـــة 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.

التوصيـــة ITU-T G.9901

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

ملخص

توصف التوصية ITU-T G.9901 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 ITU-T G.9902 (G.hnem) وITU-T G.9903 (G3-PLC) وITU-T G.9904 (PRIME).

وتستعمل هذه التوصية مواد من التوصية ITU-T G.9955، بما في ذلك التعديل 1؛ وبالتحديد مواد من المتن الرئيسي للنص ومن الملحقات A وB وE.

وتتضمن هذه الصيغة مواد من صيغة عام 2012 لهذه التوصية والتعديل 1 المقابل لها إلى جانب التعديلات الإضافية التالية:

- حذف خطتي النطاقين FCC-1.a وFCC-1.b الاختياريتين بالملحق B.
- توضيحات بشأن استعمال القطع الحاد للتردد في الملحق B.

التسلسل التاريخي

الصيغة	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

* للنفاذ إلى التوصية، اكتب العنوان الإلكتروني http://handle.itu.int/ في مجال العنوان بمتصفح الويب الخاص بك، وأتبعه بمعرف الهوية الفريد. على سبيل المثال، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

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).

ملاحظـــة

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 المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2014

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1

2 المراجع..... 1

3 التعاريف..... 2

1.3 مصطلحات مُعرَّفة في وثائق أخرى..... 2

2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية..... 2

4 المختصرات والأسماء المختصرة 2

5 الاصطلاحات 2

6 المواصفات ذات الصلة بالكثافة الطيفية للقدرة (PSD) المتعلقة بالنطاقات الخاصة باللجنة الأوروبية للتقييس الكهرتقني (CENELEC) (kHz 148,5-9) 2

الملحق A – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) للمرسِلات المستقبِلات G.hnem 3

1.A مواصفات النطاق الترددي 3

2.A قناع PSD للإرسال..... 5

3.A المواصفة الكهربائية 6

الملحق B – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة PSD للمرسِلات المستجيبات G3-PLC 8

1.B مواصفات النطاق الترددي للجنة CENELEC 8

2.B مواصفات النطاق FCC 8

3.B مواصفات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) (القطع الحاد)..... 9

الملحق C – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) للمرسِلات المستجيبات PRIME 12

1.C مقدمة..... 12

2.C معلمات الطبقة PHY 12

3.C معلمات التمهيد 13

4.C المواصفة الكهربائية للمرسل..... 13

المرسِلات المستقبلات في الاتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية بتعددَ 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 ITU-T G.9902 (G.hnem) و ITU-T G.9903 (G3-PLC) و ITU-T G.9904 (PRIME).

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 إلى المراجعة، 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 60050-161] IEC 60050-161 (1990), *International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 161: Electromagnetic compatibility*.

[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] IEC CISPR 16-1 (1993), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods. Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*.

[CISPR 16-2] IEC CISPR 16-2 (1996), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods. Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity*.

[EN50065-1] CENELEC 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 Ver. 1.0 (2002), *Power Line Communication Equipment* (10 kHz-450 kHz).

3 التعاريف

1.3 مصطلحات مُعرَّفة في وثائق أخرى

لا توجد.

2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية

تُعرِّف هذه التوصية المصطلح التالي:

1.23 خطة النطاق: عبارة عن مدى محدد من طيف الترددات يعمل فيه جهاز اتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية (NB-PLC). وتُحدد خطة نطاق بتردد أدنى وآخر أعلى.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تستعمل هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

AMN شبكة مآخذ اصطناعية *(Artificial Mains Network)*

LISN شبكة لاستقرار معاوقة خط الطاقة الكهربائية *(Line Impedance Stabilization Network)*

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

NB-PLC اتصالات ضيقة النطاق عبر الخطوط الكهربائية *(Narrowband-Power Line Communications)*

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

PHY طبقة مادية *(Physical layer)*

PLC اتصالات عبر الخطوط الكهربائية *(Power Line Communications)*

PMSC موجات حاملة فرعية مقنّعة بقناع دائم *(Permanently Masked Subcarriers)*

PSD الكثافة الطيفية للقدرة *(Power Spectral Density)*

TN شبكة انتهائية *(Termination Network)*

5 الاصطلاحات

لا توجد.

6 المواصفات ذات الصلة بالكثافة الطيفية للقدرة (PSD) المتعلقة بالنطاقات الخاصة باللجنة الأوروبية للتقييس الكهرتقني (CENELEC) (9-148,5 kHz)

تُطبق الفقرات 6 و7 و8 و9 من المعيار [EN50065-1].

الملحق A

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) للمرسِلات المستقبِلات G.hnem

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

ملاحظـــة – يتضمن هذا الملحق مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) 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 خطة نطاق واحدة من خطط النطاقات FCC من أجل الامتثال لهذه التوصية.

1.1.A نطاق اللجنة CENELEC

عند التشغيل في النطاق CENELEC (kHz 148,5-3)، 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 مشكل OFDM لنطاق CENELEC

الرمز	القيمة
N	128
F_{SC}	kHz 1,5625
$N_{GI\text{-}PL}$	12 – 1، 2 تقابل بتات 24 – 3، 4 تقابل بتات
$N_{GI\text{-}HD}$	0
$N_{GI\text{-}CES}$	0
β	8
F_{US}	$64 \times F_{SC}$

وينقسم النطاق CENELEC إلى نطاقات فرعية تُكّون خطط النطاقات A وB وCD التي يرد وصفها في الفقرات الفرعية التالية:

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}	kHz 35,9375	أدنى تردد لخطة نطاق CENELEC-A (الموجة الحاملة الفرعية رقم 23)
F_{END}	kHz 90,625	أعلى تردد لخطة نطاق CENELEC-A (الموجة الحاملة الفرعية رقم 58)
مؤشرات 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 98,4375	أدنى تردد لخطة نطاق CENELEC-B (الموجة الحاملة الفرعية رقم 63)
F_{END}	kHz 120,3125	أعلى تردد لخطة نطاق CENELEC-B (الموجة الحاملة الفرعية رقم 77)
مؤشرات 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}	75,kHz 143	أعلى تردد لخطة نطاق CENELEC-CD (الموجة الحاملة الفرعية رقم 92)
مؤشرات 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 (kHz 490-9)، 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 OFDM 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}	$F_{SC} \times 128$

ويرد وصف لخطط النطاقات FCC و1-FCC و2-FCC المعرفة عبر النطاق FCC في الفقرات الفرعية التالية. 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 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 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 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 PSD للإرسال

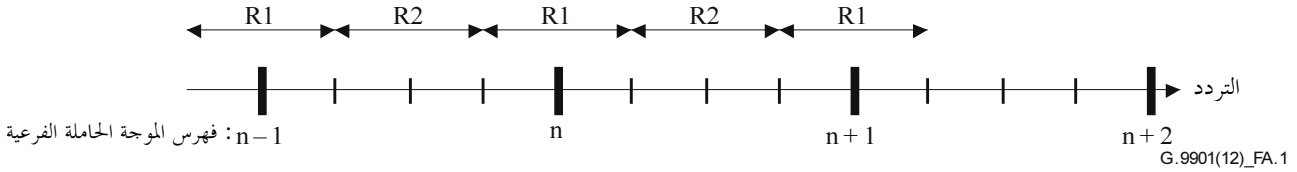
1.2.A القطع الحاد للتردد

تدعم التوصية [ITU-T G.9902] القطع الحاد للتردد للأغراض التنظيمية وأغراض التعايش. ويطبق القطع الحاد على جميع عناصر إطار PHY (الديباجة وPFH وCES والحمولة النافعة) وجميع أطر PHY المرسلة في الميدان.

وإذا نفذ القطع الحاد للتردد عن طريق تقنيع الموجات الحاملة الفرعية، فإن 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$(n+1)$ إذا كان التردد المقطوع قطعاً حاداً يقع في منطقة 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$(n+1)$ و$(n+2)$ إذا كان التردد المقطوع قطعاً حاداً يقع في منطقة R2 بين الموجتين الحاملتين الفرعيتين n و$(n+1)$).

ملاحظـــة – 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}/4×7) kHz.



الشكل 1.A – القطع الحاد للتردد

3.A المواصفة الكهربائية

1.3.A حدود إشارات الإرسال

تكون طرائق وأجهزة القياس المستعملة للكشف شبه الذروي والذروي والمتوسط على النحو المعرف في المعيار [IEC 60050-161].

1.1.3.A خطط نطاقات اللجنة CENELEC

بالنسبة إلى جميع خطط نطاقات اللجنة CENELEC الموصفة في الفقرة 1.1.A، يجب أن تمتثل مرسِلات مستقبِلات التوصية ITU-T G.9902 لحدود إشارات الإرسال داخل النطاق وخارجه والواردة في الفقرة 6 من المعيار [EN50065-1]. ويجب استيفاء هذه الحدود عندما تُحمل على شبكة المآخذ الاصطناعية (AMN) القياسية الموصفة في الشكل 1 من المعيار [EN50065-1]، المتصلة على النحو المحدد في الفقرة 6 بهذا المعيار، للأجهزة ذات الطور الواحد وذات 3 أطوار.

2.1.3.A خطط نطاقات FCC

يجب استيفاء الحدود التالية لجميع خطط نطاقات FCC المحددة في الفقرة 2.1.A:

1) على جهد إشارة الخرج المقاس باستعمال كاشف ذروي بعرض نطاق 200 Hz ألا يزيد عن 120 dB (µV) في أي جزء من أجزاء التردد عندما يُحمل على شبكة انتهائية قياسية (TN).

2) على جهد إشارة الخَرج المقاس باستعمال كاشف ذروي على خطة النطاق بأكملها ألا يزيد عن 134 dB (µV) في حالة FCC-1 وألا يزيد عن 137 dB (µV) في حالتي FCC وFCC-2. ولا يزال يتعين مواصلة دراسة حدود الإشارات الأعلى لخطوط الجهد المتوسط (MV).

3) على جهد إشارة الخَرج المقاس خارج عرض النطاق الطيفي من خط النطاق ألا يزيد عن:

- في مدى الترددات من 9 kHz إلى 150 kHz، حد جهد إشارة الخرج المقاس بالكاشف شبه الذروي باستبانة عرض نطاق 200 Hz، وأن ينخفض خطياً مع لوغاريتم التردد من 89 dB (µV) عند 9 kHz إلى 66 dB (µV) عند 150 kHz.
- في مدى الترددات من 150 kHz إلى 535 kHz، حد جهد إشارة الخرج المقاس بالكاشف شبه الذروي باستبانة عرض نطاق 9 kHz، وأن ينخفض خطياً مع لوغاريتم التردد من 66 dB (µV) عند 150 kHz إلى 60 dB (µV) عند 535 kHz.

ويجب أن يمتثل تعريف عرض النطاق الطيفي للشكل 1 بالمعيار [EN50065-1].

3.1.3.A نطاقات التردد المقطوعة قطعاً حاداً

على جهد إشارة الخرج المقاس باستعمال كاشف ذروي بعرض نطاق 200 Hz ألا يزيد عن 70 dB (µV) في أي جزء من أجزاء نطاق التردد المقطوع قطعاً حاداً عندما يحمل على شبكة انتهائية (TN) قياسية.

4.1.3.A شبكة انتهائية قياسية في FCC

يجب أن يقتصر استعمال الشبكة الانتهائية القياسية، TN، على أغراض التحقق من حدود إشارات الإرسال. وتُكَّون معاوقة TN كحمل مقاوم قدره 50 أوم متصل بالتوازي باستحثاث 50 µH، في شبكة تثبيت معاوقة خط FCC (LISN).

ولا يزال يتعين مواصلة دراسة أنماط الشبكات الانتهائية الأخرى.

الملحق B

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة PSD للمرسِلات المستجيبات G3-PLC

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

ملاحظـــة – يتضمن هذا الملحق مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ذات الصلة بالتوصية [ITU-T G.9903].

1.B مواصفات النطاق الترددي للجنة 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 OFDM على النطاق CENELEC

عدد نقاط FFT	$N = 256$
عدد العينات المتقاطعة	$No = 8$
عدد العينات ذات السابقات الدورية	$N_{CP} = 30$
عدد رموز FCH	$N_{FCH} = 13$
تردد أخذ العينات	$F_S = 0{,}4$ MHz
عدد الرموز في التمهيد	$N_{pre} = 9{,}5$

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	35,9375	90,625

2.1.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	98,4375	121,875

2.B مواصفات النطاق FCC

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

الجدول 4.B – معلمات التحكم في مشكّل OFDM للنطاق FCC

عدد نقاط FFT	$N = 256$
عدد العينات المتقاطعة	$No = 8$
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	$N_{pre} = 9,5$

1.2.B خطة النطاق FCC

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	154,6875	487,5

3.B مواصفات قناع الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) (القطع الحاد)

تزود الطبقة المادية PHY للتوصية ITU-T G.9903 بقدرات بحيث يكون لها قطع حاد قابل للبرمجة من أجل:

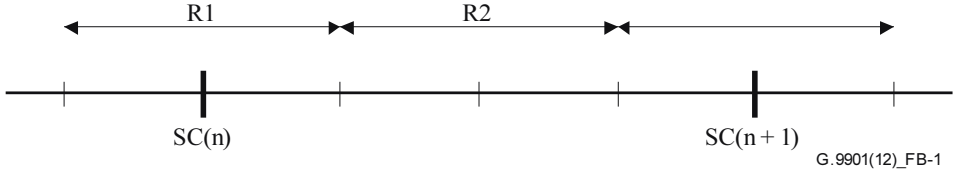
1) توفير المرونة في الامتثال للوائح الإقليمية، مثل تسهيل التعايش مع الخدمات الراديوية.

2) السماح بالتعايش مع تكنولوجيات الاتصالات الأخرى عبر خطوط الطاقة الكهربائية العاملة في نفس النطاق، مثل الأنظمة 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

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

if NotchFreq / SamplingFreq × FFTSize is in R2

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

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

وSc صفيف يحدد أي موجات حاملة فرعية مستعملة لإرسال معطيات (إذا كان $Sc(i)$ 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 OFDM المستعملة لإرسال FC المكونة من 33 بتة:

```
fcSize = 33; // Size of FC
rxFCSymNum = ceil(((fcSize + 6) × 2 × 6) / freqNum);
```

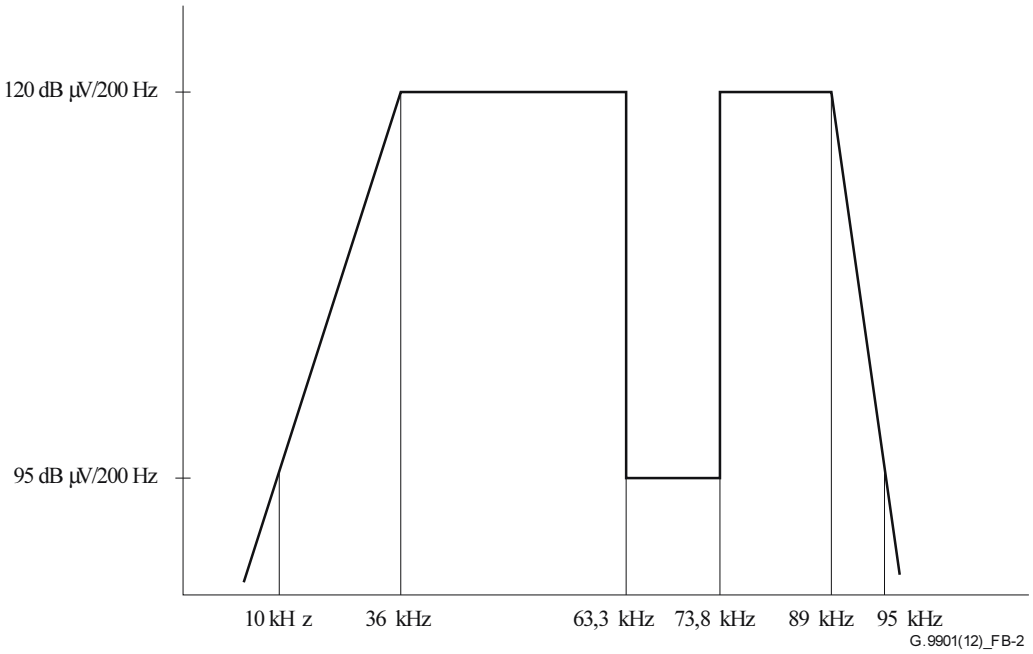
حيث freqNum هو عدد الموجات الحاملة الفرعية المتاحة بعد قطع التردد قطعاً حاداً و*ceil* هي دالة السقف.

ومن أجل تحقيق أدنى حد من الأثر على S-FSK، على مودم OFDM ألا يرسل أي إشارة بين ترددات S-FSK، أي في النطاق 63 kHz إلى 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	60,9375
40	62,5000
41	64,0625
42	65,6250
43	67,1875
44	68,7500
45	70,3125
46	71,8750
47	73,4375
48	75,0000
49	76,5625

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 $ceil((33 + 6) \times 2 \times 6 / 25) = 19$.



الشكل 2.B – الطيف بقطعين حادين مدخلين للتعايش مع مودم S-FSK PLC

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.

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.

2.3.B الاستواء الطيفي للمرسل

يتعين ألا يقع متوسط قدرة فرادى الموجات الحاملة خارج نطاق ±2 dB فيما يتعلق بمتوسط قدرة جميع الموجات الفرعية الحاملة المقيسة أثناء مرورها عبر معاوقة قدرها 50 Ω.

الملحق C

مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) للمرسِلات المستجيبات PRIME

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

ملاحظـــة – 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 و95 kHz، وهي حكر على الشركات الموزعة للكهرباء وعلى تراخيصها. ولكن من المعروف جيداً أن الترددات التي تقل عن 40 kHz تعاني من مشاكل عدة في خطوط الكهرباء النمطية ذات الجهد المنخفض. 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 مطّرد 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)	488,28125	
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 معلمات التمهيد

فيما يلي معلمات التمهيد: $T = 2\,048\mu s$ و$f_0 = 41\,992$ Hz (تردد البدء) و$f_f = 88\,867$ Hz (التردد النهائي) و$\mu = (f_f - f_0)/T$.

4.C المواصفة الكهربائية للمرسل

1.4.C اعتبارات عامة

تشكل المتطلبات التالية الحد الأدنى من المتطلبات التقنية من المرسل لتحقيق قابلية التشغيل البيني مع أداء مناسب للمرسل.

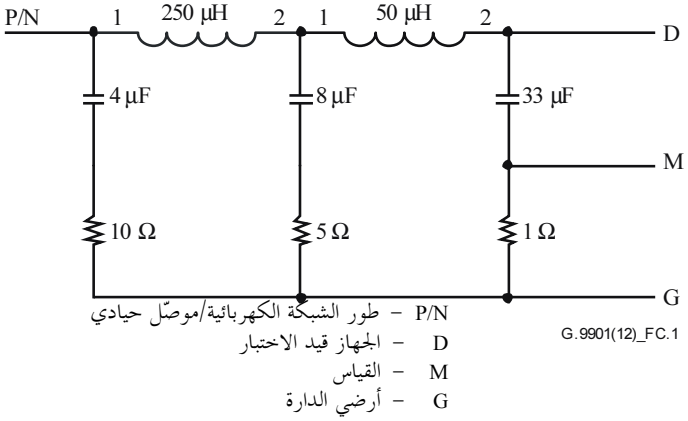
2.4.C الكثافة الطيفية القدرة (PSD) للإرسال

تقاس مواصفات المرسل وفقاً للظروف والأوضاع التالية.

في حالة الأجهزة أحادية الطور، تؤخذ القياسات على أي من الطرفين الطور أو الطرف المحايد وفقاً للشكل 4 بالمعيار [EN50065-1].

وفي حالة الأجهزة ثلاثية الطور التي ترسل في الأطوار الثلاثة في آن واحد، تؤخذ القياسات على جميع الأطوار الثلاثة وفقاً للشكل 6 بالمعيار [EN50065-1]. ولا يلزم إجراء أي قياسات على الموصّل الحيادي.

ويعرض الشكل 1.C شبكة المآخذ الاصطناعية الواردة في الشكلين 4 و6 بالمعيار [EN50065-1]. وتستند إلى الشكل 5 بالمعيار نفسه. وأدخل المكثف 33 uF والمقاومة 1 Ω بحيث تكون معاوقة الشبكة 2 Ω في نطاق التردد المعني.



الشكل 1.C – الشبكة الكهربائية الاصطناعية

وتحدد جميع توترات خرج المرسل بوصفها الجهد المقاس عند انتهائية الخط فيما يتعلق بالانتهائية الحيادية. ووفقاً لذلك، يجب زيادة القيم الواردة من جهاز القياس بمقدار 6 dB (مقسم الجهد بمعدل 1/2).

وتختبر جميع الأجهزة لتمتثل لمتطلبات PSD في المدى الكامل لدرجات الحرارة، والتي تعتمد على نمط العقدة:

- العقد الأساسية في المدى –40 درجة مئوية إلى +70 درجة مئوية
- عقد الخدمات في المدى –25 درجة مئوية إلى +55 درجة مئوية

وتُجرى جميع الاختبارات تحت ظروف تحميل الحركة العادية.

وفي جميع الحالات، يجب أن تمتثل PSD للوائح السارية في البلد الذي يستعمل فيه النظام.

ويجب أن يكون مكبر القدرة قادراً على حقن سوية إشارة نهائية في عقدة الإرسال (المعلمة S1) قدرها 120 dBµ Vrms (1 Vrms) عندما يتصل بالشبكة الاصطناعية الواردة في الشكل 1.C على النحو الموصوف في الشكل 4 بالمعيار [EN50065-1] للأجهزة أحادية الطور وفي الشكل 6 بالمعيار نفسه للأجهزة ثلاثية الأطوار التي لا تحقن الأطوار في نفس الوقت. وفي حالة

الأجهزة ثلاثية الأطوار التي تحقن الأطوار الثلاثة جميعاً في آن واحد، يجب أن تكون سوية الإشارة النهائية قدرها 114 Vrms dBµ (Vrms 0,5). وحسبما حُدد سابقاً، يجب زيادة القياسات المأخوذة بواسطة أجهزة القياس بمقدار 6 dB لتعويض فقدان الإدخال في الشبكة الاصطناعية.

3.4.C حدود التشويش بالإيصال

يمكن أن تسري اللوائح الإقليمية. ففي أوروبا مثلاً، يتعين أن تمتثل المرسلات لأقصى سويات البث والبث الهامشي المعرّفة في النص الرئيسي لهذه التوصية للبث بالإيصال في الشبكات الكهربائية ذات التيار المتناوب في النطاقين 3 kHz إلى 9 kHz و95 kHz إلى 30 MHz. واللوائح الأوروبية تستوجب كذلك أن تمتثل المرسلات والمستقبلات لحدود المعاوقة المعرّفة في النص الرئيسي لهذه التوصية في المدى 3 kHz إلى 148,5 kHz.

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
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
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 وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2014