



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101871996 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201010166024. 6

(22) 申请日 2010. 04. 23

(30) 优先权数据

102009018377. 9 2009. 04. 23 DE

(73) 专利权人 科孚德有限公司

地址 德国柏林

(72) 发明人 C·萨尼特尔 J·杨宁

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 徐予红 汤春龙

(51) Int. Cl.

G01R 31/34(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101316071 A , 2008. 12. 03, 全文 .

CN 1398038 A , 2003. 02. 19, 全文 .

US 3371263 A , 1968. 02. 27, 说明书第 4 栏第 30 行 .

US 5740022 A , 1998. 04. 14, 摘要, 说明书第 3 栏第 33 行至第 5 栏第 47 行及图 1、2.

US 7254045 B2 , 2007. 08. 07, 摘要, 说明书第 3 栏第 40 行至第 5 页第 10 行及图 1.

审查员 张培

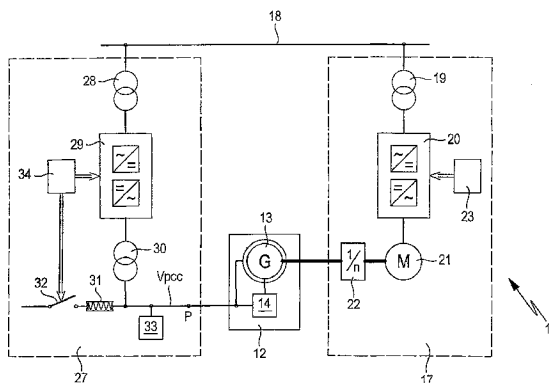
权利要求书3页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于测试可与电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的方法和电路

(57) 摘要

本发明涉及一种电路 (10), 该电路 (10) 尤其被设置用于测试风力发电设备的能量产生装置。该能量产生装置与连接点 (P) 相连接, 并且存在变频器电路 (29), 借助该变频器电路 (29) 可影响施加在连接点 (P) 处的电压 (Vpcc)。存在一个串联电路, 该串联电路由扼流线圈 (31) 和第一开关 (32) 构成并且与连接点 (P) 相耦合。存在一个控制装置和 / 或调节装置 (34), 其以在时间上彼此协调的方式一方面如此影响变频器电路 (29), 使得连接点 (P) 处的电压 (Vpcc) 过渡到一个预期值, 并且另一方面闭合第一开关 (32)。



1. 用于测试一可与一电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的方法,其中,所述能量产生装置或能量消耗装置与一连接点(P)相连接,其中,存在一变频器电路(29),所述变频器电路(29)与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述能量产生装置或能量消耗装置与所述变频器电路(29)之间,并且借助所述变频器电路(29)可影响一施加在所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ ),其特征在于,存在一串联电路,所述串联电路由一扼流线圈(31)和一第一开关(32)构成,并且所述串联电路与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述串联电路与所述变频器电路(29)之间,并且以在时间上彼此协调的方式一方面所述变频器电路(29)被如此影响,使得所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ )过渡到一预期值,并且另一方面所述第一开关(32)被闭合。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,存在一并联电路,所述并联电路由一扼流线圈(42)和一第二开关(43)构成,并且所述并联电路连接在所述变频器电路(29)与所述连接点(P)之间,其中,所述第二开关(43)被以在时间上与所述变频器电路(29)以及闭合所述第一开关(32)相协调的方式打开,其中,首先打开所述第二开关(43),然后如此影响所述变频器电路(29),使得所述电压( $V_{pcc}$ )过渡到所述预期值,以及随后闭合所述第一开关(32)。

3. 用于测试一可与一电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的方法,其中,所述能量产生装置或能量消耗装置与一连接点(P)相连接,其中,存在一变频器电路(29),所述变频器电路(29)与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述能量产生装置或能量消耗装置与所述变频器电路(29)之间,并且借助所述变频器电路(29)可影响一施加在所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ ),其特征在于,存在一串联电路,所述串联电路由一扼流线圈(31)和一第一开关(32)构成,并且所述串联电路与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述串联电路与所述变频器电路(29)之间,并且以在时间上彼此协调的方式一方面所述变频器电路(29)被如此影响,使得所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ )过渡到一预期值,并且另一方面所述第一开关(32)被打开。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,存在一并联电路,所述并联电路由一扼流线圈(42)和一第二开关(43)构成,并且所述并联电路连接在所述变频器电路(29)与所述连接点(P)之间,其中,所述第二开关(43)被以在时间上与所述变频器电路(29)以及打开所述第一开关(32)相协调的方式闭合。

5. 用于测试一可与一电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的电路(10,40),其中,所述能量产生装置或能量消耗装置与一连接点(P)相连接,其中,存在一变频器电路(29),所述变频器电路(29)与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述能量产生装置或能量消耗装置与所述变频器电路(29)之间,并且借助所述变频器电路(29)可影响一施加在所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ ),其特征在于,存在一串联电路,所述串联电路由一扼流线圈(31)和一第一开关(32)构成,并且所述串联电路与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述串联电路与所述变频器电路(29)之间,并且存在一控制装置和/或调节装置(34),由所述控制装置和/或调节装置(34)以在时间上彼此协调的方式一方面如此影响所述变频器电路(29),使得所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ )过渡到一预期值,并且另一方面闭合所述第一开关(32)。

6. 根据权利要求5所述的电路(40),其中,存在一并联电路,所述并联电路由一扼流

线圈(42)和一第二开关(43)构成,并且所述并联电路连接在所述变频器电路(29)与所述连接点(P)之间,其中,所述第二开关(43)被所述控制装置和/或调节装置(34)以在时间上与所述变频器电路(29)以及闭合所述第一开关(32)相协调的方式打开。

7. 用于测试一可与一电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的电路(10,40),其中,所述能量产生装置或能量消耗装置与一连接点(P)相连接,其中,存在一变频器电路(29),所述变频器电路(29)与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述能量产生装置或能量消耗装置与所述变频器电路(29)之间,并且借助所述变频器电路(29)可影响一施加在所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ ),其特征在于,存在一串联电路,所述串联电路由一扼流线圈(31)和一第一开关(32)构成,并且所述串联电路与所述连接点(P)如此连接,使得所述连接点(P)设置在所述串联电路与所述变频器电路(29)之间,并且存在一控制装置和/或调节装置(34),由所述控制装置和/或调节装置(34)以在时间上彼此协调的方式一方面如此影响所述变频器电路(29),使得所述连接点(P)处的电压( $V_{pcc}$ )过渡到一预期值,并且另一方面打开所述第一开关(32)。

8. 根据权利要求7所述的电路(40),其中,存在一并联电路,所述并联电路由一扼流线圈(42)和一第二开关(43)构成,并且所述并联电路连接在所述变频器电路(29)与所述连接点(P)之间,其中,所述第二开关(43)被所述控制装置和/或调节装置(34)以在时间上与所述变频器电路(29)以及打开所述第一开关(32)相协调的方式闭合。

9. 根据权利要求5所述的电路(10,40),其中,所述扼流线圈的电感是可调节的。

10. 根据权利要求6所述的电路(10,40),其中,所述串联电路的所述扼流线圈的电感和/或所述并联电路的所述扼流线圈的电感是可调节的。

11. 根据权利要求7所述的电路(10,40),其中,所述扼流线圈的电感是可调节的。

12. 根据权利要求8所述的电路(10,40),其中,所述串联电路的所述扼流线圈的电感和/或所述并联电路的所述扼流线圈的电感是可调节的。

13. 根据权利要求5, 7, 9, 11中任一项所述的电路(10,40),其中,所述第一开关(32)被构造为电子功率半导体元件。

14. 根据权利要求6, 8, 10, 12中任一项所述的电路(10,40),其中,所述第一开关和/或第二开关(32,43)被构造为电子功率半导体元件。

15. 根据权利要求5至12中任一项所述的电路(10,40),其中,存在一滤波电路(33),所述滤波电路(33)与所述连接点(P)相连接。

16. 根据权利要求5至12中任一项所述的电路(10,40),其中,作为所述能量产生装置设有具有变频器(14)的一异步发电机(13)或者一同步发电机。

17. 根据权利要求5至12中任一项所述的电路(10,40),其中,所述能量产生装置被设置用在一风力发电设备中。

18. 根据权利要求17所述的电路(10,40),其中,存在一风仿真单元(17),所述风仿真单元(17)具有一电动机(21),所述电动机(21)与所述能量产生装置抗扭转地耦合。

19. 根据权利要求17所述的电路(10,40),其中,所述能量产生装置尚未被安装到所述风力发电设备中。

20. 根据权利要求5, 7, 9, 11中任一项所述的电路(10,40),其中,所述第一开关(32)被构造为晶闸管或者被构造为可关断的IGBT (IGBT = insulated gate bipolar

transistor :绝缘栅双极晶体管)。

21. 根据权利要求中 6, 8, 10, 12 任一项所述的电路(10,40), 其中, 所述第一开关和 / 或所述第二开关(32,43)被构造为晶闸管或者被构造为可关断的 IGBT(IGBT = insulated gate bipolar transistor :绝缘栅双极晶体管)。

22. 根据权利要求 21 所述的电路(10,40), 其中, 所述第一开关和 / 或所述第二开关(32,43) 被构造为具有灭弧电路的晶闸管。

23. 根据权利要求 21 所述的电路(10,40), 其中, 所述第一开关和 / 或所述第二开关(32,43) 被构造为 GTO 晶闸管(GTO = gate-turn-off :门极可关断)。

## 用于测试可与电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的方法和电路

### 技术领域

[0001] 本发明一般性地涉及用于测试可与电网连接的能量产生装置或能量消耗装置的方法和电路。能量产生装置和能量消耗装置可以是发电机、电动机、燃料电池、太阳能逆变器、所谓的功率调节系统或者其他可以与电网连接的电部件。

[0002] 本发明尤其涉及用于测试风力发电设备的发电机的方法和电路。应当理解，本发明也可用于水力发电站或燃气发电站等等。

### 背景技术

[0003] 为了产生电能，借助于经受风的风车来驱动发电机的风力发电设备是已知的。所产生的电能随后被馈入电网。

[0004] 电网的运营者已经提出风力发电设备必须满足的条件，以便可以使所述风力发电设备与电网连接。在此，所谓的故障穿越条件使风力发电设备必须在电网短路情形中也能够继续向电网馈入电能。在此情形中，风力发电设备的连接点处的电压下降到部分电压或者甚至到 0。

[0005] 已知的是：独立地、即不依赖于风力发电设备地借助于仿真电路来检测用于产生电能的电部件，尤其是发电机以及必要时所属的变频器。例如可以借助于电动机来实现风仿真单元，利用所述风仿真单元来仿真所期望的风并且所述风仿真单元随后作用于发电机。此外，可以存在网络仿真单元，所述网络仿真单元仿真一个电网，发电机将所产生的电能馈入所述电网。所述网络仿真单元与发电机或者所属的变频器电连接。可以如此影响网络仿真单元，使得能够以可调节的频率产生电网的所预期的电压波形并且向发电机预给定所述电压波形。

[0006] 已知的方法和电路能够仿真直至 0 的电压下降，即电网的短路。但电压下降仅仅可以在固定地预先给定的等级中并且以固定的频率进行。

### 发明内容

[0007] 因此，本发明的任务在于，提供一种方法和一种电路，借助所述方法和所述电路能够以任意频率自由地调节任意的电压波形。

[0008] 本发明通过根据权利要求 1 和 4 的方法来解决所述任务。本发明同样通过根据权利要求 6 和 8 的电路来解决所述任务。

[0009] 在本发明中，能量产生装置或能量消耗装置与一连接点相连接。存在一变频器电路 (Umrichterschaltung)，借助所述变频器电路可影响施加在连接点处的电压。存在一串联电路，所述串联电路由一扼流线圈和一第一开关构成，并且所述串联电路与连接点相耦合。以在时间上彼此协调的方式一方面如此影响变频器电路，使得连接点处的电压过渡到一预期值，并且另一方面闭合第一开关。

[0010] 这样通过两项措施的共同作用产生所仿真的电网的（电压）扰动或者短路，即一

方面借助于变频器电路降低所提及的电压,以及另一方面闭合第一开关。所述处理方式具有如下优点:能够以简单的方式实现所仿真的扰动或者短路,而不产生显著的附加耗费。在此,对于变频器而言,比现有技术中的过载能力小的过载能力就足够了,因为电流小于不闭合第一开关的情形中的电流。以所述方式可以显著地简化并且由此改善对能量产生装置或者能量消耗装置的测试。

[0011] 在本发明的一个构型中存在一并联电路,所述并联电路由一扼流线圈和一第二开关构成并且所述并联电路连接在变频器电路与连接点之间,并且以在时间上与变频器电路和第一开关相协调的方式打开第二开关。借助于附加的扼流线圈可以影响连接点处存在的电压到所述预期值的过渡。特别地,可以改变所仿真的电网的所谓“强度(Härte)”。

[0012] 根据本发明以相应的方式提出,打开第一开关。由此结束电网的所仿真的扰动(Einbruch)或者短路。在此,可以再次借助于变频器电路影响出现的电压变化。

[0013] 在本发明的一个扩展构型中,所述开关被构造为电子功率半导体元件,例如被构造为具有或者不具有所属的灭弧电路的晶闸管或者被构造为 GTO 晶闸管(GTO = gate-turn-off:门极可关断)或者被构造为可关断的 IGBT(IGBT = insulated gate bipolar transistor:绝缘栅双极晶体管)。这具有如下优点:可以特别简单地并且准确地控制对所述开关进行操纵的时刻。特别地,使用不具有灭弧电路的晶闸管是有利的,因为这些晶闸管相对逼真地仿真中压开关的特性。

[0014] 在本发明的另一个扩展构型中可以调节所述扼流线圈的电感。由此可以在所仿真的电网的不同频率下实现同样的电压扰动。

## 附图说明

[0015] 从以下对本发明的、在附图中示出的实施例的描述中得到本发明其他的特征、应用方案和优点。在此,所有所描述或所体现的特征本身或者任意组合构成本发明的主题,而不取决于其在权利要求中的概括或者其引用以及不取决于其在说明书或者附图中的表述或体现。

[0016] 图 1 示出用于测试尤其是风力发电设备的发电机的根据本发明的电路的第一实施例的示意性框图,以及

[0017] 图 2 示出相应电路的第二实施例的示意性框图。

## 具体实施方式

[0018] 在图 1 中示出了电路 10,所述电路在当前实施例中与风力发电设备结合使用。应当理解,电路 10 也可应用于水力发电站或者燃气发电站等。此外,电路 10 在当前实施例中被设置用于测试发电机。应当理解,也可以借助电路 10 测试其他的能量产生装置或者能量消耗装置,例如也可以测试电动机或燃料电池或太阳能逆变器或所谓的功率调节系统等。

[0019] 出于简化的目的,在图 1 中基本上仅仅单相地示出电路 10。应当理解,电路 10 也可以两相和多相地构造。

[0020] 电路 10 具有应被测试的发电机电路 12。发电机电路 12 涉及风力发电设备的用于产生电能的那些部件。在当前实施例中,发电机电路 12 示例性地由具有所属的变频器 14 的双馈异步发电机 13 构成。异步发电机 13 的转子通过变频器与发电机电路 12 的连接点

连接,并且异步发电机 13 的定子直接与所述连接点连接。应当理解,也可以应用其他的发电机类型、例如同步发电机,和 / 或也可以不使用变频器。

[0021] 电路 10 具有风仿真单元 17,所述风仿真单元 17 在当前实施例中应仿真驱动异步发电机 13 的风。风仿真单元 17 由与电网 18 相连接的变压器 19、变频器电路 20 和电动机 21 构成。电动机 21 的驱动轴通过一个必要时接入的传动机构 22 与发电机 13 的驱动轴抗扭转地连接。

[0022] 可以借助于控制装置和 / 或调节装置 23 在时间上如此影响变频器电路 20,使得电动机 21 的最终转速变化对应于所期望的、驱动所述异步发电机 13 的风。

[0023] 在地点方面,电路 10 不是必须直接构造在风力发电设备中,而是可以不依赖于风力发电设备地例如安置在一个试验站中。但是应当理解,电路 10 也可以直接位于风力发电设备中。如果在此情形中发电机电路 12 安装到风力发电设备中,即尤其是异步发电机 13 与风力发电设备的风车抗扭转地连接,则可以不可替代地取消风仿真单元 17。

[0024] 电路 10 具有网络仿真单元 27,所述网络仿真单元 27 应仿真所仿真的电网在时间上的电压波形。发电机电路 12 将电能馈入所仿真的电网。网络仿真单元 27 由与电网 18 相连接的变压器 28、变频器电路 29 和必要时设置的另外的变压器 30 构成。变频器电路 29 通过另外的变压器 30 与发电机电路 12 连接,在当前实施例中与发电机电路 12 的所提及的连接点连接。从发电机电路 12 的所述连接点出发,在与变压器 30 的连接上存在一个另外的连接点 P,在所述另外的连接点 P 处施加电压  $V_{pcc}$  ( $pcc = \text{point of common coupling}$ :公共耦合点)。

[0025] 替换地,在风仿真单元 17 与网络仿真单元 27 的两个变频器电路 20、29 之间可以具有公共的直流电压母线。在所述情形中,在至电网 18 的方向上,仅仅唯一的、网络侧的变频器以及唯一的变压器是必需的。

[0026] 扼流线圈 31 与第一开关 32 的串联电路与连接点 P 连接。在此,串联电路内部的顺序是无关紧要的,从而开关 32 也可以与连接点 P 连接。所述串联电路可以与多个相的星形结点连接。所述串联电路同样可以是多个相的三角形连接的组成部分。必要时,所述串联电路也可以接地。

[0027] 此外,滤波电路 33 与连接点 P 连接。

[0028] 扼流线圈 31 的电感是可改变的。这可以例如通过如下方式实现:可借助于机械装置手动地调节扼流线圈 31 的匝数。借助于对扼流线圈 31 的相应调节可以产生所仿真的电网的基本上相同的波形,更确切地说不依赖于所仿真的电网的频率。

[0029] 第一开关 32 被构造为电子功率半导体元件。开关 32 例如可以是具有或不具有所属的灭弧电路的晶闸管或者 GTO 晶闸管 ( $GTO = \text{gate-turn-off}$ :门极可关断) 或者可关断的 IGBT ( $IGBT = \text{insulated gate bipolar transistor}$ :绝缘栅双极晶体管) 等等,其中,这些元件优选可被构造为模块并且因此可以已经包含例如自振荡二极管等等。

[0030] 滤波电路 33 可以是已知的电路,可以借助于所述滤波电路平滑电压  $V_{pcc}$ 。

[0031] 借助于控制装置和 / 或调节装置 34 可以如此在时间上影响变频器电路 29,使得电压  $V_{pcc}$  最终在时间上的波形对应于电网的所预期的、预先给定的电压波形。在此可以对称地或者不对称地调节预先给定的电压波形。也可以借助于变频器电路 29 自由地调节所仿真的电网的不同频率,尤其是 50Hz 和 60Hz。

[0032] 此外,控制装置和 / 或调节装置 34 被设置用于将开关 32 从闭合状态转换到打开状态或者相反。随后,开关 32 处于其打开状态中并且扼流线圈 31 由此无效。

[0033] 总而言之,可以借助于风仿真单元 17 使待测试的发电机电路 12 经受所预期的风并且借助于网络仿真单元 27 使待测试的发电机电路 12 经受被馈电的电网的预先给定的电压波形。因此,电路 10 还适合于在被馈电的电网单相地或多相地下降至预先给定的电压或者至 0 时并且因此在单相的或多相的短路时测试发电机电路 12 的特性。

[0034] 为了仿真被馈电的电网的扰动或者短路,由网络仿真单元 27 以在时间上彼此协调的方式实施两项措施。一方面,如此影响变频器电路 29,使得电压  $V_{pcc}$  尽可能快速地过渡到所预期的、预先给定的电压或者 0。而另一方面,将第一开关 32 转换到其闭合状态,使得电压  $V_{pcc}$  施加在扼流线圈 31 上。这两项措施不是必须同时地实施,而是在一个很大程度上一致的时间范围内完成。在此,所提及的两项措施的顺序并不重要。重要的是这两项措施如此在时间上彼此协调,使得到所仿真的并且由发电机电路 12 馈电的电网的所力求的扰动或者短路的过渡具有所预期的波形。

[0035] 例如,使这两项措施如此彼此同步,使得首先借助于变频器电路 29 降低电压  $V_{pcc}$  并且随后通过闭合开关 32 由扼流线圈 31 上的电压降来确定电压  $V_{pcc}$ 。

[0036] 通过这些措施可以——如所提及的那样——仿真由发电机电路 12 馈入电能的那个电网中至预先给定的电压的扰动或者短路。由此可以测试:发电机电路 12 在这种情形中如何表现。尤其可以检测:发电机电路 12 是否满足所谓的故障穿越条件。

[0037] 这种故障穿越条件是由电网的运营者预先给定的。根据这些条件,例如与电网连接的风力发电设备必须在网络短路情形中也能够不断地将有功功率和无功功率馈入电网。

[0038] 为了结束电网中所仿真的扰动或者短路,再由网络仿真单元 27 取消所述两项措施。在此,重要的也不是这些措施的同时性或顺序,而是它们彼此在时间上的协调。例如,首先将第一开关 32 转换到其打开状态,并且随后如此影响变频器电路 29,使得电压  $V_{pcc}$  重新上升到一个预期值。

[0039] 图 2 中示出了电路 40,所述电路 40 基于图 1 的电路 10 构造。作为对图 1 的电路 10 的补充,图 2 的电路 40 包含由扼流线圈 42 和第二开关 43 构成的并联电路。然而与图 1 的电路 10 不同的是,图 2 的电路 40 不包括另外的变压器 30。然而,应明确指出的是,图 2 的电路 40 中也可以具有所述另外的变压器 30。

[0040] 所述并联电路连接在变频器电路 29 与连接点 P 之间。如果存在另外的变压器 30,则所述并联电路连接在所述另外的变压器 30 与连接点 P 之间。

[0041] 对于电路 40 与电路 10 一致的部件参照图 1 的前述说明。以下仅详细地说明图 2 的电路 40 的那些与图 1 的电路 10 不同的部件和功能。

[0042] 扼流线圈 42 的电感是可以改变的。这可以例如通过如下方式实现:可以借助于机械装置手动地调节扼流线圈 42 的匝数。

[0043] 第二开关 43 被构造为电子功率半导体元件。例如,开关 43 可以是具有所属的灭弧电路的晶闸管或者 GTO 晶闸管 (GTO = gate-turn-off:门极可关断) 或者可关断的 IGBT (IGBT = insulated gate bipolar transistor:绝缘栅双极晶体管) 等等,其中,这些元件优选可被构造为模块并且因此可以已经包含例如自振荡二极管等等。

[0044] 此外,控制装置和 / 或调节装置 34 被设置用于将第二开关 43 从闭合状态转换到

打开状态或者相反。以下从开关 32 处于其打开状态中并且开关 43 处于其闭合状态中出发。因此,两个扼流线圈 31、42 是无效的。

[0045] 为了仿真电网的扰动或者短路,由风仿真单元 27 以在时间上彼此协调的方式实施三项措施。一方面打开第二开关 43,而另一方面如此影响变频器电路 29,使得电压  $V_{pcc}$  尽可能快速地过渡到所预期的、预先给定的电压或者 0。此外,将第一开关 32 转换到其闭合状态,使得电压  $V_{pcc}$  在扼流线圈 31 上下下降。这三项措施不是必须同时地实施,而是在很大程度上一致的时间范围内完成。在此,这些所提及的措施的顺序并不重要。重要的是这三项措施在时间上如此彼此协调,使得至所仿真的并且由发电机电路 12 馈电的电网的所力求的扰动或者短路的过渡具有所预期的波形。例如使这三项措施如此彼此同步,使得首先打开第二开关 43,以便随后可以借助于变频器电路 29 降低电压  $V_{pcc}$  并且最后通过闭合第一开关 32 使所述电压  $V_{pcc}$  在扼流线圈 31 上下下降。至少使这三项措施如此在时间上协调,使得在仿真电压  $V_{pcc}$  的扰动或短路之前的时间间隔内进行开关 43 的闭合。

[0046] 通过这些措施可以——如所提及的那样——仿真由发电机电路 12 馈入电能的那个电网中的扰动或者短路。由此可以测试:发电机电路 12 在这些情形中如何表现。尤其可以检测:发电机电路 12 是否满足已提及的故障穿越条件。

[0047] 为了结束电网中所仿真的扰动或者短路,再由网络仿真单元 27 取消所述三项措施。在此,重要的也不是这些措施的同时性或顺序,而是它们彼此在时间上的协调。例如,首先将第一开关 32 转换到其打开状态,以便随后如此影响变频器电路 29,使得电压  $V_{pcc}$  重新上升到一个预期值。最后重新闭合第二开关 43。

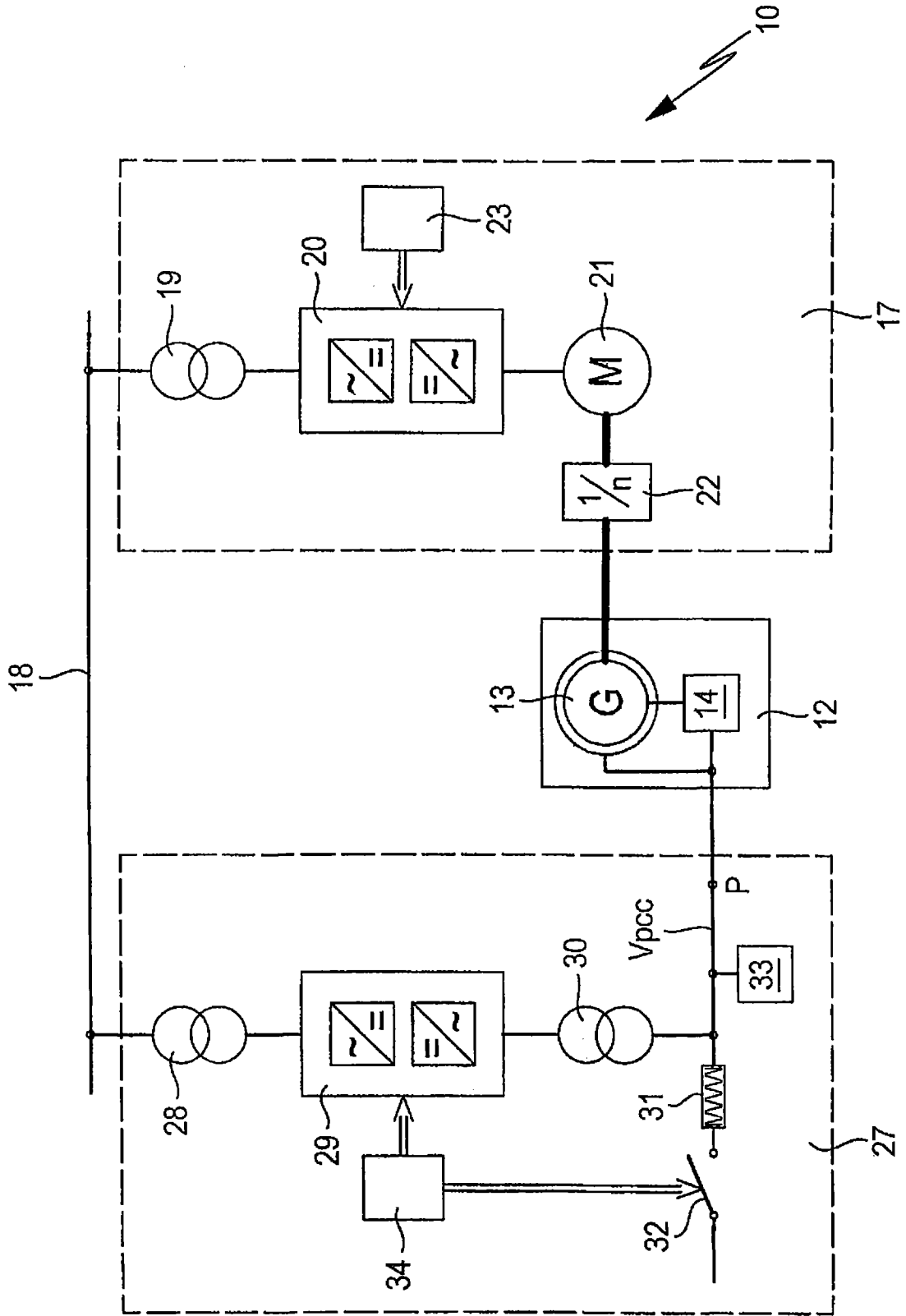


图 1

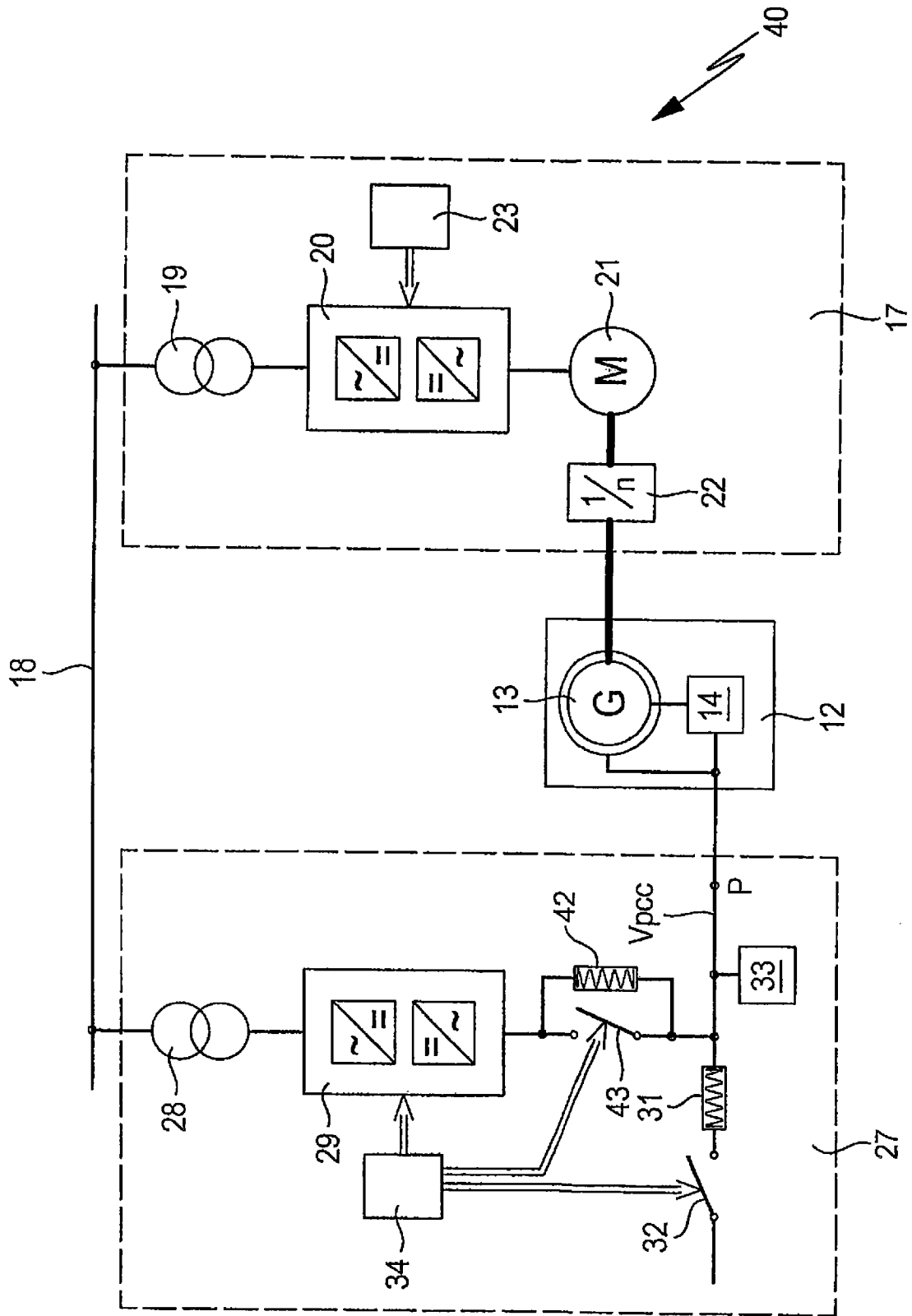


图 2