



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105027456 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201380073650. 2

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22) 申请日 2013. 01. 23

代理人 吕俊刚 刘久亮

(30) 优先权数据

PCT/IB2012/002929 2012. 12. 21 IB

(51) Int. Cl.

H04B 3/54(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 08. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/000316 2013. 01. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/096911 EN 2014. 06. 26

(71) 申请人 萨格姆康姆能源和电信公司

地址 法国吕埃马尔梅松

(72) 发明人 N·皮吉恩

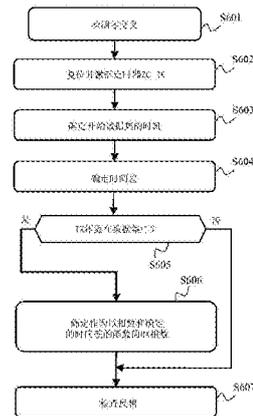
权利要求书4页 说明书12页 附图5页
按照条约第19条修改的权利要求书4页

(54) 发明名称

用于确定多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法及设备

(57) 摘要

在多相电力供应系统中,经由多相电力供应系统在发送器和接收器之间建立电力线通信,发送器执行如下操作:检测发送器所连接的相上的交变信号的第一过零点;确定发送器预计将发送数据集的第一时刻;根据所述第一过零点和所述第一时刻确定第一时间差;当所述第一时间差小于预定阈值时,在数据集中包括发送器所连接的相的信息。接收器执行如下操作:检测接收器所连接的相上的交变信号的第二过零点;确定接收器接收数据集的第二时刻;根据所述第二过零点和所述第二时刻确定第二时间差;根据所述第二时间差和发送器所连接的相的信息,确定接收器所连接的相。



1. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法, 交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送, 经由所述多相电力供应系统在发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信, 所述方法的特征在于, 所述发送器设备执行如下步骤:

- 检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的第一过零点;
- 确定所述发送器设备预计向所述接收器设备发送数据集的时刻;
- 根据所述第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定第一时间差;

- 当所述第一时间差小于第一预定阈值时, 在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的相的信息;

并且所述接收器设备执行如下步骤:

- 检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的第二过零点;
- 确定所述接收器设备接收所述数据集的时刻;
- 根据所述第二过零点和所述接收器设备接收所述数据集的所述时刻确定第二时间差;

- 基于所述第二时间差和表示所述发送器设备所连接的相的所述信息, 确定所述接收器设备所连接的相。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相以第一频率进行发送, 所述发送器设备以不同于所述第一频率的第二频率向所述接收器设备发送电力线通信信标, 所述第一频率和所述第二频率不是彼此的倍数, 所述数据集是一个所述信标。

3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述电力线通信根据 PRIME 规范建立。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述发送器设备以带有冲突避免的载波感测多重访问的方式发送电力线通信帧, 所述数据集是一个所述帧。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述电力线通信根据 G3-PLC 规范建立。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述接收器设备执行如下步骤:

- 检测接收到的数据集是否包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息;

并且在所述接收器设备检测到表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息包括在接收到的数据集中时, 执行对所述接收器设备所连接的相的确定。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法, 其特征在于, 将表示所述发送器设备所连接的所述相的信息包括在要发送的所述数据集中, 在所述数据集中的预定位置处执行,

并且当所述第一时间差不小于所述第一预定阈值时, 所述发送器设备执行将无意义的信息包括在要发送的所述数据集中的所述预定位置处。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述接收器设备执行如下步骤:

- 确定针对具有表示所述发送器设备所连接的所述相的信息的多个接收到的数据集的所述第二时间差;

- 将所述第二时间差在所述多个接收到的数据集上取平均;

并且,所述接收器设备基于平均的第二时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,确定所述接收器设备所连接的所述相。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,针对多个接收到的数据集中的每个数据集,确定表示假定所述接收器设备所连接的相的相临时信息;

- 认为所述接收器设备所连接的所述相与重合达 N 个连续数据集的所述相临时信息有关,其中, $N > 1$ 。

10. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,针对多个接收到的数据集中的每个数据集,确定表示假定所述接收器设备所连接的相的相临时信息;

- 认为所述接收器设备所连接的所述相与 M 个连续数据集当中的表示最多的所述相临时信息有关,其中, $M > 1$ 。

11. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,针对多个接收到的数据集中的每个数据集,确定表示假定所述接收器设备所连接的所述相的相临时信息;

- 在低通滤波器中输入所述相临时信息;

- 认为所述接收器设备所连接的所述相是所述低通滤波器的舍入的输出。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法,其特征在于,所述多相电力供应网络是电力网,所述发送器设备是集中器,并且所述接收器设备是安装在用户房屋处的仪表。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法,其特征在于,所述多相电力供应系统是正向的,所述发送器设备和所述接收器设备检测具有所述交变信号的正斜率和具有所述交变信号的负斜率的过零点,并且所述接收器设备执行如下步骤:

- 将所述第二时间差与如下定义的一组值 V_k 进行比较:

$$V_k = \frac{k-1}{2F \cdot K}$$

其中, K 是相数, F 是所述交变信号的频率,且 k 是从 1 至 K 取值的相的索引;

- 确定所述值 V_k 当中的值 V,使得所述第二时间差和所述值 V 之间的绝对差小于第二预定阈值;

- 如下确定所述接收器设备所连接的相 P:

$$P = ([\text{PHASE}] - k(V_k)) \% K + 1$$

其中, $k(V_k)$ 表示与所述值 V 相对应的 k 值,且 [PHASE] 表示代表所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,被表示为所述相的索引。

14. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法,其特征在于,所述多相电力供应系统是正向的,所述发送器设备和所述接收器设备检测具有所述交变电信号的正斜率或具有所述交变电信号的负斜率的过零点,并且所述接收器设备执行如下步骤:

- 将所述第二时间差与如下定义的第一组值 V''_k 和第二组值 V'_k 进行比较:

$$V''_k = \frac{k-1}{F.K}$$

$$V'_k = \frac{k-1}{F.K} + \frac{1}{2K.F}$$

其中, K 是相数, F 是所述交变电信号的频率,且 k 是从 1 至 K 取值的相的索引;

- 确定所述值 V''_k 当中的值 V'' , 或所述值 V'_k 当中的值 V' , 使得所述第二时间差和所述值 V'' 或所述值 V' 之间的绝对差分别小于第二预定阈值;

- 根据所述值 V'' 或所述值 V' 是否被确定, 如下确定所述接收器设备所连接的所述相 P :

$$P = ([\text{PHASE}] + k(V_k'') + 1) \% K + 1$$

$$P = ([\text{PHASE}] + k(V_k') + 3) \% K + 1,$$

其中, $k(V_k'')$ 表示与所述值 V'' 相对应的 k 值, $k(V_k')$ 表示与所述值 V' 相对应的 k 值, 且 $[\text{PHASE}]$ 表示代表所述发送器设备所连接的所述相的所述信息, 被表示为所述相的索引。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述接收器设备是单相接收器设备, 当所述接收器设备确定所述值 V'_k 当中的值 V' 使得所述第二时间差和所述值 V' 之间的所述绝对差小于所述第二预定阈值时, 所述接收器设备考虑以反相方式进行连接。

16. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的系统, 所述系统包括发送器设备和接收器设备, 交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送, 所述系统适于经由所述多相电力供应系统在所述发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信, 所述系统的特征在于, 所述发送器设备包括:

- 用于检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的第一过零点的装置;
- 用于确定所述发送器设备预计向所述接收器设备发送数据集的时刻的装置;
- 用于根据所述第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定第一时间差的装置;
- 用于当所述第一时间差小于第一预定阈值时在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息的装置;

并且, 所述接收器设备包括:

- 用于检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的第二过零点的装置;
- 用于确定所述接收器设备接收所述数据集的时刻的装置;
- 用于根据所述第二过零点和所述接收器设备接收所述数据集的所述时刻确定第二时间差的装置;
- 用于基于所述第二时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息来确定

所述接收器设备所连接的所述相的装置。

17. 一种发送器设备,所述发送器设备旨在被包括在一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的系统中,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,所述发送器设备适于经由所述多相电力供应系统建立与所述接收器设备的电力线通信,所述发送器设备的特征在于,所述发送器设备包括:

- 用于检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的过零点的装置;
- 用于确定所述发送器设备预计将发送数据集的时刻的装置;
- 用于从第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定时间差的装置;
- 用于当第一时间差小于预定阈值时在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息的装置。

18. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,经由所述多相电力供应系统在发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信,所述方法的特征在于,所述发送器设备执行如下步骤:

- 检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的第一过零点;
- 确定所述发送器设备预计向所述接收器设备发送数据集的时刻;
- 根据所述第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定时间差;
- 当第一时间差小于第一预定阈值时,在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息。

19. 一种接收器设备,所述接收器设备旨在被包括在一种用于确定在多相电力供应系统中所述接收器设备所连接的相的系统中,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,所述接收器设备适于经由所述多相电力供应系统建立与所述发送器设备的电力线通信,所述接收器设备的特征在于,所述接收器设备包括:

- 用于检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的过零点的装置;
- 用于确定所述接收器设备接收数据集的时刻的装置;
- 用于从第二过零点和所述接收器接收所述数据集的所述时刻确定时间差的装置;
- 用于基于所述时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息来确定所述接收器设备所连接的所述相的装置。

20. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,经由所述多相电力供应系统在发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信,所述方法的特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的过零点;
- 确定所述接收器设备接收信标数据集的时刻;
- 从第二过零点和所述接收器设备接收所述数据集的所述时刻确定时间差;
- 基于所述时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,确定所述接收器设备所连接的所述相。

用于确定多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法及设备

技术领域

[0001] 本发明总体涉及识别设备连接到多相电力供应系统的哪个相。

背景技术

[0002] 在许多国家,电力供应网络的精确结构是未知的,特别是位于变电站的变压器和用户的房屋之间的电力供应网络的部分。具体地,在低压缆线退出变电站时,不能清楚地识别出电源相。因此,对于安装者来说,确定电表正连接哪个相是复杂的。这会给电力供应网络的运营商带来许多问题,特别是在变压器处的低压网络管理和负载平衡的方面。

[0003] 因此期望的是,能够确定电表或这种电表的接口物理地连接到哪个电源相。

[0004] 只要可能发生交叉相通信,由于这种交叉相通信经常需要安装附加设备以便增加通信的可靠性,所以在多相电力供应系统的情况下,所述问题也发生在除了电表以外的设备中。

[0005] 文献“IEC 61334-5-1:2001, Automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs-Partie 5-1: Profils des couches basses-Profil S-FSK(modulation pour saut de frequencies étalées)”提供一种用于确定接收器设备所连接的相的机制。该机制依赖于由PHY帧的发送器设备恰好在发送器设备所连接的相上发送的交变电信号执行过零点的时刻的传输。然后,接收器设备能够通过确定由接收器设备的过零点检测和PHY帧的接收之间的延迟,来确定接收器设备所连接的相。然而,该机制不适用于不能使帧传输与交变电信号的过零点同时发生的情况。实际上,从交变信号的形状使帧传输异步允许提高通信带宽。例如,该机制并不适用在由ITU文献“G.9955 annex A-G3-PLC PHY Specification for CENELEC A Band”所定义的PRIME(电源线智能计量演进(Powerline Intelligent Metering Evolution))标准的环境中或G3-PLC规范的环境中。

[0006] 在PRIME标准任务组的环境下提出的另一解决方案是用于发送器设备确定交变电信号的过零点和信标的传输之间的时间间隔,这些信标以固定时间间隔进行发送。然后由发送器设备向信标中的接收器设备发送确定的时间间隔的值。之后,接收器设备能够基于由发送器设备所提供的时间间隔值和由接收器设备的过零点检测和PHY帧的接收之间的延迟,确定接收器设备所连接的相。然而,该解决方案产生高昂的间接费用。

[0007] 期望克服现有技术的上述问题。具体地,期望提供一种虽然由于交变电信号的形状异步地进行电力线通信,但是能够确定接收器设备所连接的相的解决方案,且使用有限的费用。

[0008] 还期望提供一种解决方案,该方案使得接收器设备确定其是否以反相方式进行连接。

[0009] 为此,本发明涉及一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法,交变电信号经由多相电力供应系统的相进行发送,经由多相电力供应系统在发送器

设备和接收器设备之间建立电力线通信。该方法使得发送器设备执行如下步骤：检测发送器设备所连接的相上的交变电信号的第一过零点；确定发送器设备预计向接收器设备发送数据集的时刻；从第一过零点和发送器设备预计将发送数据集的时刻确定第一时间差；当第一时间差小于第一预定阈值时，在要发送的数据集中包括表示发送器设备所连接的相的信息。该方法还使得接收器设备执行如下步骤：检测接收器设备所连接的相上的交变电信号的第二过零点；确定接收器设备接收数据集的时刻；根据所述第二过零点和接收器设备接收数据集的所述时刻确定第二时间差；基于所述第二时间差和表示发送器设备所连接的相的信息，确定接收器设备所连接的相。

[0010] 因此，虽然由于交变电信号的形状异步地发生数据传输，但是接收器设备也能够确定接收器设备所连接的相，此外，花费有限。

[0011] 根据特定的特征，交变电信号经由多相电力供应系统的相以第一频率进行发送，发送器设备以不同于第一频率的第二频率向接收器设备发送电力线通信信标，第一频率和第二频率不是彼此的倍数，所述数据集是一个所述信标。

[0012] 因此，本系统得益于第一频率和第二频率之差，这导致几乎在与过零点相同的时刻规律地发生信标传输，从而能够确定接收器设备所连接的相。

[0013] 根据特定特征，电力线通信根据 PRIME 规范建立。

[0014] 根据特定特征，发送器设备以带有冲突避免的载波感测多重访问 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 的方式发送电力线通信帧，所述数据集是一个所述帧。

[0015] 因此，本系统得益于帧传输的异步特征，其导致在时间上的某一时刻，几乎在和过零点相同的时刻发生帧传输的情况，从而能够确定接收器设备所连接的相。

[0016] 根据特定特征，电力线通信根据 G3-PLC 规范建立。

[0017] 根据特定特征，接收器设备执行如下步骤：检测接收到的数据集是否包括表示发送器设备所连接的相的信息，并且在接收器设备检测到表示发送器设备所连接的相的所述信息包括在接收到的数据集中时，执行对接收器设备所连接的相的确定。

[0018] 因此，单条信息指示发送器设备所连接的相并触发由接收器设备确定接收器设备所连接的相。

[0019] 根据特定特征，在要发送的数据集中包括表示发送器设备所连接的相的信息的步骤在数据集中的预定位置处执行，并且，当所述第一时间差不小于第一预定阈值时，发送器设备执行如下步骤：在数据集中包括在所述预定位置处要发送的无意义的信息。

[0020] 因此，利用无意义信息来支持传统设备。

[0021] 根据特定特征，接收器设备执行如下步骤：确定针对具有表示发送器设备所连接的相的信息的多个接收到的数据集的所述第二时间差；将所述第二时间差在所述多个接收到的数据集上取平均。该方法还使得接收器设备基于平均的第二时间差和表示发送器设备所连接的相的所述信息，确定接收器设备所连接的相。

[0022] 因此，可以补偿在确定所述第二时间差时发生的差错。

[0023] 根据特定特征，接收器设备执行如下步骤：基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示发送器设备所连接的相的所述信息，针对多个接收到的数据集中的每个数据集，确定表示假定接收器设备所连接的相的相临时信息；认为接收

器设备所连接的相与重合达 N 个连续数据集的相临时信息有关,其中, $N > 1$ 。

[0024] 因此,增加了确定的相的置信度。

[0025] 根据特定特征,接收器设备执行如下步骤:基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的、表示发送器设备所连接的相的所述信息,针对多个接收到的数据集的每个数据集,确定表示假定接收器设备所连接的相的相临时信息,认为接收器设备所连接的相与 M 个连续数据集当中的表示最多的相临时信息有关,其中, $M > 1$ 。

[0026] 因此,以另一种方式增加了确定的相的置信度。

[0027] 根据特定特征,接收器设备执行如下步骤:基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的、表示发送器设备所连接的相的所述信息,针对多个接收到的数据集的每个数据集,确定表示假定接收器设备所连接的相的相临时信息;在低通滤波器中输入相临时信息;认为接收器设备所连接的相是低通滤波器的舍入的输出。

[0028] 因此,以又一种方式增加了确定的相的置信度。

[0029] 根据特定特征,多相电力供应网络是电力网,发送器设备是集中器,并且接收器设备是安装在用户房屋处的仪表。

[0030] 根据特定特征,多相电力供应系统是正向的,发送器设备和接收器设备检测具有交变信号的正斜率以及具有交变信号的负斜率的过零点,并且接收器设备执行如下步骤:将所述第二时间差与一组如下定义的值 V_k 进行比较:

$$[0031] \quad V_k = \frac{k-1}{2F \cdot K}$$

[0032] 其中, K 是相数, F 是交变信号的频率,且 k 是从 1 到 K 取值的相的索引。该方法还使得接收器设备执行如下步骤:确定值 V_k 当中的值 V,使得所述第二时间差和所述值 V 之间的绝对差小于第二预定阈值;将接收器设备所连接的相 P 确定如下:

$$[0033] \quad P = ([\text{PHASE}] - k(V_k)) \% K + 1$$

[0034] 其中, $k(V_k)$ 表示与值 V 相对应的 k 值,且 [PHASE] 表示代表发送器设备所连接的相的所述信息,表出为相的索引。

[0035] 因此,可以通过简单地将所述第二时间差与一组预定值进行比较,来以简单的方式确定接收器设备所连接的相。

[0036] 根据特定特征,多相电力供应系统是正向的,发送器设备和接收器设备检测具有交变信号的正斜率或具有交变信号的负斜率的过零点,并且接收器设备执行如下步骤:将所述第二时间差与如下定义的第一组值 V''_k 和第二组值 V'_k 进行比较:

$$[0037] \quad V''_k = \frac{k-1}{F \cdot K}$$

$$[0038] \quad V'_k = \frac{k-1}{F \cdot K} + \frac{1}{2K \cdot F}$$

[0039] 其中, K 是相数, F 是交变信号的频率,且 k 是从 1 到 K 取值的相的索引。该方法还使得接收器设备执行如下步骤:确定值 V''_k 当中的值 V'' ,或值 V'_k 当中的值 V' ,使得所述第二时间差和所述值 V'' 或所述值 V' 之间的绝对差分别小于第二预定阈值;根据值 V'' 或值

V' 是否被确定,将接收器设备所连接的相确定如下:

$$[0040] \quad P = ([\text{PHASE}] + k(V_k'') + 1) \% K + 1$$

$$[0041] \quad P = ([\text{PHASE}] + k(V_k') + 3) \% K + 1$$

[0042] 其中, $k(V_k'')$ 表示与值 V'' 相对应的 k 值, $k(V_k')$ 表示与值 V' 相对应的 k 值,且 $[\text{PHASE}]$ 表示代表发送器设备所连接的相的所述信息,表出为相的索引。

[0043] 因此,可以通过简单地将所述第二时间差与一组预定值进行比较,来以简单方式确定接收器设备所连接的相。

[0044] 根据特定特征,接收器设备是单相接收器设备,当接收器设备确定值 V_k' 当中的值 V' 时,使得所述第二时间差和所述值 V' 之间的绝对差小于第二预定阈值,接收器设备考虑以反相方式进行连接。

[0045] 本发明还涉及一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的系统,该系统包括发送器设备和接收器设备,交变电信号经由多相电力供应系统的相进行发送,该系统适于经由多相电力供应系统在发送器设备和接收器设备之间建立电力线通信。该系统使得发送器设备包括:用于检测在发送器设备所连接的相上的交变电信号的第一过零点的装置;用于确定发送器设备预计向接收器设备发送数据集的时刻的装置;用于根据所述第一过零点和发送器设备预计发送数据集的所述时刻确定第一时间差的装置;用于当所述第一时间差小于第一预定阈值时在要发送的数据集中包括表示发送器设备所连接的相的信息的装置。该系统还使得接收器设备包括:用于检测接收器设备所连接的相上的交变电信号的第二过零点的装置;用于确定接收器设备接收数据集的时刻的装置;用于根据所述第二过零点和接收器设备接收数据集的所述时刻确定第二时间差的装置;用于基于所述第二时间差和表示发送器设备所连接的相的所述信息确定接收器设备所连接的相的装置。

[0046] 本发明还涉及一种发送器设备和一种接收器设备,在如上文所示的用于确定接收器设备所连接的相的系统的范围内。本发明还涉及由发送器设备和接收器设备所执行的方法,在如上文所示的用于确定接收器设备所连接的相的系统的范围内。

[0047] 本发明还涉及一种计算机程序,该计算机程序可以从通信网络下载和/或存储在能够由处理设备读取的介质上。该计算机程序包括当由处理器运行所述程序时,用于实现上述方法的指令。本发明还涉及信息存储装置,当存储的信息根据所述信息存储装置被读取并且由处理器运行时,该信息存储装置存储包括实现上述方法的一组指令的计算机程序。

[0048] 通过阅读实施方式的示例的如下描述,本发明的特征将变得更清楚,所述描述参照如下附图进行,在附图中:

[0049] 图 1 是可以实现本发明的通信系统的示意图;

[0050] 图 2 是表示图 1 的系统的通信设备的硬件平台的示意图;

[0051] 图 3 是表示图 1 的系统的发送器设备的模块的示意框图;

[0052] 图 4 是表示图 1 的系统的接收器设备的模块的示意框图;

[0053] 图 5 是表示由发送器设备执行的算法的示意图;

[0054] 图 6 是表示由接收器设备执行的算法的示意图;

[0055] 图 7 是表示信标格式的示意图。

[0056] 图 1 是可以实现本发明的通信系统的示意图。

[0057] 通信系统包括通信设备,即发送器设备 110 和接收器设备 120。从发送器设备 110 到接收器设备 120 的电力线通信依赖于多相电力供应网络 100。电力供应网络 100 包括多条电线,电力供应网络 100 中的一条电线专为零线,并且至少两条电线专用于至少两个相应的相。在图 1 所示的说明性示例中,电力供应网络 100 是三相系统,因此包括四条电线:作为零线的一条电线 104、用于第一相的一条电线 101、用于第二相的一条电线 102 以及用于第三相的一条电线 103。因此,由于在多相电力供应网络中,相在角度方面是等距的,所以两相之间的相位差是 120 度,并且在两相系统的情况下,相位差将是 180 度。

[0058] 在图 1 所示的通信系统中,发送器设备 110 经由第一连接线 111 联接到专用于零线的电线 104,并经由第二连接线 112 联接到专用于第一相的电线 101。此外,接收器设备 120 经由第三连接线 121 联接到专用于零线的电线 104,并且经由第四连接线 122 联接到专用于第二相的电线 102。在图 1 所示的通信系统中,发送器设备 110 和接收器设备 120 因此连接到不同相,虽然发送器设备 110 和接收器设备 120 能够连接到相同相。

[0059] 即使发送器设备 110 和接收器设备 120 连接到不同相,但是由于多相电力供应网络 100 的电线(诸如例如安装在变电站的变压器中的那些)间的寄生电感和电容,接收器设备 120 能够接收由发送器设备 110 发送的电力线通信信号。

[0060] 发送器设备 110 所连接的相被发送器设备 110 预先知道。根据第一示例,在发送器设备 110 的安装期间,安装者确保发送器设备 110 连接到预定相或经由发送器设备 110 的用户界面输入表示发送器设备 110 所连接的相的信息。根据第二示例,发送器设备 110 是收发器设备的部分。收发器设备可以依赖于另一发送器设备执行的传输,所述另一发送器设备知道其所连接的相,并且因此,收发器设备可以使用下文所述的与接收器设备 120 有关的不同方法,来确定收发器设备所连接的相。

[0061] 发送器设备 110 所连接的相是接收器设备 120 不知道的先验,并且接收器设备 120 所连接的相也是接收器设备 120 不知道的先验。

[0062] 在电力线通信的范围内,发送器设备 110 适于向接收器设备 120 发送诸如帧和/或信标这样的数据集。

[0063] 根据第一实施方式,发送器设备 110 适于以不同于由相发送的交变电信号的频率的固定频率向接收器设备 120 发送信标,并且该固定频率不是所述交变电信号的频率的倍数,也不是所述交变电信号的频率的约数。这种信标的目的是循环关于电力线通信的范围内的 MAC(媒体访问控制(Medium Access Control))帧结构的信息,因此对通信设备的信道访问是电力线通信的部分。信标预计将以确定的固定时间间隔进行发送,并用作在 MAC 层处的同步机构。第一实施方式特别适用于基于 PRIME 规范的电力线通信。

[0064] 根据第一实施方式,发送器设备适于以带有冲突避免的载波感测多重访问(CSMA-CA)的方式向接收器设备 120 发送帧。第二实施方式特别适用于基于 G3-PLC 规范的电力线通信。

[0065] 图 2 是在通信设备是发送器设备 110 或接收器设备 120 的情况下,表示图 1 的系统的通信设备的硬件平台的示意图。

[0066] 通信装置包括由通信总线 210 互连的如下部件:处理器、微处理器、微控制器或 CPU(中央处理器)300;RAM(随机存取存储器)201;ROM(只读存储器)202;SD(安全数字)

读卡器 203 或适于读取存储在存储装置上的信息的任何其它设备 ; 以及用于将通信连接到至少一条相线和多相电气系统的零线的接口 204。

[0067] CPU 200 能够执行从 ROM 202 或从外部存储器 (诸如 SD 卡) 加载到 RAM 201 中的指令。在通信设备已经通电之后, CPU 200 能够读取来自 RAM 201 的指令并执行这些指令。这些指令形成一个计算机程序, 该计算机程序使 CPU 200 执行下文参照图 3 或图 4 描述的至少一些模块和 / 或执行下文参照图 5 或图 6 描述的算法中的至少一些步骤。

[0068] 下文参照图 5 和图 6 描述的算法的任何步骤和全部步骤, 以及下文参照图 3 和图 4 描述的任何模块和全部模块 (除了耦合器), 可以在软件中通过由可编程计算机 (诸如 PC (个人计算机)、DSP (数字信号处理器) 或微控制器) 执行一组指令或程序来实现 ; 或者在硬件中由机器或专用部件 (诸如 FPGA (现场可编程门阵列) 或 ASIC (专用集成电路)) 来实现。

[0069] 换句话说, 通信设备包括电路或包括电路的设备, 使通信设备实现下文参照图 3 或图 4 描述的模块和 / 或执行下文参照图 5 或图 6 描述的算法的至少一些步骤。

[0070] 图 3 是根据本发明的一个实施方式的、表示发送器设备 110 的模块的示意框图。

[0071] 发送器设备 110 包括 : 时钟生成器 307, 其适于将定时基准提供给定定时器 ZC_TX305、提供给比较器 304 以及提供给数据集生成器 302。在第一实施方式中, 数据集生成器 302 是信标生成器, 该信标生成器适于以固定频率生成信标。在第二实施方式中, 数据集生成器 302 是帧生成器, 该帧生成器适于以 CSMA-CA 方式生成帧。

[0072] 发送器设备 110 还包括 : 耦合器 301, 该耦合器旨在将发送器设备 110 连接到专为零线的电线 104 并连接到专用于一个相的一条电线 (诸如电线 101), 从而允许建立并执行电力线通信。

[0073] 发送器设备 110 还包括 : 过零点检测器 306, 其适于检测在发送器设备 110 所连接的相上的交变信号经过零的每个时刻。当交变信号的极性发生变化时, 检测到过零点。过零点检测器 306 适于检测具有交变信号的正斜率和 / 或交变信号的负斜率的过零点。

[0074] 发送器设备 110 还包括 : 定时器 ZC_TX 305, 其具有例如 $10 \mu s$ 的精度。当检测到过零点时, 由过零点检测器 306 复位并激活定时器 ZC_TX 305。定时器 ZC_TX 305 向比较器 304 提供表示从发送器设备 110 所连接的相上的最后的过零点检测经过的周期的计数器值。

[0075] 发送器设备 110 还包括比较器 304。在预计发送数据集的时刻之前的预定周期, 由发送器设备 110 触发比较器 304。

[0076] 比较器 304 适于从最后检测的过零点的时刻与发送器设备 110 预计发送数据集的时刻来确定时间差, 并将所述时间差与预定阈值 ZC_TH 进行比较。比较器 304 从由定时器 ZC_TX 305 提供的值获得所述时间差 : 或者可以认为数据集的有效传输之前的剩余时间可忽略, 那么比较器 304 适于将由定时器 ZC_TX 305 提供的值与预定阈值 ZC_TH 进行比较 ; 或者可以认为数据集的有效传输之前的剩余时间不可忽略, 那么比较器 304 适于将定时器 ZC_TX 305 提供的值的总和及数据集的有效传输之前的剩余时间与预定阈值 ZC_TH 进行比较。当时间差小于预定阈值 ZC_TH 时, 则认为数据集传输与过零点检测同时发生, 并且比较器 304 适于触发相信息提供模块 303。

[0077] 发送器设备 110 还包括相信息提供模块 303。当相信息提供模块 303 没有被比较器 304 触发时,相信息提供模块 303 适于向数据集生成器模块 302 提供无意义的值;否则,相信息提供模块 303 适于向数据集生成器 302 提供表示发送器设备 110 所连接的相的值。

[0078] 无意义的信息是不用于指代发送器设备 110 可以连接的相的值。例如,考虑到三相系统,仅需要 2 位来识别三个相并且可以使用这两个位可以编码成四个值。因此,二进制值“00”可以表示无意义的信息,而二进制值“01”、“10”和“11”可以用于识别三个相中的每一个相。

[0079] 发送器设备 110 还包括数据集生成器 302。数据集生成器 302 适于产生在电力线通信范围内的数据集,所述数据集包括位于预定位置 PHASE 处的由相信息提供模块 303 提供的值。

[0080] 因此,当从发送器设备 110 所连接的相上的过零点到传输数据集的时刻的时间差小于预定阈值时,发送器设备 110 适于在数据集中的预定位置处发送表示发送器设备 110 所连接的相的信息,并且当所述时间差大于等于所述预定阈值时,在数据集中的预定位置处发送无意义的信息。

[0081] 在优选的实施方式中,多相电力供应网络 100 是电力网,发送器设备 110 是集中器而接收器设备 120 是安装在用户房屋处的仪表。因此,多相电力供应网络 100 是三相系统,并且仅需要 2 位来识别三个相。让我们考虑特定实施方式,在该特定实施方式中,根据 PRIME 标准执行电力线通信,并且其中,数据集是信标。图 7 是表示根据 PRIME 标准,如 PRIME 标准草案规范第 1.3.6. 版本中第 4.4.4 段定义的信标格式的示意图。在上述 PRIME 标准草案规范中,(图 7 中灰色的)第三个 16 位字的两个最有效位被保留以供将来使用,因而是预定位置 PHASE 的适当地方。此外,期望符合所述 PHASE 标准草案规范的通信设备包括在信标格式中该位置处的二进制值“00”,该二进制值与上文定义的无意义的信息的值相匹配。当符合上述 PRIME 草案规范的传统设备接收包括与在预定位置 PHASE 处的“00”不同的二进制值的信标时,所述传统设备会认为信标是无效的。然而,所述传统设备将容忍信标损失,如由上述 PRIME 草案规范定义的限制 $N_{\text{损失 信标}} = 5$ 所限定的,其认为仅在已经检测到 $N_{\text{损失 信标}}$ 连续无效信标之后,接收器设备不工作。因此本文所述的相确定机制非常不可能达到该限制,因此,确保了支持传统设备。

[0082] 让我们考虑另一特定实施方式,其中,根据 G3-PLC 标准执行电力线通信,并且其中,数据集是以 CSMA-CA 方式发送的帧。PDC(相检测计数器)字段的位和 FCH(帧控制报头)报头可以用于预定位置 PHASE。在上述优选的实施方式的情况下,仅需要两位。PDC 字段的剩余位可以用于其它目的,例如通过使用 CRC(循环冗余校验和)信息的这些位来增加传输稳健性。

[0083] 图 4 是根据本发明的一个实施方式的表示接收器设备 120 的模块的示意框图。

[0084] 接收器设备 120 包括时钟生成器 406,其适于向定时器 ZC_RX 404 提供定时基准。

[0085] 接收器设备 120 还包括耦合器 401,其被构造用于将接收器设备 120 连接到专为零线的电线 104,和专用于一个相的一条电线(诸如电线 102),从而允许建立并执行电力线通信。

[0086] 接收器设备 120 还包括过零点检测器 405,其适于检测在接收器设备 120 所连接的相上的交变电信号经过零的每个时刻。当交变电信号的极性发生变化时,检测到过零点。过

零点检测器 405 适于检测具有交变电信号的正斜率和 / 或交变电信号的负斜率的过零点。

[0087] 接收器设备 120 还包括定时器 ZC_RX 404, 其具有例如 $10\ \mu\text{s}$ 的精度。当检测到过零点时, 由过零点检测器 405 复位并激活定时器 ZC_RX 404。定时器 ZC_RX 404 向时间差计算模块 403 提供表示从接收器设备 120 所连接的相上的最后的过零点检测经过的周期的计数器值。

[0088] 接收器设备 120 还包括数据集检测器 402, 该数据集检测器 402 负责处理经由接收器设备 120 所连接的相, 在电力线通信的范围内接收到的数据集。在第一实施方式中, 数据集检测器 402 是信标检测器, 该信标检测器适于以固定频率处理从发送器设备 110 接收到的信标。在第二实施方式中, 数据集检测器 402 是帧检测器, 所述帧检测器适于处理以 CSMA-CA 方式从发送器设备 110 接收到的帧。当接收到数据集并且当数据集在预定位置 PHASE 处包括表示发送器设备 110 所连接的相的信息时, 数据集检测器 402 适于触发时间差计算模块 403。当接收到数据集时, 数据集检测器 402 适于向相计算模块 408 提供在数据集中的预定位置 PHASE 处存储的值。如参照图 3 已经解释的, 所述值是无意义的, 或者所述值表示发送器设备 110 所连接的相。

[0089] 接收器设备 120 还包括时间差计算模块 403。当由接收器设备 120 接收到数据集并且当数据集在预定位置 PHASE 处包括表示发送器设备 110 所连接的相的信息时, 由数据集检测器 402 触发时间差计算模块 403。时间差计算模块 403 适于从最后检测到的过零点的时刻与接收器设备 120 开始接收数据集的时刻确定时间差。或者可以认为从数据集开始有效接收经过的时间可忽略, 那么时间差是由定时器 ZC_RX 404 所提供的值; 或者可以认为, 从数据集开始有效接收经过的时间不可忽略, 考虑到一旦完整地接收到数据集, 时间差计算模块 403 便由数据集检测器 402 触发, 那么时间差是由计时器 ZC_RX 404 所提供的值减去数据集的预定持续时间。

[0090] 根据一个实施方式, 时间差计算模块 403 适于向平均模块 407 提供所述时间差。根据另一实施方式, 时间差计算模块 403 适于向相计算模块 408 提供所述时间差。

[0091] 因此, 接收器设备 120 可选地还包括平均模块 407。平均模块 407 适于将通过基于数据集检测器 402 触发时间差计算模块 403 的预定数量的数据集而获得的时间差值进行平均, 来确定平滑时间差值。平均模块 407 适于向相计算模块 408 提供平滑时间差值。

[0092] 接收器设备 120 还包括相计算模块 408。相计算模块 408 适于从时间差计算模块 403 所提供的时间差值来确定接收器设备 120 所连接的相, 或者, 从平均模块 407 所提供的平滑时间差值确定何时实现平均模块 407。下文参照图 6 详述相计算模块 408 如何适于确定接收器设备 120 所连接的相。

[0093] 根据一个实施方式, 由相计算模块 408 确定的相被视为接收器设备 120 所连接的相。根据另一实施方式, 相计算模块 408 适于向刷新模块 409 提供表示所述确定的相的信息, 并且由刷新模块 409 确定的相被视为接收器设备 120 所连接的相。

[0094] 因此, 接收器设备 120 还可选地包括刷新模块 409。刷新模块 409 适于应付例如由于由发送器设备 110 和 / 或由接收器设备 120 的噪声扰动过零点确定造成的不正确的相确定。刷新模块考虑由相计算模块 408 确定的相信息作为临时信息。

[0095] 根据一个实施方式, 刷新模块 409 适于如下确定接收器设备 120 所连接的相: 当通过相计算模块 408 连续 N 次 ($N > 1$) 确定相导致相同结果时, 那么刷新模块 409 认为所述结

果是接收器设备 120 所连接的相 ; 否则, 刷新模块 409 认为接收器设备 120 所连接的相不确定。

[0096] 根据另一实施方式, 刷新模块 409 适于如下确定接收器设备 120 所连接的相 : 刷新模块 409 认为接收器设备 120 所连接的相对应于通过相计算模块 408 的最后 M 次 ($M > 1$) 连续确定的相当中表示最多的结果 ; 当无法做出决定时, 刷新模块 409 认为接收器设备 120 所连接的相不确定。

[0097] 根据又一实施方式, 刷新模块 409 适于在如下定义的低通滤波器中, 通过输入由相计算模块 408 确定的相, 来确定接收器设备 120 所连接的相 :

$$[0098] \quad y_n = A \cdot P + (1-A) \cdot y_{n-1}$$

[0099] 其中 :

[0100] $-A$ 是实数且 $A < 1$;

[0101] $-P$ 是由相计算模块 408 提供的、由多相电力供应网络 100 的相中由索引表示的相 ;

[0102] $-y_n$ 是低通滤波器的第 n 次应用的输出。

[0103] 刷新模块 409 认为接收器设备 120 所连接的相如下对应于 y_n 的舍入的值 :

$$[0104] \quad P' = \text{舍入}(y_n)$$

[0105] 其中, P' 是由刷新模块 409 确定的、由多相电力供应网络 100 的相中由索引表示的相。

[0106] 图 4 的框图适于具有用于将接收器设备连接到一个相和零线的耦合接口的接收器设备 (即单相接收器设备) 。在具有用于将接收器设备连接到零线和超过一个相的耦合接口的接收器设备 (即多相接收器设备) 的情况下, 对每一个相接口复制图 4 的框图, 接收器设备将针对每一个相接口确定所述相接口连接到哪个相。

[0107] 图 5 是表示由发送器设备 110 执行的算法的示意图。图 5 的算法旨在发送器设备 110 确定发送器设备 110 何时可以包括数据集中的表示发送器设备 110 所连接的相的信息。

[0108] 在步骤 S501 中, 发送器设备 110 检测具有发送器设备 110 所连接的相的交变信号的正斜率的过零点。在变型例中, 发送器设备 110 检测具有发送器设备 110 所连接的相的交变信号的负斜率的过零点。

[0109] 在步骤 S502, 当检测到过零点时, 发送器设备 110 复位并激活定时器 ZC_TX。因此, 定时器 ZC_TX 表示在发送器设备 110 所连接的相上, 如在步骤 S501 中执行的从最后的过零点检测经过的周期。

[0110] 在步骤 S503 中, 发送器设备 110 确定发送器设备 110 预计发送数据集的时刻, 如参照图 3 所述。

[0111] 在步骤 S504 中, 发送器设备 110 确定定时器 ZC_TX 的值, 或定时器 ZC_TX 在发送器设备 110 预计将发送数据集的时刻将具有的值, 是否小于预定阈值 ZC_TH。当定时器 ZC_TX 的值小于预定阈值 ZC_TH 时, 执行步骤 S505 ; 否则, 执行步骤 S506。

[0112] 在步骤 S505 中, 发送器设备 110 将表示发送器设备 110 所连接的相的信息包括在预定位置 PHASE 处要发送的信标中。然后, 发送器设备 110 在期望时刻发送数据集并且算法结束。

[0113] 在步骤 S506 中, 发送器设备 110 将无意义的信息包括在要发送的数据集中预定位

置 PHASE 处。如上所述,无意义的信息是不用于指发送器设备 110 能够连接的相的值。然后,发送器设备 110 在期望时刻发送信标并且算法结束。

[0114] 图 6 是表示由接收器设备 110 执行的算法的示意图。图 5 的算法旨在发送器设备 120 确定接收器设备 120 所连接的相。

[0115] 在步骤 S601 中,接收器设备 120 检测具有接收器设备 120 所连接的相的交变电信号的正斜率的过零点。在变型例中,接收器设备 120 检测具有接收器设备 120 所连接的相的交变电信号的负斜率的过零点。

[0116] 在步骤 S602 中,当检测到过零点时,接收器设备 120 复位并激活定时器 ZC_RX。因此,定时器 ZC_RX 表示在接收器设备 120 所连接的相上,如在步骤 S601 中执行的从最后的过零点检测经过的时间周期。

[0117] 在步骤 S603 中,接收器设备 120 确定接收器设备 110 接收数据集的开始的时刻,并且在步骤 S604 中,接收器设备 120 从最后检测到的过零点的时刻与接收器设备 120 开始接收数据集的时刻来确定时间差,如参照图 4 所述。

[0118] 在步骤 S605 中,接收器设备 120 检查在预定位置 PHASE 处接收到的数据集是否包括表示发送器设备 110 所连接的相的信息。如果数据集包括表示发送器设备 110 所连接的相的信息,则执行步骤 S606 ;否则,可选地执行步骤 S607。

[0119] 在步骤 S606 中,接收器设备 120 基于步骤 S604 中确定的时间差和包括在数据集中的表示发送器设备 110 所连接的相的信息确定接收器设备 120 所连接的相。

[0120] 因此,应当注意的是,在数据集中的位置 PHASE 包含无意义的信息或表示发送器设备 110 所连接的相的信息的特定实施方式中,单条信息提供表示发送器设备 110 所连接的相的信息,并触发确定接收器设备 120 所连接的相。实际上,当数据集中的位置 PHASE 包含无意义的信息时,没有触发确定接收器设备 120 所连接的相,并且当数据集中的位置 PHASE 确实包含表示发送器设备 110 所连接的相的信息时,触发确定接收器设备 120 所连接的相。

[0121] 最后检测到的过零点的时刻与接收器设备 120 开始接收数据集的时刻之间的延时取决于发送器设备 110 所连接的相与接收器设备 120 所连接的相之间的角度差。

[0122] 考虑到多相电力供给系统 100 是正向的,即非反向的,接收器设备 120 将步骤 S603 中确定的时间差与如下定义的不同值 V_k 进行比较:

$$[0123] \quad V_k = \frac{k-1}{2F \cdot K}$$

[0124] 其中:

[0125] -K 是多相电力供应网络 100 的相数;

[0126] -F 是经由相发送的交变电信号的频率(例如 50Hz 或 60Hz);

[0127] -k 是从 1 到 K 取值的、多相电力供应网络 100 的相的索引。

[0128] 当步骤 S603 中确定的时间差与值 V_k 中的一个值 V 之间的绝对差小于预定阈值 TH 时,接收器设备 120 能够使用如下公式,来确定接收器设备 120 所连接的相 P:

$$[0129] \quad P = ([\text{PHASE}] - k(V_k)) \% K + 1$$

[0130] 其中, % 表示模运算,且 [PHASE] 表示存储在预定位置 PHASE 处的、表示为多相电

力供应网络 100 的相的索引（类似于定义 V_k 的公式中的 k ）的信息，且 $k(V_k)$ 表示与值 V 相对应的 k 值。

[0131] 在步骤 S603 中确定的时间差与值 V_k 当中的任何值 V 之间的绝对差不小于预定阈值 TH 时，接收器设备 120 无法确定接收器设备 120 所连接的相。

[0132] 让我们考虑优选实施方式，在优选实施方式中，多相电力供应网络 100 是电力网，发送器设备 110 是集中器而接收器设备 120 是安装在用户房屋处的仪表。让我们进一步考虑交变电信号的频率 F 是 50Hz。

[0133] 接收器设备 120 将在步骤 S603 中确定的时间差与下述值： $V_1 = 0$ 、 $V_2 = 3, 33\text{ms}$ 、 $V_3 = 6, 66\text{ms}$ 的组进行比较。

[0134] 因此，考虑到发送器设备 110 连接到具有索引 1 的相，这意味着在位置 PHASE 处的信息由二进制值“01”表示，并且考虑到步骤 S603 中确定的时间差与值 V_2 相匹配，这意味着接收器设备 120 连接到具有索引 $P = ([1]-2) \% 3 + 1 = 2 + 1 = 3$ 的相。因此，在这种情况下，接收器设备 120 连接到与发送器设备 110 所连接的相相比偏移 +240 度的相。

[0135] 在步骤 S606 中，可以执行如参照图 4 所述的平均和 / 或刷新操作。一旦执行步骤 S606，则可选地执行步骤 S607。

[0136] 在步骤 S607 中，接收器设备 120 检测接收器设备是否以反相方式连接到多相电力供应网络 100。实际上，接收器设备 120 的相连接器预计将连接到相，并且接收器设备 120 的中性连接器预计将连接到零线。然而，在安装接收器设备 120 时，很容易切换该布线，这导致相连接器连接到零线。该布线问题称为反相。步骤 S607 旨在检测适于连接到单相的接收器设备的反相。

[0137] 上述公式假设发送器设备 110 和接收器设备 110 都执行在交变电信号的正斜率上和交变电信号的负斜率上的过零点检测。对于反相检测，发送器设备 110 和接收器设备 110 都仅在交变电信号的正斜率上或仅在交变电信号的负斜率上执行过零点检测。

[0138] 仍考虑到多相电力供给系统 100 是正向的，即非反向的，接收器设备 120 将在步骤 S603 中确定的时间差与定义如下的不同值 V''_k 和 V'_k 进行比较：

$$[0139] \quad V''_k = \frac{k-1}{F \cdot K}$$

$$[0140] \quad V'_k = \frac{k-1}{F \cdot K} + \frac{1}{2K \cdot F}$$

[0141] 当步骤 S603 中确定的时间差与值 V''_k 中的一个值 V'' 之间的绝对差小于预定阈值 TH 时，接收器设备 120 能够使用下述公式，来确定接收器设备 120 所连接的相 P ：

$$[0142] \quad P = ([\text{PHASE}] + k(V''_k) + 1) \% K + 1$$

[0143] 其中， $k(V''_k)$ 表示与值 V'' 相对应的 k 值。

[0144] 当在步骤 S603 中确定的时间差与值 V'_k 中的一个值 V' 之间的绝对差小于预定阈值 TH 时，接收器设备 120 能够使用如下公式，来确定接收器设备 120 所连接的相 P ：

$$[0145] \quad P = ([\text{PHASE}] + k(V'_k) + 3) \% K + 1$$

[0146] 其中， $k(V'_k)$ 表示与值 V' 相对应的 k 值。

[0147] 当在步骤 S603 中确定的时间差与值 V''_k 当中的任何值 V'' ，或值 V'_k 当中的任何

值 V' 之间的绝对差不小于预定阈值 TH 时,接收器无法确定接收器设备 120 所连接的相。

[0148] 让我们考虑优选实施方式,在优选实施方式中,多相电力供应网络 100 是电力网,发送器设备 110 是集中器,并且接收器设备 120 是安装在用户房屋处的仪表。让我们进一步考虑交变电信号的频率 F 是 50Hz。

[0149] 接收器设备 120 将步骤 S603 中确定的时间差与下述值: $V''_1 = 0$ 、 $V''_2 = 6.66\text{ms}$ 、 $V''_3 = 13.33\text{ms}$ 、 $V'_1 = 3.33\text{ms}$ 、 $V'_2 = 10\text{ms}$ 和 $V'_3 = 16.66\text{ms}$ 的组进行比较。

[0150] 因此,考虑到发送器设备 110 连接到具有索引 1 的相,这意味着在位置 PHASE 处的信息由二进制值“01”表示,并且考虑到步骤 S603 中确定的时间差与值 V'_2 相匹配,这意味着接收器设备 120 连接到具有索引 $P = ([1]+2+3) \% 3 + 1 = 0 + 1 = 1$ 的相。因此,在这种情况下,如参照值 V_k 在上述示例中已经示出的,接收器设备 120 连接到与发送器设备 110 所连接的相相比偏移 +240 度的相,并且接收器设备 120 以反相方式进行连接。

[0151] 当考虑到多相电力供应系统 100 为反向时,本领域技术人员可以获得与上面的公式类似的公式。

[0152] 当在步骤 S603 中确定的时间差与值 V'_k 中的一个值 V' 之间的绝对差小于预定阈值 TH 时,接收器设备 120 检测到接收器设备 120 以反相方式连接到多相电力供应网络 100。当在步骤 S603 中确定的时间差与值 V''_k 中的一个值 V'' 之间的绝对差小于预定阈值 TH 时,接收器设备 120 检测到接收器设备 120 正确地连接到多相电力供应网络 100。否则,接收器设备 120 不能确定接收器设备 120 是否以反相方式连接到多相电力供应网络 100。因此,可以看出,接收器设备 120 能够确定接收器设备 120 是否以反相方式进行连接,而不需要知道发送器设备 110 所连接的相。接收器设备 120 仅需要指示以小于预定阈值 ZC_TH 的、在发送器设备所连接的相上的交变信号的过零点的延时已经发送了数据集。

[0153] 图 6 的算法适于单相接收器设备,即具有用于将接收器设备连接到一个相和零线的耦合接口的接收器设备。在具有用于将接收器设备连接到零线和超过一个的相的耦合接口的接收器设备,即多相接收器设备的情况下,对每个相接口执行(除了步骤 S607 的)图 6 的框图,其中,接收器设备应当确定所述相接口连接到哪个相。

[0154] 如上所述,在优选的实施方式中,多相电力供应网络 100 是电力网,发送器设备 110 是集中器,而接收器设备 120 是安装在用户房屋处的仪表。一旦安装了仪表并连接到电源,除非诸如变电站重新布线的例外情况,仪表安装到的相预计将保持稳定。因此,上述用于确定接收器设备 120 所连接的相的方法可以仅在仪表的安装期间执行或根据小于数据集(诸如信标)的传输与通过发送器设备 110 的过零点检测同时发生的速率的速率执行。

[0155] 数据集传输与通过发送器设备 110 的过零点检测同时发生的速率可以通过调整阈值 ZC_TH 的值进行调整。例如,考虑到通过相发送的交变电信号具有等于 50Hz 的频率,考虑到每 618.24ms 发送信标(在上述 PRIME 草案规范中,以 2.24ms 的符号持续时间,以 276 个符号的周期发送信标),并且考虑到发送器设备 110 和接收器设备 120 都执行在交变电信号的正斜率上和交变电信号的负斜率上的过零点检测,将阈值 ZC_TH 设置为 1ms 意味着 10% 的信标传输与由发送器设备 110 的过零点检测同时发生,而将阈值 ZC_TH 设置为 100 μs 意味着 1% 的信标传输与由发送器设备 110 的过零点检测同时发生。然而,与连续的上述值 V_k 之间的差相比,为了避免接收器设备 120 错误地确定相,阈值 ZC_TH 的值应当保持为低。

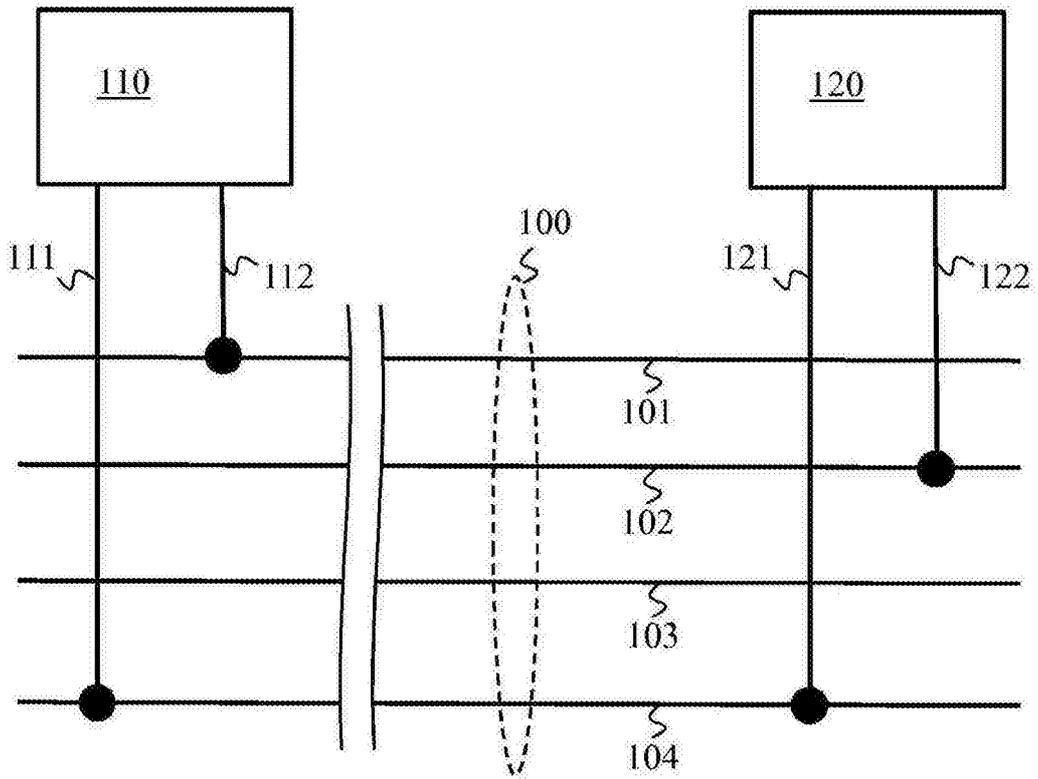


图 1

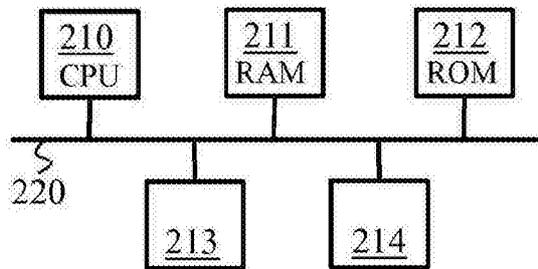


图 2

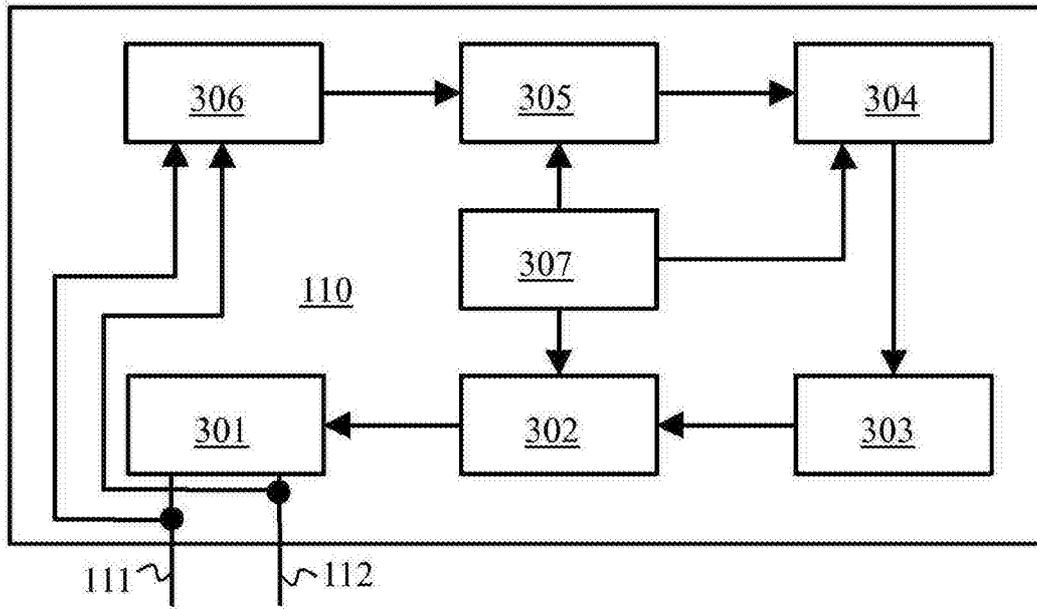


图 3

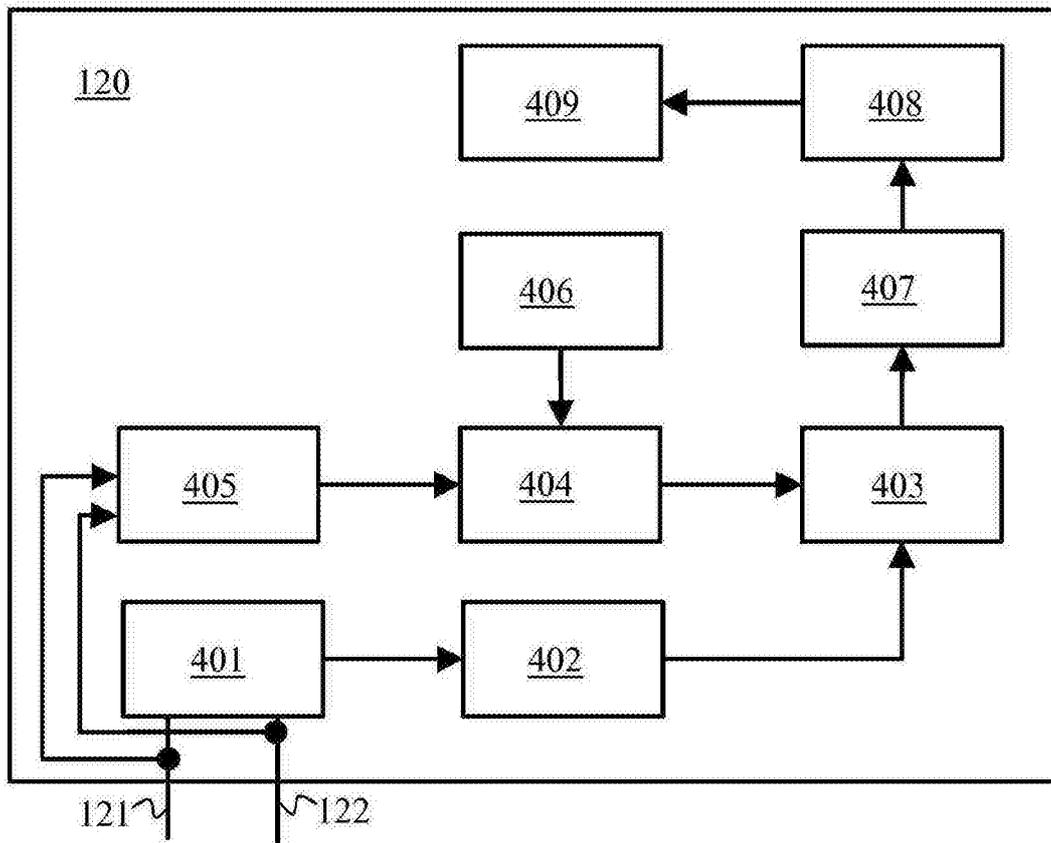


图 4

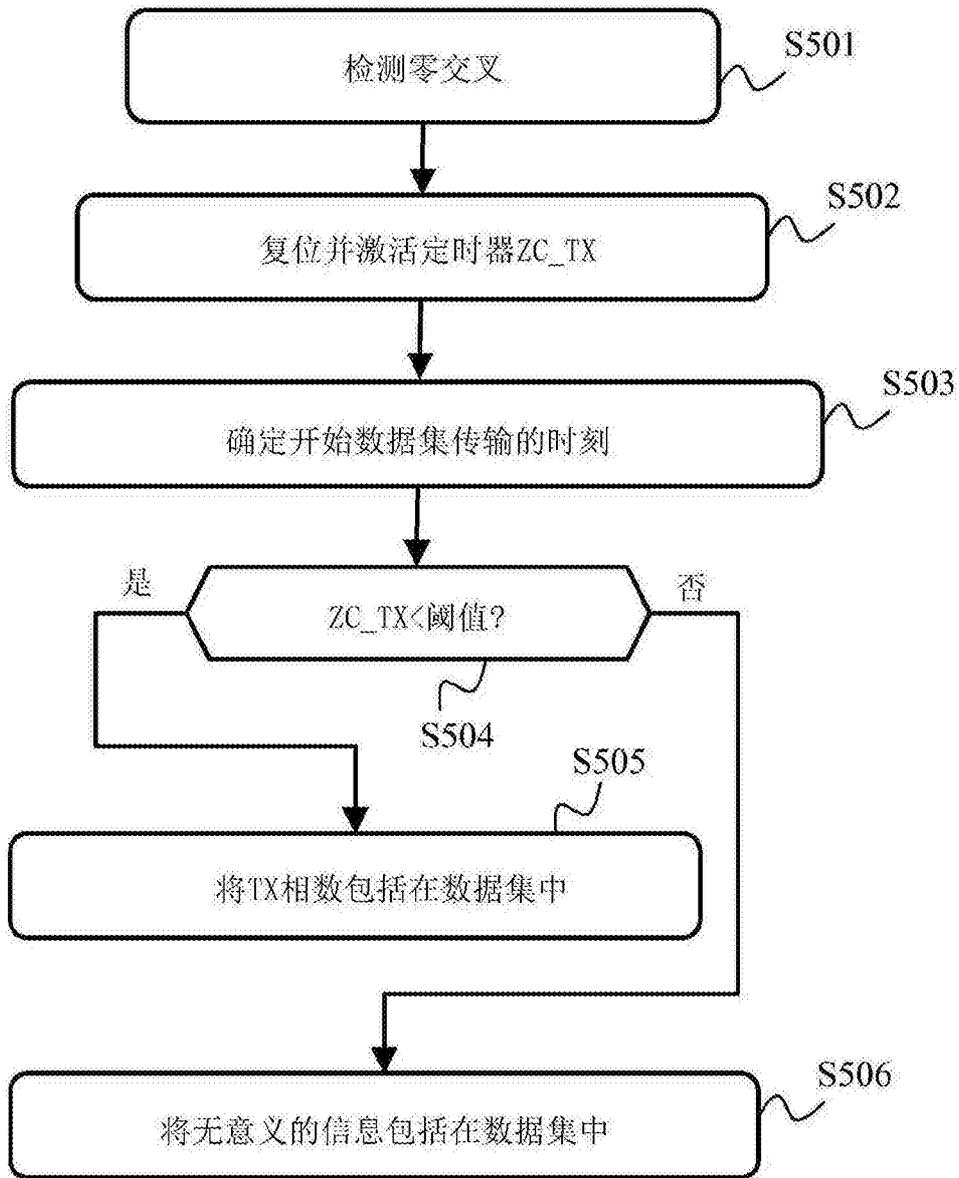


图 5

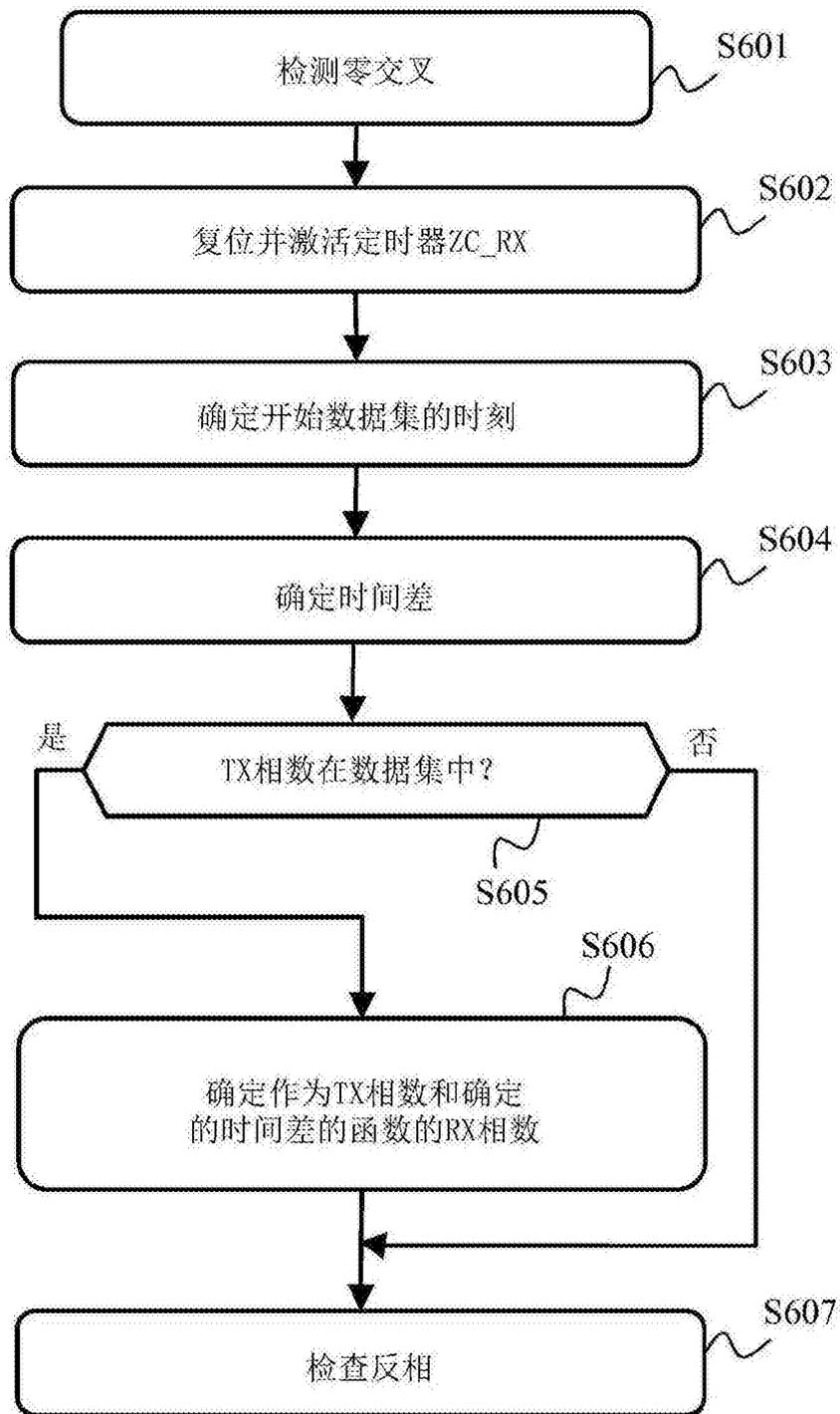


图 6

MSE		HDR.HT	保留的	BCN.QLTY	BCN.SID
未使用的					
BCN.CNT		BCN.POS		BCN.CFP	
		BCN.LEVEL		BCN.SEQ	BCN.FRQ
		BCN.SNA[0]		BCN.SNA[1]	
		BCN.SNA[2]		BCN.SNA[3]	
		BCN.SNA[4]		BCN.SNA[5]	
		BCN.UPCOST		BCN.DNCOST	
			CRC[31..16]		
			CRC[15..0]		
					LSB

图 7

1. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法, 交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送, 经由所述多相电力供应系统在发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信, 所述方法的特征在于, 所述发送器设备执行如下步骤:

- 检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的第一过零点;
- 确定所述发送器设备预计向所述接收器设备发送数据集的时刻;
- 根据所述第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定第一时间差;

- 当所述第一时间差小于第一预定阈值时, 在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的相的信息;

并且所述接收器设备执行如下步骤:

- 检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的第二过零点;
- 确定所述接收器设备接收所述数据集的时刻;
- 根据所述第二过零点和所述接收器设备接收所述数据集的所述时刻确定第二时间差;

- 基于所述第二时间差和表示所述发送器设备所连接的相的所述信息, 确定所述接收器设备所连接的相。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述交变电信号经由所述多相电力供应系统的所述多个相以第一频率进行发送, 所述发送器设备以不同于所述第一频率的第二频率向所述接收器设备发送电力线通信信标, 所述第一频率和所述第二频率不是彼此的倍数, 所述数据集是一个所述信标。

3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述电力线通信根据 PRIME 规范建立。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述发送器设备以带有冲突避免的载波感测多重访问的方式发送电力线通信帧, 所述数据集是一个所述帧。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述电力线通信根据 G3-PLC 规范建立。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述接收器设备执行如下步骤:

- 检测接收到的数据集是否包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息;

并且在所述接收器设备检测到表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息包括在接收到的数据集中时, 执行对所述接收器设备所连接的相的确定。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法, 其特征在于, 将表示所述发送器设备所连接的所述相的信息包括在要发送的所述数据集中, 在所述数据集中的预定位置处执行,

并且当所述第一时间差不小于所述第一预定阈值时, 所述发送器设备执行将无意义的信息包括在要发送的所述数据集中的所述预定位置处。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述接收器设备执行如下步骤:

- 确定针对具有表示所述发送器设备所连接的所述相的信息的多个接收到的数据集的所述第二时间差;

- 将所述第二时间差在所述多个接收到的数据集上取平均;

并且,所述接收器设备基于平均的第二时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,确定所述接收器设备所连接的所述相。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,针对多个接收到的数据集中的每个数据集,确定表示假定所述接收器设备所连接的相的相临时信息;

- 认为所述接收器设备所连接的所述相与重合达 N 个连续数据集的所述相临时信息有关,其中, $N > 1$ 。

10. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,针对多个接收到的数据集中的每个数据集,确定表示假定所述接收器设备所连接的相的相临时信息;

- 认为所述接收器设备所连接的所述相与 M 个连续数据集当中的表示最多的所述相临时信息有关,其中, $M > 1$ 。

11. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法,其特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 基于针对所述数据集确定的所述第二时间差和包括在所述数据集中的表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,针对多个接收到的数据集中的每个数据集,确定表示假定所述接收器设备所连接的所述相的相临时信息;

- 在低通滤波器中输入所述相临时信息;

- 认为所述接收器设备所连接的所述相是所述低通滤波器的舍入的输出。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法,其特征在于,所述多相电力供应网络是电力网,所述发送器设备是集中器,并且所述接收器设备是安装在用户房屋处的仪表。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法,其特征在于,所述多相电力供应系统是正向的,所述发送器设备和所述接收器设备检测具有所述交变信号的正斜率和具有所述交变信号的负斜率的过零点,并且所述接收器设备执行如下步骤:

- 将所述第二时间差与如下定义的一组值 V_k 进行比较:

$$V_k = \frac{k-1}{2F \cdot K}$$

其中, K 是相数, F 是所述交变信号的频率,且 k 是从 1 至 K 取值的相的索引;

- 确定所述值 V_k 当中的值 V,使得所述第二时间差和所述值 V 之间的绝对差小于第二预定阈值;

- 如下确定所述接收器设备所连接的相 P:

$$P = ([\text{PHASE}] - k(V_k)) \% K + 1$$

其中, $k(V_k)$ 表示与所述值 V 相对应的 k 值,且 [PHASE] 表示代表所述发送器设备所连接的所述相的所述信息,被表示为所述相的索引。

14. 根据权利要求1至12中任一项所述的方法,其特征在于,所述多相电力供应系统是正向的,所述发送器设备和所述接收器设备检测具有所述交变电信号的正斜率或具有所述交变电信号的负斜率的过零点,并且所述接收器设备执行如下步骤:

- 将所述第二时间差与如下定义的第一组值 V''_k 和第二组值 V'_k 进行比较:

$$V''_k = \frac{k-1}{F.K}$$

$$V'_k = \frac{k-1}{F.K} + \frac{1}{2K.F}$$

其中, K 是相数, F 是所述交变电信号的频率,且 k 是从1至 K 取值的相的索引;

- 确定所述值 V''_k 当中的值 V'' , 或所述值 V'_k 当中的值 V' , 使得所述第二时间差和所述值 V'' 或所述值 V' 之间的绝对差分别小于第二预定阈值;

- 根据所述值 V'' 或所述值 V' 是否被确定, 如下确定所述接收器设备所连接的所述相 P :

$$P = ([\text{PHASE}] + k(V''_k) + 1) \% K + 1$$

$$P = ([\text{PHASE}] + k(V'_k) + 3) \% K + 1,$$

其中, $k(V''_k)$ 表示与所述值 V'' 相对应的 k 值, $k(V'_k)$ 表示与所述值 V' 相对应的 k 值, 且 $[\text{PHASE}]$ 表示代表所述发送器设备所连接的所述相的所述信息, 被表示为所述相的索引。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其特征在于, 所述接收器设备是单相接收器设备, 当所述接收器设备确定所述值 V'_k 当中的值 V' 使得所述第二时间差和所述值 V' 之间的所述绝对差小于所述第二预定阈值时, 所述接收器设备考虑以反相方式进行连接。

16. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的系统, 所述系统包括发送器设备和接收器设备, 交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送, 所述系统适于经由所述多相电力供应系统在所述发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信, 所述系统的特征在于, 所述发送器设备包括:

- 用于检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的第一过零点的装置;
- 用于确定所述发送器设备预计向所述接收器设备发送数据集的时刻的装置;
- 用于根据所述第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定第一时间差的装置;
- 用于当所述第一时间差小于第一预定阈值时在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息的装置;

并且, 所述接收器设备包括:

- 用于检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的第二过零点的装置;
- 用于确定所述接收器设备接收所述数据集的时刻的装置;
- 用于根据所述第二过零点和所述接收器设备接收所述数据集的所述时刻确定第二时间差的装置;
- 用于基于所述第二时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的所述信息来确定

所述接收器设备所连接的所述相的装置。

17. 一种发送器设备,所述发送器设备旨在被包括在一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的系统中,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,所述发送器设备适于经由所述多相电力供应系统建立与所述接收器设备的电力线通信,所述发送器设备的特征在于,所述发送器设备包括:

- 用于检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的过零点的装置;
- 用于确定所述发送器设备预计将发送数据集的时刻的装置;
- 用于从第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定时间差的装置;
- 用于当第一时间差小于预定阈值时在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息的装置。

18. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,经由所述多相电力供应系统在发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信,所述方法的特征在于,所述发送器设备执行如下步骤:

- 检测所述发送器设备所连接的相上的所述交变电信号的第一过零点;
- 确定所述发送器设备预计向所述接收器设备发送数据集的时刻;
- 根据所述第一过零点和所述发送器设备预计将发送所述数据集的所述时刻确定时间差;
- 当第一时间差小于第一预定阈值时,在要发送的所述数据集中包括表示所述发送器设备所连接的所述相的信息。

19. 一种接收器设备,所述接收器设备旨在被包括在一种用于确定在多相电力供应系统中所述接收器设备所连接的相的系统中,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,所述接收器设备适于经由所述多相电力供应系统建立与所述发送器设备的电力线通信,所述接收器设备的特征在于,所述接收器设备包括:

- 用于检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的过零点的装置;
- 用于确定所述接收器设备接收数据集的时刻的装置;
- 用于从第二过零点和所述接收器接收所述数据集的所述时刻确定时间差的装置;
- 用于基于所述时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的信息来确定所述接收器设备所连接的所述相的装置。

20. 一种用于确定在多相电力供应系统中接收器设备所连接的相的方法,交变电信号经由所述多相电力供应系统的多个相进行发送,经由所述多相电力供应系统在发送器设备和所述接收器设备之间建立电力线通信,所述方法的特征在于,所述接收器设备执行如下步骤:

- 检测所述接收器设备所连接的所述相上的所述交变电信号的过零点;
- 确定所述接收器设备接收信标数据集的时刻;
- 从第二过零点和所述接收器设备接收所述数据集的所述时刻确定时间差;
- 基于所述时间差和表示所述发送器设备所连接的所述相的信息,确定所述接收器设备所连接的所述相。