



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105099215 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201410215642. 3

H02J 9/04(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 05. 21

(71) 申请人 济南芯驰能源科技有限公司

地址 250132 山东省济南市历城区开源路
189 号

(72) 发明人 刘宝磊 张加庆 陈彦 巩志强
张海英

(74) 专利代理机构 北京联瑞联丰知识产权代理
事务所(普通合伙) 11411

代理人 郑自群

(51) Int. Cl.

H02M 5/44(2006. 01)

H02M 3/28(2006. 01)

H02M 7/12(2006. 01)

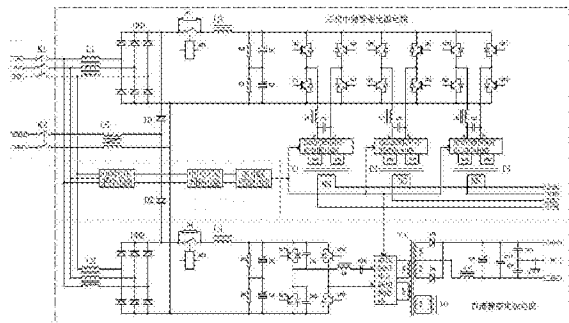
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源

(57) 摘要

本发明提出一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,包括三相中频静变电源电路、直流静变电源电路、电网电压采样电路、电压区间判断电路、串并联控制电路和原边绕组串并联切换电路;本发明既可单独提供交流电源或直流电源,又可同时提供交流电源和直流电源的交直流航空地面静态电源,全面覆盖现役飞机,一机多用,节省投资,方便使用。可采用世界各国的商用交流电源或采用交流发电机供电,可满足现役飞机在国内外自己供电;又可以采用电池组供电,方便野外或军事应用。电路拓扑结构简单,设备整体小型化,设计成带有滚轮的车型外壳,方便机载机动转场,在军事上有极高的应用价值。



1. 一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,其特征在于:包括三相中频静变电源电路、直流静变电源电路、电网电压采样电路、电压区间判断电路、串并联控制电路和原边绕组串并联切换电路;

所述三相中频静变电源电路包括:整流桥 DB1,用于将接入的三相交流电转换为直流电;由三个 H 桥逆变器组成的组合式三相逆变器;每个 H 桥逆变器后接一变压器;所述整流桥 DB1 经电感 L1 后接有交流输入开关 K1;

所述直流静变电源电路包括:整流桥 DB2,用于将接入的三相交流电转换为直流电;一个 H 桥逆变器;H 桥逆变器后接一变压器;所述整流桥 DB2 经电感 L2 后接交流输入开关 K1;

各变压器的原边包括两个绕组,每个变压器的两个绕组经原边绕组串并联切换电路后与所述 H 桥逆变器连接;

所述电网电压采样电路、电压区间判断电路和串并联控制电路依次连接,电网电压采样电路采集接入的三相交流电的信息并输送给电压区间判断电路,电压区间判断电路根据预设的值对该信息进行判断,并将判断结果输送给串并联控制电路,串并联控制电路根据该判断结果控制原边绕组串并联切换电路实现变压器的原边两个绕组的串并联切换;

所述三相中频静变电源电路和直流静变电源电路的直流母线经电感 L5 后连接有直流输入开关 K2。

2. 如权利要求 1 所述的一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,其特征在于:所述原边绕组串并联切换电路通过接触器切换电路连接的方式实现串并联切换。

3. 如权利要求 1 所述的一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,其特征在于:当所述电网电压采样电路采集到的电压信息为 200V、208V、220V、230V 或 240V 时,所述原边绕组串并联切换电路切换为使两个绕组并联;

当所述电网电压采样电路采集到的电压信息为 380V、400V、410V、440V 或 460V 时,所述原边绕组串并联切换电路切换为使两个绕组串联。

4. 如权利要求 1 所述的一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,其特征在于:所述直流输入开关 K2 与三相中频静变电源电路和直流静变电源电路的直流母线间设有防反接二极管。

5. 如权利要求 1 所述的一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,其特征在于:还包括带有滚轮的电源外壳。

一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源

技术领域

[0001] 本发明涉及航空地面电源领域,具体是一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源。

背景技术

[0002] 在航空业,各种地面保障设备要为飞机提供电力和压缩空气。飞机可以通过使用飞机发电机供电,然而,由于用飞机发电机发电会消耗燃料,而且更重要的是考虑到地面人员的安全,所以一般飞机在地面的任何时候启动都禁用飞机发电机。

[0003] 这样,飞机在地面通电、检修或启动时需外部提供电源,雷达、导弹等设备也需提供地面电源保障,其所用电源统称为航空地面电源(ground power unit),简称 GPU。

[0004] 但是,并不是所有飞机都设计成具有相同特性的供电源。例如,一些飞机使用交流电源,而有一些使用直流电源,还有一些同时使用交流电源和直流电源。因而,航空地面静态电源一般分为交流静态电源和直流静态电源。

[0005] 目前,大多数的民航飞机都要求地面提供交流 400Hz、115V/200V 的交流电源,交流静态电源的作用是将市电(50Hz、380V)变换为 400Hz、115V/200V 的交流电源;一些小型的商务机、战斗机、轰炸机等飞机还要求地面提供 28V 的直流电源,直流静态电源的作用是将市电(50Hz、380V)变换为 28V 的直流电源。我国有些型号的战斗机要求地面同时提供 400Hz 交流电源和 28V 直流电源。

[0006] 此外,即使两架飞机使用具有相同特性的 GPU 时,两架飞机也可以具有彼此不同的特性。因此,目前别无选择,只能设计、制造一种满足可能遇到的每架飞机供电标准的地面电源。

[0007] GPU 的供电来源通常分为两类:一类是通过柴油发电车发电获得,一类通过设置在停机坪的动力电源供电。随着现代战争中红外探测、制导武器性能不断地提高,军事装备的战场生存环境日趋恶劣。导弹攻击战斗车辆等地面目标主要运用的是红外制导技术,所以有内热源的电源车的红外隐身性能变得非常重要。能够用后备电池作为供电来源、代替柴油发电车,去掉内热源,会提高战场生存率。将后备电池组和静变 GPU 进行机载机动转场,战斗机在非机场的地方起降,在军事上也有极高的应用价值。

发明内容

[0008] 本发明提出一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,以解决现有技术中不同机种需要配备不同的电源设备的问题。

[0009] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0010] 一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,包括三相中频静变电源电路、直流静变电源电路、电网电压采样电路、电压区间判断电路、串并联控制电路和原边绕组串并联切换电路;

[0011] 所述三相中频静变电源电路包括:整流桥 DB1,用于将接入的三相交流电转换为

直流电；由三个 H 桥逆变器组成的组合式三相逆变器；每个 H 桥逆变器后接一变压器；所述整流桥 DB1 经电感 L1 后接有交流输入开关 K1；

[0012] 所述直流静变电源电路包括：整流桥 DB2，用于将接入的三相交流电转换为直流电；一个 H 桥逆变器；H 桥逆变器后接一变压器；所述整流桥 DB2 经电感 L2 后接交流输入开关 K1；

[0013] 各变压器的原边包括两个绕组，每个变压器的两个绕组经原边绕组串并联切换电路后与所述 H 桥逆变器连接；

[0014] 所述电网电压采样电路、电压区间判断电路和串并联控制电路依次连接，电网电压采样电路采集接入的三相交流电的信息并输送给电压区间判断电路，电压区间判断电路根据预设的值对该信息进行判断，并将判断结果输送给串并联控制电路，串并联控制电路根据该判断结果控制原边绕组串并联切换电路实现变压器的原边两个绕组的串并联切换；

[0015] 所述三相中频静变电源电路和直流静变电源电路的直流母线经电感 L5 后连接有直流输入开关 K2。

[0016] 进一步地，所述原边绕组串并联切换电路通过接触器切换电路连接的方式实现串并联切换。

[0017] 进一步地，当所述电网电压采样电路采集到的电压信息为 200V、208V、220V、230V 或 240V 时，所述原边绕组串并联切换电路切换为使两个绕组并联；

[0018] 当所述电网电压采样电路采集到的电压信息为 380V、400V、410V、440V 或 460V 时，所述原边绕组串并联切换电路切换为使两个绕组串联。

[0019] 进一步地，所述直流输入开关 K2 与三相中频静变电源电路和直流静变电源电路的直流母线间设有防反接二极管。

[0020] 进一步地，还包括带有滚轮的电源外壳。

[0021] 本发明的有益效果为：

[0022] 1、提供一种既可单独提供交流电源或直流电源，又可同时提供交流电源和直流电源的交直流航空地面静态电源，全面覆盖现役飞机，一机多用，节省投资，方便使用。

[0023] 2、多种供电方式：可采用世界各国的商用交流电源或采用交流发电机供电，可满足现役飞机在国内外自己供电；又可以采用电池组供电，方便野外或军事应用。

[0024] 3、小型化：电路拓扑结构简单，设备整体小型化，设计成带有滚轮的车型外壳，方便机载机动转场，在军事上有极高的应用价值。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，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。

[0026] 图 1 是本发明一个应用场景示意图；

[0027] 图 2 是本发明主电路图；

[0028] 图 3 是本发明一个原边绕组串并联切换电路的电路图；

[0029] 图 4 是单极性 SPWM 倍频式控制波形图；

[0030] 图 5 是有限双极性 ZVZCS 控制波形图。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0032] 如图 1 所示,本实施例中的一种适应多种供电方式的飞机地面小型化电源,包括三相中频静变电源电路、直流静变电源电路、电网电压采样电路、电压区间判断电路、串并联控制电路和原边绕组串并联切换电路；

[0033] 所述三相中频静变电源电路包括:整流桥 DB1,用于将接入的三相交流电转换为直流电;由三个 H 桥逆变器组成的组合式三相逆变器;每个 H 桥逆变器后接一变压器;所述整流桥 DB1 经电感 L1 后接有交流输入开关 K1；

[0034] 所述直流静变电源电路包括:整流桥 DB2,用于将接入的三相交流电转换为直流电;一个 H 桥逆变器;H 桥逆变器后接一变压器;所述整流桥 DB2 经电感 L2 后接交流输入开关 K1；

[0035] 各变压器的原边包括两个绕组,每个变压器的两个绕组经原边绕组串并联切换电路后与所述 H 桥逆变器连接；

[0036] 所述电网电压采样电路、电压区间判断电路和串并联控制电路依次连接,电网电压采样电路采集接入的三相交流电的信息并输送给电压区间判断电路,电压区间判断电路根据预设的值对该信息进行判断,并将判断结果输送给串并联控制电路,串并联控制电路根据该判断结果控制原边绕组串并联切换电路实现变压器的原边两个绕组的串并联切换；

[0037] 所述三相中频静变电源电路和直流静变电源电路的直流母线经电感 L5 后连接有直流输入开关 K2。

[0038] 本实施例中,所述原边绕组串并联切换电路通过接触器切换电路连接的方式实现串并联切换。

[0039] 本实施例中,当所述电网电压采样电路采集到的电压信息为 200V、208V、220V、230V 或 240V 时,所述原边绕组串并联切换电路切换为使两个绕组并联；

[0040] 当所述电网电压采样电路采集到的电压信息为 380V、400V、410V、440V 或 460V 时,所述原边绕组串并联切换电路切换为使两个绕组串联。

[0041] 本实施例中,所述直流输入开关 K2 与三相中频静变电源电路和直流静变电源电路的直流母线间设有防反接二极管。

[0042] 本实施例中,还包括带有滚轮的电源外壳。

[0043] 本实施例的设计思路如下：

[0044] 一、为了既可单独提供交流电源或直流电源,又可同时提供交流电源和直流电源,全面覆盖现役飞机,所采用的技术方案是:将一套完整的 115/200V、400HZ 三相中频静变电源电路和一套完整的 28V 直流静变电源电路整合在一起,并设于带有滚轮的外壳内,组成

航空地面交直流电源车（即本发明的适应多种供电方式的飞机地面小型化电源），可牵引，可移动。见图 1 中的 #1 小车。两套电源各自独立控制，可以独立使用。

[0045] 二、为了实现多种供电方式

[0046] 要能适应较宽的电压范围和频率范围的交流电和备用电池组的直流电源，需要有合适的电路拓扑结构来完成，是本发明的关键技术之一。

[0047] 第一种供电方式，GPU 可以驳接目前世界各国机场的三相交流电网，在世界各地均可使用。由此可见，要能接受交流输入电压频率 50HZ、60HZ 或 400HZ。

[0048] 第二种供电方式，要可以接交流发电机，一般发电机输出的电压和频率都符合商用交流电源的标准或 400HZ 柴油三相中频发电机车，对此项不用特别设计。

[0049] 第三种供电方式，接备用电池组，主要针对电网停电、野外状况下对飞机启动或通电检查提供电源。将后备电池组和静变型 GPU 进行野外应用，在军事上有极高的应用价值。

[0050] 针对第一种供电方式：

[0051] GPU 可用的电网供电一般为该飞机机场的国家所用的商用电网供电。全球机场三相交流电源的电压、频率对照表如下：

频率 / 相位	线电压（有效值）	使用地
50HZ / 三相	200V ± 10%	国外
	220V ± 10%	
	400V ± 10%	
	380V ± 10%	国内
60HZ / 三相	208V ± 10%	国外
	230V ± 10%	
	400V ± 10%	
	460V ± 10%	
400HZ / 三相	200V ± 10%	军用

[0052] 根据上表所示，全球三相交流电源的线电压可分为两组，安全好的低压组和传输效率高的高压组。

[0053] 低压组：200V、208V、220V、230V 和 240V。比如日本：50HZ，200V/115Vrms。同时军用 400HZ/ 三相 200V 也纳入低压组。

[0054] 高压组：380V、400V、410V、440V 和 460V。比如欧洲：50HZ，400V/230Vrms，美国：60HZ，460V/230Vrms，中国：50HZ，380V/220Vrms。

[0055] 通过上边的电压数值，可以看出，虽然电压范围很宽，它们之间的规律是高压组电压是低压组电压的两倍。故我们采用如下结构：变压器的原边分成相同的两个绕组，对于低

压组电压,将两个原边绕组并联;对于高压组电压,将两个原边绕组串联,将输入输出电压进行了匹配。

[0057] 本实施例采用的原边绕组串并联切换电路参看图 3,工作原理如下:在接受不同的交流输入电压时,在输入端设有电网电压采样电路,通过实际采样测量电网电压,电压区间判断电路根据电压值,判断其所处于的电压等级范围,串并联控制电路调整原边绕组串并联切换电路的接触器 KM,完成主电路对电网电压的自适应,做出相应的模式设定。即:原边绕组串联工作的高压输入模式,原边绕组并联工作的高压输入模式。

[0058] 而针对交流输入电压频率 50HZ、60HZ 或 400HZ,所选用的组合式三相逆变器都是适用的。

[0059] 这种电路拓扑的优点是:电路结构简单,工作可靠。自动完成模式设定、无需手动操作,避免人为错误操作。两种工作模式下,整流桥全用不控整流,电网电压利用率最高。

[0060] 针对第三种供电方式,备用电池组。备用电池组的电压、备用电池组的类型是电源的关键技术之一。本实施例的备用电池组输入直挂三相整流后的直流母线。故电池组的电压和低压输入模式的整流电压设计成一致,会使直流输入方式实现起来变得简单和经济。低压组的整流电压在 200VDC-360VDC 之间,故取其中间值 280VDC,选用 12V 的免维护胶体蓄电池 22 节,或选用 280VDC 的锂电池组。电池组输入串有大功率二极管,具有防反接保护功能,提高使用安全性。

[0061] 电池组配有 BMS(电池管理系统),对电池组进行充电、放电、单电池电压检测等管理。并将电池组和 BMS 组成后备电瓶车,可牵引,可移动。见图 1 中的 #2 小车。

[0062] 三、小型化

[0063] 取决于三相中频静变电源电路和直流静变电源电路选用何种主电路拓扑。主电路如图 2。

[0064] 首先:三相中频静变电源电路的技术方案

[0065] 中国专利申请、公开号 CN103427667A 公开了《一种高性能静变电中频电源》,该技术的三相中频静变电源是选用交-直-交的方式完成功率变换,文中 [0008] 条:每一组 IGBT 逆变桥的桥路输出分别通过电感 L 后与一组逆变变压器初级端电连接,每组逆变变压器次级端并接一个电容。此种方案有个问题:原边串电感和输出端并电容组成 LC 滤波器,这样的实施方法使得中频逆变变压器的原边的电压电流谐波非常大,中频变压器温升较大,噪音较大。

[0066] 本实施例的 115/200V, 400HZ 三相中频静变电源电路的主电路也选用交-直-交的方式完成功率变换,用 SPWM 调压方式,采用三个独立 H 桥逆变器组成的组合式三相逆变器,适用于 100%不平衡负载。

[0067] 三个 H 桥逆变器都采用相同的 SPWM 控制方案,每个 H 桥均采用单极性 SPWM 倍频调制方式(见图 4),即用两个频率、幅值相同、相位相反的三角波和 400HZ 基准正弦波交截产生 SPWM 控制信号,分别加在每个 H 桥的上桥臂,使得两个桥臂输出电压为一个三阶 SPWM 脉冲波形,且脉冲频率为三角波频率的两倍。H 桥逆变器输出 SPWM 波的脉动频率为三角波频率的 2 倍,使得输出的波形谐波含量大大降低。高的载波频率比,大大降低 400HZ 输出滤波器的体积。先经 LC 滤波再经中频变压器隔离输出。这样做,中频变压器仅工作在谐波含量非常低的 400HZ 下,工作噪音大大降低。

[0068] 此外, 逆变变压器采用铁基非晶材料设计, 铁芯利用率高, 铁损小, 体积小。

[0069] 400HZ 三相正弦基准信号采用晶振来定频的直接数字合成 (DDS) 式正弦波形产生方式, 正弦波输出纯净稳定。逆变波形控制采用输出电压瞬时值波形控制, 反应速度快稳, 波形失真度小。

[0070] 第二: 直流静变电源电路的技术方案

[0071] 中国专利、公告号 CN202931196U 公开了一种《航空地面直流静态电源》, 该专利是将 115/200V, 400HZ 三相中频静变电源的输出接一中频降压隔离变压器, 整流输出 28V 直流电。整流为不控整流。其缺点是中频变压器体积大, 笨重。另外不控整流不能使末端输出进行自动稳压, 无法保证末端电压的高精度输出。

[0072] 美国专利文献号 WO2011071664A2 公开了一种《GROUND POWER UNIT FOR AIRCRAFT》, 采用高频变换技术, 变换器还采用了零电压开关技术, 使得 28V 飞机地面电源具有很高的技术性能。

[0073] 本实施例的直流静变电源电路的主回路采用有限双极性控制的控制方法 (见图 5), 配合含有谐振电路实现超前和滞后桥臂全范围的 ZVZCS 的全桥软开关拓扑, 软开关的关键是要采用有限双极性的逻辑控制使谐振电路形成的电流或电压波形满足 IGBT 工作在零电流或零电压状态。使用 ZVZCS 软开关变换器, 更适用于要求可靠性极高的飞机地面电源, 因为其具有以下优点:

[0074] 1、由于零电压零电流的开关状态, 器件的开关损耗几乎为零, 高频变压器采用纳米非晶磁芯, 高频铁损在大功率应用中是最低的, 从而使工作效率更高。

[0075] 2、由于低散热要求和 IGBT 无缓冲器运行, 所以 DCDC 转换器的尺寸和重量进一步减少, 从而得到高的功率密度。

[0076] 3、因为功率器件在软开关期间具有最小的开关应力, 所以直流电源的可靠性得到提高。

[0077] 4、由于较低的 dv/dt 的谐振电压脉冲, 电磁干扰 (EMI) 大大降低。

[0078] 5、因为工作频率大于 20KHZ, 所以噪音很小。

[0079] 而它的主要缺点是谐振电路成本的增加和电路复杂性的增加, 但对于要求高可靠性的飞机地面电源, 这些成本可以接受。

[0080] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

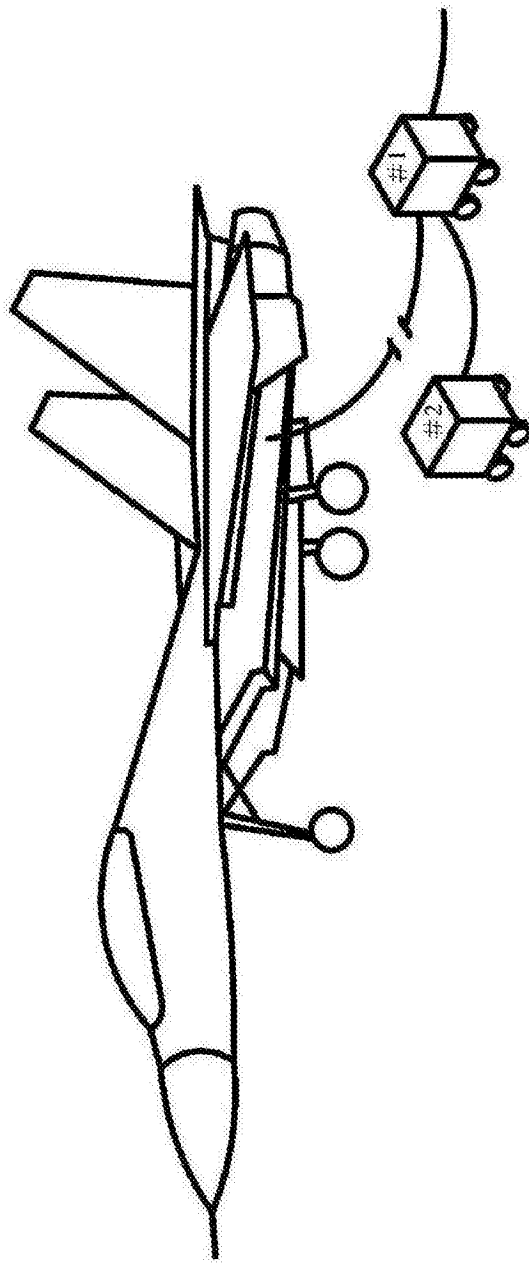


图 1

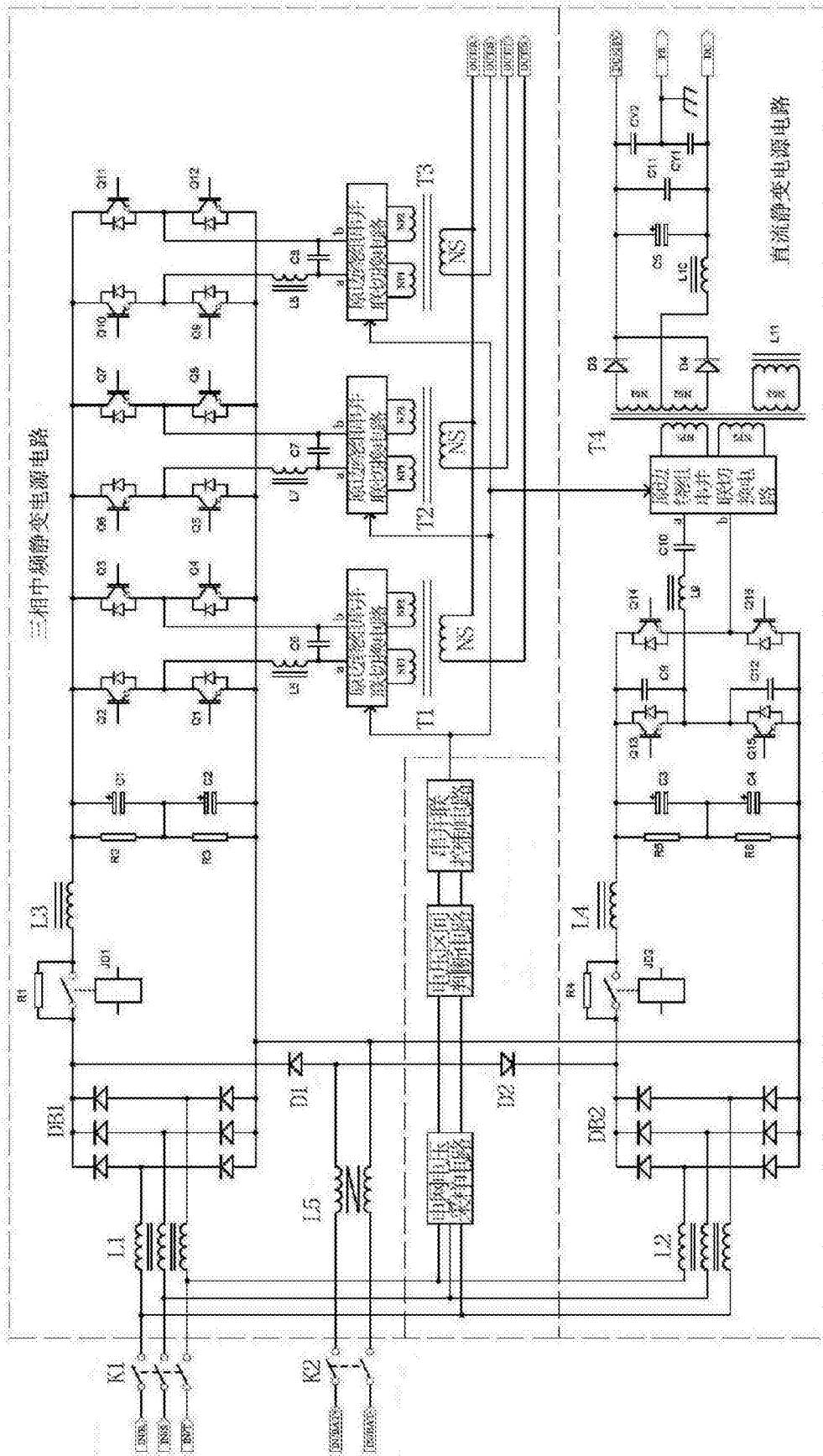


图 2

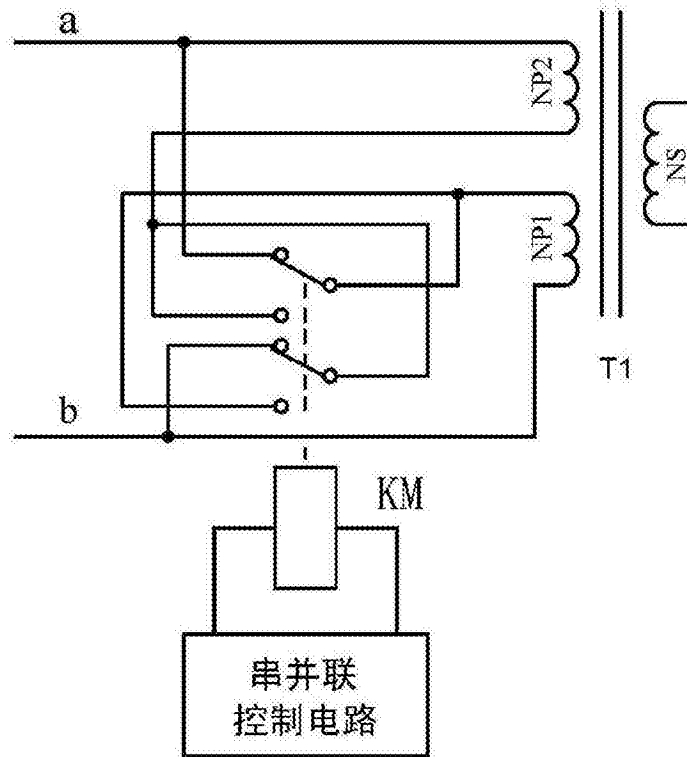


图 3

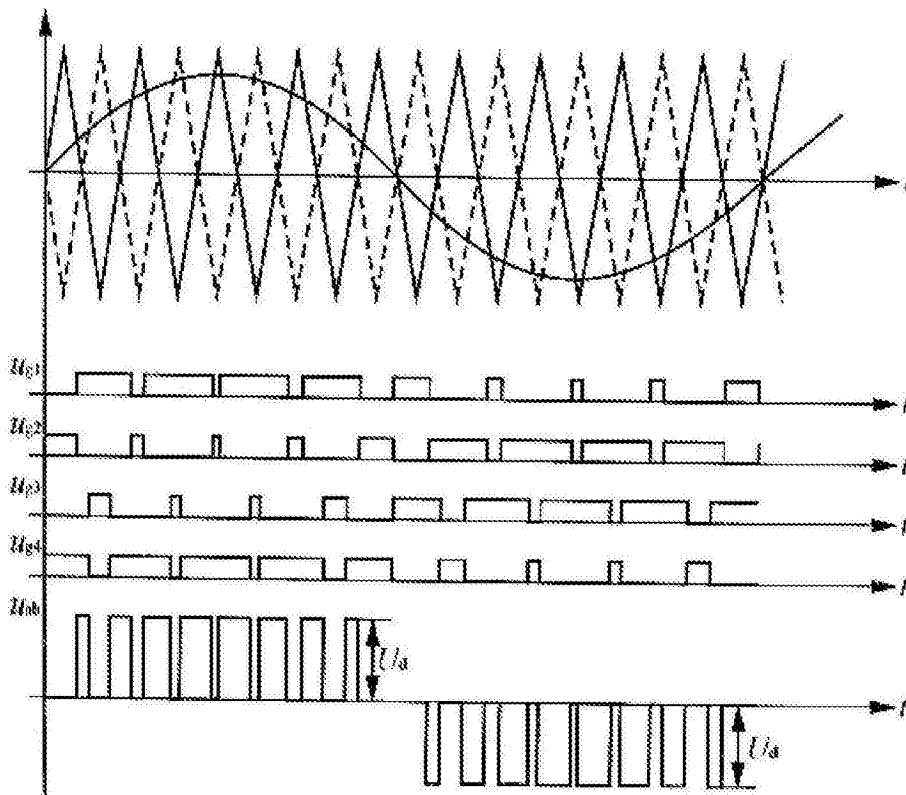


图 4

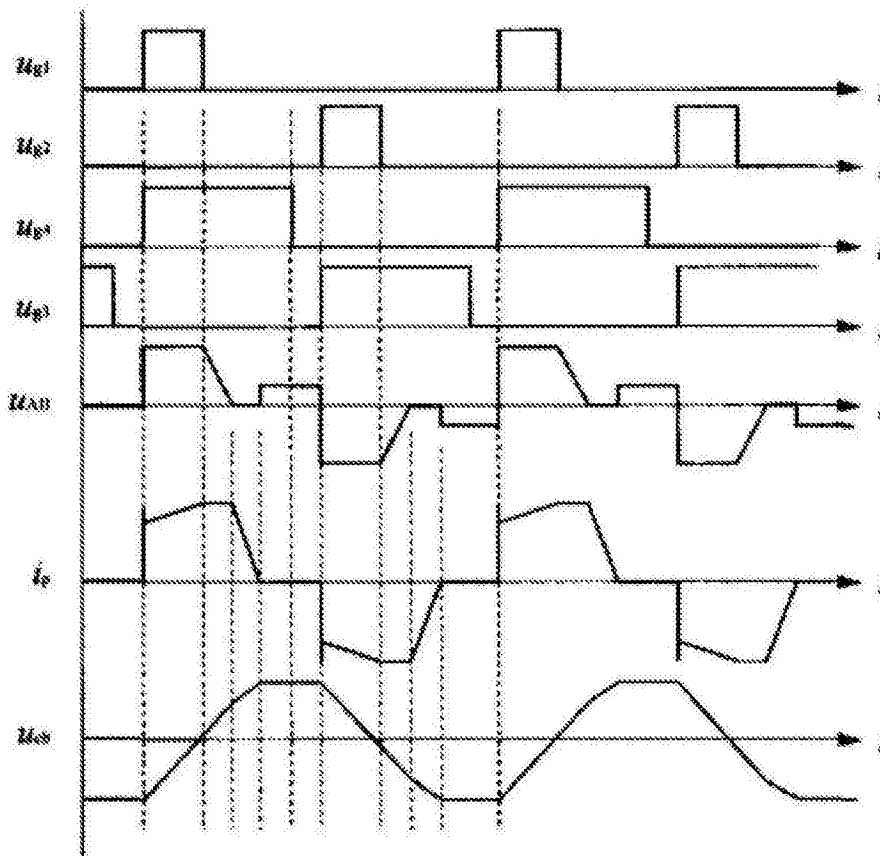


图 5