

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.9901

(04/2014)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络
接入网－室内网

**窄带正交频分复用电力线通信
收发器－功率频谱密度规范**

ITU-T G.9901 建议书

ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质和光系统的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
多媒体服务质量和性能 — 一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质特性	G.6000-G.6999
经传送网的数据 — 一般概况	G.7000-G.7999
经传送网的以太网概况	G.8000-G.8999
接入网	G.9000-G.9999
金属接入网络	G.9700-G.9799
局域和接入网络的光纤线路系统	G.9800-G.9899
室内网	G.9900-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅 ITU-T 建议书目录。

ITU-T G.9901 建议书

窄带正交频分复用电力线通信 收发器 – 功率谱密度规范

摘要

ITU-T G.9901建议书规定了确定频谱内容的控制参数、频谱功率密度（PSD）掩膜要求、支持降低发射PSD的一套工具、测量通过电力布线传送PSD的手段以及所规定的终接阻抗可允许进入的总发射功率。该建议书对有关系系统架构、物理层（PHY）和数据链路层（DLL）的ITU-T G.9902(G.hnem)、T G.9903(G3-PLC)和ITU-T G.9904(PRIME)建议书起到与之相辅相成的作用。

本建议书使用了ITU-T G.9955建议书中的材料，其中包括修正1；具体而言，来自文件正文的资料及附件A、B和E。

本版本综合了取自2012年版本建议书及相应的修正1的材料，以及以下补充修改内容：

- 取消了附件B中可选的FCC-1.a和FCC-1.b频段规划。
- 对附件B中频率陷波的使用做了说明。

沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一 ID*
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

* 欲查询建议书，请在您的网络域键入URL <http://handle.itu.int/>，随后键入建议书的唯一ID，如 <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2014

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目录

页码

1	范围	1
2	参考	1
3	定义	2
3.1	其他地方定义的术语	2
3.2	本建议书定义的术语	2
4	缩略语	2
5	惯例	2
6	与CENELEC频段（9-148.5 kHz）有关的PSD相关规范	2
附件A	– 有关G.hnem收发器的PSD规范	3
A.1	频段规范	3
A.2	发送PSD掩膜	5
A.3	电气规范	6
附件B	– 有关G3-PLC收发器的PSD规范	8
B.1	频段规范	8
B.2	FCC频段规范	8
B.3	PSD掩膜规范（陷波）	9
附件C	– 有关PRIME收发器的PSD规范	12
C.1	引言	12
C.2	物理层参数	12
C.3	前置码参数	13
C.4	发送器的电力规范	13

ITU-T G.9901 建议书

窄带正交频分复用电力线通信 收发器 – 功率谱密度规范

1 范围

本建议书规定了确定频谱内容的控制参数、频谱功率密度（PSD）掩膜要求、支持降低发射PSD的一套工具、测量通过电力布线传送PSD的手段以及所规定的终接阻抗可允许进入的总发射功率。该建议书对有关系统架构、物理层（PHY）和数据链路层（DLL）的ITU-T G.9902（G.hnem）、T G.9903（G3-PLC）和ITU-T G.9904（PRIME）建议书起到相辅相成的作用。

2 参考

下列ITU-T建议书和其它参考文献的条款，在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有建议书和其它参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- [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.*

3 定义

3.1 其他地方定义的术语

无。

3.2 本建议书定义的术语

本建议书规定下列术语：

3.2.1 **频段规划**：NB-PLC设备运行的具体频谱范围。A频段规划由频率下限和频率上限界定。

4 缩略语

本建议书采用下列缩略语：

AMN	人工电源网络
LISN	线路阻抗稳定网络
LPM	限制PSD掩膜
NB-PLC	窄带电力线通信
OFDM	正交频分复用
PHY	物理层
PLC	电力线通信
PMSC	具有永久掩膜的子载波
PSD	功率频谱密度
TN	终接网络

5 惯例

无。

6 与CENELEC频段（9-148.5 kHz）有关的PSD相关规范

[EN50065-1]第6、7、8和9节适用。

附件A

有关G.hnem收发器的PSD规范

(本附件构成本建议书不可分割的一部分)

注 – 该附件包含与[ITU-T G.9902]建议书相关的功率频谱密度 (PSD) 规范。

A.1 频段规范

要遵守本建议书就必须支持至少一个CENELEC频段规划或至少有一个FCC频段规划。

A.1.1 CENELEC频段

在CENELEC频段 (3-148.5 kHz) 上运行时, 节点应使用表A.1中指定的控制参数 (见[ITU-T G.9902]第8.4.7节)。

表 A.1 – CENELEC频段的OFDM控制参数

记号	值
N	128
F_{SC}	1.5625 kHz
N_{GI-PL}	12 – 1, 2比特映射 24 – 3, 4比特映射
N_{GI-HD}	0
N_{GI-CES}	0
B	8
F_{US}	$64 \times F_{SC}$

CENELEC频段分为4个子频段形成本节中所述的频段规划A、B和CD。

A.1.1.1 CENELEC-A频段规划

CENELEC-A频段规划的参数在表A.2中规定。

表 A.2 – CENELEC-A频段规划参数

记号	值	注
F_{START}	35.9375 kHz	CENELEC-A频段规划的最低频率 (第23号子载波)
F_{END}	90.625 kHz	CENELEC-A频段规划的最高频率 (第58号子载波号)
PMSC	0至22, 59至127	[ITU-T G.9902] 第8.4.2.1节

A.1.1.2 CENELEC-B频段规划

CENELEC-B频段规划的参数在表A.3中规定。

表 A.3 – CENELEC-B频段规划的参数

记号	值	注
F_{START}	98.4375 kHz	CENELEC-B频段规划的最低频率 (第63号子载波)
F_{END}	120.3125 kHz	CENELEC-B频段规划的最高频率 (第77号子载波)
PMSC	0至62, 78至127	[ITU-T G.9902] 第8.4.2.1节

A.1.1.3 CENELEC-CD频段规划

CENELEC-CD频段规划的参数在表A.4中规定。

表 A.4 – CENELEC-CD频段规划的参数

记号	值	注
F_{START}	125 kHz	CENELEC-CD频段规划的最低频率 (第80号子载波)
F_{END}	143.75 kHz	CENELEC-CD频段规划的最高频率 (第92号子载波)
PMSC	0至79, 93至127	[ITU-T G.9902] 第8.4.2.1节

A.1.2 FCC的频段

在FCC频段（9-490 kHz）运行时，节点应使用表A.5中规定的控制参数（见[ITU-T G.9902]第8.4.7节）。

表 A.5 – FCC频段OFDM控制参数

记号	值
N	256
F_{SC}	3.125 kHz
N_{GI}	24 – 1, 2比特映射 48 – 3, 4比特映射
$N_{\text{GI-HD}}$	0
$N_{\text{GI-CES}}$	0
β	16
F_{US}	$128 \times F_{\text{SC}}$

在FCC频段上规定的FCC、FCC-1和FCC-2频段规划在本节中描述。FCC频段上的其他频段规划有待进一步研究。

A.1.2.1 FCC频段规划

FCC频段规划参数在表A.6中规定。

表 A.6 – FCC频段规划参数

记号	值	注
F_{START}	34.375 kHz	FCC频段规划的最低频率（第11号子载波）
F_{END}	478.125 kHz	FCC频段规划的最高频率（第153号子载波）
PMSC指标	0至10, 154至255	[ITU-T G.9902] 第8.4.2.1节

A.1.2.2 FCC-1频段规划

FCC-1频段规划参数在表A.7中规定。

表 A.7 – FCC-1频段规划参数

记号	值	注
F_{START}	34.375 kHz	FCC频段规划的最低频率（第11号子载波）
F_{END}	137.5 kHz	FCC频段规划的最高频率（第44号子载波）
PMSC指标	0至 10, 45 至 255	[ITU-T G.9902] 第8.4.2.1节

A.1.2.3 FCC-2频段规划

FCC-2频段规划参数在表A.8中规定。

表A.8 – FCC-2频段规划参数

记号	值	注
F_{START}	150 kHz	FCC频段规划的最低频率（第48号子载波）
F_{END}	478.125 kHz	FCC频段规划的最高频率（第153号子载波）
PMSC指标	0至47, 154至255	[ITU-T G.9902] 第8.4.2.1节

A.1.3 ARIB频段规划

ARIB频段规划应遵循[ARIB STD-T84]第3.4节列出的要求。

当在ARIB频段规划中运行时，节点须使用第A.1.2节中规定的参数，并做出如下修改：频音134-153被定义为PMSC（见[ITU-T G.9902]第8.4.2.1节关于PMSC的定义）。

A.2 发送PSD掩膜

A.2.1 频率陷波

[ITU-T G.9902] 支持以监管和共存为目的的频率陷波。陷波应适用于PHY帧的所有成分（前置码、头和有效载荷）以及在域中发送的所有PHY帧。

如果通过屏蔽子载波来实现频率陷波，屏蔽的子载波应使用以下规则确定：

- 在任何两个连续的子载波 (F_{SC}) 之间的频率区域分为4个间距相等的部分，现进一步组成两个相等的区域：每个子载波周围的R1，以及两个子载波中间的R2，如图A.1所示。
- 如果陷波的频率位于子载波的R1区域，这个子载波和两个相邻的子载波将被屏蔽（即，共有3个子载波， $(n-1)$ 、 n 和 $(n+1)$ ，如果陷波的频率位于包括子载波 n 的R1区域的话）。
- 如果陷波的频率位于子载波的R2区域，应屏蔽双边两个最近的子载波（即共4个子载波， $(n-1)$ 、 n 、 $(n+1)$ 和 $(n+2)$ ，如果陷波频率位于子载波 n 和 $(n+1)$ 之间的R2区域的话）。

注 – 根据关于子载波所要求的应被陷波的频率的相对位置，所屏蔽的子载波的数目可以有所不同，但陷波的频率距离没有被屏蔽的最近的子载波至少 $(7F_{SC}/4)$ kHz。

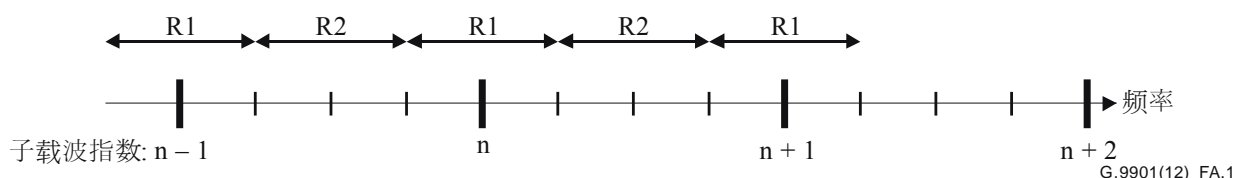


图 A.1 –频率陷波

A.3 电气规范

A.3.1 发送信号的限值

用于准峰值、峰值和平均探测器的测量方法和仪器应在[IEC 60050-161]中规定。

A.3.1.1 CENELEC的频段规划

对于第A.1.段中规定的所有CENELEC频段规划，ITU-T G.9902收发器应符合[EN50065-1]第6段规定的段内段外发送信号限值。当加载到[EN50065-1]图1中[EN50065-1]第6段规定的标准的人工电源网络（AMN），如单相和三相设备规定的连接时，这些限制必须满足。

A.3.1.2 FCC频段规划

对于第A.1.2节中规定的所有FCC频段规划，应当满足下列限值：

- 1) 当加载到一个标准的终端网络（TN）时，在频段的任何部分采用200 Hz带宽峰值检波器测量的输出信号电压不得超过120 dB(μ V)。
- 2) 当加载到一个标准的TN时，在整个频段规划上使用峰值检波器测量的输出信号电压，对于FCC-1，不得超过134 dB(μ V)，对于FCC和FCC-2，不得超过137 dB(μ V)。中间电压（MV）线发送信号的上限有待进一步研究。
- 3) 频段规划的频谱带宽之外测量的输出信号电压不得超过：

- 从9 kHz到150 kHz的频率范围内，由分辨率带宽为200Hz的准峰值检波器测量的输出信号电压的限值应以频率的对数线性减少，在9 kHz时为89 dB(μ V)，在150kHz时为66 dB(μ V)。
- 在从150 kHz至535 kHz的频率范围内，由分辨率带宽为9kHz的准峰值检波器测量输出信号电压的限值应以频率的对数线性减少，在150kHz时为66 dB(μ V)，在535kHz时为60 dB(μ V)。

频谱宽度的定义应符合[EN50065-1]图1。

A.3.1.3 陷波频段

当加载到一个标准的终端网络（TN）时，在全部陷波频段，采用200 Hz带宽的准峰值检波器测量的输出信号电压不得超过70 dB(μ V)。

A.3.1.4 FCC标准终端网络

标准终端网络，TN应专门用于发送信号的限制验证的目的。TN阻抗构成为50欧姆的电阻与一个50 μ H电感、FCC线路阻抗稳定网络（LISN）并联连接的负载。

其他类型的终端网络有待进一步研究。

附件B

有关G3-PLC收发器的PSD规范

(本附件构成本建议书不可分割的一部分)

注 – 该附件包含与[ITU-T G.9903]建议书相关的功率频谱密度 (PSD) 规范。

B.1 频段规范

在运行CENELEC频段 (3-148.5 kHz) 时, 节点须使用表B.1规定的控制参数。

表B.1 – 用于CENELEC频段的OFDM调制器控制参数

FFT点数	$N = 256$
重叠样本数	$N_O = 8$
循环前缀样本数	$N_{CP} = 30$
FCH符号数	$N_{FCH} = 13$
抽样频率	$F_s = 0.4 \text{ MHz}$
前置码中符号数	$N_{pre} = 9.5$

B.1.1 CENELEC-A频段规划

在CENELEC-A频段运行时, 节点须使用表B.2规定的参数。

表B.2 – CENELEC-A频段规划的参数

	子载波数	第一子载波 (kHz)	最后子载波 (kHz)
CENELEC A	36	35.938	90.625

B.1.2 CENELEC-B频段规划

在CENELEC-B频段运行时, 节点须使用表B.3规定的参数。

表B.3 – CENELEC-A频段规划的参数

	子载波数	第一子载波 (kHz)	最后子载波 (kHz)
CENELEC B	16	98.4375	121.875

B.2 FCC频段规范

在FCC频段 (9-490 kHz) 运行时, 节点须使用表B.4中规定的控制参数。

表B.4 – 用于FCC频段的OFDM调制器控制参数

FFT点数	$N = 256$
重叠样本数	$N_O = 8$
循环前缀样本数	$N_{CP} = 30$
FCH符号数	$N_{FCH} = 12$
抽样频率	$F_s = 1.2 \text{ MHz}$
前置码中的符号数	$N_{pre} = 9.5$

B.2.1 FCC频段规划

在FCC-1频段运行时，节点须使用表B.5规定的参数。

表B.5 – 频段规划参数

频段规划	子载波数	第一子载波 (kHz)	最后子载波 (kHz)
FCC	72	154.6875	487.5

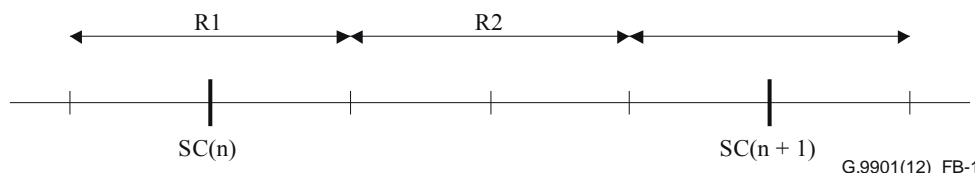
B.3 PSD掩膜规范（陷波）

规定ITU-T G.9903 PHY具有可编程陷波，以便：

- 1) 在遵守区域性规则时提供了灵活性，如促进与无线业务的共存。
- 2) 允许与在同一频段运行的其他电力线通信技术（如符合[IEC 61334-5-1]的S-FSK系统）共存。
- 3) 在以频分方式分离ITU-T G.9903域时允许灵活性，如通过向不同的ITU-T G.9903域指配不重叠的频段。

发送器应使用适当的计划，在频谱中插入深陷波。特别是，[IEC 61334-5-1]标准中提到的两个频率，如标记和空白频率 f_M 和 f_S 应作为陷波与S-FSK系统共存。

根据所需的陷波频率与子载波的相对位置，几个子载波被屏蔽。在被屏蔽子载波上没有数据发送。根据下面的图，如果陷波频率在R1区， $SC(n-1)$ ， $SC(n)$ 和 $SC(n+1)$ 被屏蔽（共3个子载波）。如果陷波频率在R2区，在任何一侧最近的两个子载波（即 $SC(n-1)$ 、 $SC(n)$ 、 $SC(n+1)$ 和 $SC(n+2)$ ）被屏蔽（共有4个子载波）。



图B.1 – 频率陷波

陷波图应该是一个在设备的初始化步骤中设置的整体参数。如上所述，为了特定的频段提供足够深的陷波，需要在频段之前和之后关注一个（或有时两个）额外的子载波，并取决于陷波相对于子载波上的位置。下面的伪代码可以用于一个/两个额外的子载波之间的决定。

如果 $\text{NotchFreq} / \text{SamplingFreq} \times \text{FFTSize}$ 在 R1 区

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

如果NotchFreq / SamplingFreq × FFTSize在R2区

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

SamplingFreq和FFTSize分别为400 kHz和256。

Sc是一个数组，确定哪些子载波用于传输数据（如果Sc(i)是零，不使用该子载波发送数据）。

陷波频率降低了用来传递信息的启用音的数目。因为陷波针对所有的传输信号，包括FCH，FC中的符号数目取决于启用音的数目。

下面的一段代码，可以确定用于传输33位FC的OFDM符号的数目：

```
fcSize = 33; // FC的大小
```

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

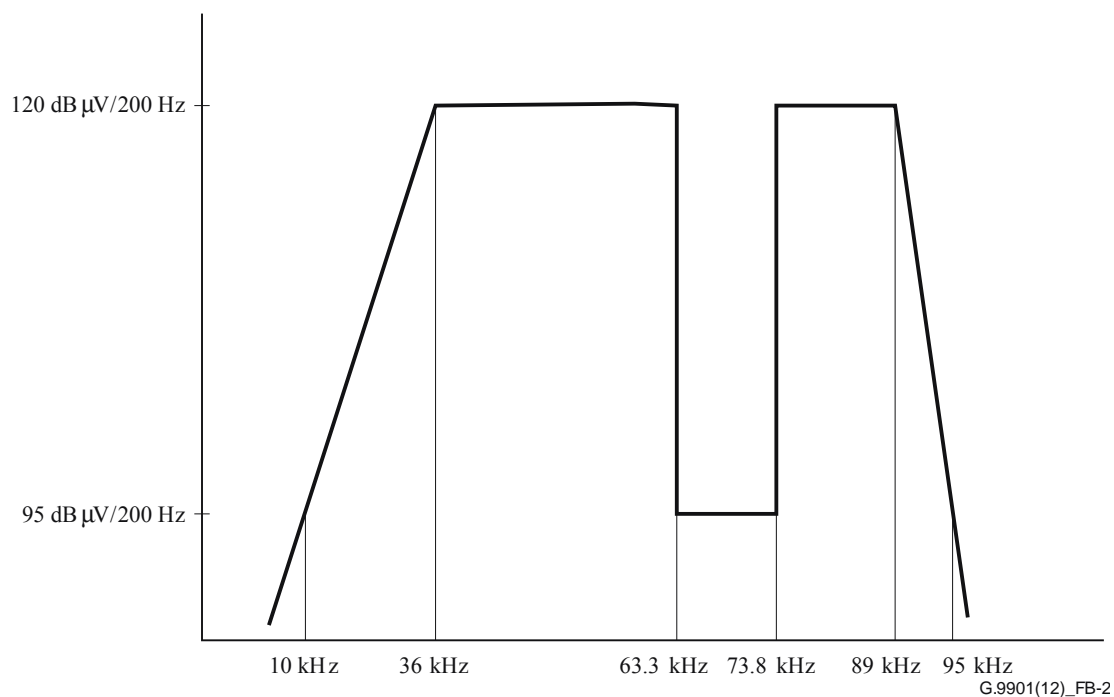
其中freqNum是频率陷波后可用的子载波数目，ceil是ceiling（向上舍入）函数。

为了对S-FSK影响最小，OFDM调制解调器在S-FSK频率之间，即在63 kHz至74 kHz频段不得发送任何信号。在这种模式下的陷波子载波如表B.6所示。

表B.6 – 共存模式下的陷波子载波

子载波编号	子载波频率
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

因此，有11个子载波不能传输数据。考虑到，即共有36个子载波，25个子载波保持数据传输，因此在FC中有19个OFDM符号，因为 $ceil((33 \pm 6) \times 2 \times 6/25) = 19$ 。



图B.2 – 两个陷波插入与S-FSK PLC调制解调器共存的频谱

所有站应在每个子站中指定的子载波上使用音屏蔽，以与发送频谱掩膜兼容。陷波频率的发送功率谱密度应低于为其余的子载波规定的限值25 dB—见图B.2中的示例。

采用分辨率带宽为200 Hz的频谱分析仪和准峰值检测器进行测量。应配置发送器以反复发送最大长度的滚动数据模式的数据包。

B.3.1 杂散传输

制造商有义务确保杂散辐射符合使用此站的国家之规定。

B.3.2 发送器频谱平坦度

每个载波的平均功率在50 Ω阻抗情况下相对于所有子载波的平均功率不得超过±2 dB的范围。

附件C

有关PRIME收发器的PSD规范

(本附近构成本建议书不可分割的一部分)

注 – 本附件包含与[ITU-T G.9904]建议书相关的功率频谱密度 (PSD) 规范。

C.1 引言

本附件规定了与[ITU-T G.9904]建议书相关的功率频谱密度 (PSD) 规范。[ITU-T G.9904]是本建议书主体规定的CENELEC-A频段中基于OFDM的PLC通信方案。PHY实体使用从3 kHz到95 kHz的频率并局限于变电器及其许可持有者。然而，众所周知，40 kHz以下的频率在典型的LV电力线中显示出严重问题，举例而言：

- 发送器的负载阻抗模值有时低于 1Ω ，尤其是对位于变压器上的基础节点；
- 有色背景噪声始终存在于电力线上，由许多相对低功率的噪声源总和引起，在更低频率上振幅呈指数增长；
- 计量室出现一个额外的问题，正如众所周知的，消费者行为对信道特性的影响在低频率处更高，也就是说，各种家电应用的操作对于转移函数特性和噪声场景两者都会造成重大和不可预知的时间偏差。

因此，OFDM信号将使用47.363 kHz的频率带宽，位于CENELEC的A频段的高频率处。

OFDM信号本身将使用97个（96个数据子载波，再加一个导频载波）等距子载波，带有一个短的循环前缀。

C.2 物理层参数

表C.1列出了OFDM控制和定时参数。

表C.1 –PRIME PHY的频率和定时参数

基带时钟(Hz)	250 000	
子载波间隔(Hz)	488.28125	
数据子载波的数目	84 (头)	96 (有效载荷)
导频子载波的数目	13 (头)	1 (有效载荷)
FFT间隔 (样本)	512	
FFT间隔(μ s)	2 048	
循环前缀 (样本)	48	
循环前缀(μ s)	192	
符号间隔(样本)	560	
符号间隔(μ s)	2 240	
前置码周期(μ s)	2 048	

C.3 前置码参数

前置码参数为： $T = 2\,048\ \mu\text{s}$, $f_0 = 41\,992\ \text{Hz}$ （开始频率）， $f_f = 88\,867\ \text{Hz}$ （最终频率），及 $\mu = (f_f - f_0) / T$ 。

C.4 发送器的电力规范

C.4.1 概述

以下要求是维护发送器的完全性能并达到互操作性的最低技术要求。

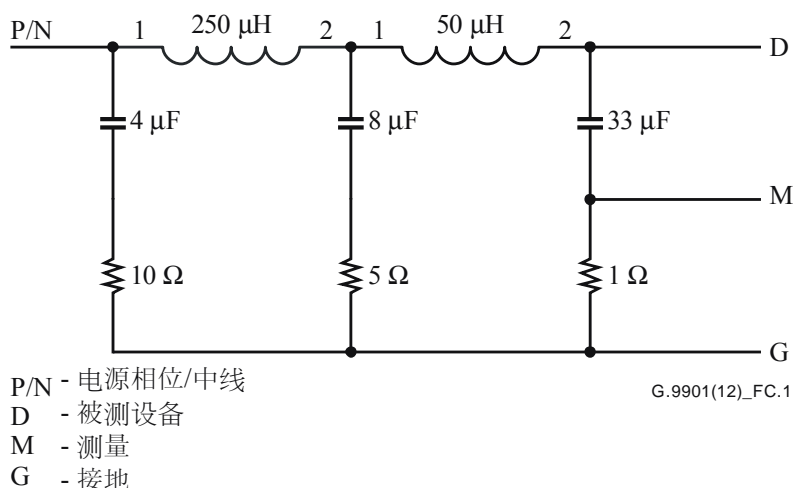
C.4.2 发送PSD

将根据以下条件来测量和建立发送器规范。

根据[EN50065-1]图4，对于单相设备的测量，须在相位连接或中性连接上进行。

对于在所有三个相位上同时传输的三相设备，测量应在所有三个相位进行，如[EN50065-1]图6所示。在中性导体上没有测量是必需的。

[EN50065-1]图4和图6中显示的人工电源网见图C.1。该图基于[EN50065-1]图5。引入 $33\ \mu\text{F}$ 电容和 $1\ \Omega$ 电阻器使网络在相关频段的阻抗为 $2\ \Omega$ 。



图C.1 - 人工电源网络

所有发送器的输出电压被指定为与中性终端相关的线路终端上测得的电压。从测量设备上获得的值则须相应增加6 dB（1/2率分压器）。

对所有设备都将进行测试，以符合在全温度范围内的PSD要求，这取决于节点类型：

- 基础节点范围在 -40°C 至 $+70^{\circ}\text{C}$
- 业务节点范围在 -25°C 至 $+55^{\circ}\text{C}$

所有的测试将在正常的业务负荷条件下进行。

在所有情况下，PSD应符合系统所处国家的现行法规。

当连接到图C.1的人工电源网络时，功率放大器须能够在 $120\ \text{dB}\mu\text{V}_{\text{rms}}$ ($1\ \text{V}_{\text{rms}}$)的传输节点上（S1参数）插入一个最终的信号电平，正如[EN50065-1]图4中的单相设备和[EN50065-1]图6中的三相设备中一次插入一个相位那样。对于三相设备同时插入所有三个相位的情

况，最终的信号电平应是114 dB μ Vrms (0.5 Vrms)。正如之前所规定，测量仪器进行测量应增加6 dB，以弥补人工网络插入损耗。

C.4.3 传导骚扰限值

区域性规定可能适用。举例而言，在欧洲，发送器须遵守本建议书主题确定的3 kHz至9 kHz和95 kHz到30 MHz频段上的AC电源的传导发送，欧洲规定还要求，发送器和接收器还须遵守本建议书规定的3 kHz至148.5 kHz范围内的阻抗限值。

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题