



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104364869 B

(45)授权公告日 2017.03.22

(21)申请号 201380029489.9

(22)申请日 2013.06.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104364869 A

(43)申请公布日 2015.02.18

(30)优先权数据
A50232/2012 2012.06.13 AT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.12.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/AT2013/050118 2013.06.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/185160 DE 2013.12.19

(73)专利权人 弗罗纽斯国际有限公司
地址 奥地利佩滕巴赫

(72)发明人 约阿希姆·达恩迈尔
斯特凡·布勒赫

(74)专利代理机构 北京明和龙知识产权代理有限公司 11281
代理人 郁玉成

(51)Int.Cl.
H01H 47/00(2006.01)
H02J 3/38(2006.01)

(56)对比文件
US 2013/0222951 A1, 2013.08.29,
US 2010/0226160 A1, 2010.09.09,
US 2012/0286705 A1, 2012.11.15,
US 2005/0002214 A1, 2005.01.06,
审查员 贾国渊

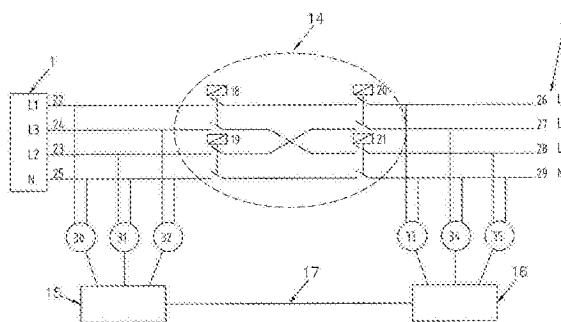
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

用于检查光伏逆变器的分离点的方法和光伏逆变器

(57)摘要

本发明涉及一种用于检查光伏逆变器(1)和供电网络(7)之间的光伏逆变器分离点(14)的方法,所述光伏逆变器(1)和所述供电网络(7)包括多个相(L1,L2,L3)和中性导体(N),其中所述分离点(14)的多个切换触头由所述光伏逆变器(1)控制,并且本发明还涉及一种光伏逆变器(1)。本发明的目的是允许简单且快速地检查所述分离点(14)的功能性。这是这样实现的,即根据切换模式在多个步骤中连接和检查所述分离点(14)的切换触头。在每个步骤中,在所述分离点(14)的上游和下游的至少一相(L1,L2,L3)相对于所述中性导体(N)测量每个电压(30,31,32和33,34,35),并且将这些电压彼此进行比较。



1. 一种用于检查光伏逆变器(1)和供电网络(7)之间的光伏逆变器分离器(14)的方法, 所述光伏逆变器(1)和所述供电网络(7)包括多个相(L1,L2,L3)和中性导体(N), 其中所述分离器(14)的多个继电器(18-21)的多个切换触头由所述光伏逆变器(1)控制, 并且在所述分离器(14)的上游和下游相对于所述中性导体(N)测量每个相(L1,L2,L3)的每个电压(30, 31, 32和33, 34, 35), 其特征在于, 在所述分离器(14)中, 位于所述分离器(14)的上游的至少一相(L2,L3)和位于所述分离器(14)的下游的至少一相(L2,L3)交叉联接, 并且根据切换模式在多个步骤中连接和检查所述分离器(14)的切换触头, 其中所述切换模式是通过将所述分离器(14)的切换触头从一个切换状态逐步地改变到另一个切换状态实现的, 并且根据评价表赋予每个切换状态一测量结果, 并且在所述切换模式的每个切换状态中推导出所述分离器(14)的切换触头的功能性, 在该切换模式中, 在每个切换状态中, 在所述分离器(14)的上游和下游的至少一相(L1,L2,L3)相对于所述中性导体(N)测量每个电压(30, 31, 32和33, 34, 35), 并且将这些电压中的同相电压之间的比较结果与所述评价表的测量结果进行比较。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述电压(30, 31, 32和33, 34, 35)由所述供电网络(7)供应。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述电压(30, 31, 32和33, 34, 35)由所述光伏逆变器(1)供应。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述分离器(14)的上游和下游测量的电压(30, 31, 32和33, 34, 35)由两个独立的控制器(15, 16)来处理, 所述控制器(15, 16)通过数据总线(17)彼此相连。

5. 一种光伏逆变器(1), 该光伏逆变器(1)具有多个相(L1,L2,L3)和中性导体(N), 该光伏逆变器(1)用于将直流电压转换成交流电压, 并用于将所述交流电压馈送至具有多个相(L1,L2,L3)和中性导体(N)的供电网络(7), 其中由具有多个切换触头的多个继电器(18-21)构成的分离器(14)用于将所述供电网络(7)的所述相(L1,L2,L3)和所述中性导体(N)电分离, 在所述分离器(14)的上游和下游设置用于测量所述相(L1,L2,L3)相对于所述中性导体(N)的电压(30, 31, 32和33, 34, 35)的装置, 其特征在于, 所述分离器(14)由每个都具有至少一个切换触头的四个继电器(18-21)构成, 其中对于所述相(L1,L2,L3)和所述中性导体(N)的每个接线来说, 可彼此独立地切换的两个继电器(18-21)的每两个切换触头串联连接, 并且在所述分离器(14)中, 位于所述分离器(14)的上游的至少一相(L2,L3)和位于所述分离器(14)的下游的至少一相(L2,L3)交叉联接, 并且设置两个独立的控制器(15, 16), 用于处理在所述分离器(14)的上游和下游相对于所述中性导体(N)测量的所述相(L1,L2,L3)的所述电压(30, 31, 32和33, 34, 35), 所述控制器通过数据总线(17)彼此相连, 并且所述控制器(15, 16)被设计成用来通过将所测量的电压(30, 31, 32和33, 34, 35)中的同相电压之间的比较结果与在评价表中赋予的测量值进行比较来推导出在每个切换状态中所述切换触头的功能性。

6. 根据权利要求5所述的光伏逆变器(1), 其特征在于, 控制器(15)与位于所述分离器(14)的输入侧的两个继电器(18, 19)连接, 用于控制这些继电器(18, 19)的切换触头并用于处理在所述分离器(14)的上游测量的所述电压(30, 31, 32), 并且第二独立控制器(16)与位于所述分离器(14)的输出侧的两个继电器(20, 21)连接, 用于控制这些继电器(20, 21)的切

换触头并用于处理在所述分离器 (14) 的下游测量的电压。

用于检查光伏逆变器的分离点的方法和光伏逆变器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检查光伏逆变器和供电网络之间的光伏逆变器分离器的方法,所述光伏逆变器和所述供电网络包括多个相和中性导体,其中所述分离器的多个切换触头由所述光伏逆变器控制。

[0002] 此外,本发明涉及一种具有多个相和中性导体的光伏逆变器,所述光伏逆变器用于将直流电压转换成交流电压,并且用于通过由多个继电器构成的分离器将所述交流电压馈送到具有多个相和中性导体的供电网络,所述继电器具有用于对所述供电网络的相和中性导体进行电分离的多个切换触头。

背景技术

[0003] 通常,在每个相布置一对继电器作为光伏逆变器和供电网络之间的分离器,从而实现从供电网络的安全分离。为了允许进行网络并行馈送,先决条件是符合适当的标准和规定。在标准E DIN VDE 0128中,例如,强制要求用于网络监控的两个独立设备的释放点具有串联的分配开关。

[0004] 从这些要求出发,可能还必须利用这样的一对继电器切换中性导体以便能够安全分离。因而,在这种分离的情况下,对于三相交流网络来说因此必须切换八个独立的继电器。此外,依照适当的标准,必须定期检查这些继电器的功能。在该过程中针对实际断开和闭合检查继电器的切换触头。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种上述的方法和光伏逆变器,通过所述方法和光伏逆变器,能够以简单的方式快速地检查分离器的功能性,不必需要任何附加部件。此外,期望所述分离器尽可能节省空间和节约成本。

[0006] 这个目的通过如下的方法解决,其中根据切换模式在多个步骤中连接和检查所述分离器的切换触头,并且在每个步骤中,在所述分离器的上游和下游的至少一相相对于所述中性导体测量每个电压,并且将这些电压彼此进行比较,据此推导出所述切换触头的功能性。即使在双刀和多刀继电器的情况下,也以有利的方式实现了对每个单个切换触头的功能性进行检查。所述分离器无需必然地结合在所述光伏逆变器中,从而无需修改所述光伏逆变器的安装尺寸。例如,可以将一个分离器布置在所述光伏逆变器中,并且可以将第二个分离器布置在外部。在分离点之间进行适当的通信,从而可以传输电压。对应地,所述分离点还被交叉联接。

[0007] 有利地,在所述分离器的上游和下游的每个相相对于所述中性导体测量每个电压。

[0008] 根据所述切换模式相对于所述中性导体测量至少一个对应相的电压。

[0009] 电压测量所需的电压可以由所述供电网络或由所述光伏逆变器来供应。

[0010] 根据本发明的一个特征,在所述分离器的上游和下游测量的电压由两个独立的控

制器来处理,所述控制器通过数据总线彼此相连。

[0011] 所述切换模式是通过将所述分离器的切换触头从一个切换状态逐步地改变到另一个切换状态实现的,其中在各个切换状态中或在切换状态的改变中推导出所述分离器的各个切换触头的功能性。

[0012] 在所述分离器的切换触头的切换状态的每个改变中推导出所述分离器的切换触头的功能性,所述改变采取所述切换触头的断开或闭合的形式。

[0013] 根据本发明的目的还通过上述的光伏逆变器来解决,其中所述分离器由每个都具有至少一个切换触头的四个继电器构成,其中对于所述相和所述中性导体的每个接线来说,可彼此独立地切换的两个继电器的每两个切换触头串联连接。

[0014] 为了检查所述分离器的功能性,在所述分离器的上游和下游设置用于测量所述相相对于所述中性导体的电压的装置。

[0015] 有利地,设置两个独立的控制器,用于处理相对于所述中性导体在所述分离器的上游和下游测量的所述相的所述电压,所述控制器通过数据总线彼此相连。

[0016] 根据本发明的一个特征,一个控制器与位于所述分离器的输入侧的两个继电器连接,用于控制这些继电器的切换触头并用于处理在所述分离器的上游测量的所述电压,第二独立控制器与位于所述分离器的输出侧的两个继电器连接,用于控制这些继电器的切换触头并用于处理在所述分离器的下游测量的电压。

[0017] 有利地,位于所述分离器的上游的至少一相和位于所述分离器的下游的至少一相交叉联接。

附图说明

[0018] 将通过所附示意图详细描述本发明。附图示出了:

[0019] 图1是光伏系统的逆变器的示意性总体图示;

[0020] 图2是光伏逆变器和供电网络之间的分离器的结构,所述分离器具有作为开关的四个双刀继电器;

[0021] 图3是具有用于检查根据图2的分离器的切换触头的切换模式的表;

[0022] 图4是光伏逆变器和供电网络之间的分离器的另选的结构,所述分离器具有两个三刀继电器和两个单刀继电器;以及

[0023] 图5是具有用于检查根据图4的分离器的切换触头的切换模式的表。

具体实施方式

[0024] 首先,需要指出的是,给实施方式的相同部件提供相同的附图标记。

[0025] 图1示出了已知的光伏逆变器1的结构,所述逆变器1具体为HF逆变器。由于光伏逆变器1的各个部件和/或装配组件和功能已经在现有技术中已知,因此在下文中将不再详细描述。

[0026] 光伏逆变器1包括至少一个输入DC-DC转换器2、中间电路3和输出DC-AC转换器4。优选由一个太阳能模块6或者并联和/或串联连接的多个太阳能模块6形成的电源5和/或发电机连接至所述输入DC-DC转换器2。光伏逆变器1和太阳能模块6还被称为光伏系统。光伏逆变器1的输出和/或DC-AC转换器4的输出可以与供电网络7(例如公共或私人交流电压网

络或多相网络)连接并且/或者与构成负载的至少一个用电设备8连接。用电设备8例如由电机、电冰箱、无线电设备等形成。同样,用电设备8还可以构成家用电源。光伏逆变器1的各个部件,例如输入DC-DC转换器2等,可以通过数据总线9与控制装置10连接。

[0027] 优选地,这种光伏逆变器1用作所谓的网络连接光伏逆变器1,所述网络连接光伏逆变器1的电力管理已经被优化,使其将尽可能多的电力馈送到供电网络7。如从现有技术中已知的,用电设备8通过供电网络7来供电。将认识到,还可以使用并联连接的多个光伏逆变器1。因而,可以提供更多的电力来操作用电设备8。该电力由电源5以直流电压的形式供应,该电源5通过两个连接线路11、12与光伏逆变器1连接。

[0028] 光伏逆变器1的控制装置10和/或控制器例如由微处理器、微控制器或计算机形成。光伏逆变器1的各个部件(例如输入DC-DC转换器2或输出DC-AC转换器4,特别是布置在输入DC-DC转换器2或输出DC-AC转换器4中的切换元件)的合适控制可以通过控制装置10来进行。为了这个目的,各个调控和/或控制序列通过适当的软件程序和/或数据和/或特征存储在控制装置10中。

[0029] 此外,操作元件13与控制装置10连接,通过该操作元件13,用户例如可以配置光伏逆变器1并且/或者可以(例如通过发光二极管)指示和调节操作状态或参数。操作元件13例如通过数据总线9与控制装置10相连或者直接与控制装置10相连。这样的操作元件13例如布置在光伏逆变器1的前部上,从而可以从外部进行操作。同样,操作元件13也可以直接布置在光伏逆变器1内的装配组件和/或模块上。

[0030] 当使用光伏逆变器1为供电网络7供电时,根据标准(例如根据E DIN VDE 0128),必须在光伏逆变器1和供电网络7之间连接分离器14。在将光伏逆变器1连接至供电网络7之前,必须针对正常功能对分离器14进行检查。

[0031] 根据本发明,光伏逆变器1和供电网络7之间的分离器14包括四个双刀继电器18、19、20和21。这些继电器18-21中的每个继电器都包括控制电感器和与所述控制电感器一起切换的两个切换触头。根据本发明,由根据图2的这些继电器18-21构成的分离器14为光伏逆变器1和供电网络7之间的每个线路产出可彼此独立控制的串联连接的两个切换触头。位于光伏逆变器1一侧的相L1的接线22通过继电器18和20的第一触头与供电网络7的相L1的接线26相连。位于光伏逆变器1一侧的相L2的接线23通过继电器19的第一触头和继电器20的第二触头与供电网络7的相L2的接线27连接。位于光伏逆变器1一侧的相L3的接线24通过继电器18的第二触头和继电器21的第一触头与供电网络7的相L3的接线28连接。因而,相L2和相L3被交叉联接。位于光伏逆变器1一侧的中性导体的接线25通过继电器19的第二触头和继电器21的第二触头与供电网络7的中性导体的接线29连接。具有相L2和相L3的交叉联接的这种连接实现了能够利用位于分离器14的上游和下游的继电器18-21的各个切换状态来测量不同的电压,并且可以针对分离器14的功能作出合适的结论。

[0032] 电压测量例如可以通过为测量单元进行测量准备的差分放大器来进行,该测量单元例如可以被设计为微控制器,该微控制器具有模拟/数字转换器,该模拟/数字转换器用来执行各个相L1、L2、L3相对于中性导体N的电压的测量。

[0033] 通过该切换布置,可以通过测量位于分离器14的上游的相L1、L2和L3与中性导体N之间的电压30、31和32和测量位于分离器14的下游的相L1、L2和L3与中性导体N之间的电压33、34和35并比较这些电压30至35来检查分离器14的各个切换触头。所述电压或者通过供

电网络7供应,或者在隔离的逆变器的情况下通过光伏逆变器1来供应。测量电压因而对应于相电压。在光伏逆变器1一侧在相L1、L2、L3的相应接线22、23、24处相对于中性导体N的接线25在分离器14的上游进行电压30、31、32的测量。在供电网络7一侧在相L1、L2、L3的相应接线26、27、28处相对于中性导体N的接线29在分离器14的下游进行电压33、34、35的测量。

[0034] 在分离器14的上游和下游测量的电压30、31、32和/或电压33、34、35由两个独立的控制器15、16来处理,这两个独立的控制器15、16适合于通过数据总线17进行通信。控制器15、16还控制四个继电器18至21中的每两个继电器。

[0035] 根据本发明的用于检查继电器18至21的各个切换触头的方法例如通过适当的软件来实现。为了执行分离器14的各个切换触头的检查,可以与图3中所示的评价表组合地使用例如根据图3的表中所示的切换模式。如果在相应的切换状态中满足了根据评价表的相关测量结果,则给出分离器14的切换触头的功能性。

[0036] 在根据图3的表中,描述在检查过程中通过的所有切换状态S1至S9。从一个切换状态到下一个切换状态的改变是通过逐步切换继电器18至21进行的,其中用于切换的控制由控制器15、16来进行。在切换状态S1至S9中的每个切换状态中,现在将在分离器14的输入端在相L1、L2、L3的接线22至24处相对于中性导体N的接线25的电压与在分离器14的输出端在相L1、L2、L3的接线26至28处相对于中性导体N的接线29的电压33至35进行比较。所述比较由控制器15、16进行,其中,总是将相同的相L1、L2、L3的电压彼此进行比较。对应地,在分离器14的一侧总是存在电压值。在那一侧总是存在电压取决于用于测量的电压是由供电网络7供应还是由光伏逆变器1供应。在分离器14的相应的另一侧,只有对应的继电器18至21被切换才测量电压值。通过该测量方法和/或检查方法,可以检测到分离器14的所有切换触头是否能够被闭合和再次断开。除了以下描述的切换状态S1至S9(它们与继电器18至21的各个切换触头的检查有关,并且将在下面进行描述)之外,还必须在切换状态S1至S9的改变过程中发生五个另外切换状态。

[0037] 在根据本发明的用于检查切换触头的方法的初始状态中,继电器18至21的所有切换触头都断开。在该状态下,尚未进行任何测量。为了改变到第一切换状态S1,将继电器21和19闭合。在切换状态S1中,分离器14的上游的相L1的电压30现在必然与相L1的电压33不同,分离器14的上游的相L2的电压31必然与分离器14的下游的相L2的电压34不同,并且分离器14的上游的相L3的电压32必然与分离器14的下游的相L3的电压35不同,这是因为各个相L1、L2、L3之间的接线在分离器14的上游和下游必然中断。如果一个比较与预定目标状态不相符,则这表明继电器18或20的切换触头是闭合的和/或粘住的,并且不能被断开。因此不能给出分离器14的功能性。

[0038] 为了改变至下一个切换状态S2,将继电器20闭合,所有其余的继电器18、19、21保持在之前的切换状态中。在该切换状态中,检查电压30和33是否是不同的,这是因为继电器18必然断开。如果情况并非如此,则继电器18的第一切换触头是有缺陷的(发生故障)。此外,必须检查电压32和35是否是不同的。如果情况并非如此,则继电器18的第二切换触头是有缺陷的。另外,还必须检查电压31和34是否相同。如果情况并非如此,则继电器20的第二切换触头还没有被正确地闭合。

[0039] 为了改变到下一个切换状态S3,将继电器18闭合并将继电器20断开。在该状态下,检查电压30和33是否是不同的,并且检查电压31和34是否是不同的。由于继电器20将这些

相之间的切换触头断开,所以必须满足该条件。如果两个比较中的一个比较的结果没有给出是不同的,则在电压30和33相同的情况下继电器20的第一切换触头被粘住,而在电压31和34相同的情况下则是继电器20的第二切换触头被粘住。由于继电器18和21都是闭合的,因此在该状态下电压32和35是相同的。因而,在如下切换状态中的一个切换状态下检查切换触头。

[0040] 为了改变到下一个切换状态S4,将继电器20闭合并将继电器21断开。在该状态下,对于发挥正常功能的分离器14的切换触头来说,电压30必然与电压33不同,并且电压31必然与电压34不同。如果这两个条件中的一个条件没有满足,则继电器21的第二切换触头被粘住。这样说的原因在于,由于接线29和/或接线25处的电压被切换至继电器21的第二切换触头,并且由于在之前的切换状态下已经成功地检查了继电器20和21的切换触头至少能够正确地闭合。

[0041] 为了改变到下一个切换状态S5,将继电器20断开并将继电器21闭合。在该切换状态下,电压32和35必然相同。如果情况并非如此,则继电器21的第一切换触头不能被正确地闭合。在该切换状态S3中无需比较其余的电压,这是因为无法据此得出关于切换触头的功能性的附加声明。

[0042] 为了改变到下一个切换状态S6,将继电器21断开。在该切换状态中,检查电压32和35是否是不同的。如果这两个电压32和35相同,则可以推断出继电器21第一切换触头粘住,这是因为该切换触头断开时,所述电压必然不同。根据其余的电压测量,在该切换状态S6中不能获得进一步的相关信息。

[0043] 为了改变到下一个切换状态S7,将继电器21闭合并将继电器19断开。在该切换状态中,检查电压32和35是否是不同的。如果情况并非如此,则继电器19的第二切换触头粘住,这是因为对于两个测量中的一个测量(哪个测量取决于分离器14供应有电压的一侧)来说,接线25或29处的电压将必然由第二切换触头切断。通过确保在切换状态S5中电压32和35相同已经检查了继电器19的第二切换触头和继电器21的第二切换触头的正确闭合。其余的电压对于该切换状态S5中的进一步检查来说是无关的。

[0044] 为了改变到下一个切换状态S8,将继电器19和20闭合。在该切换状态中,检查电压31和34是否相同。如果情况并非如此,则可以推断出继电器19的第一切换触头没有正确地闭合。由于已经在切换状态S4中检查了继电器21的第二切换触头,并且已经在切换状态S3中检查了继电器20的第二切换触头,因此能够进行该声明,所以在没有满足该条件的情况下,继电器19的第一切换触头必定粘住。其余电压在该切换状态S8中没有产生任何进一步的信息。

[0045] 为了改变到最后一个切换状态S9,将继电器19断开。在该切换状态中,电压31必然与电压34不同。如果情况并非如此,则继电器19的第一切换触头粘住。能够这样说的原因是因为已经在切换状态S8中检查了继电器19的第二切换触头的正确功能,并且已经在之前的切换状态中检查了继电器18、20和21的第一和第二切换触头的功能性。其余电压在该切换状态S9中对于任何进一步的信息来说并不相关。

[0046] 因而,利用每个切换状态S1至S9对应地切换分离器14的继电器18至21,其中保持前一切换状态的切换状态,除非其在当前切换状态的情况下发生改变。基本上,在每个切换状态测量所有的相L1至L3的电压30至35,其中对于检查切换触头的功能性,根据评价表的

电压必然同时发生。

[0047] 根据本发明,分离器14还可以利用两个三刀继电器18和20以及两个单刀继电器19和21来实现,如图4所示。这里,还是通过比较在分离器14的上游和下游测量的电压30、31、31和33、34、35来针对粘住的切换触头对分离器14进行检查。为了这个目的,在该切换变型中也通过了在根据图5的表中示出了状态的切换模式。

[0048] 从一个切换状态到下一个切换状态的改变是通过逐步切换继电器18至21中的至少一个继电器来进行的,其中可以通过控制器15、16来进行用于切换的控制。

[0049] 检查方法的该变型开始于初始状态S1_1。在该状态中,将继电器19、20和21闭合,并将继电器18断开。在该切换状态中,电压30和33必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器18的第一切换触头粘住。此外,电压31和34必然是不同的。如果情况并非如此,继电器18的第三切换触头粘住。此外,电压32和35必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器18的第二切换触头粘住。能够这样说的原因是因为分离器的上游的所有接线22至24与分离器14的下游的接线26至28的连接必然通过继电器18而中断。因而,在该切换状态S1_1中检查了继电器18的所有切换触头。

[0050] 为了改变到下一个切换状态S2_1,将继电器18闭合并将继电器20断开。在该切换状态中,电压30和33必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器20的第一切换触头粘住。此外,电压31和34必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器20的第二切换触头粘住。此外,电压32和35必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器20的第三切换触头粘住。能够这样说的原因是因为分离器14的上游的所有接线22至24必然通过继电器20从分离器24的下游的接线26至28断开。

[0051] 为了改变到下一个切换状态S3_1,将继电器20闭合并将继电器19断开。在该切换状态下,电压30和33必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器19的第一切换触头粘住。此外,电压31和34以及电压32和35必然是不同的。能够这样说是因为分离器14的上游的接线25必然通过继电器19而从分离器14下游的接线29断开。因而,分离器14的输入端的所有电压30-32必然与分离器14的输出端的电压33至35不同。

[0052] 为了改变到切换状态S4_1,将继电器19闭合并将继电器21断开。在该切换状态中,电压30和33必然是不同的。如果情况并非如此,则继电器21的第一切换触头粘住。此外,电压31和34以及电压32和35必然是不同的。能够这样说的原因是因为分离器14的上游的接线25和分离器14的下游的接线29必然通过继电器21而中断。因而,分离器14的输入端的所有电压30至32必然与分离器14的输出端的电压33至35不同。

[0053] 为了改变到最后一个切换状态S5_1,将继电器21闭合。在该切换状态中,电压30和33必然相同,电压31和34必然相同,并且电压32和34必然相同。由于所有继电器18至21在该切换状态中都闭合,所有的相L1、L2、L3和中性导体N必然连通。

[0054] 这里,与根据图2的第一实施方式相同,两个相L2和L3也交叉联接。

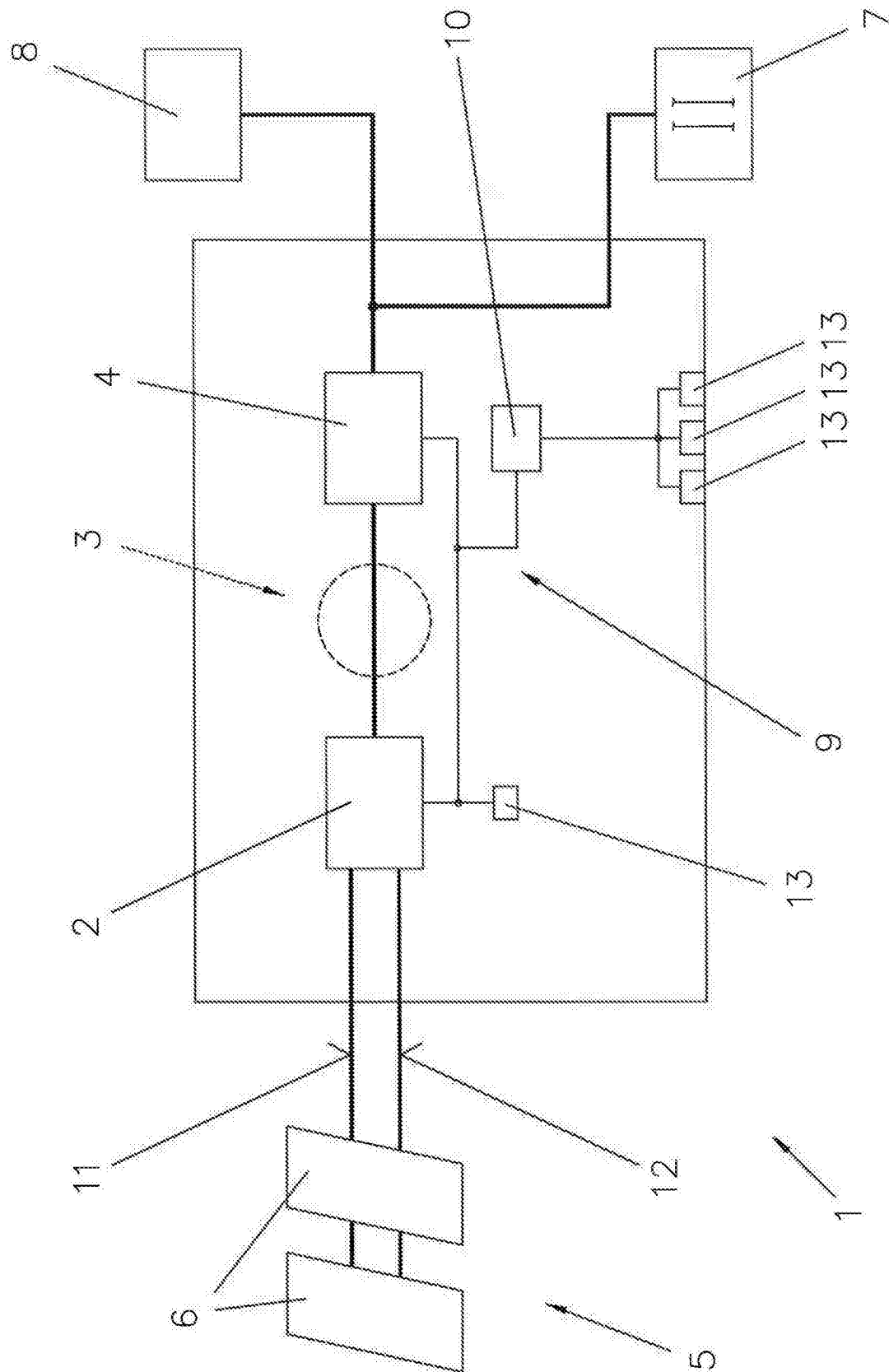


图1

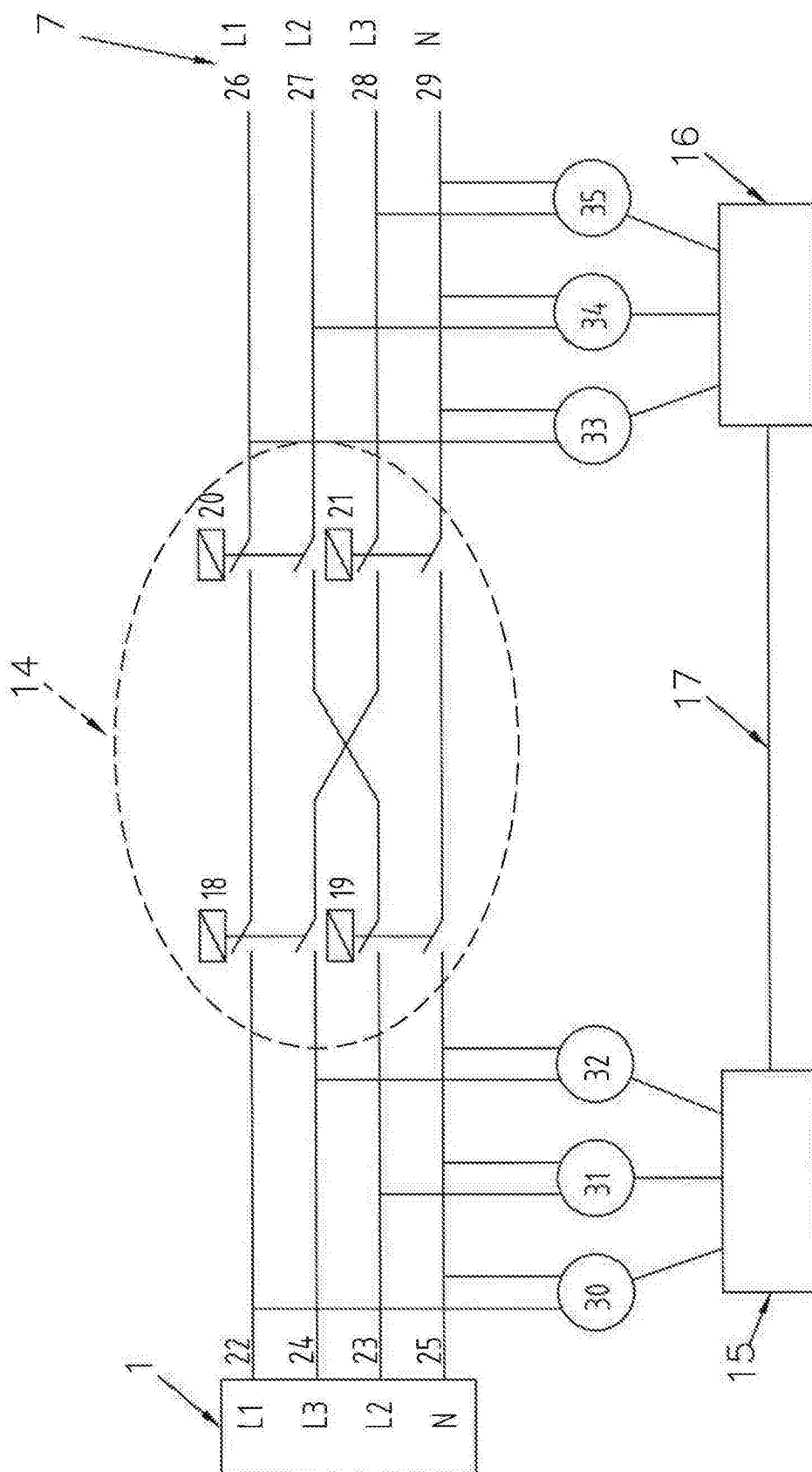


图2

切换状态	继电器状态	V1	V2	V3
S1	闭合21和19	≠	≠	≠
S2	闭合20	≠		≠
S3	闭合18, 断开20	≠	≠	
S4	闭合20, 断开21	≠	≠	
S5	断开20, 闭合21			=
S6	断开21			≠
S7	闭合21, 断开19			≠
S8	闭合19, 断开20		=	
S9	断开19		≠	

图3

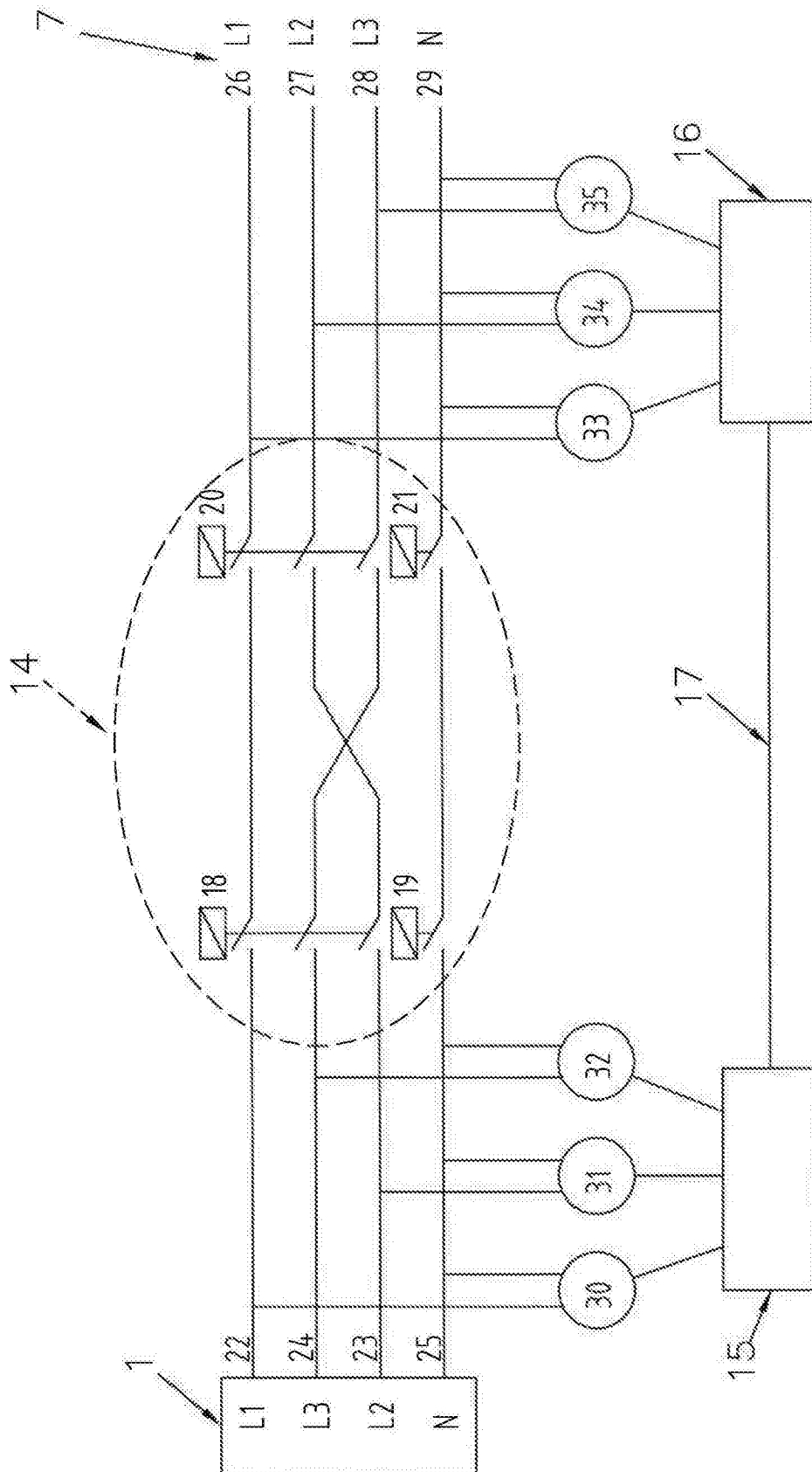


图4

切换状态	继电器状态	V1	V2	V3
S1_1	闭合19、20、21，断开18	#	#	#
S2_1	闭合18，断开20	#	#	#
S3_1	闭合20，断开19	#	#	#
S4_1	闭合19，断开21	#	#	#
S5_1	闭合21			

图5