



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1997900 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 13

(21) 申请号 200480043597. 2

G01R 29/18(2006. 01)

(22) 申请日 2004. 05. 25

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日
2007. 01. 15

US 4514719 , 1985. 04. 30, 全文 .

US 5617329 A, 1997. 04. 01, 说明书第 3 栏第 55 行至第 7 栏第 7 行, 图 1-4.

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2004/005616 2004. 05. 25

US 2003/0184275 A1, 2003. 10. 02, 全文 .

WO 01/11799 A1, 2001. 02. 15, 全文 .

(87) PCT申请的公布数据
W02005/116668 EN 2005. 12. 08

审查员 黄涛

(73) 专利权人 埃内尔迪斯特里布齐恩公司
地址 意大利罗马

(72) 发明人 保罗·朱比尼 费比奥·韦罗尼

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 史新宏 邵亚丽

(51) Int. Cl.

G01R 25/00(2006. 01)

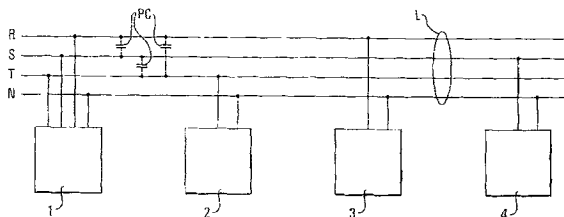
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于检测任意未知相电压相对于参考相电压的相配线的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及在具有多相电力线的配电系统中检测未知相电压相对于参考相电压的配线相。为了即使在远程位置处于离参考位置较远时也能可靠地检测远程位置处相对于参考配线相的配线相, 在所述参考位置和所述远程位置之间安排至少一个中继位置, 并且该中继位置连接到多相电力线的一配线相。检测参考位置处的参考配线相电压与所述中继位置处的配线相电压之间的第一相关关系。检测所述中继位置处的配线相电压与所述远程位置处的配线相电压之间的第二相关关系。基于所述第一相关关系和所述第二相关关系, 检测所述远程位置相对于所述参考位置的配线相的配线相。本发明的优点在于, 在远程位置与参考位置之间不需要用于检测相关关系的直接通信信道。



1. 一种在具有单相或多相配线 (R、S、T、N) 的电力线的配电系统中检测远程位置上相对于参考位置上的参考配线相 (R) 的配线相 (R ; S ; T) 的方法, 该方法包括步骤:

将至少一个中继位置连接到所述多相电力线的配线相上, 所述中继位置在所述参考位置与所述远程位置之间的位置上;

检测参考位置 (1) 处的参考配线相电压与所述中继位置 (2) 处的配线相电压之间的第一相关关系;

检测所述中继位置处的配线相电压与所述远程位置处的配线相电压之间的第二相关关系; 以及

基于所述第一相关关系和所述第二相关关系, 确定相对于所述参考位置处的配线相的、所述远程位置处的配线相;

特征在于, 从所述中继位置向所述远程位置传送所述检测的第一相关关系。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述检测第一相关关系的步骤包括:

当所述参考配线相电压 (R) 中的第一参考点 (R+) 出现时, 从所述参考位置 (1) 发送第一时间戳信号 (S1、TS);

在所述中继位置 (2) 接收所述第一时间戳信号 (S1、TS); 以及

测量在所述第一时间戳信号 (S1、TS) 的出现与所述中继位置上的配线相电压 (T) 的参考点 (T+) 的出现之间的第一时间间隔 (T1), 以获得所述参考配线相电压 (R) 与所述配线相电压 (T) 之间的所述第一相关关系 (M1)。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 所述检测第二相关关系的步骤包括:

当所述中继位置 (2) 的所述配线相电压 (T) 中的参考点 (T+) 出现时, 从所述中继位置发送中继时间戳信号 (S2、TS);

在所述远程位置接收所述中继时间戳信号 (S2、TS); 以及

在所述远程位置测量在所述中继时间戳信号的出现与所述远程位置的配线相电压的参考点的出现之间的时间间隔。

4. 如权利要求 3 所述的方法, 包括: 所述远程位置生成返回消息 (S4), 用于将其配线相传送到参考位置 (1)。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其中, 所述参考点是各个相电压 (R ; S ; T) 的零交叉。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 其中, 所述参考点是具有指定正负号的斜率 (R+ ; S+ ; T+) 的所述各个相电压 (R ; S ; T) 的零交叉。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其中, 所述时间戳信号 (TS) 与由要区分的配线相数量除的相电压周期相比要短。

8. 如权利要求 7 所述的方法, 其中, 所述时间戳信号是重复性的信号图案 (A、B), 包括相位不连续 (TS) 和 / 或幅度不连续和 / 或频率不连续。

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其中, 通过利用容性 (CCR、CCS、CCT) 或感性耦合注入所述电力线 (L) 的一条或多条导线中, 经由所述电力线 (R、S、T、N) 传送所述时间戳信号 (TS)。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其中, 所述时间戳信号 (TS) 被注入到电力线 (L) 中的、所注入的时间戳信号 (TS) 指示参考点 (R+ ; S+ ; T+) 的出现在那个相电压 (R ; S ; T)。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中, 通过所述位置之间的无线通信信道或光缆传送所述相关关系信息。

12. 如任一前面权利要求所述的方法,其中,所述向所述远程位置发送所述第一相关关系的步骤包括:

生成包括所述第一关系信息 (M1) 的中继消息 (S2),并且通过所述电力线 (R、S、T、N) 或者通过光缆或者通过无线通信信道,从所述中继位置发送所述中继消息 (S2)。

13. 如权利要求 12 所述的方法,包括步骤:

在位于所述中继位置 (2) 与所述远程位置之间的另一中继位置 (3) 处接收所述中继消息 (S2、M1);

检测所述中继位置 (2) 处的配线相电压 (T) 与所述另一中继位置 (3) 处的配线相电压 (R) 之间的另一关系;以及

将所述另一关系信息与所述中继消息中包含的所述关系信息组合。

14. 如权利要求 13 所述的方法,包括操作:

生成包括所有之前获得的关系信息的组合 (M2) 的另一中继消息 (S3),并且向所述远程位置发送所述另一中继消息 (S3)。

15. 如权利要求 13 或 14 所述的方法,其中,每个关系信息包括各自的相角值,并且通过各自相角值的模加法来组合所述关系信息与所述另一关系信息。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其中,所述消息 (S2 到 S4) 包括包含时间戳信号 (TS) 的时间戳字段 (A、B) 和包含所述关系信息 (M1、M2、M3) 的信息字段 (F)。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中,所述时间戳字段 (A) 用作信息字段 (F) 的头 (H),以建立位同步。

18. 如权利要求 16 所述的方法,其中,所述信息字段 (F) 携带包含所述关系信息 (M1、M2、M3) 的双音多频信号 (DTMF)。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,每个消息 (S1 到 S4) 包括标识其发送者 (1 ;2 ;3 ;4) 的信息。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其中,每个时间戳信号 (TS) 和 / 或每个消息 (S1 到 S4) 包括之前中继了时间戳信号的节点列表 (N1、...、Ni)。

21. 一种在具有单相或多相配线的电力线 (L) 的配电系统中检测远程位置上相对于参考位置 (1) 上的参考配线相电压 (R) 的配线相 (R ;S ;T) 的中继装置,该装置包括:

用于检测参考位置 (1) 处的配线相与中继位置 (2) 处的配线相之间的第一关系的电路 (TM) ;和

用于与所述远程位置通信、检测所述中继位置处的配线相电压与所述远程位置处的配线相电压之间的第二关系的电路 ;

特征在于,用于向所述远程位置发送所述检测的第一关系的电路。

22. 如权利要求 21 所述的装置,其中,所述用于检测参考位置 (1) 处的配线相与中继位置 (2) 处的配线相之间的第一关系的电路 (TM) 包括:

用于接收第一时间戳信号的电路 (TM) ;和

用于测量在所述时间戳信号 (TS) 的出现与所述中继位置 (2) 上的配线相电压 (T ;R ;S) 的参考点 (T+ ;R+ ;S+) 的出现之间的时间间隔 (T1 ;T2 ;T3) 的电路,以便获得参考位置 (1) 处的所述配线相与所述中继位置 (2) 处的所述配线相 (T) 之间的关系。

23. 如权利要求 22 所述的装置,其中,所述用于向所述远程位置发送所述检测的第一

相关系的电路包括：

用于生成和发送包括所述第一相关系信息 (M1 ;M2) 的中继消息 (S2 ;S3) 的电路 (MC、TR)。

24. 如权利要求 23 所述的装置,其中,用于与所述远程位置通信、检测第二相关系的所述电路包括：

用于当中继位置处的所述配线相电压 (T) 的第二参考点 (T+ ;R+) 出现时生成和发送中继时间戳信号 (S2、TS ;S3、TS) 的电路 (MC、TR)。

25. 如权利要求 24 所述的装置 (2、3),包括：

用于接收相关系信息 (M1) 的电路 (TR)；

所述用于发送所述检测的第一相关系的电路适于将所述第一相关系与所述第二相关系组合,并且向所述远程位置发送所述组合的相。

26. 如权利要求 25 所述的装置,其中,所述用于生成中继消息 (S3) 的电路 (MC) 适于将所述接收的相关系信息 (M1) 与所述相关系信息 (T2) 组合,并生成所述中继消息 (S3),使得它包括所述组合的相关系信息,其中所述相关系信息 (T2) 指示所述时间戳信号 (TS) 与所述任意相电压 (T) 之间的相关系。

27. 一种在具有单相或多相电力线 (L) 的配电系统中检测任意未知相电压 (R ;S ;T) 相对于参考相电压 (R) 的相配线的装置 (4),包括：

用于接收时间戳信号 (S1、TS) 的电路 (TR)；

用于在远程位置测量在所述时间戳信号 (S3、TS) 的出现与所述电力线 (2) 的所述任意未知配线相电压 (S) 的参考点 (S+) 的出现之间的时间间隔 (T3) 的电路 (TM),以便获得指示所述时间戳信号 (S3、TS) 与所述任意未知相电压 (S) 之间的相关系的相关系信息；

特征在于,

用于接收中继消息 (M2) 的电路,中继消息 (M2) 包括指示所述参考相 (R) 与所述时间戳信号 (S3、TS) 之间的相关系的相关系信息；

用于将指示所述时间戳信号 (S3、TS) 与所述任意相电压 (S) 之间的相关系的所述相关系信息与所述接收的相关系信息组合的电路；和

用于根据所述组合的相关系信息 (M2、T3) 确定所述未知任意相电压 (S) 的相配线的电路。

28. 一种用于在资源分配系统中远程计量资源消耗的远程计量器,包括如权利要求 21 到 27 中任一个所述的装置。

用于检测任意未知相电压相对于参考相电压的相配线的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在具有多相电力线的配电系统中检测未知相电压相对于参考相电压的配线相的方法和装置。

背景技术

[0002] 现代配电系统使用多相电力线来分配电力。多相电力线包括多条（典型地是三条）导线，每条导线承载指定的相电压。众所周知，多相电力线可能具有或者没有中性导线，如果有的话，它构成多相电力线的额外导线。此外，除了典型的多相电力线的这些导线外，还可能有或者没有承载地电势的另一导线。

[0003] 尽管多相电力线对于特定类型的负载（例如，采用旋转磁场的电机）提供了许多优点，但有许多用电设备不连接到给定多相电力线中的所有可用相。对于许多类型的负载，负载连接在两相之间就足够了，典型地，连接在一个可用相与中性导线之间。特别在用于家用领域中向家用电器供电的低电压网络中，这种配线方案得到广泛使用。在欧洲，低电压配电网络具有三个配线相，每个具有相对于中性的 220 伏到 240 伏的电压，这三相以 120° 的角度相间隔。特别是在家用领域，多数电力负载连接在三个配线相 R、S、T 之一与中性导线 N 之间，对于多数类型的单相应用和负载来说，负载实际上连接到特定相 R 或 S 或 T 中的哪一个是无关紧要的，因此这通常是未知的。

[0004] 然而在某些情况下，希望检测给定负载所连接到的相。例如，在使用现有电力线配电网进行通信目的的电力线通信系统中，发送机可能很希望知道接收机所连接到的相电压，因为与发送机和接收机通过不同相、经受相之间的容性或感性串扰彼此通信的情况相比，在发送机和接收机连接到相同相电压的情况下，发送机与接收机之间通过电力线通信可能会更好。

[0005] 在用于计量多个电器所消耗的电能电力计量系统中，有很好的理由去检测位于消费者房屋内或外的量电计的配线相。例如，配线相的检测允许判断消费者是否非法地重新配线量电计以阻止量电计正确地测量所消耗的电能。如果量电计通过电力线通信与远程计量系统中的另一节点通信，则消费者房屋的各个远程量电计所连接到的相的知识，对于优化远程计量系统整体通信性能来说是有用的信息。

[0006] 由 US 4,626,622 已知，通过将未知相与多相网络的已知参考相比较，来识别多相网络中的未知相。该系统包括连接到参考相的第一设备和连接到未知相的、在另一位置的第二设备。第一和第二设备每一个包括调制解调器，用于建立这两个设备之间的电话连接。第一设备包括用于产生指示参考相的交流电压的数字信号的电路。该指示信号通过两个调制解调器和电话连接从第一设备发送到第二设备。第二设备包括相检测电路，用于通过检测参考相的交流电压与未知相的交流电压之间的相角，来识别未知相。

[0007] 尽管由该文档已知的方法和系统适于在多相网络的点的已知配线相的参考位置（例如变电所变压器的出口）远离相未知的位置时，进行未知相的识别，但是该方法和系统

的缺点在于,需要在第一和第二设备之间的单独电话连接。在许多情况下,单独的电话连接是无法提供的。

[0008] IEC 61334-5-2 定义了一种方法,它通过在参考相电压中出现第一参考点(例如零交叉)时,将短数据分组或时间戳信号注入多相网络中,来识别多相网络内的未知相。多相网络自身用来将短数据分组或时间戳信号发送到需要识别未知相的位置。在未知相的位置处,从多相电力线中提取短数据分组或时间戳信号,并且测量短数据分组或时间戳信号的出现与参考点(例如,未知相电压中的零交叉)之间的时间间隔。该时间间隔于是指示参考相与未知相之间的相角。由此确定的相角允许识别未知相配线。

[0009] 尽管该标准中定义的相位识别方法不需要在已知相的位置与未知相的位置之间的单独电话线,但是该方法的缺点在于,电力线通信通常只有有限的范围。电力线的电特性并不是理想地适于传输通信信号。此外,连接到电力线的许多电气负载容易产生很大的噪声层(noise floor),从而在离发送机位置一般远的距离处,用于检测短数据分组或时间戳信号的信噪比已经低得难以接受。这限制了根据 IEC 标准的相检测方法的使用。

发明内容

[0010] 因此,本发明的一个目的是提供一种用于在多相配电系统中检测未知相电压相对于参考相电压的配线相的方法和装置,即使在未知配线相的位置离已知参考相距离较远、并且没有可用的连接已知相的位置与未知配线相的位置的直接通信信道的情况下,该方法和装置也允许检测配线相。

[0011] 根据在独立权利要求中限定的本发明,解决了上述目的。本发明的有利实施例在从属权利要求中给出。

[0012] 根据本发明的一个实施例,为了在具有单相或多相电力线(R、S、T、N)的配电系统中检测远程位置上的未知相电压相对于参考位置上的参考相电压(R)的配线相,在所述参考位置和所述远程位置之间安排至少一个中继位置,用于中继所述参考位置与所述远程位置之间的信号,并且该中继位置连接到多相电力线的一配线相。检测参考位置处的参考配线相与所述中继位置处的配线相之间的第一关系。此外,检测所述中继位置处的配线相与所述远程位置处的配线相之间的第二关系。基于所述第一关系和所述第二关系,可以获得相对于所述参考配线相的、所述远程位置的配线相。

[0013] 可以以多种不同的方式获得所述第一关系。如果新添加远程位置上的新节点以扩展已有网络,则网络之前已有的节点可以担当中继位置的功能,该配线相由前一检测已经知道。在这种情况下,中继位置执行中继位置上的配线相与新添加的远程位置之间的第二关系的检测就足够了。然后可以基于由此检测的第二关系和中继位置的已知配线相,在远程位置上或者在中继位置上确定远程位置上的配线相,或者中继位置向参考位置发送检测的第二关系,其中可以使用中继位置的配线相的知识确定远程位置的配线相。

[0014] 如果参考位置与远程位置之间的至少一个中继位置具有未知的任意配线相,则最好检测参考位置上的配线相与中继位置上的配线相之间的第一关系,并且将其向所述远程位置发送。检测所述中继位置与所述远程位置之间的第二关系。基于所述第一关系和所述第二关系,可以检测在所述远程位置上相对于参考位置上的配线相的配线相。

[0015] 最好,所述位置可以是使用电力线作为通信信号传输介质的网络的节点。

[0016] 根据本发明的一个实施例,通过在参考相电压的第一参考点出现时从参考位置发送第一时间戳信号,来在具有单相或多相电力线的配电系统中检测未知相电压相对于参考相电压的配线相。在中继位置上接收第一时间戳信号,在该中继位置测量在所述第一时间戳信号的出现与电力线的第一任意配线相中的参考点的出现之间的第一时间间隔,以获得指示所述参考相电压与第一任意相电压之间的第一关系。从中继位置发送包括该关系信息的中继消息。此外,当第一任意相电压中的第二参考点出现时从中继位置发送中继时间戳信号。

[0017] 根据本发明的该实施例,与包括所述关系信息的中继消息一起生成中继时间戳信号,这允许在中继位置中继参考相信息到远程位置,而不需要在参考位置与远程位置之间的直接通信信道。

[0018] 中继位置后面可以跟着另一个中继位置,以便跨接参考位置与远程位置之间的更大距离。最好,在第三位置上的另一中继接收中继时间戳信号,并且中继来自前一中继位置的消息,并且测量中继时间戳信号的出现与第三位置处的第二任意相电压中的参考点的出现之间的第二时间间隔,以获得指示在连续中继位置上的配线相之间的相关关系的第二关系信息。在第三位置处,然后组合第二关系信息和从前一中继位置接收的第一关系信息。组合的关系信息指示参考相电压与第三位置处的配线相电压之间的相关关系。该信息可以以另一中继消息的形式发送到另一位置,或者可以使用该信息来在第三位置处确定未知配线相。

[0019] 术语‘参考位置’可以指电力线的配线相已知的位置或节点(为了简单定义),如三相变压器的输出处的情况那样。术语远程位置于是指配线相未知的位置或节点。然而在替代实现中应当注意,术语‘参考位置’也可以指配线相未知的位置或节点,而术语‘远程位置’可以指配线相已知的位置或节点。在上述实施例中,相邻位置之间的组合的关系一起送到远程位置。该关系是从具有已知配线相的位置到具有未知配线相的位置的方向还是沿着相反的方向,对于检测未知配线相来说并没有实质区别。在前一种情况下,确定未知配线相所需的信息在未知配线相的位置处是可得,而在后一种情况下,该信息在已知配线相的位置上是可得。

[0020] 关系信息可以用时间、用相角或者用在描述多相系统的相图中要区分的连续相之间的‘跳’来表示。在三相系统中,每跳将对应于 120° 的相角。如果还存在检测反相配线的需要,则在三相系统中将有6个要区分的不同的配线相的可能,并且每跳将对应于 60° ,因为在这种情况下,要考虑三个正常相加上另外三个反相。

[0021] 可以以多种方式组合接收的中继消息中的关系信息与由测量时间间隔获得的关系信息,并且最好通过简单将各个时间间隔、相关相角值或跳值相加来组合,所述时间间隔是在接收的时间戳信号与接收机位置的配线相电压中的参考点之间的时间间隔。该加法最好可以是模M加法。如果关系信息用时间表示,则M表示多相电力线上携带的交流电压的周期。如果关系信息用相角表示,则M表示与全循环相关联的相角值,即, 2π 或 360° 。如果关系信息用相之间的跳数来表示,则M表示多相系统中要区分的配线相的可能数。

[0022] 最好,冗余地测量时间戳信号的出现与参考点的出现之间的时间间隔,以便增加最终测量结果的可靠性。最好,为了测量特定时间间隔,发送机发送多于一个时间戳信号,

每个时间戳信号与发送机的相电压中的参考点同步。这使得接收机能重复测量在时间戳信号与接收机的相电压中的参考点的出现之间的时间间隔,以便基于多数票决定测量的时间间隔,和/或在没有得到明确的多数票的情况下,通知发送机时间间隔测量失败。

[0023] 最好,中继时间戳信号与相关系信息的相同中继节点可以用于将返回消息从未知相配线的远程位置中继到参考相位置,以便将在远程位置检测的配线相通知给参考相位置。

[0024] 最好,参考相以及在各个中继位置上的任意配线相中的各个参考点是预定的重复事件,其以周期 T 发生, T 是多相配电网的交流电压周期,例如在 50Hz 系统的情况下为 20ms。具有指定正负号的斜率的各个相电压的零交叉尤其适合作为参考点。

[0025] 时间戳信号可以是短脉冲,或者与相电压周期 T 除以要区分的配线相可能数量相比较短的、任何类型的适合的数据分组或符号序列。时间戳信号还可以是较复杂信号、位序列或消息信号中的相位不连续和/或幅度不连续。

[0026] 最好,在具有偶数 N 个相的多相系统中,相关系信息被映射到 $2N$ 个不同的配线相,例如如果 $N = 3$,则间隔 60° ,以便考虑在具有未知配线相的中继位置或远程位置上特定相可以与反极性相连的可能性。该特征在用于检测在消费者房屋处的远程计量器的配线错误或非法重新接线的远程电力计量应用中尤其有用。

[0027] 最好可以通过电力线通信、或者通过提供足以跨接到下一中继位置的通信范围的任何其他通信,例如光缆或无线通信,将在各个位置处生成的时间戳信号和消息从一个位置发送到下一个位置。如果使用电力线通信来从一个位置向下一个位置发送时间戳信号和消息,则由于典型的多相电力线中存在的各个相之间的较强的容性和感性耦合,可以将这些信号注入多相电力线的所有 N 个相,或者将这些信号仅注入到单个相就足够了。在具有大量可用中继位置的应用中,例如,在具有相当多的连接到同一低电压网络部分的电器的远程电力计量系统中,蓝牙通信或者任何其他有限范围的无线电通信,可以是在各个连续位置一直到要检测其配线相的远程位置之间的适合的通信技术。

[0028] 本发明还涉及一种用于执行或参与根据本发明的方法的装置。用于检测任意未知相电压的配线相的中继装置的实施例包括:用于接收第一时间戳信号的电路;用于测量在所述时间戳信号的出现与所述电力线的任意配线相电压中的参考点的出现之间的时间间隔的电路,以便获得指示所述时间戳信号与所述任意相电压之间的相关系的相关系信息;用于生成和发送包括所述相关系信息的中继消息的电路;和用于当所述任意相电压中的第二参考点出现时生成和发送中继时间戳信号的电路。根据该实施例的中继装置最好还包括:用于接收归因于所述第一时间戳信号的相关系信息的电路,其中,相关系信息可以是来自前一中继位置处的中继装置的中继消息的形式。所述用于生成中继消息的电路然后最好将接收的相关系与由测量时间间隔获得的相关系信息组合,以生成中继消息,使得它包括组合的相关系信息。

[0029] 根据本发明的另一实施例,用于检测任意未知相电压的装置包括:用于接收时间戳信号的电路;用于测量在所述时间戳信号的出现与所述任意未知配线相电压的参考点的出现之间的时间间隔的电路,以便获得指示所述时间戳信号与所述任意未知相电压之间的相关系的相关系信息;用于接收中继消息的电路,中继消息包括指示所述参考相与所述时间戳信号之间的相关系的相关系信息;和用于将指示所述时间戳信号与所述任意未知相电

压之间的相关系的所述相关系信息与所述接收的相关系信息组合的电路；以及用于根据所述组合的相关系信息确定所述未知任意相电压的相配线的电路。根据本信息的该实施例的装置能够与前一中继位置通信，以便确定在该装置的位置处的未知任意相电压的相配线。

[0030] 本发明的特定有利应用在于远程计量通过公共配电系统分配到大量电器的电力的消耗的领域。这种类型的远程计量系统可以包括位于例如二级变电所处的集中器，用于将中电压配电网络上携带的电压（例如，20kV）变换成低电压（例如，230V）。二级变电所提供多个电器连接到的低电压多相网络。每个消费者具有能够与它所连接到的网络部分的集中器通信的量电计。为了帮助集中器检测连接到其低电压网络部分的远程量电计的配线相，每个远程量电计最好包括根据本发明的中继装置和 / 或根据本发明的用于检测任意未知相电压的相配线的装置。

附图说明

[0031] 下面将通过参照附图，详细描述本发明的有利实施例。下面的描述用于说明本发明的特定实施例，而不应当被认为限制本发明。

[0032] 图 1 示出根据本发明的、用于检测配电系统中的未知相电压的配线相的系统的略图；

[0033] 图 2 示出根据本发明实施例的、图 1 所示的配线相检测系统的操作时序图；

[0034] 图 3 示出时间戳信号的实施例；

[0035] 图 4 示出包括时间戳信号和消息部分的消息信号；

[0036] 图 5 示出图 1 所示的系统的节点形成部分的框图；

[0037] 图 6A 示出用于检测相电压中的时间戳的电路的实施例；

[0038] 图 6B 示出图 6A 所示的电路的操作时序图。

具体实施方式

[0039] 图 1 示出根据本发明的、用于检测配电系统中的未知相电压的配线相的系统的略图。在图 1 中，L 表示作为配电系统一部分的多相电力线。图 1 中的多相电力线 L 是具有用 R、S 和 T 表示的三相以及中性导线 N 的三相电力线。在三相 R、S 和 T 中的任意两个之间，存在 120° 的相移，这对于三相配电系统来说是众所周知的。图 1 中的 PC 表示多相电力线 L 的三相 R、S 和 T 之间的寄生分布耦合电容。

[0040] 附图标记 1 表示在第一位置处连接到电力线 L 的节点。在图 1 的实施例中，节点 1 连接到所有三相 R、S 和 T 以及连接到电力线 L 的中性导线 N，以便能够向 / 从电力线 L 注入 / 提取电力线通信信号，尽管由于三相之间的寄生电容耦合、将节点 1 连接到少于所有三相也是足够的。节点 1 使用三相 R、S 和 T 之一作为参考相。在节点 1 处可以选择可用相 R、S 和 T 中的任一个作为参考相。在不失普遍性的情况下，可以假设 R 表示图 1 所示配线相检测系统中的参考相。

[0041] 图 1 中的附图标记 2 和 3 表示中继节点，其连接到多相电力线 L 的任意先验未知相。在图 1 所示的示例中，中继节点 2 连接在相 T 与中性 N 之间，而中继节点 3 连接在相 R 与中性 N 之间。从可以使用电力线 L 的任何可用相、而不需要事先知道节点连接到哪个相的意义上说，这些中继节点的配线相是任意的。应当注意，尽管在该实施例中示出了多相电

力线,但本发明并不限于多相电力线的配线相检测。在单相电力线的情况下,可以用于检测远程位置上的用电设备的反相配线。本发明也可以应用于单相系统。

[0042] 附图标记 4 表示连接到多相电力线 L 的未知任意相的节点。节点 4 可以是任何类型的装置或电路,其中对关于其连接到三相 R、S 和 T 中的哪一个的信息感兴趣。作为示例,节点 4 可以是单相或多相量电计,希望检测其相对于参考相 R 的配线相,以便能够检测量电计与多相电力线 L 连接的方式的错误或欺诈,和 / 或以便以优化的方式使用远程量电计 4 作为电力线通信应用(如对电力的远程计量)中的节点。

[0043] 在图 1 所示的实施例中,在节点 1 的参考位置和要检测其配线相的节点 4 的远程位置之间不需要存在直接通信信道。为了能够执行该检测,节点 2 和 3 作为中继。下面将参照图 2 说明图 1 的该系统的操作。

[0044] 图 2 示出根据本发明实施例的、图 1 所示的配线相检测系统的操作时序图。

[0045] 图 2 的上部示出随时间变化的三相电压 R、S 和 T。如图所示,三相电压是正弦波,相电压 S 落后相电压 R 120° ,而相电压 T 落后相电压 S 120° ,并因此领先相电压 R 120° 。三相电压中的每一个在每个循环具有两个零交叉,即在每个循环有一个具有指定斜率的零交叉。在图 2 的图中,具有正斜率的零交叉分别用 R+、S+ 和 T+ 表示,而具有负斜率的零交叉分别用 R-、S- 和 T- 表示。在所示实施例中,选择在各个相电压 R、S 和 T 中具有正斜率的零交叉,作为各个相电压的参考点。在图 2 中,水平轴 t 表示时间轴,而图 2 中垂直方向 Y 上的虚线将图 2 所示的各种事件与相电压 R、S 和 T 的特定点相关联,这将在下面详细说明。图 2 中的箭头 A 和 B 指示,由于图纸上的空间的原因,时间轴被画成上下三部分。箭头 A 所连接的两个点实际上在时间轴上是一致的。对于箭头 B 所连接的两个点来说也是如此。P 表示在三相电压 R、S 和 T 中的交流电压周期,在 50Hz 系统的情况下是 20ms。图 2 右手部分的附图标记 1 到 4 指代图 1 中的节点 1 到 4,用来指示图 2 中绘出的各个事件发生的位置。

[0046] 为了执行图 2 中节点 4 的配线相的检测,连接到参考相 R 的节点 1 发送其中具有基本上与参考相 R 的零交叉 R+ 一致的时间戳 TS 的消息。图 1 所示的实施例使用电力线通信来将节点 1 的消息 S1 中的该时间戳 TS 发送到中继节点 2。中继节点 2 接收具有时间戳 TS 的消息 S1,并且测量在消息 S1 中的接收时间戳 TS 与节点 2 连接到的任意相电压 T 中的参考点 T+ 的出现之间的时间间隔,该时间间隔在图 2 中用 T1 表示。节点 2 然后采用测量的时间间隔 T1 来生成消息 M1 (T1),它包含关于在消息 S1 中的接收时间戳信号 TS 与节点 2 的配线相之间的相关关系的信息。节点 2 生成消息 S2,它包含与节点 2 的配线相 T 的相电压中的另一参考点 T+ 的出现一致的时间戳信号 TS。节点 2 通过电力线 L 生成和发送的消息 S2 还包括相关关系信息消息 M1 (T1)。

[0047] 在中继节点 3 处接收消息 S2,中继节点 3 然后测量在从节点 2 接收的消息 S2 中的时间戳 TS 与节点 3 连接到的相电压中的参考点 R+ 的出现之间的时间间隔,该时间间隔在图 2 中用 T2 表示。在该示例中,时间间隔 T2 从 T+ 到 R+。

[0048] 在节点 3 处,将消息 S2 中包含的相关关系信息 M1 (T1) 与测量的时间间隔 T2 适当组合,来获得组合的相关关系信息,这将在下面详细说明。节点 3 然后生成消息 S3,它包括时间戳 TS 以及组合的相关关系信息 M2 (T1+T2)。节点 3 在这样的时刻通过电力线 L 发送该消息 S3,使得时间戳 TS 与所示实施例中节点 3 所连接到的相电压 R 上的后一参考点 R+ 一致。

[0049] 在节点 4 处,接收包含时间戳 TS 的消息 S3,并且节点 4 测量在消息 S3 中的时间

戳 TS 与节点 4 连接到的相电压 S 中的参考点 S+ 的出现之间的时间间隔, 该时间间隔在图 2 中用 T3 表示。消息 S2 中的组合的相关系信息 $M2(T1+T2)$ 和时间间隔 T3 足够节点 4 确定相对于参考节点 1 的配线相的配线相。节点 4 可以通过组合接收的消息 S3 中的相关系信息 $M2(T1+T2)$ 以及测量的时间间隔 T3, 来确定其相对配线相。节点 4 然后可以生成返回消息 S4, S4 包含具有由此合并的相关系信息的消息 $M3(T1+T2+T3)$ 。该消息 S4 可以通过节点 3 和 2 中继回到节点 1, 来通知节点 1 关于节点 4 的配线相。

[0050] 在所实施例中, 获得的用于测量各个时间间隔 T1、T2 和 T3 的相关系信息, 最好用这样获得的整数表示, 即, 通过将测量的时间间隔 T1、T2 和 T3 分别映射到 N 个整数之一获得的整数, N 是要在配线相检测中区分的配线相可能的个数。该映射运算对应于将所测量的时间间隔除以 P/N 。在图 2 所示的实施例中, 考虑三个配线相可能, 从而 $N = 3$ 。因此, 在绘出的示例中, T1 被映射到 2(二), T2 被映射到 1(一), 并且 T3 被映射到 1(一)。通过该映射运算获得的整数是相关系信息的适合的表示法。通过将这些整数相加, 最好通过模 N 加法, 可以简单地、有利地进行相关系信息的组合。在图 3 所示的实施例中, 这将导致下列结果: 消息 M1(T1) 将携带整数 2。消息 M2(T1+T2) 中携带的组合的相关系信息是 $2+1 \bmod 3 = 0$, 这指示节点 3 连接到与参考相相同的配线相。在节点 4 处执行的运算 $0+1 \bmod 3$ 于是将揭露节点 4 比参考相落后一个相, 即, 节点 4 连接到相电压 S。因此, 发送回参考节点 1 的消息 M3 仅包含整数 1。

[0051] 要注意的是, 尽管刚才描述的相关系信息的整数表示法在计算复杂性方面是特别有利的实现, 但当然也有其他表示从时间间隔 T1、T2 和 T3 的测量获得的相关系信息的可能方式。其他表示法可能包括用秒表示或者用相角表示的明确时间间隔, 或者任何其他适合的表示法。图 3 中的示例性实施例区分三个配线相 R、S 和 T。如果考虑反相配线作为另外的配线可能, 则这将产生六个不同的相, 即, $N = 6$ 。在这种情况下, 反相电压(图中未示出)的参考点将与图 2 所示的点 R-、S- 和 T- 一致。

[0052] 在图 2 所示的实施例中, 消息部分 M1、M2 和 M3 以及时间戳 TS 分别被集成到单个消息 S1、S2、S3 和 S4 中。或者, 可以在单独消息中发送时间戳信号 TS 和相关消息部分 M1, 而不需要在指定时刻发送消息部分 M1 到 M3。

[0053] 图 2 中所示的消息 S1 不包括消息部分, 因为该消息是由参考节点生成的, 不需要携带任何额外的相关系信息。然而, 为了获得统一的通信协议, 提供具有可包含伪信息的信息部分的消息 S1 也可能是有利的。图 2 所示的消息 S4 没有时间戳信号, 因为该消息用于向参考节点 1 报告在节点 4 处获得的组合的相关系信息, 它不需要指定的时刻。然而, 还是为了统一通信协议的缘故, 构造象其他消息那样具有时间戳的消息 S4、发送消息 S4 使得其时间戳与节点 S4 的配线相中的参考点一致, 这可能是有利的。

[0054] 图 3 示出时间戳信号的实施例。图 3 所示的信号包括第一部分 31 和第二部分 32。第一部分 31 包括指定频率上的交流信号图案。部分 32 包括在同一指定频率上的信号图案, 然而, 相位与信号模式 31 的相位相反。第一部分 31 和第二部分 32 之间的相位不连续构成了时间戳 TS。

[0055] 图 4 示出集成时间戳信号和消息部分的消息信号的实施例。在图 4 中, 附图标记 31 和 32 表示上面参照图 3 描述的信号部分。TS 表示以信号部分 31 和 32 之间的相位不连续表示的时间戳。两个信号部分 31 和 32 构成头 H, 它对于建立位同步是有用的。图 4 中的

附图标记 F 表示消息字段。消息字段 F 可以包括多个消息子字段 N1、N2、...、Ni。最好,根据图 4 的实施例构建图 2 所示的消息 S1 到 S4。每个消息字段 N1 到 Ni 包括结合图 2 所述的相关系信息,以及获得该相关系信息的节点的地址,如上所述,该相关系信息是通过组合接收的相关系信息与测量的时间间隔而获得的。最好,每个节点接收到相关系信息,并将接收的相关系信息和通过测量时间戳与其配线相上的参考点之间的时间间隔获得的信息组合,每个节点将由此获得的组合的相关系信息与其自己的节点地址一起附加到它中继到下一节点的消息上。这样,从节点 4 回到图 1 的节点 1 的图 2 所示的消息 S4,包括相关系信息,其允许节点 1 获得节点 4 的配线相检测中涉及的所有节点的配线相。

[0056] 图 5 示出图 1 所示的系统的节点形成部分的框图。在图 5 中,如前面所述,附图标记 R、S、T 和 N 分别表示电力线 L 的三相和中性。所示节点可以连接到三相之一或所有三相。TR 表示收发机电路,用于建立通过电力线 L 的电力线通信。CCT、CCS 和 CCR 表示耦合电容器,其允许收发机电路 TR 从该节点所连接到的电力线 L 的那些相发送和接收电力线通信信号。当然,替代的感性耦合器件也可以用于此目的,例如公知的耦合变压器。可以向 / 从电力线的仅一条导线或者更多或全部导线注入 / 提出电力线通信信号,每个相上具有单独的收发机前端,或者有一个并行用于所有线的收发机前端。ZD 表示参考点检测器,例如零交叉检测器电路,其连接来检测在图 5 所示的节点所连接到的三相 R、S 和 T 中的指定一相上的零交叉。指定相是节点的要检测的配线相。MC 表示微控制器电路。MEM 表示存储器部分,而 TM 表示定时器电路。IF 表示接口电路,用于将图 5 所示的节点与图中未示出的其他电路相接,例如,用于计量电力消耗、或者用于执行任何与本发明原理没有直接关联的其他功能的电路。B 表示总线,用于交换微控制器单元 MC、存储器部分 MEM、收发机电路 TR、零交叉检测器 ZD、定时器 TM 和接口电路 IF 之间的数据和地址信息。IRQ 表示中断请求线,用于分别将收发机电路 TR 和零交叉检测器电路 ZD 所生成的中断通知给微控制器单元 MC,这将在下面说明。

[0057] 图 5 所示的节点根据存储在存储器部分 MEM 中的程序数据,在软件控制下工作,来执行上面参照图 2 所述的操作。如果图 5 的节点被控制作为参考位置处的节点 1,则零交叉检测器 ZD 的输入端 IN1 连接到的相位将是用于执行配线相检测的参考相,即,图 5 中的相 R。只要零交叉检测器 ZD 检测到具有正斜率的零交叉,ZD 就在线 IRQ 上生成对微控制器 MC 的中断请求,并且将关于具有指定斜率的零交叉出现的信息放在总线 B 上。响应于中断请求,微控制器将从总线 B 读取关于中断源的信息,然后指示收发机电路 TR 将预定信号图案放在电力线 L 上,该信号图案包含例如上面结合图 3 或图 4 所述的时间戳。在参考位置 1 处的节点最好也发送包含要检测其相配线的远程节点 4 的地址的消息。最好,节点发送的每个消息不仅包含远程节点地址,还包含远程节点 4 的配线相检测中所涉及的所有节点的节点地址列表,以及包含该消息要送到的各自下一节点的地址的地址指针字段。列表中包含的每个节点根据节点地址列表中的项而更新地址指针字段,以使得中继消息遵循节点地址列表中定义的节点顺序。

[0058] 收发机电路 TR 将侦听电力线 L 上的通信。只要收发机电路 TR 接收到发往它自己节点的消息,它将执行必要的解调和解码步骤,通知微控制器 MC 关于新消息的接收,并且将接收的数据放在总线 B 上。如果微控制器 MC 识别该消息是来自要检测其相配线的远程节点的返回消息 S4,则微控制器 MC 将根据上述操作评估接收的消息中所包含的信息,以获

得远程节点的相配线,并且将结果存储在存储器部分 MEM 中。

[0059] 如果图 5 所示的节点接收到配线相检测消息,则收发机电路 TR 接收该消息,通过中断请求将接收的消息通知给微处理器 MC,并且象以前一样将其内容放在数据总线 B 上。微控制器 MC 评估地址和消息内容,来确定该消息是否需要被中继到另一节点。如果需要的话,那么它指令定时器 TM 开始时间测量操作。在节点的零交叉检测器电路所连接到的相上的参考点出现时,生成到微处理器的另一中断请求,这次是由零交叉检测器电路生成,并且响应于该中断请求,微控制器于是将停止定时器电路 TM 的时间测量操作,并且根据上述原理,适当地处理关于定时器电路 TM 所测量的时间间隔的数据。然后,在微控制器 MC 的程序控制下,组合由此获得时间信息和从接收的消息中提取的相关系信息,并且微控制器 MC 组装新消息,该新消息包含所得到的组合的相关系信息。该消息通过数据总线 B 对收发机电路 TR 可得。在零交叉检测器 ZD 所连接的相中的另一参考点出现时,微控制器 MC 然后指令收发机电路 TR 生成和发送消息,该消息包含时间戳和组合的相关系信息、以及要检测其配线相的该节点的地址,其地址包含在之前接收的消息中。最好,如前面所述,该消息还包括所述地址指针字段的所述地址列表,该列表被节点更新以指示该消息的下一节点的地址。

[0060] 另一方面,如果微控制器根据接收的消息的地址和内容,确定它包含关于其自己节点的配线相检测请求,则微控制器 MC 提取接收的消息中包含的相关系信息,并且使用定时器电路 TM,根据前面所述的原理,测量在接收的消息中的时间戳与零交叉检测器 ZD 连接到的相中的参考点的出现之间的时间间隔。然后,微控制器 MC 将该时间间隔测量的结果与接收的消息中的相关系信息组合。然后,微控制器将由此获得的组合的相关系信息包含在收发机电路 TR 生成的返回消息中,以通知参考节点关于当前节点相对于请求节点的参考相的相配线。

[0061] 根据图 5 所示的实施例,节点 1 到 4 的每一个具有基本相同的配置,并且在微控制器的软件控制下,根据它接收的消息内容操作。如上所述,至少一个节点用于生成发往指定远程节点的配线相检测请求消息。中继过程中涉及的、接收不是对它自己而是对不同节点的配线相检测请求消息的任何节点,将取下接收的消息,并且执行如前面所述的中继操作。接收到对它自己的配线相检测请求消息的节点,将执行所述操作,来向配线相检测请求消息发起的请求节点返回消息,以便通知该节点关于它自己相对于请求节点的配线相的配线相。

[0062] 当零交叉触发时间戳信号的生成时,在零交叉与时间戳之间可能会发生时间偏移。该偏移可能是由于实际时间戳前面的头,例如图 3 所示,以及 / 或者是由于微控制器 MC 的处理速度有限。偏移的影响是时间戳与相关的零交叉并不完全一致。如果相配线的可能数量较低(例如, $N = 3$),则该偏移可以忽略。一个简单的补偿零交叉与相关时间戳之间的延迟的解决方案是,将已知偏移加到每个测量的时间间隔上。

[0063] 图 6A 示出用于检测图 3 所示的时间戳信号的时间戳检测器电路的实施例。图 6A 的时间戳检测器电路可以是图 5 中的收发机电路 TR 的一部分。在图 6A 中,IN2 表示时间戳检测器电路的输入端。该输入端连接来接收来自图 5 中的收发机电路 TR 的接收机和解调器(未示出)的输入信号。R1 和 R2 表示连接构成分压器的两个电阻器。A 表示运算放大器或比较器,其正输入端连接到分压器 R1、R2 的输出端,其负输入端接地。C1 和 R3 分别表示电容器和电阻器,其连接以微分运算放大器 A 的负输出端的输出信号。类似地, C2 和

R4 表示微分器,其连接以微分放大器 A 的正输出端的输出信号。D1 表示与电阻器 R3 并联的二极管,使得该二极管的阴极连接到电容器 C1,而阳极接地。D3 表示与电阻器 R4 并联的二极管,使得二极管 D3 的阴极与电容器 C2 相连,而二极管 D3 的阳极接地。二极管 D1 的阴极通过另一二极管 D2 与电阻器 R5 相连。二极管 D3 的阴极通过二极管 D4 连接到电阻器 R5 的同一节点。电阻器 R5 的该节点与可再触发的单稳态触发器 MF 的输入端相连。电阻器 R5 的另一输出端接地。该单稳态触发器的输出端构成时间戳检测电路的输出端 OUT。可再触发的单稳态触发器的时间周期大约是图 4 所示的信号部分 31 的两个规则连续边沿之间的持续时间的 1.5 倍。

[0064] 图 6B 示出图 6A 的时间戳检测器的操作。图 6B 的上图示出了时间戳检测器的输入端 IN2 处的电压波形。运算放大器 A 在其正和负输出端将该输入信号转换成互补数字信号。微分器和后面连接到各个输出端的二极管网络只加重各个输出端的输出信号中的正边沿。在电阻器 R5 处组合这些微分和整流后的信号,这产生如图 6B 中间所示的、穿过电阻器 R5 的输出信号。穿过电阻器 R5 的信号触发可再触发的单稳态触发器,如图所示,后者只要穿过 R5 的脉冲规则地间隔就保持其触发状态。一旦时间戳发生,即,输入端 IN2 处的信号中的相位反转,穿过 R5 的脉冲就将丢失,使得单稳态触发器 MF 将后退回重置状态,从而在输出端 OUT 处产生检测信号。为了避免在输出端 OUT 处的假输出脉冲,最好利用控制信号借助 AND 门,在 OUT 处屏蔽输出信号,其中该控制信号指示当检测时间戳信号的前导 31 时的锁定状态。

[0065] 时间戳检测器电路的替代实现可以基于积分输入端 IN2 处的信号,以及将积分的信号与阈值进行比较,其中该阈值是在当恒定幅度的信号段的持续时间比一般要长时(即,当相位反转发生时)将达到的阈值。其他检测根据图 3 的实施例的时间戳信号的替代实施例可以采用数字信号图案检测器,或者任何本质适合的已知电路。

[0066] 零交叉检测器 ZD 可以用多种公知的方式实现。零交叉检测器 ZD 的适合的实现方式包括:具有连接到其输出端的比较器、微分器和整流器的电路;基本上类似于连接到图 6A 所示的比较器 A 的两个输出端之一的电容器、电阻器和二极管网络。

[0067] 本发明不限于这里所述的特定相关系检测机制。本领域技术人员将理解,在根据本发明的配线相检测中,可以采用任何提供两个连续位置之间的相关系信息的相关系检测机制。本发明不限于这里所述的时间戳信号,或者特定的时间戳检测电路。需要强调的是,所示出的电路和信号仅仅用于说明本发明的特定实施例。权利要求书中的附图标记用于增加其易理解性。它们不应被认为限制权利要求。

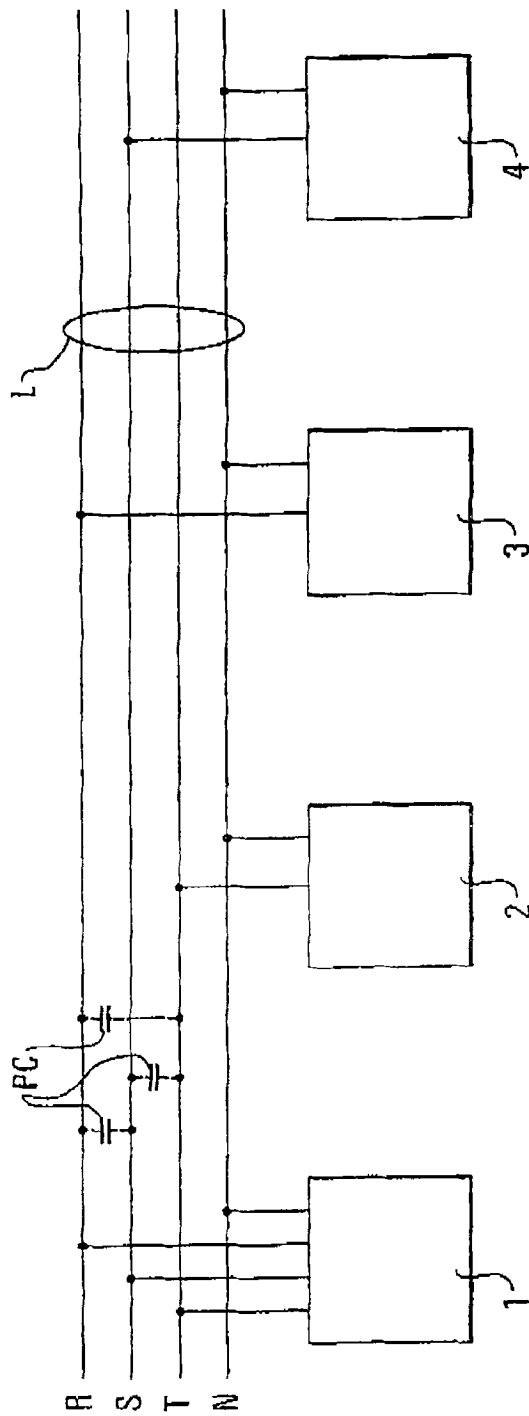


图 1

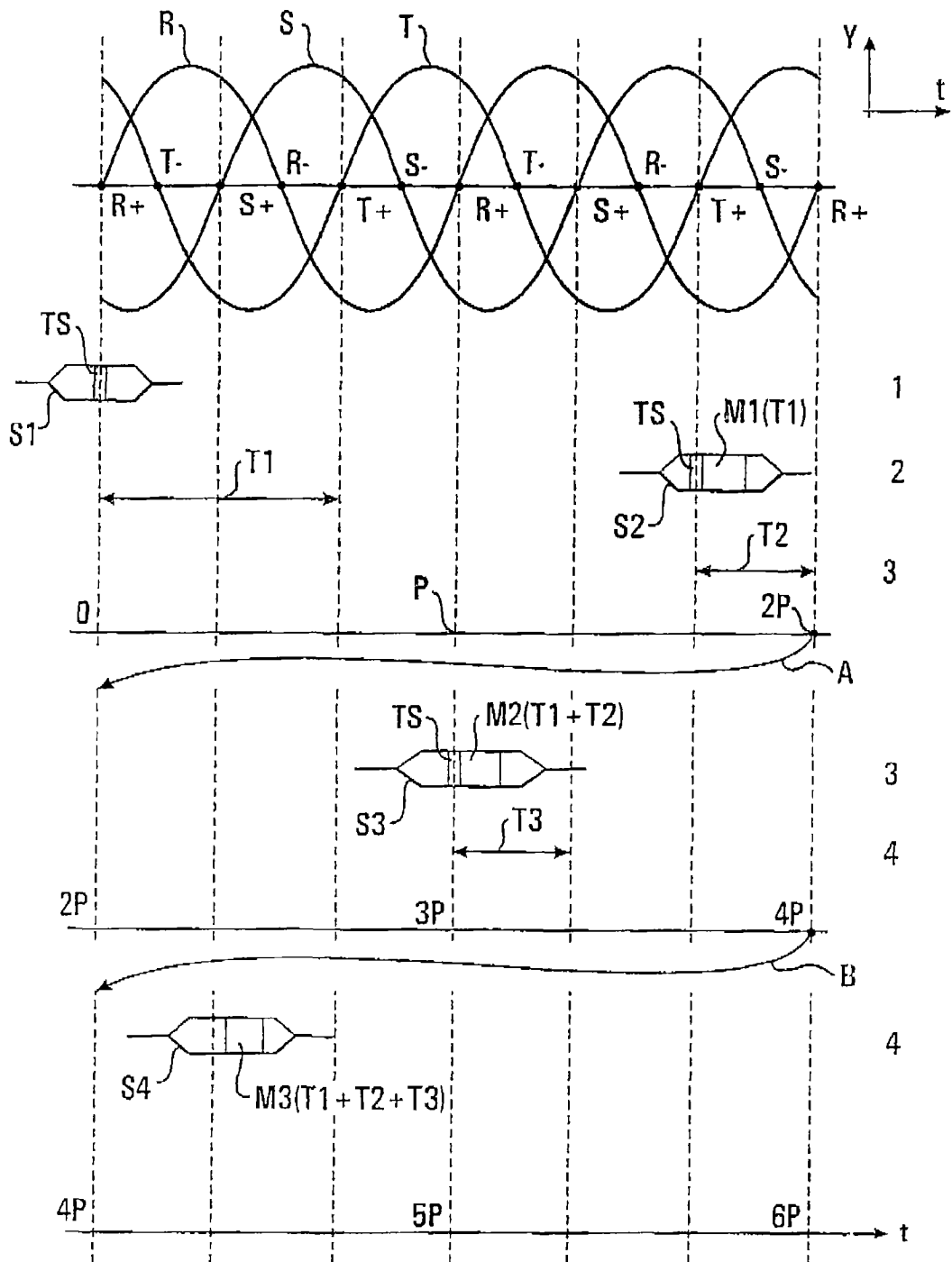


图 2

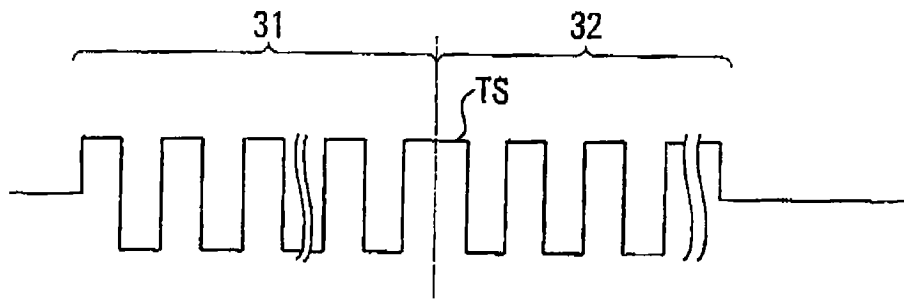


图 3

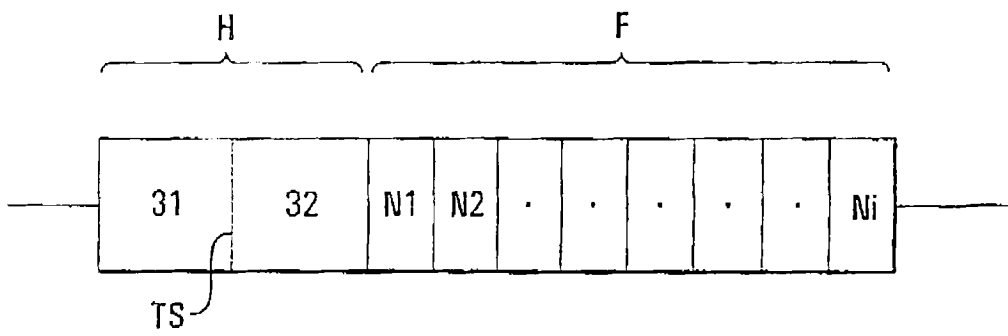


图 4

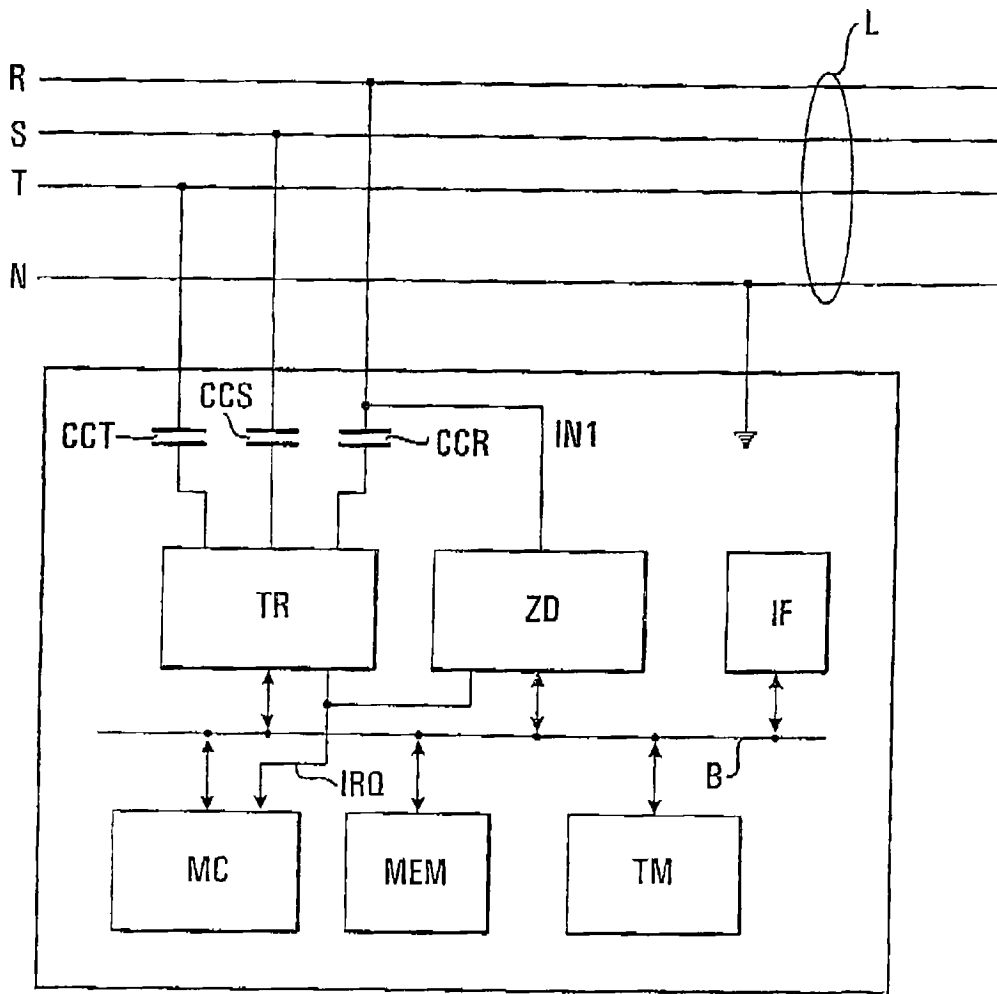


图 5

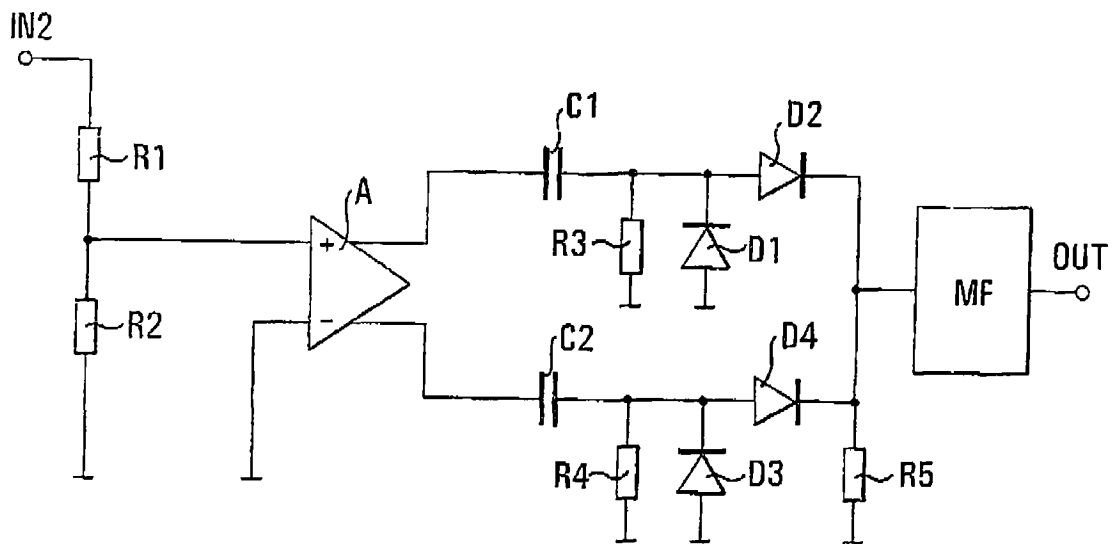


图 6A

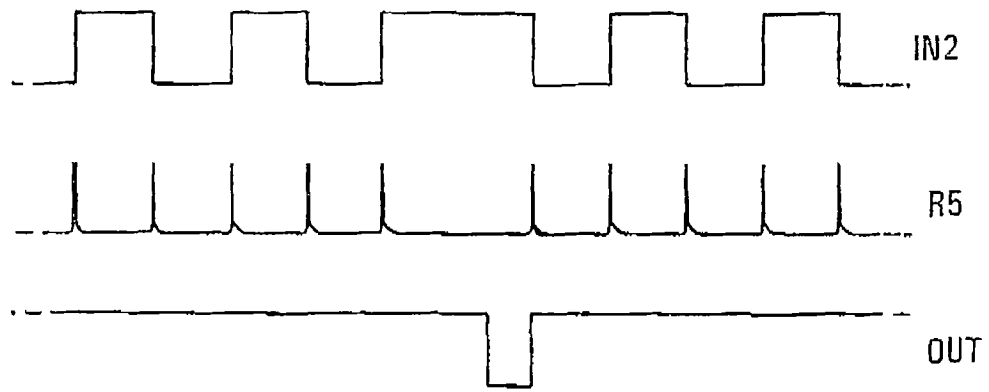


图 6B