



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103038997 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201180036490. 5

(22) 申请日 2011. 07. 07

(30) 优先权数据

10170860. 0 2010. 07. 27 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/061482 2011. 07. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/019834 DE 2012. 02. 16

(73) 专利权人 ABB 技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 B. 奥德加尔德 C. 绍布

C. 希尔贝格 S. 奥贝特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 汤春龙 朱海煜

(51) Int. Cl.

H02P 9/10(2006. 01)

H02P 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1698253 A, 2005. 11. 16,

CN 1625831 A, 2005. 06. 08,

CN 101133554 A, 2008. 02. 27,

EP 0970840 A2, 2000. 01. 12,

EP 1780856 A2, 2007. 05. 02,

审查员 刘慧媛

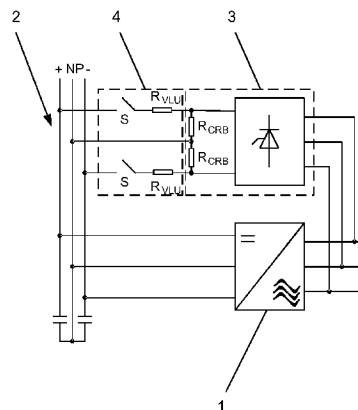
权利要求书3页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

变换器系统以及用于操作这种变换器系统的方法

(57) 摘要

说明用于切换至少三个电压电平和用于切换两个电压电平的变换器系统。此外,说明用以操作用于切换至少三个电压电平的变换器系统和用以操作用于切换两个电压电平的变换器系统的方法。



1. 一种用于切换至少三个电压电平的变换器系统,所述变换器系统具有变换器单元(1),在所述变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路(2),所述直流电压回路(2)具有电压零点(NP),而在所述变换器单元的交流电压侧连接有短接电路(3),其中所述短接电路(3)具有多个晶闸管和至少两个短接电阻(R_{CRB}),并且通过所述变换器单元(1)的电流关于阈值被监测,且在超过所述阈值时所述晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使所述变换器单元(1)的所述交流电压侧与所述至少两个短接电阻(R_{CRB})连接,

其特征在于,

用于限制所述直流电压回路(2)的过电压以及用于晶闸管关闭的电压限制单元(4)与所述直流电压回路(2)连接,所述电压限制单元(4)与所述至少两个短接电阻(R_{CRB})连接,其中在低于所述阈值后,所述变换器单元(1)将所述变换器单元(1)的所述交流电压侧切换到所述直流电压回路(2)的电压零点(NP),并且所述接通信号不再施加,所述电压限制单元(4)在可调节的持续时间将所述至少两个短接电阻(R_{CRB})与所述直流电压回路(2)连接,且此后所述变换器单元(1)再次将所述变换器单元(1)的所述交流电压侧与所述直流电压回路(2)的电压零点(NP)隔离。

2. 根据权利要求1所述的变换器系统,其特征在于,在用于切换三个电压电平的变换器系统的情况下,所述电压限制单元(4)包括分别具有限流电阻(R_{VLU})和可控功率开关(S)的两个串联电路,

所述短接电路(3)具有两个短接电阻(R_{CRB}),以及

所述限流电阻(R_{VLU})与所述可控功率开关(S)的每一个串联电路分别与所述短接电阻(R_{CRB})之一连接。

3. 根据权利要求2所述的变换器系统,其特征在于,所述短接电阻(R_{CRB})相互连接。

4. 一种用于切换两个电压电平的变换器系统,所述变换器系统具有变换器单元(1),在所述变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路(2),而在所述变换器单元的交流电压侧连接有短接电路(3),其中所述短接电路(3)具有多个晶闸管和短接电阻(R_{CRB}),其中通过所述变换器单元(1)的电流关于阈值被监测,且在超过所述阈值时所述晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使所述变换器单元(1)的所述交流电压侧与所述短接电阻(R_{CRB})连接,

其特征在于,

用于限制所述直流电压回路(2)的过电压以及用于晶闸管关闭的电压限制单元(4)与所述直流电压回路(2)连接,所述电压限制单元(4)与所述短接电阻(R_{CRB})连接,其中在低于所述阈值后所述变换器单元(1)将所述变换器单元(1)的所述交流电压侧切换到所述直流电压回路(2)的负的或正的电压点,并且所述接通信号不再施加,所述电压限制单元(4)在可调节的持续时间将所述短接电阻(R_{CRB})与所述直流电压回路(2)连接,且此后所述变换器单元(1)再次将所述变换器单元(1)的所述交流电压侧与所述直流电压回路(2)的负的或正的电压点隔离。

5. 根据权利要求4所述的变换器系统,其特征在于,在用于切换两个电压电平的变换器系统的情况下,所述电压限制单元(4)包括限流电阻(R_{VLU})与可控功率开关(S)的串联电路,以及

所述限流电阻(R_{VLU})与所述可控功率开关(S)的所述串联电路与所述短接电阻(R_{CRB})

连接。

6. 一种用以操作用于切换至少三个电压电平的变换器系统的方法, 其中所述变换器系统具有变换器单元 (1), 在所述变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路 (2), 所述直流电压回路 (2) 具有电压零点 (NP), 而在所述变换器单元的交流电压侧连接有短接电路 (3), 其中所述短接电路 (3) 包括多个晶闸管和至少两个短接电阻 (R_{CRB}),

其中, 通过所述变换器单元 (1) 的电流关于阈值被监测, 且在超过所述阈值时所述晶闸管通过接通信号的施加而接通, 从而使所述变换器单元 (1) 的所述交流电压侧与所述至少两个短接电阻 (R_{CRB}) 连接,

其特征在于,

用于限制所述直流电压回路 (2) 的过电压的电压限制单元 (4) 与所述直流电压回路 (2) 连接, 所述电压限制单元 (4) 与所述至少两个短接电阻 (R_{CRB}) 连接, 且在低于所述阈值后所述变换器单元 (1) 将所述变换器单元 (1) 的所述交流电压侧切换到所述直流电压回路 (2) 的所述电压零点 (NP), 并且所述接通信号不再施加,

所述电压限制单元 (4) 在可调节的持续时间将所述至少两个短接电阻 (R_{CRB}) 与所述直流电压回路 (2) 连接, 以及

此后所述变换器单元 (1) 再次将所述变换器单元 (1) 的所述交流电压侧与所述直流电压回路 (2) 的所述电压零点 (NP) 隔离。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 在用于切换三个电压电平的变换器系统的情况下, 所述电压限制单元 (4) 包括分别具有限流电阻 (R_{VLU}) 和可控功率开关 (S) 的两个串联电路, 所述短接电路 (3) 包括两个短接电阻 (R_{CRB}), 所述限流电阻 (R_{VLU}) 与所述可控功率开关 (S) 的每一个串联电路分别与所述短接电阻 (R_{CRB}) 之一连接, 所述短接电阻 (R_{CRB}) 相互连接, 且在所述可调节的持续时间闭合所述电压限制单元 (4) 的所述可控功率开关 (S) 以便连接所述两个短接电阻 (R_{CRB}) 与所述直流电压回路 (2)。

8. 一种用以操作用于切换两个电压电平的变换器系统的方法, 其中所述变换器系统具有变换器单元 (1), 在所述变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路 (2), 而在所述变换器单元的交流电压侧连接有短接电路 (3), 其中所述短接电路 (3) 包括多个晶闸管和短接电阻 (R_{CRB}),

其中, 通过所述变换器单元 (1) 的电流关于阈值被监测, 且在超过所述阈值时所述晶闸管通过接通信号的施加而接通, 从而使所述变换器单元 (1) 的所述交流电压侧与所述短接电阻 (R_{CRB}) 连接,

其特征在于,

用于限制所述直流电压回路 (2) 的过电压的电压限制单元 (4) 与所述直流电压回路 (2) 连接, 所述电压限制单元 (4) 与所述短接电阻 (R_{CRB}) 连接, 且在低于所述阈值后所述变换器单元 (1) 将所述变换器单元 (1) 的所述交流电压侧切换到所述直流电压回路 (2) 的负的或正的电压点, 并且所述接通信号不再施加,

所述电压限制单元 (4) 在可调节的持续时间将所述短接电阻 (R_{CRB}) 与所述直流电压回路 (2) 连接, 以及

此后所述变换器单元 (1) 再次将所述变换器单元 (1) 的所述交流电压侧与所述直流电压回路 (2) 的负的或正的电压点隔离。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述电压限制单元(4)包括具有限流电阻(R_{VLU})和可控功率开关(S)的串联电路,所述限流电阻(R_{VLU})与所述可控功率开关(S)的所述串联电路与所述短接电阻(R_{CRB})连接,且在所述可调节的持续时间闭合所述电压限制单元(4)的所述可控功率开关(S)以便连接所述短接电阻(R_{CRB})与所述直流电压回路(2)。

变换器系统以及用于操作这种变换器系统的方法

技术领域

[0001] 本发明与功率电子器件领域有关。本发明涉及根据独立权利要求的前序部分的变换器系统以及用于操作这种变换器系统的方法。

背景技术

[0002] 如今变换器系统已在大量应用中得到使用。典型情况下,变换器系统包括变换器单元,在该变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路。在该变换器单元的交流电压侧通常可连接交流电网和/或电负载,例如旋转电机或变压器,其中可想到每一种电负载。此外,按照应用,在交流电压侧通常也接上短接电路。上述类型的具有短接电路的变换器系统例如在 US 2005/0281065 A1 和在 US 2007/0291426 A1 中公开。在超出变换器单元的电流承载能力的情况下,短接电路的开关接通,且变换器单元的交流电压侧通过短接电路的短接电阻被短路。

[0003] 由于对电流承载能力的高要求并且同时更少的零件成本,有意义的是,将晶闸管用作短接电路的开关,如其示例性地在 US 2007/0291426 A1 中公开的那样。然而晶闸管不可主动地关断或者关闭。晶闸管的关断仅要在要传输的电流的过零点是不可能的,由此需要高成本的附加“关闭电路”。

[0004] 作为电负载的双馈异步机器除了用于传统的旋转频率转换器中之外,附加地也用在转数可变的抽水储能电站中。对于能量产生和输送的“分类计价 (Unbundling)”,在许多地方建立/已建立电网法规 (Grid Code),其中限定/已限定到供电网的相应连接条件。关于在电网干扰、尤其是电压突降时的行为,有时要满足新的、苛刻的条件。连接的发电厂和频率转换器设备在短暂的电压突降期间应保持与供电网连接,且有时应主动地起到稳定电压的作用。这通过按照相应的电网法规的预先规定的、受控的无功电流的供给来达到。用于对双馈异步机器的转子绕组供应交流电的变换器单元在电压突降时短期地经历比正常操作时更高的电流。为了保护变换器单元免于过载并同时将转子电压限制在对机器的转子容许的电平,使用上述具有多个晶闸管的短接电路。这种短接电路通过在发生故障时短接转子绕组来可靠地保护变换器单元和机器。然而,利用这种具有晶闸管的短接电路,在短时间内是不可能实现的:一旦电流已经降低到可承受的数值就立即恢复到由变换器单元调节的正常操作,。

[0005] 在“Ride through of Wind Turbines with doubly fed Induction Generator under symmetrical Voltage Dips(在对称电压突降时利用双馈感应发电机的风力涡轮机的穿越)”,IEEE Transactions on Industrial Electronics、2009 中,在 W0 2004/091085 A1 中,在 W0 03/065567 A1 中,在 EP 0 970 840 A2 中以及在 EP 1 780 856 A2 中规定了另外的这种类型的现有技术。

发明内容

[0006] 因此本发明的任务是,说明一种关于现有技术有所发展的变换器系统,该变换器

系统具有包括晶闸管的短接电路,在该变换器系统中可非常简单地关断短接电路的晶闸管,并且该变换器系统可非常简单地构建。进一步,本发明的任务是,说明一种方法,通过该方法,变换器系统可以极为简单的方式运行,且能够以容易、快速而安全的方式关断短接电路的晶闸管。

[0007] 这些任务通过权利要求 1 和 2 或者权利要求 6 和 7 的特征得到解决。在从属权利要求中说明本发明的有利扩展方案。

[0008] 一种用于切换至少三个电压电平的变换器系统包括变换器单元,在该变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路,该直流电压回路具有电压零点,而在该变换器单元的交流电压侧连接有短接电路,其中该短接电路具有多个晶闸管和至少两个短接电阻。通过变换器单元的电流关于阈值被监测,并且在超过该阈值时晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使该变换器单元的交流电压侧与至少两个短接电阻连接。根据本发明,用于限制直流电压回路的过电压的电压限制单元与直流电压回路连接,其中该电压限制单元与至少两个短接电阻连接。在低于该阈值后,该变换器单元将该变换器单元的交流电压侧切换到该直流电压回路的电压零点,并且接通信号不再施加。该电压限制单元在可调节的持续时间将至少两个短接电阻与直流电压回路连接,其中,之后变换器单元再次将变换器单元的交流电压侧与直流电压回路的电压零点隔离。

[0009] 在用于切换两个电压电平的变换器系统中,该变换器系统同样包括变换器单元,在该变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路,而在该变换器单元的交流电压侧连接有短接电路,其中,短接电路包括多个晶闸管和一个短接电阻。通过变换器单元的电流关于阈值被监测,并且在超过该阈值时这些晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使变换器单元的交流电压侧与短接电阻连接。根据本发明,用于限制直流电压回路的过电压的电压限制单元与直流电压回路连接,其中该电压限制单元与短接电阻连接。在低于阈值后,变换器单元将变换器单元的交流电压侧切换到直流电压回路的负的或正的电压点,并且接通信号不再施加。电压限制单元在可调节的持续时间将短接电阻与直流电压回路连接,其中,之后变换器单元再次将变换器单元的交流电压侧与直流电压回路的负的或正的电压点隔离。

[0010] 因此,一种用于切换至少三个电压电平或者用于切换两个电压电平的变换器系统被非常简单地构建,且因而是鲁棒的。在短接电路的晶闸管例如由于过电流而接通时,借助于电压限制单元,有利的是,可又以容易、快速而安全的方式关断晶闸管。

[0011] 在用以操作用于切换至少三个电压电平的变换器系统的、根据本发明的方法中,关于该变换器系统,在变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路,该直流电压回路具有电压零点,而在该变换器单元的交流电压侧连接有前述的短接电路,其中该短接电路除了多个晶闸管之外还具有至少两个短接电阻。根据本方法,通过变换器单元的电流关于阈值被监测,且在超过该阈值时则这些晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使变换器单元的交流电压侧与至少两个短接电阻连接。由此随后所述至少两个短接电阻接收电流,直到电流再次低于阈值。按照本发明,已提及的用于限制直流电压回路的过电压的电压限制单元与直流电压回路连接,且此外还与至少两个短接电阻连接,其中,在低于该阈值后变换器单元将变换器单元的交流电压侧切换到直流电压回路的电压零点,并且接通信号不再施加,由此现已在该阈值之下的电流有利地换流到变换器单元。进一步,随后电压限制单元在可调节的持续时间将至少两个短接电阻与直流电压回路连接。由此在至少两个短接电阻中

产生逆电压,然后该逆电压有利地以简易、快速而安全的方式关断晶闸管。因而电压限制单元有利地作为晶闸管关闭电路工作。此后,则变换器单元再次将变换器单元的交流电压侧与直流电压回路的电压零点隔离,从而使变换器系统能够再次进行它的正常操作。

[0012] 在用于切换两个电压电平的变换器系统中,在直流电压侧连接有直流电压回路,而在交流电压侧连接有短接电路,其中短接电路具有多个晶闸管和一个短接电阻。在用于切换两个电压电平的这种变换器系统中,根据本方法,通过变换器单元的电流也关于阈值被监测,并且在超过该阈值时晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使变换器单元的交流电压侧与短接电阻连接。短接电阻接收过电流,直到再次低于阈值。根据本发明,已提及的用于限制直流电压回路的过电压的电压限制单元与直流电压回路连接,且此外还与短接电阻连接,其中,在低于该阈值后该变换器单元将变换器单元的交流电压侧切换到直流电压回路的负的或正的电压点,并且接通信号不再施加,由此电流有利地换流到变换器单元。此外,电压限制单元在可调节的持续时间将短接电阻与直流电压回路连接。由此,在短接电阻中产生逆电压,然后该逆电压有利地以简易、快速而安全的方式关断晶闸管。在该变换器电路中,电压限制单元也因此有利地作为晶闸管关闭电路工作。此后,则变换器单元再次将变换器单元的交流电压侧与直流电压回路的负的或正的电压点隔离。

[0013] 总之,因此根据本发明的方法允许以非常容易、快速而尤其是安全的方式关断短接电路的晶闸管,从而使变换器系统能够以极为简单的方式进行操作。

[0014] 根据结合附图而在下面详细描述的本发明的优选实施方式,本发明的这些和其他任务、优点以及特征将变得显而易见。

[0015] 附图简短说明

[0016] 在附图中,

[0017] 图 1 是根据本发明的变换器系统的第一实施方式,

[0018] 图 2 是处于按照用于操作变换器系统的根据本发明的方法的操作状态的、根据图 1 的变换器系统的第一实施方式,

[0019] 图 3 是处于按照用于操作变换器系统的根据本发明的方法的另一操作状态的、根据图 1 的变换器系统的第一实施方式,

[0020] 图 4 是根据本发明的变换器系统的短接电路的晶闸管电路的一个实施方式,以及

[0021] 图 5 是根据本发明的变换器系统的第二实施方式。

[0022] 在附图中应用的附图标记及其含义在附图标记列表中概要地列出。在附图中,相同的部分基本上给予相同的附图标记。所描述的实施方式示例地代表发明主题而不具有限制作用。

具体实施方式

[0023] 在图 1 示出尤其是用于切换三个电压电平的、根据本发明的变换器系统的第一实施方式。用于切换一般而言至少三个电压电平的、根据本发明的变换器系统包括:变换器单元 1,在该变换器单元的直流电压侧连接有直流电压回路 2,该直流电压回路 2 具有电压零点 NP,且在该变换器单元的交流电压侧连接有短接电路 3。短接电路 3 具有多个晶闸管和至少两个短接电阻 R_{CRB} 。在图 4 中示出短接电路 3 的晶闸管电路的示例性实施方式。根据本发明,用于限制直流电压回路 2 的过电压的电压限制单元 4 与直流电压回路 2 连接,其中

电压限制单元 4 与至少两个短接电阻 R_{CRB} 连接。典型情况下,电压限制单元 4 用于限制和降低直流电压回路 2 中的过电压。为此仅仅可控功率开关 S 被闭合,从而使电流在限流电阻 R_{VLU} 以及在短接电阻 R_{CRB} 上流过,以限制和降低在直流电压回路 2 中出现的过电压。在短接电路 3 的晶闸管例如由于过电流而接通时,借助于电压限制单元 4,还有利的是可又以容易、快速而安全的方式关断晶闸管。将更详细地解释用以操作按照图 1 的根据本发明的变换器系统的、与此有关的根据本发明的方法,以及电压限制单元 4 的与之关联的使用。

[0024] 在按照图 1 的用于切换三个电压电平的变换器系统中,电压限制单元 4 优选包括两个串联电路,两个串联电路分别具有限流电阻 R_{VLU} 和可控功率开关 S。作为可控功率开关 S,可想到可控制的机械开关或可控制的功率半导体开关,而其中,可控制的功率半导体开关例如可构成关断晶闸管(GTO-栅极关断晶闸管),构成为具有换流的可控电极的集成晶闸管(IGCT-集成栅极换流晶闸管),构成为功率 MOSFET,或构成为具有绝缘地布置的栅电极的双极晶体管(IGBT)。根据图 1,直流电压回路 2 由两个相互串联连接的电容式蓄能器形成,其中这两个电容式蓄能器的连接点形成电压零点 NP。按照图 1,短接电路 3 具有两个短接电阻 R_{CRB} ,其中限流电阻 R_{VLU} 与可控功率开关 S 的串联电路分别与短接电阻 R_{CRB} 之一连接。优选这些短接电阻 R_{CRB} 相互连接。按照图 1,这两个短接电阻 R_{CRB} 的连接点尤其是与直流电压回路 2 的电压零点 NP 连接。总之,结果是用于切换三个电压电平的变换器系统可非常简单地实现且因而是相应鲁棒的。

[0025] 图 5 示出根据本发明的变换器系统的第二实施方式,即用于切换两个电压电平的变换器系统。按照 5,电压限制单元 4 包括限流电阻 R_{VLU} 与可控功率开关 S 的单个串联电路,其中,限流电阻 R_{VLU} 与可控功率开关 S 的串联电路与短接电阻 R_{CRB} 连接。根据图 5,直流电压回路 2 由电容式蓄能器形成。典型情况下,图 5 中的电压限制单元 4 也用于限制和降低直流电压回路 2 中的过电压。为此,仅仅可控功率开关 S 闭合,从而使电流在限流电阻 R_{VLU} 上和短接电阻 R_{CRB} 上流过,以限制和降低直流电压回路 2 中出现的过电压。总之,根据图 5,用于切换两个电压电平的变换器系统也可非常简单地实现并且因此是非常鲁棒的。在短接电路 3 的晶闸管例如由于过电流而接通时,借助电压限制单元 4 还有利的可又以容易、快速而安全的方式关断晶闸管。将更详细地解释用于操作按照图 5 的根据本发明的变换器系统的、与此有关的根据本发明的方法,以及电压限制单元 4 的与之关联的使用。

[0026] 以下将依据图 1 至图 3 解释用以操作用于切换一般而言至少三个电压电平的变换器系统的、根据本发明的方法。在用于切换至少三个电压电平的变换器系统中,短接电路除了多个晶闸管之外还具有至少两个短接电阻 R_{CRB} 。根据本方法,通过变换器单元 1 的电流关于阈值被监测,且在超过该阈值时则短接电路 3 的晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使变换器单元 1 的交流电压侧与至少两个短接电阻 R_{CRB} 连接。由此则至少两个短接电阻 R_{CRB} 接收电流,直到电流再次低于阈值。按照本发明,电压限制单元 4 与至少两个短接电阻 R_{CRB} 连接,其中,在低于该阈值后变换器单元 1 将变换器单元 1 的交流电压侧切换到直流电压回路 2 的电压零点 NP,如图 2 中示意性示出的用于切换三个电压电平的示例变换器系统,并且不再施加针对短接电路 3 的晶闸管的接通信号。通过短接电阻 R_{CRB} 的现在低于阈值的电流有利地换流到变换器单元 1,这是因为变换器单元 1 中的阻抗比短接电阻 R_{CRB} 的阻抗小。此外,然后电压限制单元 4 在可调节的持续时间将至少两个短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2 连接,其中,各短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2 的连接通过相应限流电阻 R_{VLU} 进

行。在根据图 1 的用于切换三个电压电平的变换器系统的情况下,在可调节的持续时间闭合电压限制单元 4 的可控功率开关 S 以便连接两个短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2,如图 3 中示意性示出的用于切换三个电压电平的示例变换器系统。因而,按照根据本发明的方法,电压限制单元 4 不是用于在直流电压回路 2 出现过电压时的电压限制或电压降低,而是作为晶闸管关闭电路工作,但当然也可用于电压限制或者电压降低。通过闭合电压限制单元 4 的可控功率开关 S 以便连接短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2,在短接电阻 R_{CRB} 中生成逆电压,该逆电压然后有利地以简易、快速而安全的方式关断短接电路 3 的晶闸管。此后,变换器单元 1 再次将变换器单元 1 的交流电压侧与直流电压回路 2 的电压零点 NP 隔离,从而使变换器系统能够再次进行它的正常操作,其方式是变换器单元 1 例如再次为典型情况下与该变换器单元 1 的交流电压侧连接的交流电网和 / 或电负载供电。

[0027] 在根据图 5 的用于切换两个电压电平的变换器系统中,根据本方法,同样,通过变换器单元 1 的电流关于阈值被监测,且在超过该阈值时晶闸管通过接通信号的施加而接通,从而使变换器单元 1 的交流电压侧与短接电阻 R_{CRB} 连接。短接电阻 R_{CRB} 接收电流,直到电流再次低于阈值。根据本发明,变换器单元 1 在低于阈值后将变换器单元 1 的交流电压侧切换到直流电压回路 2 的负的或正的电压点,并且不再对晶闸管施加接通信号。通过短接电阻 R_{CRB} 的现在低于阈值的电流有利地换流到变换器单元 1,这是因为变换器单元 1 中的阻抗比短接电阻 R_{CRB} 的阻抗小。此外,电压限制单元 4 在可调节的持续时间将短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2 连接,其中,短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2 的连接通过限流电阻 R_{VLU} 进行。短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2 的连接通过在可调节的持续时间闭合可控功率开关 S 2 而进行。因而按照根据本发明的方法,电压限制单元 4 不是用于在直流电压回路 2 出现过电压时的电压限制或电压降低,而是作为晶闸管关闭电路工作,但当然也可用于电压限制或者电压降低。通过闭合电压限制单元 4 的可控功率开关 S 以便连接短接电阻 R_{CRB} 与直流电压回路 2,在短接电阻 R_{CRB} 中生成逆电压,该逆电压然后有利地以简易、快速而安全的方式关断短接电路 3 的晶闸管。此后,变换器单元 1 再次将变换器单元 1 的交流电压侧与直流电压回路 2 的负的或正的电压点隔离,从而使变换器系统能够再次进行它的正常操作,其方式是,变换器单元 1 例如再次为典型情况下与该变换器单元 1 的交流电压侧连接的交流电网和 / 或电负载供电。

[0028] 总之,因此用以操作用于切换至少三个电压电平的变换器系统和用以操作用于切换两个电压电平的变换器系统的、根据本发明的方法以非常容易、快速而特别是安全的方式实现短接电路 3 的晶闸管的关断,从而使变换器系统能够以极为简单的方式操作。

[0029] 如果限定了在开始已提及的各自的电网法规模式(Grid Code Modalitaeten)(按照该电网法规,作为电负载的双馈异步机器必须在最短的期间内对供电网起到稳定电压的作用),则可能强制立即恢复到变换器系统、尤其是变换器单元 1 经调节的正常操作。因而,根据本发明的变换器系统,以及用以操作用于切换至少三个电压电平的变换器系统和用以操作用于切换两个电压电平的变换器系统的、根据本发明的方法(如以上详细描述的那样)是一个解决方案,其可确保在变换器系统正常操作时变换器系统的操作行为是所希望的。

[0030] 附图标记列表

[0031] 1 变换器单元

[0032] 2 直流电压回路

- [0033] 3 短接电路
- [0034] 4 电压限制单元
- [0035] R_{CRB} 短接电阻
- [0036] R_{VLJ} 限流电阻
- [0037] S 可控功率开关
- [0038] NP 直流电压回路的电压零点。

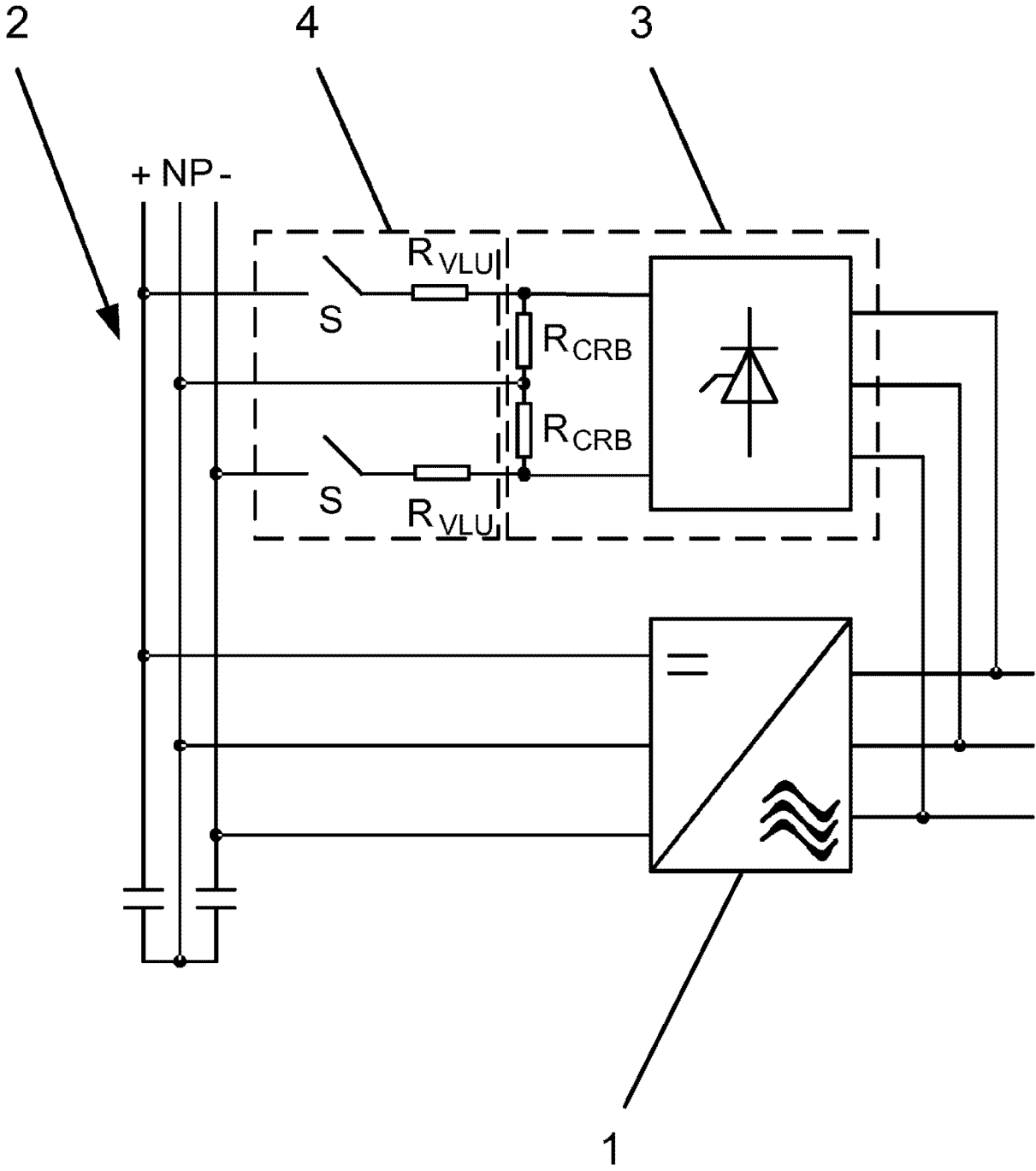


图 1

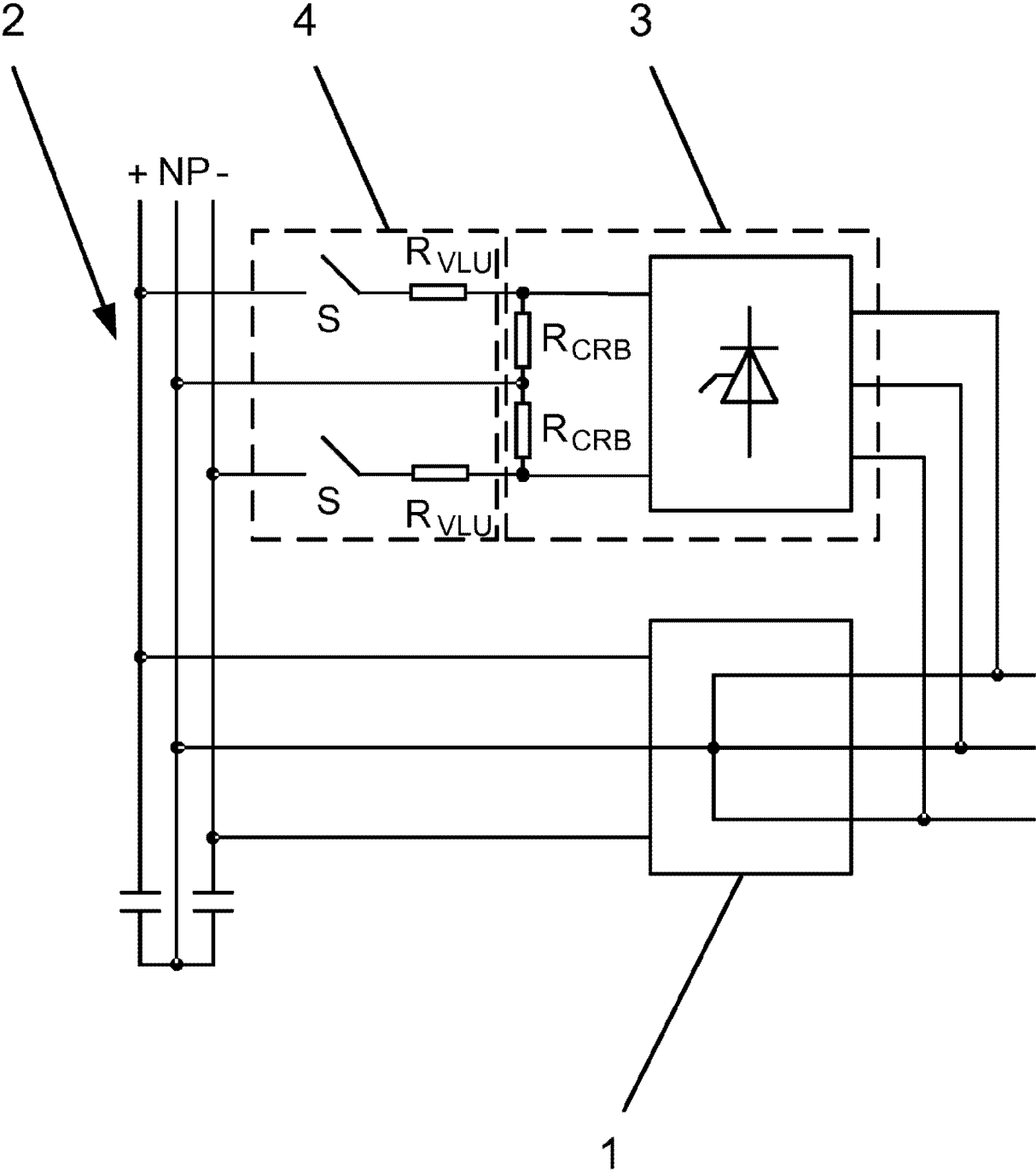


图 2

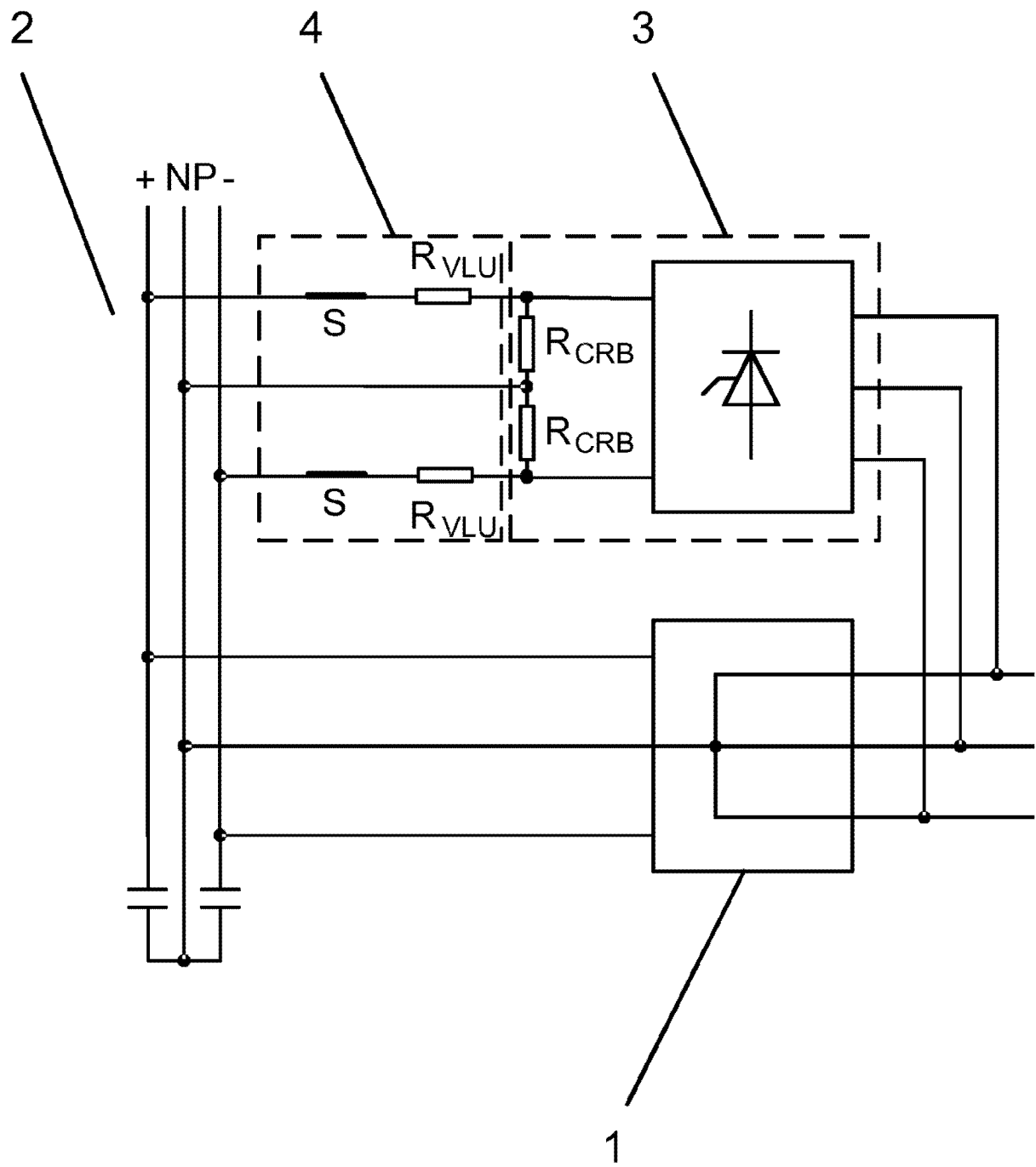


图 3

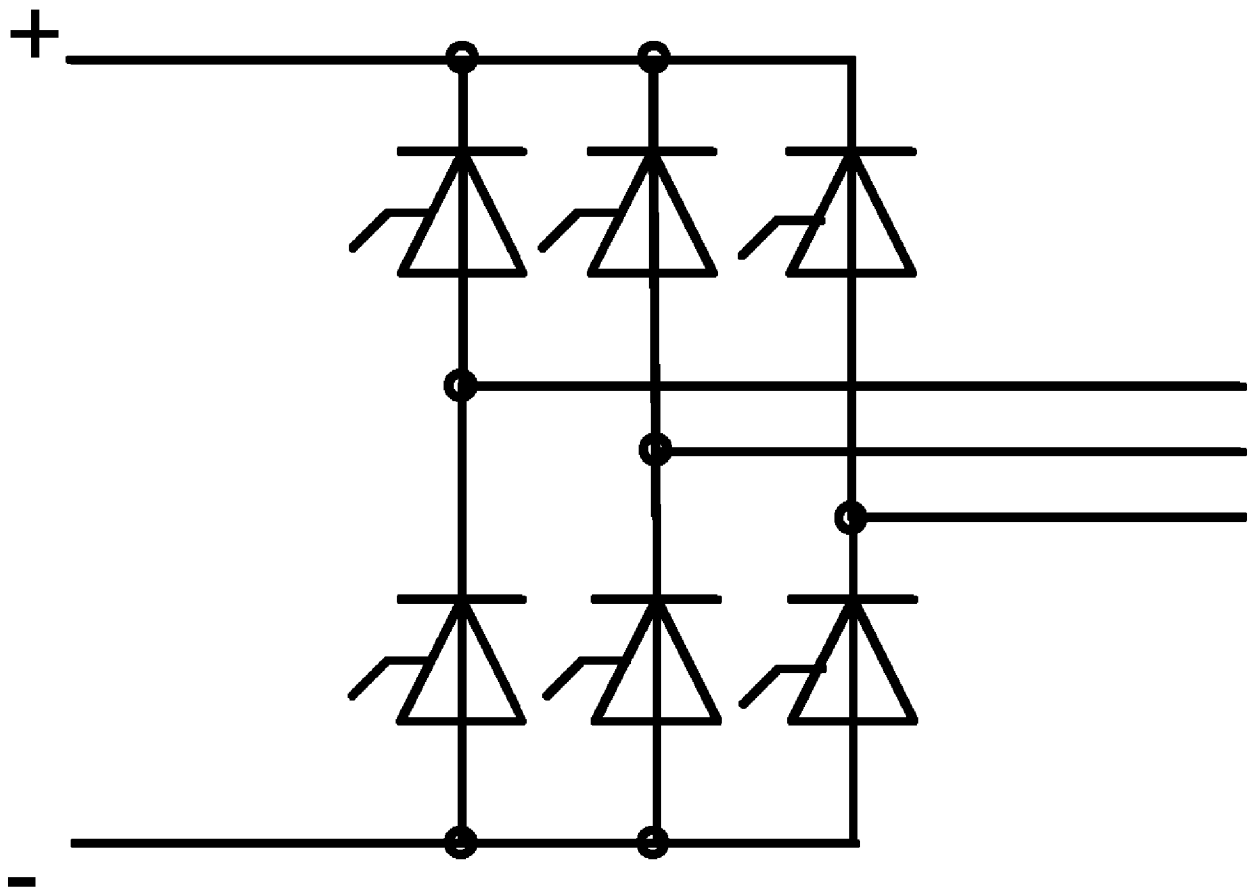


图 4

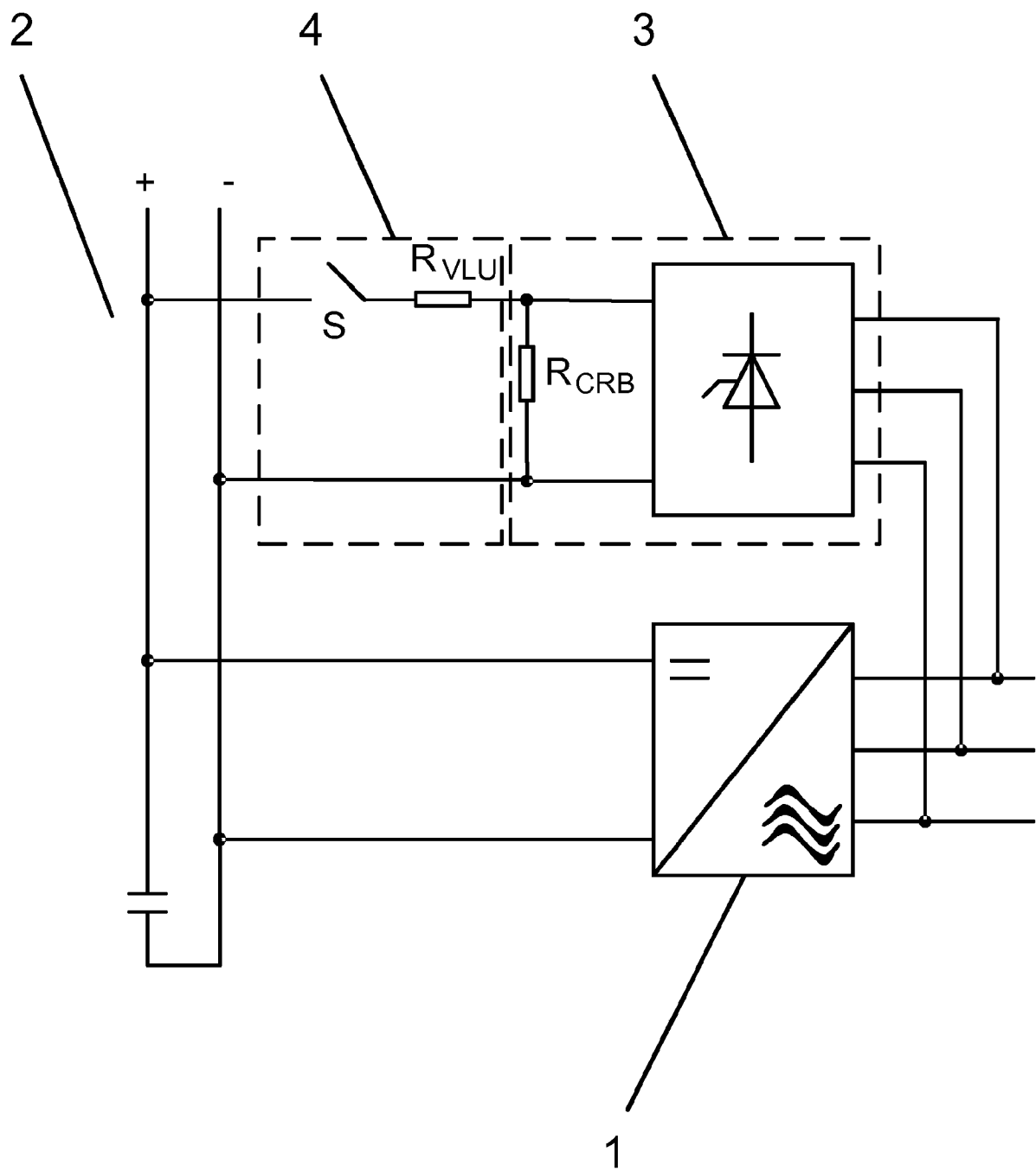


图 5