



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01820848.7

[43] 公开日 2004 年 9 月 1 日

[11] 公开号 CN 1526223A

[22] 申请日 2001.12.6 [21] 申请号 01820848.7

[30] 优先权

[32] 2000.12.20 [33] DE [31] 10063675.6

[86] 国际申请 PCT/DE2001/004583 2001.12.6

[87] 国际公布 WO2002/051089 德 2002.6.27

[85] 进入国家阶段日期 2003.6.18

[71] 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 诺伯特·埃尔斯纳

格尔德·格里彭特罗格

莱因哈德·梅尔

克劳斯·多斯特尔特

威尔弗里德·马瑟

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

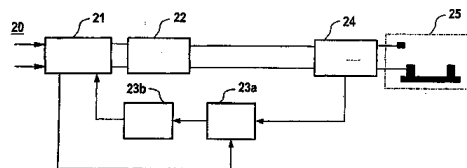
代理人 马莹 邵亚丽

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 在一根电力供应导线上多个载波的传输

## [57] 摘要

正交频分多路复用 (OFDM) 方法是用于在电力供应线上传输数据的公知方法。在该方法中, 待传输的信息分布在多个载波中, 并以 OFDM 块的形式传输调制载波信号的复合信号。但是, 标准的 OFDM 方法对很强的周期脉冲干扰非常敏感。因此, 根据本发明将该方法这样设置, 即, 使待传输的 OFDM 块具有两个周期干扰脉冲之间间隔的约 85% 的长度。载波间隔相应地由 OFDM 块持续时间的倒数确定。传输的 OFDM 块这样与脉冲形的周期干扰同步, 即, 在两个干扰脉冲间一次只有一个 OFDM 块。可以在接收器中阻挡脉冲形的干扰。为此, 本发明的装置包括对应设计的发送器 (20) 和相关的接收器 (30)。



1. 一种用于在至少一根电力供应导线上传输数据的方法，其中，出现周期脉冲形的干扰信号，这些干扰信号之间具有几乎无干扰的时间段，在  
5 使用 OFDM（正交频分多路复用）方法的情况下，其中，将待传输的信息分配到多个载波上，并以 OFDM 块的形式传输所有调制载波的和信号，该方法具有以下特征：

-这样进行所述 OFDM 方法，即，待传输的 OFDM 块填充大部分脉冲形干扰信号的周期持续时间；

10 -在两个相互跟随的 OFDM 块之间保持大约一个干扰脉冲长度的间隔；  
-被发送的 OFDM 块的位置这样与脉冲形的周期干扰脉冲同步，即，  
-一个 OFDM 块位于两个周期干扰脉冲之间，和  
-所述脉冲形干扰信号在接收器处通过合适的电路被阻挡。

2. 根据权利要求 1 的所述方法，其特征在于，所述 OFDM 块填充所述脉冲形干扰信号周期持续时间的约 85% 的长度，并在两个相互跟随的  
15 OFDM 块之间保持约为该干扰信号周期持续时间 15% 的间隔。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述周期重复的干扰脉冲和发送器与接收器之间的同步通过用于检测脉冲的阈值开关进行。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在所述发送器中，当相  
20 位调整回路锁定在脉冲干扰序列上之后，所述阈值开关在发送数据期间被禁止，并仅在期待有干扰脉冲的时刻才开启合适的时间窗口。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，为了抑制同步时的抖动，采用了一个模拟或数字的相位调整回路。

6. 根据权利要求 1 和 2 所述的方法，其特征在于，所述 OFDM 信号  
25 可以不受阻碍地通过用于阻挡干扰脉冲的电路。

7. 根据权利要求 1 和 2 所述的方法，其特征在于，在耦合单元和接收器之间设置一个阻抗，并通过对该阻抗后的接收导线进行短接来阻挡所述干扰。

8. 根据权利要求 1 和 2 所述的方法，其特征在于，通过将所述耦合单  
30 元和接收器分离来阻挡所述干扰脉冲。

9. 根据上述任一项权利要求所述的方法，其特征在于，周期重复的干

扰脉冲用于粗略同步 OFDM 发送器和 OFDM 接收器。

10. 根据上述任一项权利要求所述的方法，其特征在于，第一 OFDM 块用于接收器的精确同步，紧接着该精确同步之后传输训练信号，并在此之后传输加载了有用信息的 OFDM 块。

5        11. 一种用于实施根据权利要求 1 或权利要求 2 至 10 中任一项所述方法的装置，具有一个发送器和一个接收器，其特征在于，所述发送器 (20) 和接收器 (30) 具有 OFDM 信号的处理单元 (21, 38) 以及所属的耦合单元 (24, 31)，其中，设置了用于将发送信号与周期干扰脉冲同步的装置 (23, 33)。

10        12. 根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，用于同步的装置是在发送器 (20) 和接收器 (30) 中的阈值开关 (23a, 33a) 和设置于其后的相位调整回路 (23b, 33b)，其中，在相位调整回路锁定之后，仅在期待干扰脉冲的时间段内激活发送器中的阈值开关。

15        13. 根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，在所述发送器 (20) 中，为 OFDM 信号的处理单元 (21) 后接一个放大器 (22)。

14. 根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述接收器 (30) 具有一个 OFDM 信号的处理单元 (38) 和一个耦合单元 (31)。

15. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，在所述耦合单元 (31) 后连接一个滤波器 (32)、一个阻抗 (34) 和一个短路器 (35)。

20        16. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述耦合单元 (31) 在纵向分支中后接一个滤波器 (32) 和一个开关，而没有后接阻抗。

在一根电力供应导线上  
多个载波的传输

5

技术领域

本发明涉及一种用于在至少一根电力供应导线上传输数据的方法，其中，通过例如在整流期间具有几乎无干扰的时间段的整流器中进行的整流过程出现周期脉冲形的干扰信号，在使用 OFDM 方法的情况下，将待传输的信息分配到多个载波中，并以块的形式传输所有调制载波的和信号。此外，本发明还涉及用于实施该方法的相关装置。本方法和装置特别但不仅限于用于直流电压轨道电流供应。

背景技术

在电力导线上传输数据是公知技术。特别是在交通技术中，这类数据传输特别有用，以便例如实现对列车的影响或信号控制。

在现有技术中，为了在电力导线上传输数据而采用了宽带传输方法。在此，一般地优选的是 OFDM 方法（正交频分多路复用），该方法将待传输的信息分配到很多相互正交的载波上，并以所谓的 OFDM 块的形式传输所有调制载波的和信号。因此，用于抑制干扰的滤波器必须具有带通特性，其中，带通的宽度至少与 OFDM 和信号所需的带宽一致。

特别是对于直流电供应，一般地由于用整流器产生直流电压而出现了特别的周期性干扰信号，该干扰信号在后面称为“干扰”或统称为干扰脉冲。

周期的干扰脉冲是由于在整流器中对电流进行整流而引起的。在整流器中的整流器元件或整流管，通常为二极管或三级管，使直流电产生交替。在直流电从一个整流管到另一个整流管交替时，通过整流管之间的电感产生电压峰值，该峰值对应于数量级约为 400kv/s 的电压升高。由于整流时刻由交流电网的频率确定，因此干扰脉冲出现在确定的时间间隔中，也就是周期性的。

### 发明内容

因此, 本发明要解决的技术问题是提供一种合适的、尤其应用在直流电压能量供应中的数据传输方法, 同时还提供相关的装置。

根据本发明, 该技术问题是通过权利要求 1 的措施解决的。从属的方法权利要求中给出了进一步的扩展。用于实施本发明方法的装置是权利要求 9 要保护的对象。该装置的扩展在从属的装置权利要求中给出。

在本发明中, 以简单方式通过这样设置 OFDM 方法来解决开始所述的问题, 即, 待传输的 OFDM 块的长度约为两个周期干扰脉冲之间距离的 85%。为了保证载波的正交性, 两个载波的频率差必须与 OFDM 块的长度成反整数比。

例如, OFDM 块必须在由 12 脉冲整流器供电的直流电压能量供应中具有  $85\% \times 1.67\text{ms} = 1.4\text{ms}$  的长度。由此形成大约 700Hz 的载波距离, 从而例如在 22kHz 的带宽中提供了 32 种频率。因此, 在 QPSK (正交相移键控) 调制中, 对每个 OFDM 块可以传输 64 位。在此, 被发送的 OFDM 块的位置这样与脉冲形的周期干扰同步, 即, OFDM 块恰好位于两个干扰脉冲之间, 并由此在几乎无干扰的时间段中被发送出去。通过合适的电路消除接收器端的脉冲形干扰, 其中, 位于干扰之间的 OFDM 信号仍然可以毫无阻碍的通过。

合适的是, 使用第一 OFDM 块来同步接收器, 其中该 OFDM 块包含所谓的前置码。接下来可以选择传送所谓的在每个 OFDM 块中总是具有确定内容的训练序列。紧接着是加载了有用信息的 OFDM 块。

在本发明一个特别优选的实施方式中, 将干扰脉冲的定义位置用于粗略同步 OFDM 发送器和 OFDM 接收器。

本发明可以优选用于交通技术, 尤其是用直流电驱动的地铁系统、城市列车或电车中。原则上对本方法的使用不限于短途交通系统的直流电压网。当电流供应网出现周期性的干扰时, 总是可以应用根据本发明的用于在电流供应网中传输数据时减小干扰的方法。本方法一般适用于直流电压网, 并也常用于交流电压网。

### 附图说明

借助与权利要求相关的附图, 下面的附图说明给出了本发明的其它细

节和优点。其中：

图 1 为地铁系统直流电压的时间变化曲线图；

图 2 为发送器部件；

图 3 为用于在根据图 1 的直流电压变化过程中传输数据的合适装置的  
5 接收器部件。

#### 具体实施方式

在地铁的电流供应导线上应当除了提供能量外还传输数据。在此，这项也被称为电力线通信(PLC)的技术将待传输的信息调制到合适的载波上，  
10 并与地铁系统供应电压的调制产品相叠加。

地铁例如是用 750v 的额定直流电压驱动的。一般常见的是，由 12 脉冲的整流器提供直流电压，该整流器又由一个整流变压器供电。在此，12 脉冲的整流器由两个 6 脉冲的整流器组成，该 6 脉冲的整流器又由两个相互 30°电偏移的整流变压器绕组供电。整流变压器的初级作为一般的能量供  
15 应，具有 50Hz 的电网频率。所述方法也可以毫无限制的用于其它频率，例如 60Hz。

一般地地铁系统包括多个沿着电网线路以大约 2km 的距离安装的整流器。所有的整流器一起向地铁系统供电，并通过地铁系统的汇流条相互电连接。

20 为了进一步说明问题，图 1 示例性地示出了地铁直流电压在 20ms 的时间段内所测量的时间变化曲线。电压信号用 1 表示。可以看出，直流电并不是恒定的，而是具有直到最大约 80v 的波动。

特别是在整流器中对电流进行整流时，在  $20\text{ms}/12=1.67\text{ms}$ （在供电为 50Hz 时）的距离内会出现振幅为典型 50v 的陡峭电压突变。由此而导致的  
25 宽带干扰达到了多个 100kHz 的频率，并由此位于电力线通信系统的频率区域内。

由图 1 可以看出，通过滤波器只能部分抑制由地铁电压陡峭的电压突变引起的干扰，因为总是有一部分频谱干扰能量可以通过带通。由此，即使通过花费很高的滤波电路也只能将地铁电压的电压突变减少到 10%，并  
30 由此典型的是 5v。因此，在滤波器之后总是还有与电网同步的振幅很大的周期性脉冲干扰。

PLC 系统到达接收器的有用信号与发送器线路和距离的传输特性有关，并由于有限的容许发送功率，该有用信号仅为几十 mv 到最大约 1v。因此，脉冲形的干扰信号始终高于有用信号，由此给出了很差的信噪比（SNR=信噪比）。

- 5        由于接收器的过度调制引起失真，并由此导致接收的信息不可信，因此一方面必须将该接收器按照干扰信号的大小设置。另一方面，干扰信号和有用信号的不同电平对接收器的动态性提出了很高的要求。这样，仅为了将 10mv 的有用信号和 5v 的干扰信号辨别开来就需要 9 比特的分辨率。如果该有用信号本身还以 8 比特的分辨率被接收，则接收器必须总共具有
- 10    17 比特的分辨率。用具有所要求速度的商业通用元件不能达到这一点，或花费很大。

此外，由于干扰，极大地阻碍了使用或不可能使用在 PLC 系统中常见同时也是必需的自动放大调节（自动增益控制，缩写为 AGC）。

- 图 2 示出了由 OFDM 处理单元 21 和设置于其后的放大器 22 组成的发
- 15    送器 20。借助于阈值开关，在分离直流电压后获得干扰脉冲，并作为矩形导向信号发送到可以设计为模拟或优选设计为数字的相位调整回路（PLL=锁相环路）。相位调整回路的任务是抑制高频抖动，从而使 OFDM 处理单元在干扰脉冲的时间间隔内获得稳定的同步信号，以便将数据包精确地设置在脉冲之间。在 PLL 锁定在脉冲干扰序列上之后，优选的是在发送数据期间禁止阈值开关，并仅在期待有干扰脉冲的时刻开启合适的时间窗口，从而 PLL 不受自身的直接在发射器输出端就达到很大振幅的发送信号影响，
- 20    而仅固定在干扰脉冲间隔上。

随后是耦合单元 24，用于与地铁的轨道系统 25 耦合。也可以再使用一个供电网用于交通技术装置。

- 25        在发射器 20 中，这样分割数据信号，即，各数据块在两个干扰脉冲之间以一定的安全距离通过。因此，数据信号始终在无干扰的时间段内被发送，其中，利用上述阈值开关 33a 和随后的相位调整回路 33b 的组合可以产生与干扰脉冲间隔的精确的时间相关性。

- 图 3 示出了由耦合单元 31 构成的用于图 2 中轨道系统的接收器 30，该
- 30    接收器后面是滤波器 32、阻抗 34 和短路器 35。

短路器 35 后面是根据现有技术用于自动放大调节（AGC=自动增益控

制)的单元。通过 A/D 转换器 37 将数据传送到 OFDM 信号的处理单元 38。

在此,也借助阈值开关在电网端获得干扰信号,并将该信号作为矩形导向信号发送到抑制抖动的相位调整回路(PLL)。

相位调整回路在干扰脉冲的时间间隔内输出的稳定同步信号一方面被  
5 发送到短路器 35,另一方面被发送到 OFDM 信号的处理单元 38。因此,只要干扰脉冲间的无干扰时间段一开始,短路器就抑制接收信号,其时间和干扰信号持续的时间一样长,并释放接收器输入端。通过稳定的同步信号,OFDM 信号的处理单元 38 可以获得待处理数据包的精确时间位置,从而可以毫无问题的回收数据。

10 在滤波器 32 和连接在前的阻抗 34 的输出线路中,可以不使用短路器 35,而在并联支路上使用一个开关。在这种情况下不需要阻抗 34。

在通过阻抗 34 去耦合之后,干扰脉冲例如这样由 OFDM 处理单元阻止,即通过例如晶体管形式的模拟开关使信号导线短接。如上所述,也可以串联一个电开关,并在脉冲干扰期间将随后的信号处理与滤波输出分离  
15 开来。

将信号发送到具有自动放大调节(AGC)的放大器 36,该放大调节将信号放大到对 A/D 转换器最佳的电平。然后在后面的处理单元中,合并分段的信号,并根据现有技术对该信号进行解码。

重要的是,在上述方法以及相应的装置中,通过划分,也就是所谓的数据分段来修改本身已公知的 OFDM 方法,即仅在几乎无干扰的时间段内进行传输。为此,将发送过程与周期脉冲干扰同步,并精确地在各干扰脉冲之间进行发送。相应的在接收器中检测并阻挡干扰脉冲。在 OFDM 信号处理后,可以将分段的数据组合起来。  
20

本发明特别用于在地铁的直流电压供应中的数据传输。对于其它利用  
25 直流电压的电网,例如在用于配电装置自供应的直流电压电网中,也可采用本发明。

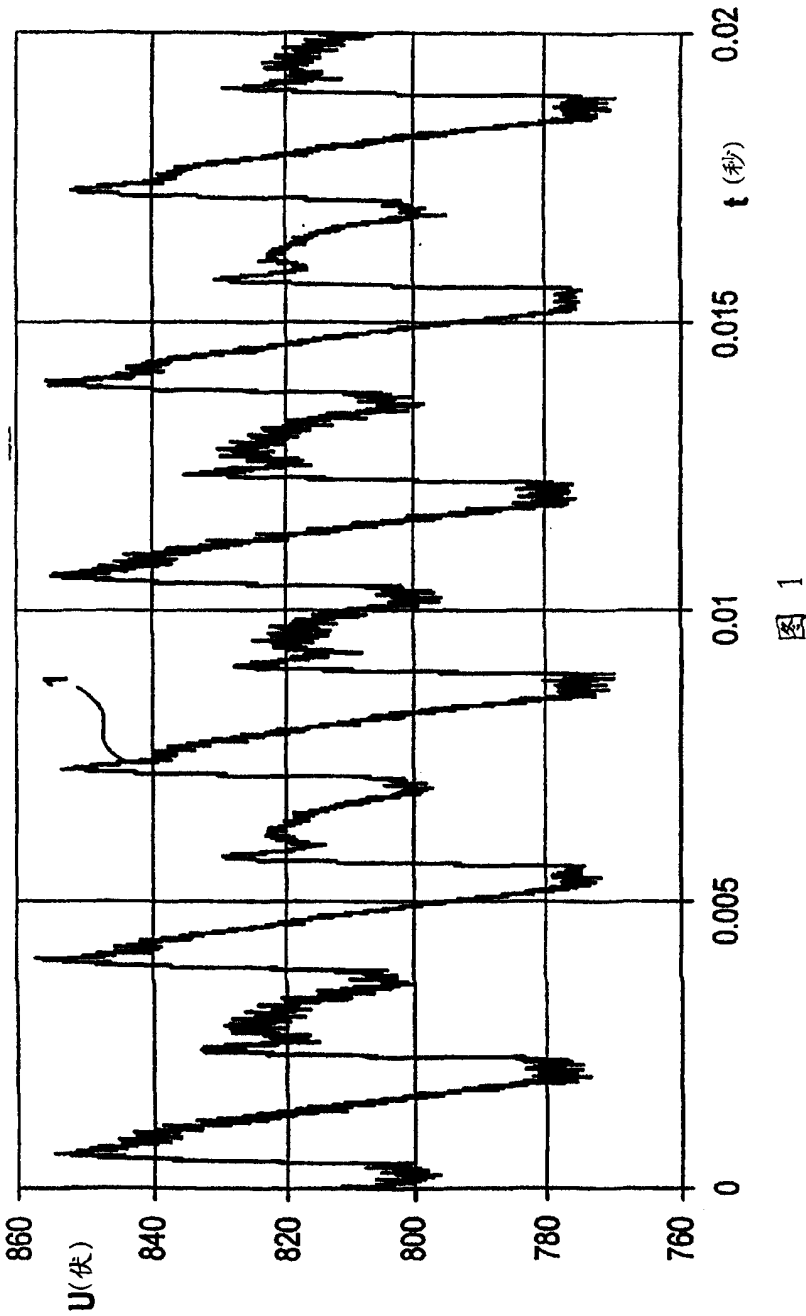


图 1

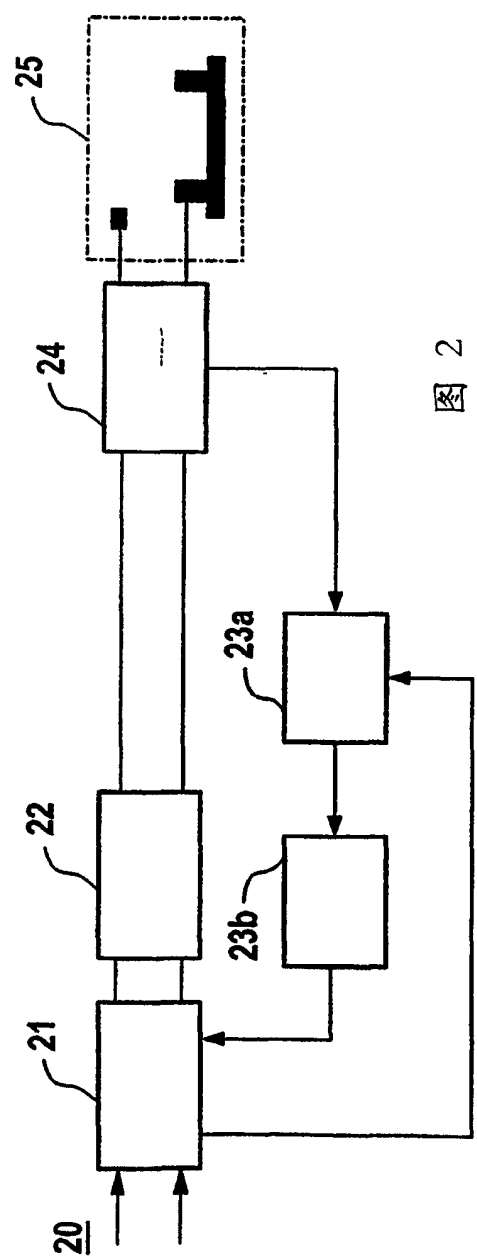


图 2

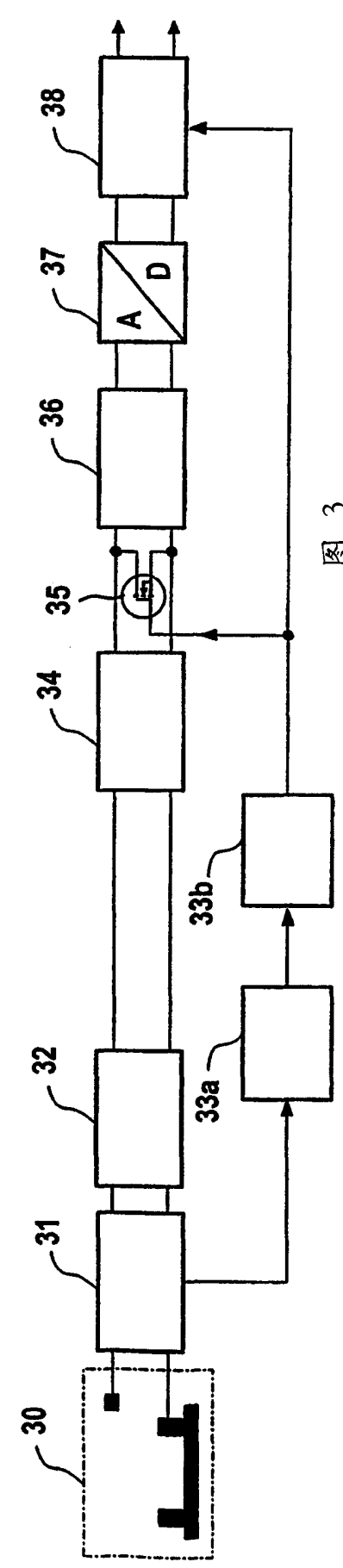


图 3