



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110190760 A
(43)申请公布日 2019.08.30

(21)申请号 201910451594.0

(22)申请日 2019.05.28

(71)申请人 上海联影医疗科技有限公司
地址 201807 上海市嘉定区城北路2258号

(72)发明人 董斌 祝国平 柳玉锋

(74)专利代理机构 北京华进京联知识产权代理有限公司 11606
代理人 熊曲 哈达

(51)Int.Cl.
H02M 7/217(2006.01)

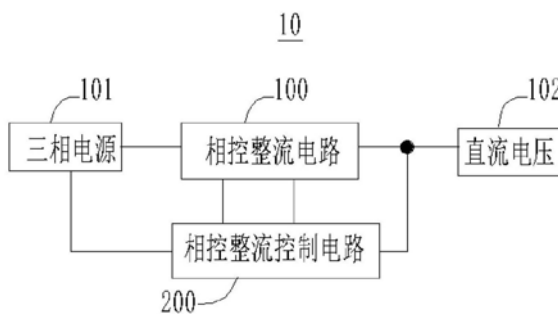
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

高压发生器整流装置

(57)摘要

本申请提供了一种高压发生器整流装置,包括相控整流电路、相控整流控制电路。相控整流电路的第一输入端与三相电源电连接。相控整流电路的输出端用于输出直流电压。相控整流控制电路的第一输入端与三相电源电连接,并用于检测三相电源的相位。相控整流控制电路的第二输入端与相控整流电路的输出端电连接,并用于检测相控整流电路当前输出的直流电压。相控整流控制电路的第一输出端与相控整流电路的控制端电连接。相控整流控制电路的第二输出端与相控整流电路的第二输入端电连接。相控整流控制电路基于三相电源的相位和当前输出的直流电压调整相控整流电路的导通角,以实现恒定输出直流电压。



1. 一种高压发生器整流装置,其特征在于,包括:

相控整流电路,所述相控整流电路的第一输入端与三相电源电连接,所述相控整流电路的输出端用于输出直流电压;

相控整流控制电路,所述相控整流控制电路的第一输入端与所述三相电源电连接,并用于检测所述三相电源的相位,所述相控整流控制电路的第二输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压,所述相控整流控制电路的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述相控整流控制电路的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接;以及

所述相控整流控制电路基于所述三相电源的相位和当前输出的所述直流电压调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。

2. 如权利要求1所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述相控整流控制电路包括:

数字相位控制电路,所述数字相位控制电路的第一输入端与所述三相电源电连接,并用于检测所述三相电源的相位,所述数字相位控制电路的第二输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压,所述数字相位控制电路的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述数字相位控制电路的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接;

所述数字相位控制电路基于所述三相电源的相位和当前输出的所述直流电压调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。

3. 如权利要求2所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述数字相位控制电路包括:

相位检测电路,所述相位检测电路的输入端与所述三相电源电连接,所述相位检测电路用于检测所述三相电源的相位;

微控制器,所述微控制器的第一输入端与所述相位检测电路的输出端电连接,所述微控制器的第二输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,所述微控制器的第二输入端用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压;

开关驱动电路,所述开关驱动电路的输入端与所述微控制器的输出端电连接,所述开关驱动电路的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述开关驱动电路的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接;以及

所述微控制器根据所述三相电源的相位和当前输出的所述直流电压通过所述开关驱动电路调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。

4. 如权利要求3所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述相位检测电路包括:

比较器,所述比较器的输出端与所述微控制器的第一输入端电连接,所述比较器的第一输入端接地;

运算放大器,所述运算放大器的输出端与所述比较器的第二输入端电连接,所述运算放大器的正向输入端与所述三相电源的第一相电连接,所述运算放大器的反向输入端与所述三相电源的第二相或第三相电连接;或者,

所述运算放大器的正向输入端与所述三相电源的第二相电连接,所述运算放大器的反向输入端与所述三相电源的第三相电连接。

5. 如权利要求3所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述开关驱动电路包括:

第一开关管,所述第一开关管的第一端与所述微控制器的输出端电连接,所述第一开关管的第二端接地;

变压器,所述变压器的第一输入端与所述第一开关管的第三端电连接,所述变压器的第二输入端与所述第二开关管的第三端电连接,所述变压器的第三输入端用于输入电源电压;以及

整流桥,所述整流桥的第一输入端与所述变压器的第一输出端电连接,所述整流桥的第二输入端与所述变压器的第二输出端电连接,所述整流桥的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述整流桥的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接。

6. 如权利要求5所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述开关驱动电路还包括:

第五电阻,所述第五电阻的第一端与所述整流桥的第一输出端电连接,所述第五电阻的第二端与所述相控整流电路的控制端电连接。

7. 如权利要求2所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述数字相位控制电路还包括:

电压检测电路,所述电压检测电路的输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压,所述电压检测电路的输出端与所述微控制器的第二输入端电连接。

8. 如权利要求1所述的高压发生器整流装置,其特征在于,所述相控整流电路包括:

第一晶闸管,所述第一晶闸管的第一端与所述三相电源的第一相电连接,所述第一晶闸管的第二端分别与所述相控整流控制电路的第二输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第一晶闸管的控制端与所述相控整流控制电路的第一输出端电连接;

第二晶闸管,所述第二晶闸管的第一端与所述三相电源的第二相电连接,所述第二晶闸管的第二端分别与所述相控整流控制电路的第二输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第二晶闸管的控制端与所述相控整流控制电路的第一输出端电连接;

第三晶闸管,所述第三晶闸管的第一端与所述三相电源的第三相电连接,所述第三晶闸管的第二端分别与所述相控整流控制电路的第二输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第三晶闸管的控制端与所述相控整流控制电路的第一输出端电连接。

9. 如权利要求1所述的高压发生器整流装置,其特征在于,还包括:

共模电感,所述共模电感的输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,所述共模电感的输出端与所述相控整流控制电路的第二输入端电连接,所述共模电感的输出端还用于输出所述直流电压。

10. 如权利要求1所述的高压发生器整流装置,其特征在于,还包括:

第二电容,所述第二电容的第一端分别与所述相控整流电路的正向输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第二电容的第二端分别与所述相控整流电路的负向输出端和所述直流电压的负极电连接。

高压发生器整流装置

技术领域

[0001] 本申请涉及电力电子技术领域,特别是涉及高压发生器整流装置。

背景技术

[0002] 在电力电子领域,高压发生器是各种大功率电源的核心发电装置,发电装置是否能够长期可靠无故障运行、及时发现故障减小故障维护时间,直接关系大功率电源生产厂商的经济效益。

[0003] 近些年,为高压发生器提供直流电压源的高压发生器整流装置,多为接触器加不控整流桥类型。该类型高压发生器整流装置需要额外软起装置实现高压发生器整流装置的软启动,同时需要接触器的配合,实现网电可控分断。

[0004] 现有的高压发生器整流装置需要额外的软起装置实现软启动,结构复杂,实现不了对母线电压的调节,并且无法在强磁场、高加速度、高震动环境中保持可靠工作。

发明内容

[0005] 基于此,有必要针对现有高压发生器整流装置自身无法实现软启动,结构复杂,实现不了对母线电压的调节,无法在强磁场、高加速度、高震动环境中保持可靠工作的问题,提供一种高压发生器整流装置。

[0006] 一种高压发生器整流装置,包括:

[0007] 相控整流电路,所述相控整流电路的第一输入端与三相电源电连接,所述相控整流电路的输出端用于输出直流电压;

[0008] 相控整流控制电路,所述相控整流控制电路的第一输入端与所述三相电源电连接,并用于检测所述三相电源的相位,所述相控整流控制电路的第二输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压,所述相控整流控制电路的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述相控整流控制电路的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接;以及

[0009] 所述相控整流控制电路基于所述三相电源的相位和当前输出的所述直流电压调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。

[0010] 在其中一个实施例中,所述相控整流控制电路包括:

[0011] 数字相位控制电路,所述数字相位控制电路的第一输入端与所述三相电源电连接,并用于检测所述三相电源的相位,所述数字相位控制电路的第二输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压,所述数字相位控制电路的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述数字相位控制电路的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接;

[0012] 所述数字相位控制电路基于所述三相电源的相位和当前输出的所述直流电压调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。

[0013] 在其中一个实施例中,所述数字相位控制电路包括:

[0014] 相位检测电路,所述相位检测电路的输入端与所述三相电源电连接,所述相位检测电路用于检测所述三相电源的相位;

[0015] 微控制器,所述微控制器的第一输入端与所述相位检测电路的输出端电连接,所述微控制器的第二输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,所述微控制器的第二输入端用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压;

[0016] 开关驱动电路,所述开关驱动电路的输入端与所述微控制器的输出端电连接,所述开关驱动电路的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述开关驱动电路的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接;以及

[0017] 所述微控制器根据所述三相电源的相位和当前输出的所述直流电压通过所述开关驱动电路调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。

[0018] 在其中一个实施例中,所述相位检测电路包括:

[0019] 比较器,所述比较器的输出端与所述微控制器的第一输入端电连接,所述比较器的第一输入端接地;

[0020] 运算放大器,所述运算放大器的输出端与所述比较器的第二输入端电连接,所述运算放大器的正向输入端与所述三相电源的第一相电连接,所述运算放大器的反向输入端与所述三相电源的第二相或第三相电连接;或者,

[0021] 所述运算放大器的正向输入端与所述三相电源的第二相电连接,所述运算放大器的反向输入端与所述三相电源的第三相电连接。

[0022] 在其中一个实施例中,所述开关驱动电路包括:

[0023] 第一开关管,所述第一开关管的第一端与所述微控制器的输出端电连接,所述第一开关管的第二端接地;

[0024] 变压器,所述变压器的第一输入端与所述第一开关管的第三端电连接,所述变压器的第二输入端与所述第二开关管的第三端电连接,所述变压器的第三输入端用于输入电源电压;以及

[0025] 整流桥,所述整流桥的第一输入端与所述变压器的第一输出端电连接,所述整流桥的第二输入端与所述变压器的第二输出端电连接,所述整流桥的第一输出端与所述相控整流电路的控制端电连接,所述整流桥的第二输出端与所述相控整流电路的第二输入端电连接。

[0026] 在其中一个实施例中,所述开关驱动电路还包括:

[0027] 第五电阻,所述第五电阻的第一端与所述整流桥的第一输出端电连接,所述第五电阻的第二端与所述相控整流电路的控制端电连接。

[0028] 在其中一个实施例中,所述数字相位控制电路还包括:

[0029] 电压检测电路,所述电压检测电路的输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路当前输出的所述直流电压,所述电压检测电路的输出端与所述微控制器的第二输入端电连接。

[0030] 在其中一个实施例中,所述相控整流电路包括:

[0031] 第一晶闸管,所述第一晶闸管的第一端与所述三相电源的第一相电连接,所述第一晶闸管的第二端分别与所述相控整流控制电路的第二输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第一晶闸管的控制端与所述相控整流控制电路的第一输出端电连接;

[0032] 第二晶闸管,所述第二晶闸管的第一端与所述三相电源的第二相电连接,所述第二晶闸管的第二端分别与所述相控整流控制电路的第二输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第二晶闸管的控制端与所述相控整流控制电路的第一输出端电连接;

[0033] 第三晶闸管,所述第三晶闸管的第一端与所述三相电源的第三相电连接,所述第三晶闸管的第二端分别与所述相控整流控制电路的第二输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第三晶闸管的控制端与所述相控整流控制电路的第一输出端电连接。

[0034] 在其中一个实施例中,所述高压发生器整流装置还包括:

[0035] 共模电感,所述共模电感的输入端与所述相控整流电路的输出端电连接,所述共模电感的输出端与所述相控整流控制电路的第二输入端电连接,所述共模电感的输出端还用于输出所述直流电压。

[0036] 在其中一个实施例中,所述高压发生器整流装置还包括:

[0037] 第二电容,所述第二电容的第一端分别与所述相控整流电路的正向输出端和所述直流电压的正极电连接,所述第二电容的第二端分别与所述相控整流电路的负向输出端和所述直流电压的负极电连接。

[0038] 与现有技术相比,上述高压发生器整流装置,将所述三相电源输入的相电压通过所述相控整流电路进行整流后,输出所述直流电压;同时通过所述相控整流控制电路的配合,利用所述相控整流控制电路检测所述三相电源的相位,并基于所述相控整流电路当前输出的所述直流电压调整所述相控整流电路的导通角,以实现恒定输出所述直流电压。本申请不仅能实现高压发生器整流装置的软启动、可控分断功能;还能够实现对母线电压的调节,以实现恒定输出所述直流电压,从而提高在强磁场、高加速度、高震动环境下可靠运行的能力。

附图说明

[0039] 图1为本申请一实施例提供的高压发生器整流装置的电路框图;

[0040] 图2为本申请一实施例提供的高压发生器整流装置的电路示意图;

[0041] 图3为本申请一实施例提供的微控制器在网电正向相序下 30° 控制角的触发脉冲示意图;

[0042] 图4为本申请一实施例提供的微控制器在网电反向相序下 30° 控制角的触发脉冲示意图;

[0043] 图5为本申请一实施例提供的微控制器实际得到的网电信号波形示意图;

[0044] 图6为本申请一实施例提供的相位检测电路检测的电压过零点示意图;

[0045] 图7为本申请一实施例提供的相位检测电路的电路示意图;

[0046] 图8为本申请一实施例提供的开关驱动电路的电路示意图;

[0047] 图9为本申请一实施例提供的微控制器的 30° 控制角网电波形示意图;

[0048] 图10为本申请一实施例提供的微控制器的 90° 控制角网电波形示意图。

[0049] 10高压发生器整流装置 11主机设备

[0050] 100相控整流电路 101三相电源 102直流电压

[0051] 111第一晶闸管 112第二晶闸管 113第三晶闸管

[0052] 114第四晶闸管 115第五晶闸管 116第六晶闸管

[0053]	200相控整流控制电路	201数字相位控制电路	201电源电压
[0054]	210相位检测电路	211比较器	212运算放大器
[0055]	213第一电阻	214第二电阻	215第三电阻
[0056]	216第四电阻		220微控制器
[0057]	230开关驱动电路	231第一开关管	232非门
[0058]	233第二开关管	234变压器	235整流桥
[0059]	236第一电感	237第五电阻	238第一电容
[0060]	240电压检测电路	250控制接口	
[0061]	300滤波电路		
[0062]	400共模电感	410第二电容	

具体实施方式

[0063] 为使本申请的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本申请的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请。但是本申请能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本申请内涵的情况下做类似改进，因此本申请不受下面公开的具体实施的限制。

[0064] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。

[0065] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0066] 请参见图1，本申请一实施例提供一种高压发生器整流装置10，包括：相控整流电路100、相控整流控制电路200。所述相控整流电路100的第一输入端与三相电源101电连接。所述相控整流电路100的输出端用于输出直流电压102。所述相控整流控制电路200的第一输入端与所述三相电源101电连接，并用于检测所述三相电源101的相位。所述相控整流控制电路200的第二输入端与所述相控整流电路100的输出端电连接，并用于检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102。

[0067] 所述相控整流控制电路200的第一输出端与所述相控整流电路100的控制端电连接。所述相控整流控制电路200的第二输出端与所述相控整流电路100的第二输入端电连接。所述相控整流控制电路200基于所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角，以实现恒定输出所述直流电压102。

[0068] 可以理解，所述相控整流电路100的具体电路结构不做具体的限定，只要具有将所述三相电源101进行整流并输出所述直流电压102即可。所述相控整流电路100的具体电路结构，可根据实际需求进行选择。在一个实施例中，所述相控整流电路100可以为三相全桥整流电路。在一个实施例中，所述相控整流电路100也可以为三相半桥整流电路。在一个实施例中，所述相控整流电路100还可由至少三个晶闸管组成。

[0069] 可以理解，所述相控整流控制电路200的具体电路结构不做具体的限定，只要具有

基于所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102的功能即可。所述相控整流控制电路200的具体电路结构,可根据实际需求进行选择。在一个实施例中,所述相控整流控制电路200可由MCU配合相位检测器组成。在一个实施例中,所述相控整流控制电路200可由MCU、相位检测器、驱动器以及电压检测器组成。

[0070] 在一个实施例中,所述相控整流控制电路200的第一输入端与所述三相电源101电连接,用于检测所述三相电源101的相位。具体的,可通过相位检测器检测所述三相电源101的相位。在一个实施例中,所述三相电源101的相位可以是波峰或波谷或过零点的位置。

[0071] 利用所述相控整流控制电路200检测所述三相电源101的相位,以及所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102,从而根据所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角,不仅能实现软启动、可控分断功能,还能实现恒定输出所述直流电压102,进而提高在强磁场、高加速度、高震动环境下可靠运行的能力。

[0072] 本实施例中,将所述三相电源101输入的相电压通过所述相控整流电路100进行整流后,输出所述直流电压102;同时通过所述相控整流控制电路200的配合,利用所述相控整流控制电路200检测所述三相电源101的相位,并基于所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。本实施例不仅能实现高压发生器整流装置10的软启动、可控分断功能;还能够实现对母线电压的调节,以实现恒定输出所述直流电压102,从而提高在强磁场、高加速度、高震动环境下可靠运行的能力。

[0073] 请参见图2,在一个实施例中,所述相控整流控制电路200包括:数字相位控制电路201。所述数字相位控制电路201的第一输入端与所述三相电源101电连接,并用于检测所述三相电源101的相位。所述数字相位控制电路201的第二输入端与所述相控整流电路100的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102。所述数字相位控制电路201的第一输出端与所述相控整流电路100的控制端电连接。

[0074] 所述数字相位控制电路201的第二输出端与所述相控整流电路100的第二输入端电连接。所述数字相位控制电路201基于所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0075] 可以理解,所述数字相位控制电路201的具体电路结构不做具体的限定,只要具有检测所述三相电源101的相位和所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102,并基于二者调整所述相控整流电路100的导通角的功能即可。在一个实施例中,所述数字相位控制电路201可由数字控制器、相位检测器以及开关驱动器组成。在一个实施例中,所述数字相位控制电路201也可由数字控制器、相位检测器、开关驱动器以及电压检测器组成。

[0076] 在一个实施例中,所述三相电源101的交流输入AC_A、AC_B、AC_C相序会呈现正向A→B→C或者反向A→C→B,不同的网电相序对应不同的控制时序。而所述数字相位控制电路201(即所述相控整流控制电路200)能够在不同的相序下自动调整控制逻辑,具有识别网电相序并对网电相序进行自适应的能力。在一个实施例中,在不同网电相序下30°控制角的晶闸管门极触发脉冲如图3和图4所示。

[0077] 本实施例中,利用所述数字相位控制电路201的数字控制优势,使得所述高压发生

器整流装置10能对所述三相电源101的频率、相序进行自适应,更快的感知网电(即所述三相电源101)过欠压、网电缺相、负载短路等故障并做出智能判断在不同情况下做出不同处理方式,从而提高运行的可靠性。

[0078] 在一个实施例中,所述数字相位控制电路201包括:相位检测电路210、微控制器220、开关驱动电路230。所述相位检测电路210的输入端与所述三相电源101电连接。所述相位检测电路210用于检测所述三相电源101的相位。所述微控制器220的第一输入端与所述相位检测电路210的输出端电连接。所述微控制器220的第二输入端与所述相控整流电路100的输出端电连接。所述微控制器220的第二输入端用于检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102。

[0079] 所述开关驱动电路230的输入端与所述微控制器220的输出端电连接。所述开关驱动电路230的第一输出端与所述相控整流电路100的控制端电连接。所述开关驱动电路230的第二输出端与所述相控整流电路100的第二输入端电连接。所述微控制器220根据所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102通过所述开关驱动电路230调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0080] 可以理解,所述相位检测电路210的具体电路结构不做具体的限定,只要具有检测所述三相电源101相位的功能即可。所述相位检测电路210的具体电路结构,可根据实际需求进行选择。在一个实施例中,所述相位检测电路210可由相位检测仪组成。在一个实施例中,所述相位检测电路210也可由普通运算放大器、比较器以及电阻搭建组成。利用所述相位检测电路210实时检测所述三相电源101的相位,并将检测结果发送至所述微控制器220,以使所述微控制器220调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0081] 在一个实施例中,所述微控制器220可以是数字控制器。在一个实施例中,所述微控制器220也可以是MCU(微控制单元)。利用所述微控制器220接收所述相位检测电路210实时检测的所述三相电源101的相位,以及所述微控制器220检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102,从而基于二者并通过所述开关驱动电路230调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0082] 可以理解,所述开关驱动电路230的具体电路结构不做具体的限定,只要具有基于所述微控制器220输出的控制信号调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102的功能即可。所述开关驱动电路230的具体电路结构,可根据实际需求进行选择。在一个实施例中,所述开关驱动电路230可由晶闸管、变压器、整流桥搭建的电路构成。在一个实施例中,所述开关驱动电路230也可由晶闸管、变压器、整流器以及电阻搭建的电路构成。

[0083] 在一个实施例中,所述数字相位控制电路201(即所述相控整流控制电路200)具有相位补偿的功能。具体的,所述微控制器220实际得到的网电信号波形示意图如图5所示,因采样电路(即所述相位检测电路210)的滤波与所述微控制器220的延时不可避免的产生网电同步信号的相位误差,该相位差不仅造成了控制角度的误差,又导致控制角存在一定死区无法到达 0° 。而所述数字相位控制电路201能够对延时进行补偿,可以得到无相位误差的网电同步效果,控制角度可以到达完全的 0° ,具体补偿后的网电信号波形示意图如图6所示。

[0084] 在一个实施例中,所述数字相位控制电路201包括:控制接口250。所述微控制器220通过所述控制接口250与主机设备进行通信。

[0085] 本实施例中,利用所述开关驱动电路230接收所述微控制器220输出的所述控制信号,并基于所述控制信号调整所述相控整流电路100的导通角,从而实现对母线电压的调节,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0086] 请参见图7,在一个实施例中,所述相位检测电路210包括:比较器211、运算放大器212。所述比较器211的输出端与所述微控制器220的第一输入端电连接。所述比较器211的第一输入端接地。所述运算放大器212的输出端与所述比较器211的第二输入端电连接。所述运算放大器212的正向输入端与所述三相电源101的第一相电连接;所述运算放大器212的反向输入端与所述三相电源101的第二相或第三相电连接。或者,所述运算放大器212的正向输入端与所述三相电源101的第二相电连接;所述运算放大器212的反向输入端与所述三相电源101的第三相电连接。

[0087] 在一个实施例中,若所述运算放大器212的正向输入端与所述三相电源101的第一相(AC_A)电连接,所述运算放大器212的反向输入端与所述三相电源101的第二相(AC_B)电连接,则所述比较器211的输出端输出的为所述第一相与第二相之间的网电(即所述三相电源101)同步信号(I0_AB),如图6所示。

[0088] 在一个实施例中,若所述运算放大器212的正向输入端与所述三相电源101的第二相(AC_B)电连接,所述运算放大器212的反向输入端与所述三相电源101的第三相(AC_C)电连接,则所述比较器211的输出端输出的为所述第二相与第三相之间的网电(即所述三相电源101)同步信号(I0_BC)。

[0089] 利用所述比较器211和所述运算放大器212配合,将所述三相电源101的第一相、第二相、第三相分别输入所述运算放大器212,通过所述运算放大器212的配合,即可实时检测所述三相电源101的相位,可使得所述微控制器220基于所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0090] 在一个实施例中,所述相位检测电路210还包括:第一电阻213、第二电阻214。所述第一电阻213的第一端接地。所述第一电阻213的第二端与所述运算放大器212的正向输入端电连接。所述第二电阻214的第一端与所述运算放大器212的输出端电连接。所述第二电阻214的第二端与所述运算放大器212的反向输入端电连接。在一个实施例中,所述第一电阻213(R_3)和所述第二电阻214可为低压电阻。在一个实施例中,所述第一电阻213和所述第二电阻214的具体阻值,可根据实际需求进行选择。

[0091] 在一个实施例中,所述相位检测电路210还包括:第三电阻215、第四电阻216。所述第三电阻215的第一端与所述运算放大器212的正向输入端电连接。所述第三电阻215的第二端与所述三相电源101的第一相电连接。所述第四电阻216的第一端与所述运算放大器212的反向输入端电连接;所述第四电阻216的第二端与所述三相电源101的第二相或第三相电连接。或者,所述第三电阻215的第二端与所述三相电源101的第二相电连接,所述第四电阻216的第二端与所述三相电源101的第三相电连接。

[0092] 在一个实施例中,所述第三电阻215(R_1)和所述第四电阻216可采用高耐压电阻。具体的,所述第三电阻215和所述第四电阻216的耐压等级可为2KV以上。在一个实施例中,

所述第三电阻215和所述第四电阻216的阻值可设定为1M欧姆以上。在一个实施例中,所述第一电阻213和所述第二电阻214的阻值可由 $V_{AB} = (AC_A - AC_B) * R_3 / R_1$ 确定。其中, V_{AB} 为所述第一相与所述第二相之间的相电压。在一个实施例中, V_{AB} (即图4中的 V_{ab})与0V进行比较得到网电线电压过零点(即所述三相电源101的相位),如图6所示。该所述相位检测电路210具有低延时、低噪声、结构简单的优势。

[0093] 请参见图8所示,在一个实施例中,所述开关驱动电路230包括:第一开关管231、变压器234、整流桥235。所述第一开关管231的第一端与所述微控制器220的输出端电连接。所述第一开关管231的第二端接地。所述变压器234的第一输入端与所述第一开关管231的第三端电连接。所述变压器234的第二输入端与所述第二开关管233的第三端电连接。所述变压器234的第三输入端用于输入电源电压202。

[0094] 所述整流桥235的第一输入端与所述变压器234的第一输出端电连接。所述整流桥235的第二输入端与所述变压器234的第二输出端电连接。所述整流桥235的第一输出端与所述相控整流电路100的控制端电连接。所述整流桥235的第二输出端与所述相控整流电路100的第二输入端电连接。

[0095] 在一个实施例中,所述第一开关管231可以是晶闸管或MOS管。在一个实施例中,所述第一开关管231也可以是IGBT管。在一个实施例中,所述变压器234可为降压变压器。在一个实施例中,所述整流桥235可以是全桥整流桥。所述第一开关管231接收所述微控制器220输出的所述控制信号,并做导通或断开动作,从而与所述变压器234以及所述整流桥235配合,调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0096] 在一个实施例中,所述开关驱动电路230还包括:非门232、第二开关管233、第一电感236。所述非门232的输入端与所述微控制器220的输出端电连接。所述第二开关管233的第一端与所述非门232的输出端电连接。所述第二开关管233的第二端接地。所述第一电感236的第一端与所述整流桥235的第一输出端电连接。所述第一电感236的第二端与所述相控整流电路100的控制端电连接。所述整流桥235的第二输出端与所述相控整流电路100的第二输入端电连接。在一个实施例中,所述第二开关管233可以是MOS管。在一个实施例中,所述第二开关管233也可以是IGBT管。

[0097] 在一个实施例中,所述开关驱动电路230还包括:第五电阻237。所述第五电阻237的第一端与所述第一电感236的第二端电连接。所述第五电阻237的第二端与所述相控整流电路100的控制端电连接。在一个实施例中,所述第五电阻237可以是固定阻值的电阻。在一个实施例,所述第五电阻237的数量不限,可以是多个串联。利用所述第五电阻237可限制输出至所述相控整流电路100的驱动电压的大小,避免电路损坏。

[0098] 在一个实施例中,所述开关驱动电路230还包括:第一电容238。所述第一电容238的第一端分别与所述第五电阻237的第一端和所述第一电感236的第二端电连接。所述第一电容238的第二端分别与所述整流桥235的第二输出端和所述相控整流电路100的第二输入端电连接。利用所述第一电容238的储能稳压作用,保护电路避免损坏。

[0099] 在一个实施例中,所述数字相位控制电路201还包括:电压检测电路240。所述电压检测电路240的输入端与所述相控整流电路100的输出端电连接,并用于检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102。所述电压检测电路240的输出端与所述微控制器220的第二输入端电连接。

[0100] 可以理解,所述电压检测电路240的具体电路结构不做具体的限定,只要具有检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102的功能即可。在一个实施例中,所述电压检测电路240可由两个电阻组成。在一个实施例中,所述电压检测电路240也可以采用传统的具有电压检测功能的电路,这里就不一一列举。利用所述电压检测电路240实时检测所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102,并将该电压发送至所述微控制器220,从而利用所述微控制器220调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。

[0101] 在一个实施例中,所述相控整流电路100包括:第一晶闸管111、第二晶闸管112、第三晶闸管113。所述第一晶闸管111的第一端与所述三相电源101的第一相电连接。所述第一晶闸管111的第二端分别与所述相控整流控制电路200的第二输出端和所述直流电压102的正极电连接。所述第一晶闸管111的控制端与所述相控整流控制电路200的第一输出端电连接。

[0102] 所述第二晶闸管112的第一端与所述三相电源101的第二相电连接。所述第二晶闸管112的第二端分别与所述相控整流控制电路200的第二输出端和所述直流电压102的正极电连接。所述第二晶闸管112的控制端与所述相控整流控制电路200的第一输出端电连接。

[0103] 所述第三晶闸管113的第一端与所述三相电源101的第三相电连接。所述第三晶闸管113的第二端分别与所述相控整流控制电路200的第二输出端和所述直流电压102的正极电连接。所述第三晶闸管113的控制端与所述相控整流控制电路200的第一输出端电连接。

[0104] 在一个实施例中,可利用所述微控制器220(即所述相控整流控制电路200)基于所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述第一晶闸管111和/或所述第二晶闸管112和/或所述第三晶闸管113的导通角,从而实现所述直流电压102的恒定输出。

[0105] 在一个实施例中,所述相控整流电路100还包括:第四晶闸管114、第五晶闸管115以及第六晶闸管116。所述第四晶闸管114的第一端与所述直流电压102的负极电连接。所述第四晶闸管114的第二端分别与所述整流桥235的第二输出端和所述三相电源101的第一相电连接。所述第四晶闸管114的控制端与所述第五电阻237的第二端电连接。

[0106] 所述第五晶闸管115的第一端与所述直流电压102的负极电连接。所述第五晶闸管115的第二端分别与所述整流桥235的第二输出端和所述三相电源101的第二相电连接。所述第五晶闸管115的控制端与所述第五电阻237的第二端电连接。所述第六晶闸管116的第一端与所述直流电压102的负极电连接。所述第六晶闸管116的第二端分别与所述整流桥235的第二输出端和所述三相电源101的第三相电连接。所述第六晶闸管116的控制端与所述第五电阻237的第二端电连接。

[0107] 在一个实施例中,可利用所述微控制器220(即所述相控整流控制电路200)基于所述三相电源101的相位和当前输出的所述直流电压102调整所述第四晶闸管114和/或所述第五晶闸管115和/或所述第六晶闸管116的导通角,从而实现所述直流电压102的恒定输出。

[0108] 在一个实施例中,可通过所述相位检测电路210捕获网电(即所述三相电源101)频率,并通过所述微控制器220内部计算实现 $0-120^\circ$ 控制角度调节(即调节所述相控整流电路100的导通角)。在一个实施例中,所述微控制器220的 30° 控制角网电波形示意图如图9所

示。其中,图9中 V_{ab} 表示所述第一相与所述第二相之间的相电压; V_{bc} 表示所述第二相与所述第三相之间的相电压; V_{ca} 表示所述第三相与所述第一相之间的相电压。在一个实施例中,所述微控制器220的 90° 控制角网电波形示意图如图10所示。

[0109] 在一个实施例中,所述高压发生器整流装置10还包括滤波电路300。所述滤波电路300的输入端与所述三相电源101电连接。所述滤波电路300的输出端分别与所述相控整流电路100的第一输入端和所述相控整流控制电路200的第一输入端电连接。

[0110] 在一个实施例中,所述滤波电路300的具体电路结构不做具体的限制,只要具有滤波稳压的功能即可。在一个实施例中,所述滤波电路300可以是EMI滤波器。在一个实施例中,所述滤波电路300也可以是传统的由电阻、电容、电感搭建组成的电路。利用所述滤波电路300可降低干扰,使得所述三相电源101输入的网线电压更加稳定。

[0111] 在一个实施例中,所述高压发生器整流装置10还包括共模电感400。所述共模电感400的输入端与所述相控整流电路100的输出端电连接。所述共模电感400的输出端与所述相控整流控制电路200的第二输入端电连接。所述共模电感400的输出端还用于输出所述直流电压102。利用所述共模电感400可降低环境因素对网线电压的干扰,稳定网线电压,从而提高所述直流电压102的输出稳定性。

[0112] 在一个实施例中,所述高压发生器整流装置10还包括第二电容410。所述第二电容410的第一端分别与所述相控整流电路100的正向输出端和所述直流电压102的正极电连接。所述第二电容410的第二端分别与所述相控整流电路100的负向输出端和所述直流电压102的负极电连接。

[0113] 在一个实施例中,利用所述微控制器220(即所述数字相位控制电路201)通过从大到小($120^\circ-0^\circ$)逐步调节所述相控整流电路100的控制角(即晶闸管的导通角),使母线电容(即所述第二电容410)承受的网电电压从零缓慢增加。所述母线电容在小的电压变化率下缓慢充电,通过调节控制角变化速度,可以控制软起时间与充电电流,达到充电时间、充电电流可调的软起效果。同时通过所述微控制器220调整所述相控整流电路100的导通角,可以降低母线电压,以实现恒定输出所述直流电压102,从而提高在强磁场、高加速度、高震动环境下可靠运行的能力。

[0114] 综上所述,本申请将所述三相电源101输入的相电压通过所述相控整流电路100进行整流后,输出所述直流电压102;同时通过所述相控整流控制电路200的配合,利用所述相控整流控制电路200检测所述三相电源101的相位,并基于所述相控整流电路100当前输出的所述直流电压102调整所述相控整流电路100的导通角,以实现恒定输出所述直流电压102。本申请不仅能实现高压发生器整流装置10的软启动、可控分断功能;还能够实现对母线电压的调节,以实现恒定输出所述直流电压102,从而提高在强磁场、高加速度、高震动环境下可靠运行的能力。

[0115] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0116] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护

范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

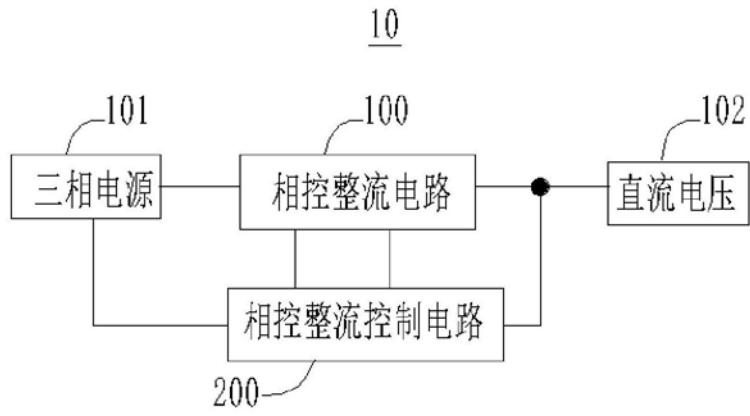


图1

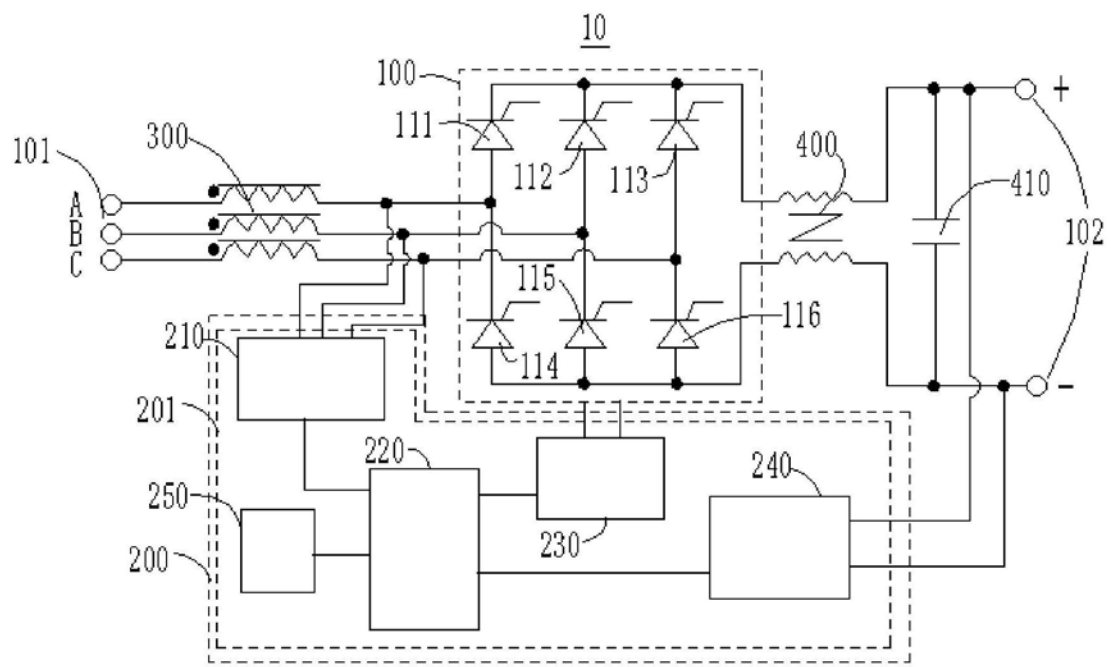


图2

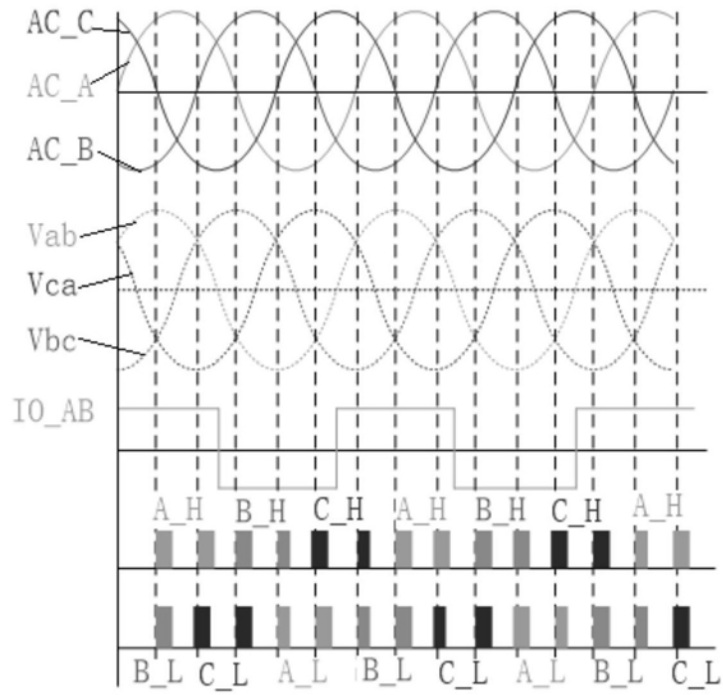


图3

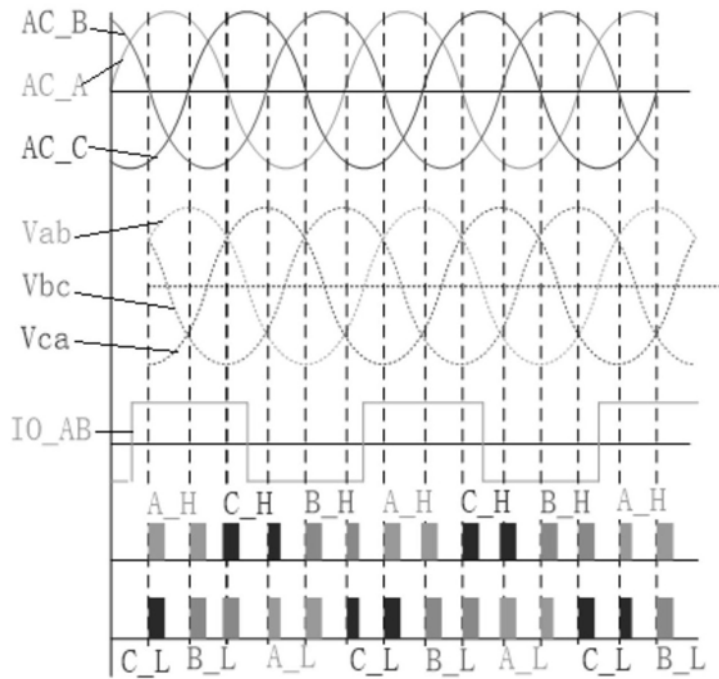


图4

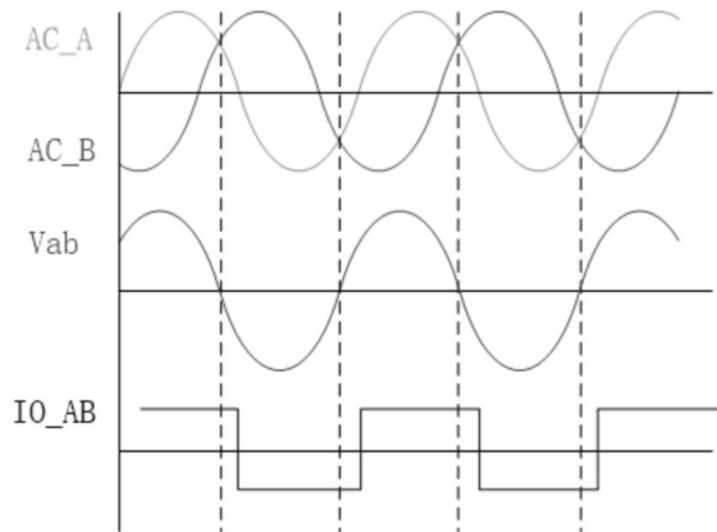


图5

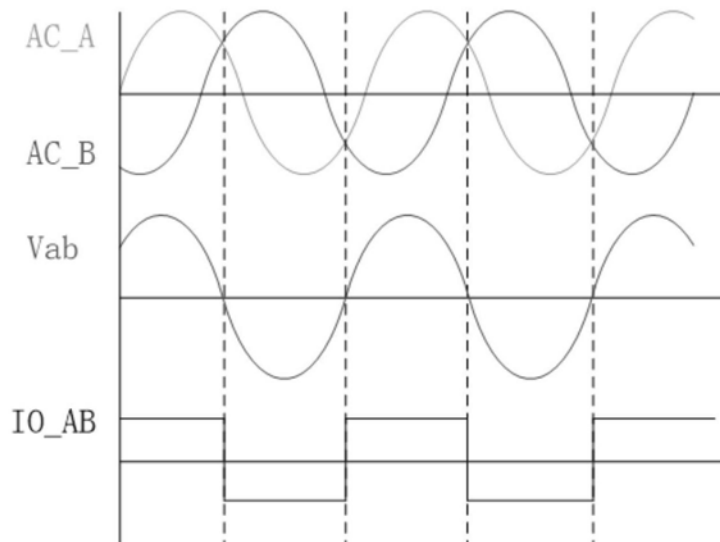


图6

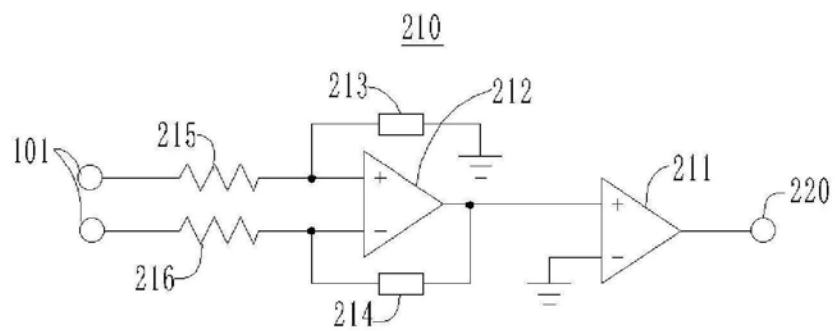


图7

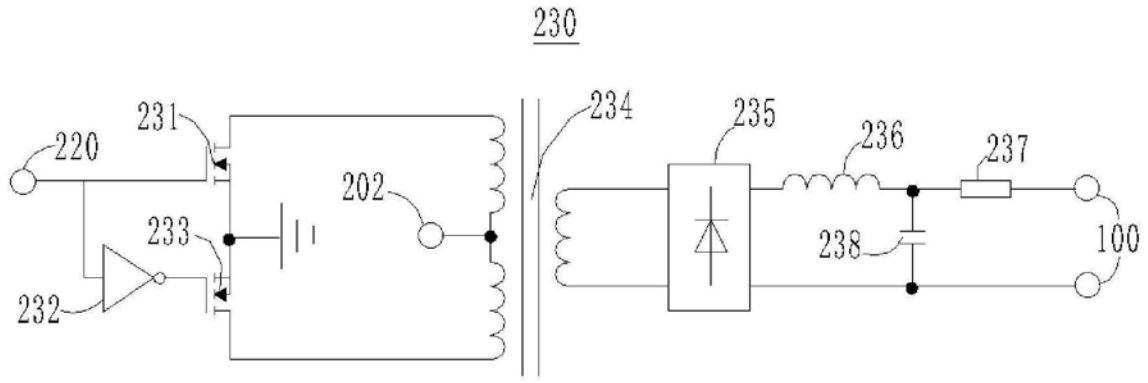


图8

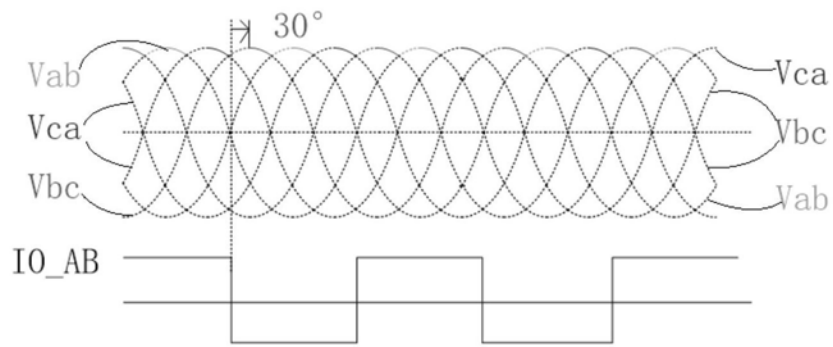


图9

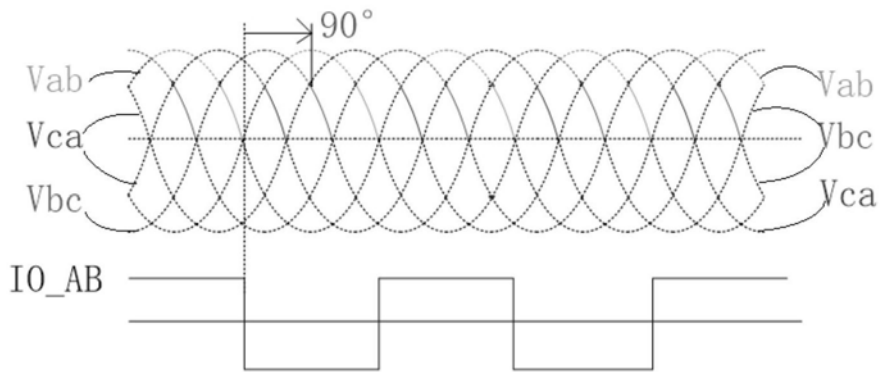


图10