

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.9901

(06/2017)

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9-535 kHz的发射输出电压，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。

ITU-T G.9901建议书也对有关系统架构、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)建议书起到与之相辅相成的作用。

本版本综合了以下修改内容：

- ITU-T G.9902 FCC-2频段规划的输出电压限值已扩展至ITU-T G.9903技术，因此被放入建议书正文中。本建议书尽量参引现有标准。
- 附件B对音调掩膜功能做出澄清。

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
3.0	ITU-T G.9901	2017-06-30	15	11.1002/1000/13171

关键词

窄带电力线通信、功率谱密度、传导发射限值、G3-PLC、PRIME

* 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 2018

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3 kHz–148.5 kHz频段有关的发射输出电压规范	2
7	涉及148.5 kHz–535 kHz频段的发射输出电压规范	2
7.1	人工电源网（AMN）	3
附件A	– 有关G.hnem收发器的功率谱密度规范	4
A.1	频段规范	4
A.2	发送功率谱密度掩膜	7
附件B	– 有关G3-PLC收发器的功率谱密度规范	8
B.1	频段规范	8
B.2	发射功率谱密度掩膜	9
附件C	– 有关PRIME收发器的功率谱密度规范	12
C.1	引言	12
C.2	物理层参数	12
C.3	CENELEC频段规划	12

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

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 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 定义

3.1 其他地方定义的术语

本建议书使用了下列他处定义的术语：

3.1.1 频段规划 [ITU-T G.9902]：由频率下限和频率上限界定的具体频谱范围。

3.2 本建议书定义的术语

无。

4 缩略语

本建议书采用下列缩略语：

AMN	人工电源网络
CES	电路仿真业务
DLL	数据链路层
FCH	帧控制头
FFT	快速傅里叶变换
LV	低电压
NB-PLC	窄带电力线通信
OFDM	正交频分复用
PFH	物理层帧头
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
S-FSK	扩频型移频键控

5 惯例

无。

6 与3 kHz–148.5 kHz频段有关的发射输出电压规范

对于欧洲，[EN50065-1]须适用。

7 涉及148.5 kHz–535 kHz频段的发射输出电压规范

须满足以下限值：

- 1) 加载于人工电源网（AMN）时，若使用200 Hz带宽峰值检测器测量输出信号电压，在任何频段均不得超过120 dB（ μV ）。
- 2) 加载于人工电源网（AMN）时，在整个频段使用峰值检测器测量输出信号电压须不得超过137 dB（ μV ）。

3) 148.5 kHz–535 kHz频段之外的输出信号电压须遵守[EN 50065-1]。

7.1 人工电源网（AMN）

AMN须遵守[CISPR16-1-2]的第4.4款。

测试设置须符合[EN 50065-1]图4对单相PLC系统以及[EN50065-1]图6对三相PLC系统的规定。

附件A

有关G.hnem收发器的功率谱密度规范

(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 kHz–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频段的正交频分多址 (OFDM) 控制参数

记号	值
N	128
f_{SC}	1.562 5 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频段分为多个子频段, 形成 A.1.1.1至A.1.1.3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}	35.937 5 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)
具有永久掩膜的子载波指数	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}	98.437 5 kHz	CENELEC-B频段规划的最低频率 (第63号子载波)
f_{END}	120.312 5 kHz	CENELEC-B频段规划的最高频率 (第77号子载波)
具有永久掩膜的子载波指数	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)
具有永久掩膜的子载波指数	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 kHz–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频段正交频分多址控制参数

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_{GI-HD}	0
N_{GI-CES}	0
β	16
f_{US}	$128 \times f_{SC}$

在FCC频段上规定的FCC、FCC-1和FCC-2频段规划在A.1.2.1至A.1.2.3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）
具有永久掩膜的子载波指数	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）
具有永久掩膜的子载波指数	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）
具有永久掩膜的子载波指数	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节中的要求。

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被定义为具有永久掩膜的子载波（PMSC；见[ITU-T G.9902]第8.4.2.1节关于PMSC音调的定义）。

A.2 发送功率谱密度掩膜

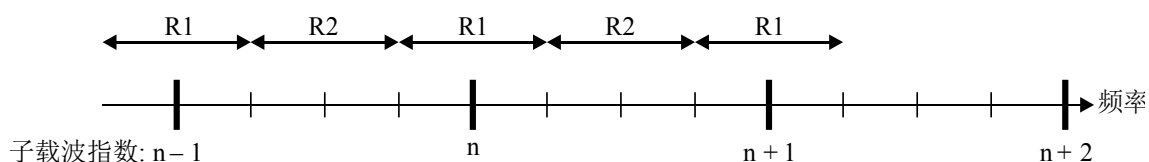
A.2.1 频率陷波

[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[物理层帧头（PFH）、电路仿真业务（CES）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，它们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 - 根据应进行陷波的频率相对于子载波的位置，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($7 \times f_{sc}/4$) kHz。



G.9901(17)_FA.1

图 A.1 –频率陷波

附件B

有关G3-PLC收发器的功率谱密度规范

(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

B.1.1 CENELEC频段

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频段的正交频分多址调制器控制参数

快速傅立叶变换 (FFT) 点数	$N = 256$
重叠样本数	$N_O = 8$
循环前缀样本数	$N_{CP} = 30$
帧控制头 (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.1.1.1 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	35.937 5	90.625

B.1.1.2 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	98.437 5	121.875

B.1.2 FCC频段

在FCC频段 (9 kHz -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频段的正交频分多址调制器控制参数

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	$N_{pre} = 9.5$

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

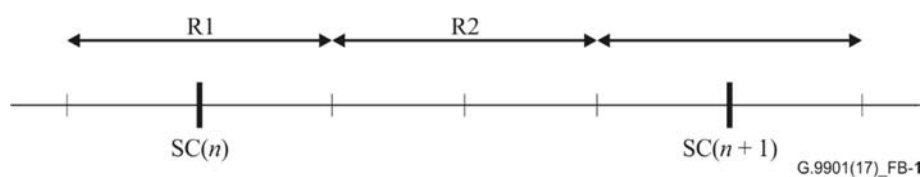
B.2 发射功率谱密度掩膜

规定ITU-T G.9903 PHY具有音频掩膜功能：

- 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G.9903域时允许灵活性，如通过向不同的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 应作为陷波与扩频型移频键控（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。根据图B.1，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

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

如果 $\text{NotchFreq} / \text{SamplingFreq} \times \text{FFTSize}$ 在R2区

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

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 $\text{Sc}(i)$ 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的正交频分多址（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。

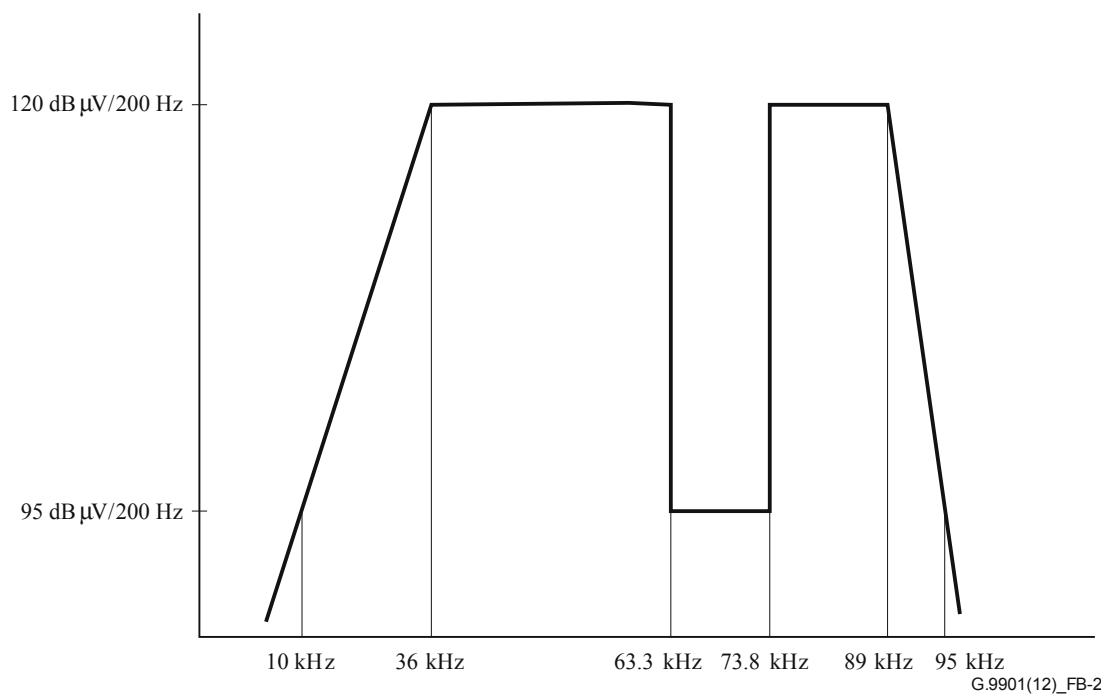
例如，在与[IEC 61334-5-1]共存的情况下，为了尽量降低对S-FSK的影响，OFDM调制解调器在S-FSK频率之间，即在63 kHz至74 kHz频段不得发送任何信号。在这种模式下的陷波子载波如表B.6所示。

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	60.937 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

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 $\text{ceil}[(33 \pm 6) \times 2 \times 6/25] = 19$ 。

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。



图B.2 – 两个陷波插入与扩频型移频键控电力线通信调制解调器共存的频谱

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.2.1 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。

附件C

有关PRIME收发器的功率谱密度规范

(本附件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的频率并局限于监督或控制低压分配网络的应用，其中包括互连设备和场所的能源使用。然而，众所周知，40 kHz以下的频率在典型的低电压 (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)	488.281 25	
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 CENELEC频段规划

起始和终止频率分别为 $f_0 = 41\,992$ Hz和 $f_1 = 88\,867$ Hz。

ITU-T 建议书系列

- 系列A ITU-T工作的组织
- 系列D 资费及结算原则和国际电信/ICT的经济和政策问题
- 系列E 综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
- 系列F 非话电信业务
- 系列G 传输系统和媒介、数字系统和网络**
- 系列H 视听及多媒体系统
- 系列I 综合业务数字网
- 系列J 有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
- 系列K 干扰的防护
- 系列L 环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
- 系列M 电信管理，包括TMN和网络维护
- 系列N 维护：国际声音节目和电视传输电路
- 系列O 测量设备的技术规范
- 系列P 电话传输质量、电话设施及本地线路网络
- 系列Q 交换和信令以及相关测量和测试
- 系列R 电报传输
- 系列S 电报业务终端设备
- 系列T 远程信息处理业务的终端设备
- 系列U 电报交换
- 系列V 电话网上的数据通信
- 系列X 数据网、开放系统通信和安全性
- 系列Y 全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
- 系列Z 用于电信系统的语言和一般软件问题