(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 218242998 U
(45)授权公告日 2023.01.06

(21)申请号 202222653445.2

(22)申请日 2022.10.09

(73)专利权人 固德威技术股份有限公司
地址 215011 江苏省苏州市高新区紫金路90号

(72)发明人 蔡文

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 张海燕

(51)Int.Cl.
H02H 7/122(2006.01)
H02M 1/32(2007.01)
H02M 7/44(2006.01)

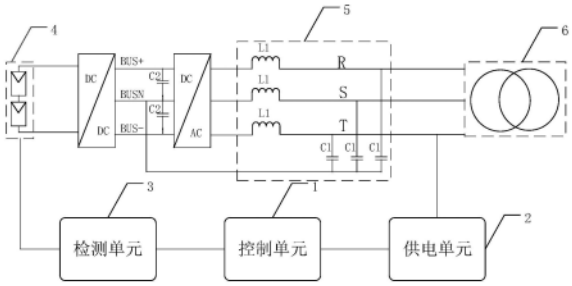
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

一种光伏逆变系统保护电路和保护系统

(57)摘要

本实用新型涉及光伏领域，公开了一种光伏逆变系统保护电路和系统，包括：控制单元、供电单元、检测单元；检测单元与各光伏子串连接，以生成检测电压信号，检测电压为各光伏子串低压侧与大地间的电势差；控制单元与检测单元、供电单元均连接，以获取检测电压信号，并根据检测电压信号确定供电单元的输出电压的值；供电单元与光伏逆变系统的火线连接，以根据输出电压的值为各光伏子串提供反向电压。由此可见，本申请所提供的光伏逆变系统保护电路通过检测单元获取光伏组件与大地间的电势差，并通过控制单元根据电势差控制供电单元提供反向电压，防止电荷在光伏组件表面聚集，防止PID效应导致光伏组件输出功率衰减。



CN 218242998 U

1.一种光伏逆变系统保护电路,其特征在于,包括:

控制单元(1)、供电单元(2)、检测单元(3);

所述检测单元(3)与各光伏子串连接,以生成检测电压信号,所述检测电压为各所述光伏子串低压侧与大地间的电势差;

所述控制单元(1)与所述检测单元(3)、所述供电单元(2)均连接,以获取所述检测电压信号,并根据所述检测电压信号确定所述供电单元(2)的输出电压的值;

所述供电单元(2)与光伏逆变系统的火线连接,以为各所述光伏子串提供反向电压。

2.根据权利要求1所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述供电单元(2)包括:电源单元和耦合电路;

所述电源单元与所述控制单元(1)连接,以获取所述输出电压;

所述耦合电路的第一端与所述电源单元连接,所述耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的火线连接,以将所述输出电压耦合至所述光伏逆变系统的母线。

3.根据权利要求2所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述耦合电路包括第一电容、第一二极管;

所述第一电容的第一端与所述光伏逆变系统的火线连接,所述第一电容的第二端与所述第一二极管的阳极连接,所述第一二极管的阴极与所述电源单元连接。

4.根据权利要求2所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述耦合电路包括第一电容、第一二极管、第二电容、第二二极管;

所述第一电容与所述第一二极管串联作为第一耦合电路,所述第二电容与所述第二二极管串联组成第二耦合电路;

所述第一耦合电路的第一端、所述第二耦合电路的第一端均与所述电源单元连接;

所述第一耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第一火线连接,所述第二耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第二火线连接。

5.根据权利要求2所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述耦合电路包括第一电容、第一二极管、第二电容、第二二极管、第三电容、第三二极管;

所述第一电容与所述第一二极管串联作为第一耦合电路,所述第二电容与第二二极管串联组成第二耦合电路,所述第三电容与第三二极管串联组成第三耦合电路;

所述第一耦合电路的第一端、所述第二耦合电路的第一端、所述第三耦合电路的第一端均与所述电源单元连接;

所述第一耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第一火线连接,所述第二耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第二火线连接,所述第三耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第三火线连接。

6.根据权利要求2所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述耦合电路包括:

第四电容、第五电容、第四二极管;

所述第四二极管的阳极与所述电源单元连接,所述第四二极管的阴极与所述第四电容第一端、所述第五电容的第一端连接;

所述第四电容第二端与所述光伏逆变系统的第一火线连接、所述第五电容的第二端与所述光伏逆变系统的第二火线连接。

7.根据权利要求1所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述控制单元(1)为可

编程逻辑控制器。

8.根据权利要求2所述的光伏逆变系统保护电路,其特征在于,所述电源单元为隔离辅助电源。

9.一种光伏逆变系统保护系统,其特征在于,包括权利要求1至8任意一项所述的光伏逆变系统保护电路。

一种光伏逆变系统保护电路和保护系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及光伏发电领域，特别是涉及一种光伏逆变系统保护电路和保护系统。

背景技术

[0002] 在光伏发电领域，光伏系统采用箱式变压器将光伏组件产生的电能输送至高压电网。

[0003] 图1为一种常用的光伏电路示意图，如图1所示，光伏电路中的母线电流经过三电平或多电平逆变变换器调制后将电流由直流电转换为交流电，并输送至电网中。但由于三电平或多电平逆变变换器独有的调制技术，导致光伏组件PV-与大地间存在电势差，大量电荷聚集在电池片表面，使电池片表面钝化效果恶化，从而导致电池片的填充因子、开路电压、短路电流降低，致使光伏组件整体输出功率衰减，即全称电势诱导衰减(Potential Induced Degradation，PID)效应。

[0004] 由此可见，如何提供一种光伏逆变系统保护电路，防止PID效应导致光伏组件输出功率衰减，是本领域技术人员亟需解决的问题。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的是提供一种光伏逆变系统保护电路和保护系统，以防止PID效应导致光伏组件输出功率衰减。

[0006] 为解决上述技术问题，本申请提供了一种光伏逆变系统保护电路，包括：

[0007] 控制单元1、供电单元2、检测单元3；

[0008] 所述检测单元3与各光伏子串连接，以生成检测电压信号，所述检测电压为各所述光伏子串低压侧与大地间的电势差；

[0009] 所述控制单元1与所述检测单元3、所述供电单元2均连接，以获取所述检测电压信号，并根据所述检测电压信号确定所述供电单元2的输出电压的值；

[0010] 所述供电单元2与光伏逆变系统的火线连接，以各所述光伏子串提供反向电压。

[0011] 优选的，所述供电单元2包括：电源单元和耦合电路；

[0012] 所述电源单元与所述控制单元1连接，以获取所述输出电压；

[0013] 所述耦合电路的第一端与所述电源单元连接，所述耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的火线连接，以将所述输出电压耦合至所述光伏逆变系统的母线。

[0014] 优选的，所述耦合电路包括第一电容、第一二极管；

[0015] 所述第一电容的第一端与所述光伏逆变系统的火线连接，所述第一电容的第二端与所述第一二极管的阳极连接，所述第一二极管的阴极与所述电源单元连接。

[0016] 优选的，所述耦合电路包括第一电容、第一二极管、第二电容、第二二极管；

[0017] 所述第一电容与所述第一二极管串联作为第一耦合电路，所述第二电容与第二二极管串联组成第二耦合电路；

[0018] 所述第一耦合电路的第一端、所述第二耦合电路的第一端均与所述电源单元连接；

[0019] 所述第一耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第一火线连接，所述第二耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第二火线连接。

[0020] 优选的，所述耦合电路包括第一电容、第一二极管、第二电容、第二二极管、第三电容、第三二极管；

[0021] 所述第一电容与所述第一二极管串联作为第一耦合电路，所述第二电容与第二二极管串联组成第二耦合电路，所述第三电容与第三二极管串联组成第三耦合电路；

[0022] 所述第一耦合电路的第一端、所述第二耦合电路的第一端、所述第三耦合电路的第一端均与所述电源单元连接；

[0023] 所述第一耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第一火线连接，所述第二耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第二火线连接，所述第三耦合电路的第二端与所述光伏逆变系统的第三火线连接。

[0024] 优选的，所述耦合电路包括：

[0025] 第四电容、第五电容、第四二极管；

[0026] 所述第四二极管的阳极与所述电源单元连接，所述第四二极管的阴极与所述第四电容第一端、所述第五电容的第一端连接；

[0027] 所述第四电容第二端与所述光伏逆变系统的第一火线连接、所述第五电容的第二端与所述光伏逆变系统的第二火线连接。

[0028] 优选的，所述控制单元1为可编程逻辑控制器。

[0029] 优选的，所述电源单元为隔离辅助电源。

[0030] 为了解决上述技术问题，本申请还提供了一种光伏逆变系统保护系统，包括所述的光伏逆变系统保护电路。

[0031] 本实用新型所提供了一种光伏逆变系统保护电路，该电路包括：控制单元、供电单元、检测单元；检测单元与各光伏子串连接，以生成检测电压信号，检测电压为各光伏子串低压侧与大地间的电势差；控制单元与检测单元、供电单元均连接，以获取检测电压信号，并根据检测电压信号确定供电单元的输出电压的值；供电单元与光伏逆变系统的火线连接，以根据输出电压的值为各光伏子串提供反向电压。由此可见，本申请所提供的光伏逆变系统保护电路通过检测单元获取光伏组件与大地间的电势差，并通过控制单元根据电势差控制供电单元提供反向电压，防止电荷在光伏组件表面聚集，防止PID 效应导致光伏组件输出功率衰减。

[0032] 此外，本申请还提供了一种光伏逆变系统保护系统，包括上述的保护电路，效果同上。

附图说明

[0033] 为了更清楚地说明本实用新型实施例，下面将对实施例中所需要使用的附图做简单的介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0034] 图1为本申请实施例所提供的一种常用的光伏电路示意图；

[0035] 图2为本申请实施例所提供的一种光伏逆变系统保护电路的结构图；

[0036] 图3为本申请实施例所提供的一种单相耦合电路结构图；

[0037] 图4为本申请实施例所提供的一种双相耦合电路结构图；

[0038] 图5为本申请实施例所提供的一种三相耦合电路结构图；

[0039] 图6为本申请实施例所提供的另一种光伏逆变系统保护电路的结构图；

[0040] 附图标记如下：1为控制单元，2为供电单元，3为检测单元，4为光伏组件，5为LC滤波电路，6为隔离变压器。

具体实施方式

[0041] 下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例，而不是全部实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下，所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护范围。

[0042] 本实用新型的核心是提供一种光伏逆变系统保护电路和保护系统，防止 PID效应导致光伏组件输出功率衰减。

[0043] 为了使本技术领域的人员更好地理解本实用新型方案，下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步的详细说明。

[0044] 图2为本申请实施例所提供的一种光伏逆变系统保护电路的结构图，如图2所示，该电路包括：

[0045] 控制单元1、供电单元2、检测单元3；

[0046] 检测单元3与各光伏子串连接，以生成检测电压信号，检测电压为各光伏子串低压侧与大地间的电势差；

[0047] 控制单元1与检测单元3、供电单元2均连接，以获取检测电压信号，并根据检测电压信号确定供电单元2的输出电压的值；

[0048] 供电单元2与光伏逆变系统的火线连接，以根据输出电压的值为各光伏子串提供反向电压。

[0049] 如图2所示，光伏逆变系统保护电路包括光伏子串、逆变器DC/DC模块、逆变器DC/AC模块，LC滤波电路5、隔离变压器6、PID预防功能模块、直流母线中点BUSN对地阻抗R_BUSN_PE等。BUSN对地等效阻抗通常为 BUSN以及BUS+、BUS-对PE的Y电容。其中，多个光伏组子连接于逆变器的DC/DC模块的输入端以构成光伏组件4；DC/DC模块：实现最大功率点跟踪，其输出能量供给到直流母线。DC/AC模块用于实现直流到交流的变化，为功率变换拓扑，三电平NPC、ANPC、TNPC拓扑。LC滤波电路5用于实现DC/AC模块输出的高频开关电压进行滤波，实现输出平滑的并网电流。同时本发明中，LC滤波器的电容C构成PID预防充电耦合路径。

[0050] 光伏逆变器连接隔离变压器6；隔离变压器6可以连接多台光伏逆变器，多台光伏逆变器及其连接的光伏组件4和一个隔离变压器6构成一个光伏子阵。

[0051] 在一个光伏子阵当中，PID预防功能模块可以集成于单个或多个并网逆变器内部，也可以单独构成一个功能模块应用于隔离变压器6的低压侧(和逆变器AC直接连接)。

[0052] 进一步的，供电单元2包括电源单元和耦合电路，其中，电源单元与控制单元1连

接,以获取输出电压;耦合电路的第一端与电源单元连接,耦合电路的第二端与光伏逆变系统的火线连接,以将输出电压耦合至光伏逆变系统的母线。其中,电源单元用于产生PID预防所需的电压,抬升逆变器工作时PV-对大地的电压,使得PV-对大地电压大于等于0V,从而抑制PID效应的发生

[0053] 在具体实施中,电源单元为隔离电源模块,可以为单级DC/DC不限于隔离的反激拓扑形式或者其他隔离开关电源拓扑形式。

[0054] 在本实施例中,检测单元3与多个光伏子串连接,以获取各光伏子串中 PV-与大地的电势差,控制单元1获取检测单元3发送的检测信号,并根据最高的电势差确定供电单元2的输出电压。作为可选的实施例,也可以采用常见的隔离SPS控制IC来调节供电单元2的输出电压。

[0055] 本实用新型所提供了一种光伏逆变系统保护电路,该电路包括:控制单元、供电单元、检测单元;检测单元与各光伏子串连接,以生成检测电压信号,检测电压为各光伏子串低压侧与大地间的电势差;控制单元与检测单元、供电单元均连接,以获取检测电压信号,并根据检测电压信号确定供电单元的输出电压的值;供电单元与光伏逆变系统的火线连接,以根据输出电压的值为各光伏子串提供反向电压。由此可见,本申请所提供的光伏逆变系统保护电路通过检测单元获取光伏组件与大地间的电势差,并通过控制单元根据电势差控制供电单元提供反向电压,防止电荷在光伏组件表面聚集,防止PID 效应导致光伏组件输出功率衰减。

[0056] 在具体实施中,作为可选的实施例,耦合电路可以仅包括一条支路(第一耦合电路),也可以包括多路线路(第一耦合电路、第二耦合电路、第三耦合电路)。具体的,当仅包括第一耦合电路时,第一耦合电路包括第一电容、第一二极管;其中,第一电容的第一端与光伏逆变系统的火线连接,第一电容的第二端与第一二极管的阳极连接,第一二极管的阴极与电源单元连接。当耦合电路中包括两个支路时,其中,耦合电路包括:第一电容、第一二极管、第二电容、第二二极管;第一电容与第一二极管串联作为第一耦合电路,第二电容与第二二极管串联组成第二耦合电路;第一耦合电路的第一端、第二耦合电路的第一端均与电源单元连接;第一耦合电路的第二端与光伏逆变系统的第一火线连接,第二耦合电路的第二端与光伏逆变系统的第二火线连接。作为可选的实施例,当耦合电路中包含三个支路时,耦合电路包括第一电容、第一二极管、第二电容、第二二极管、第三电容、第三二极管;第一电容与第一二极管串联作为第一耦合电路,第二电容与第二二极管串联组成第二耦合电路,第三电容与第三二极管串联组成第三耦合电路;第一耦合电路的第一端、第二耦合电路的第一端、第三耦合电路的第一端均与电源单元连接;第一耦合电路的第二端与光伏逆变系统的第一火线连接,第二耦合电路的第二端与光伏逆变系统的第二火线连接,第三耦合电路的第二端与光伏逆变系统的第三火线连接。

[0057] 图3为本申请实施例所提供的一种单相耦合电路结构图,图4为本申请实施例所提供的一种双相耦合电路结构图,图5为本申请实施例所提供的一种三相耦合电路结构图,如图3、图4或图5所示,耦合电路既可以是单根火线和隔离开关电源(Switch Power Supply,SPS)模块耦合和也可以是以两根火线形式或者三根火线和SPS模块耦合。耦合电路第一端点连接火线,可以是一根火线、两根火线。耦合电路第一端点连接火线,可以是一根火线、两根火线等。对于P型光伏组件,耦合电路第二端点连接到SPS的正输出端 (V+),SPS的负输出

端(V-)通过保护电阻连接到光伏组件4外壳以接地。对于N型光伏组件,耦合电路第二端点连接SPS负输出端(V-),SPS的正输出端(V+)通过保护电阻连接到光伏组件4外壳以接地,同时耦合电路中的二极管的极性与P型光伏组件相反。

[0058] 耦合电路可以为单根火线耦合、双相耦合、三相耦合。当逆变电路为P 型组件时,如图4所示,双相耦合电路的两相火线分别采用电容串联二极管耦合,各二极管的阳极连接在一起构成耦合电路的第二端点,第二端点连接至SPS输出V+。对于N型组件,二极管极性和P型组件相反,各二极管的阴极连接在一起构成耦合电路第二端点,第二端点连接SPS模块负极。如图 5所示,三相耦合电路中的三相火线分别采用电容串联二极管进行耦合,二极管的阳极连接在一起构成耦合电路的第二端点,第二端点连接至SPS输出V+。三根火线分别连接电容,连接火线的电容端点构成耦合电路的第一端点。针对N型组件,二极管极性和P型组件相反,各二极管的阴极共接作为耦合电路第二端点,第二端点连接SPS模块负输出端。

[0059] 作为优选的实施例,为了进一步减少耦合电路的成本,本实施例还提供了另一种耦合电路的实施例。图6为本申请实施例所提供的另一种光伏逆变系统保护电路的结构图,如图6所示,该光伏逆变系统保护电路中的耦合电路包括:第四电容、第五电容、第四二极管;第四二极管的阳极与电源单元连接,第四二极管的阴极与第四电容第一端、第五电容的第一端连接;第四电容第二端与光伏逆变系统的第一火线连接、第五电容的第二端与光伏逆变系统的第二火线连接。

[0060] 在具体实施中,耦合电路抬升母线BUSN端与光伏设备外壳电压间的电压压差,电流回路路径如图3、图4或图5中虚线所示。在具体实施中,忽略二极管管压降,简化母线电容、滤波电感对回路的影响,应用基尔霍夫电压、电流定律可以得到:

[0061] V_BUSN_PE_BIAS＝i*R_BUSN_PE;

[0062] $$i*R_BUSN_PE+i*Z-Vout+\frac{1}{jwC}*i=0$$;

[0063] 其中,V_BUSN_PE_BIAS为母线与地面电势差,R_BUSN_PE为母线与地面间的等效电阻,i为母线电流,$\frac{1}{jwC}$为耦合电路中电容的阻抗,Vout为SPS 输出电压,Z为SPS负极与地面间的等效电阻。

[0064] 此外,本申请还提供了一种光伏逆变系统保护系统,包括上述的光伏逆变系统保护电路。该电路包括:控制单元、供电单元、检测单元;检测单元与各光伏子串连接,以生成检测电压信号,检测电压为各光伏子串低压侧与大地间的电势差;控制单元与检测单元、供电单元均连接,以获取检测电压信号,并根据检测电压信号确定供电单元的输出电压的值;供电单元与光伏逆变系统的火线连接,以根据输出电压的值为各光伏子串提供反向电压。由此可见,本申请所提供的光伏逆变系统保护电路通过检测单元获取光伏组件与大地间的电势差,并通过控制单元根据电势差控制供电单元提供反向电压,防止电荷在光伏组件表面聚集,防止PID效应导致光伏组件输出功率衰减。

[0065] 以上对本实用新型所提供的光伏逆变系统保护电路和保护系统进行了详细介绍。说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。应当

指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本实用新型原理的前提下，还可以对本实用新型进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本实用新型权利要求的保护范围内。

[0066] 还需要说明的是，在本说明书中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

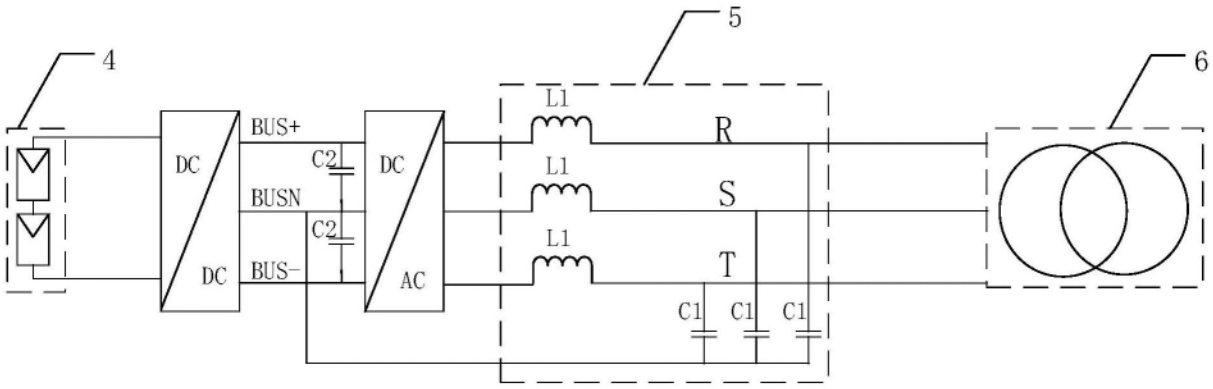

4
5
6
DC
DC
BUS+
BUSN
BUS-
C2
C2
DC
AC
L1
L1
L1
R
S
T
C1
C1
C1

图1

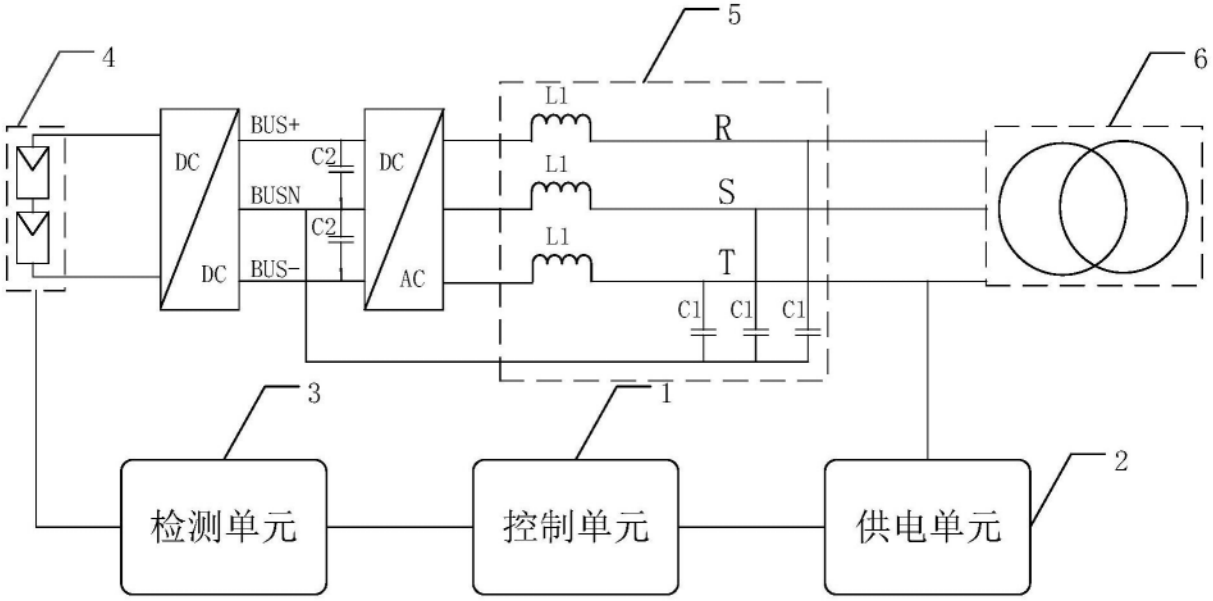

4
5
6
DC
DC
BUS+
BUSN
BUS-
C2
C2
DC
AC
L1
L1
L1
R
S
T
C1
C1
C1
3
1
2
检测单元
控制单元
供电单元

图2

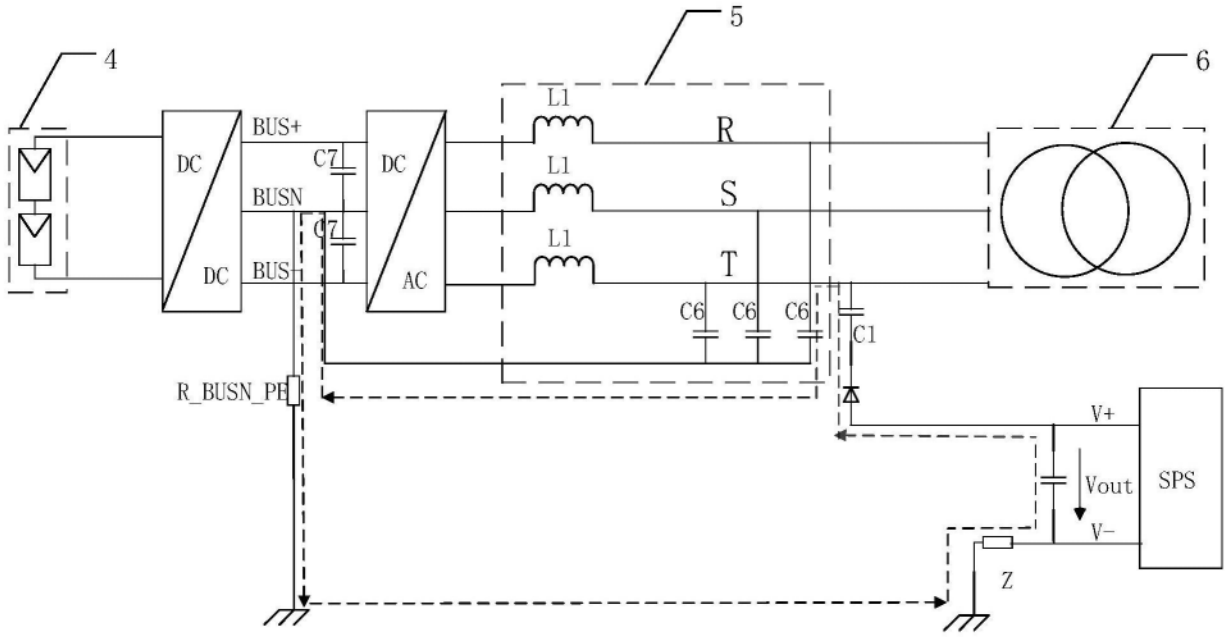

4
5
6
DC
DC
BUS+
BUSN
BUS-
C7
C7
DC
AC
L1
L1
L1
R
S
T
C6
C6
C6
C1
R_BUSN_PE
V+
Vout
V-
SPS
Z

图3

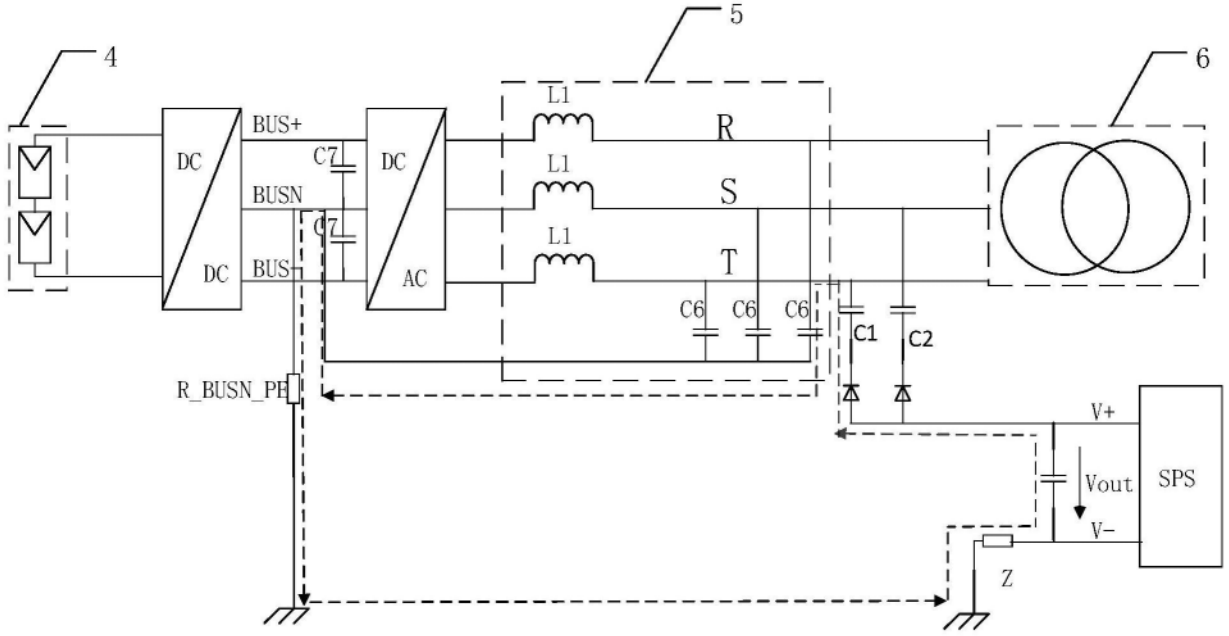

4
5
6
DC
DC
BUS+
BUSN
BUS-
C7
C7
DC
AC
L1
L1
L1
R
S
T
C6
C6
C6
C1
C2
R_BUSN_PE
V+
Vout
V-
SPS
Z

图4

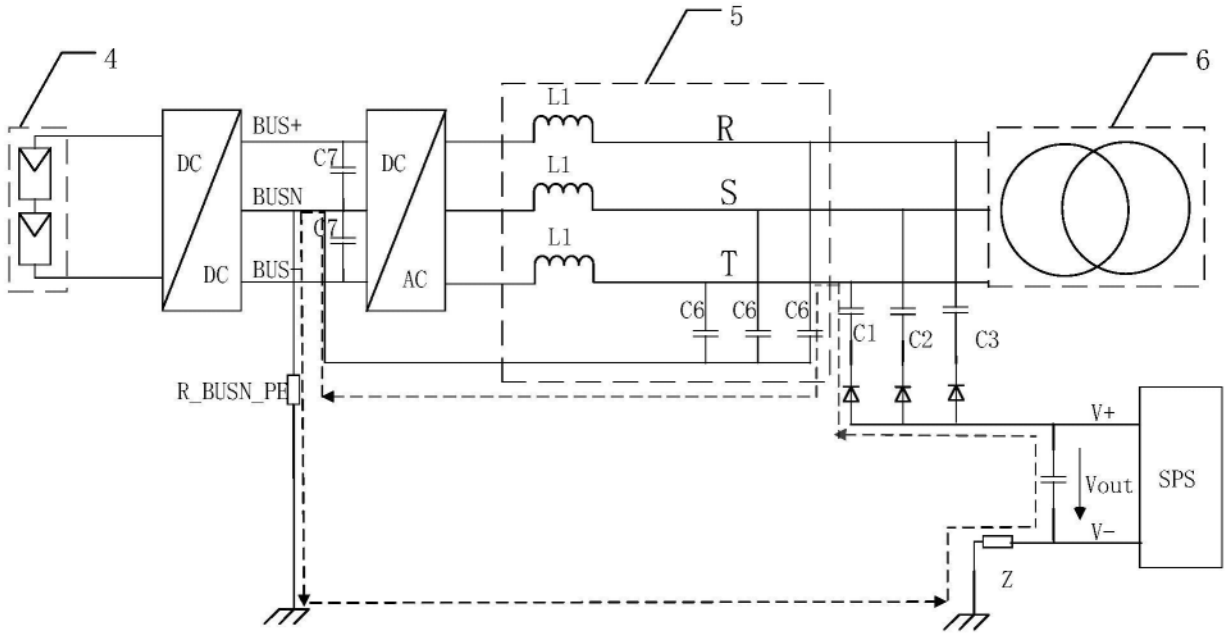

4
5
6
DC
DC
BUS+
BUSN
BUS-
C7
C7
DC
AC
L1
L1
L1
R
S
T
C6
C6
C6
C1
C2
C3
R_BUSN_PE
V+
Vout
V-
SPS
Z

图5

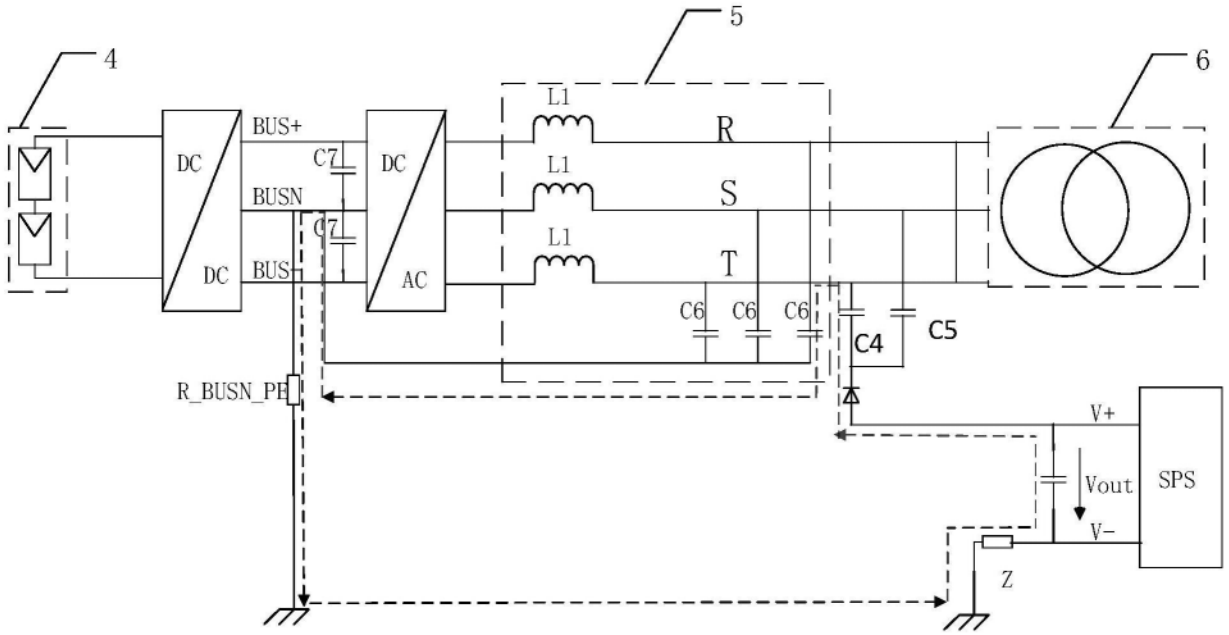

4
5
6
DC
DC
BUS+
BUSN
BUS-
C7
C7
DC
AC
L1
L1
L1
R
S
T
C6
C6
C6
C4
C5
R_BUSN_PE
V+
Vout
V-
SPS
Z

图6