



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102780409 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201210253332. 1

CN 101951168 A, 2011. 01. 19,

(22) 申请日 2012. 07. 20

李明军等. 升降压型整流器功率因数的矫正. 《上海交通大学学报》. 1999,

(73) 专利权人 上海交通大学

审查员 冯昊

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 陆飞 王男 杨喜军 唐厚君

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

H02M 7/217(2006. 01)

H02M 3/155(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 100902940 B1, 2009. 06. 08,

US 20090027925 A1, 2009. 01. 29,

US 2008/0094019 A1, 2008. 04. 24,

CN 201008129 Y, 2008. 01. 16,

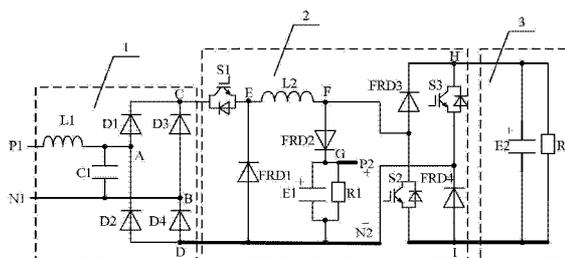
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

单位功率因数升降压电路

(57) 摘要

本发明公开一种电力电子技术领域的单位功率因数升降压电路,包括整流电路、升降压电路和滤波电路。整流电路为单相不控整流电路,其输入端与交流电源相连,输出端与升降压电路的输入端相连,升降压电路为单位功率因数升降压电路,其输出端与滤波电路的输入端相接,滤波电路为电容电路,其端子为单位功率因数升降压电路的输出端。本发明可实现直流升压和网侧单位功率因数,其特点是:在直流侧完成功率因数校正,电路结构简单,电源利用率高,成本低廉,适合于单相有源单位功率因数校正场合,如变频家电和通信电源。



1. 一种单位功率因数升降压电路,包括整流电路、升降压电路和滤波电路,所述整流电路的输出端与升降压电路的输入端相连,所述升降压电路的输出端与滤波电路的输入端相连,所述滤波电路的两个端子即为单位功率因数升降压电路的输出端;其特征在于:

所述的整流电路为单相不控整流电路:第一电感的一个端点与电网相连,其另一个端点与第一节点 A 相连;第一电容两端与交流电源输入端相连,第一二极管阳极与第一节点 A 相连,其阴极与第三节点 C 相连,第二二极管阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第一节点 A 相连,第三二极管阳极与第二节点 B 相连,其阴极与第三节点 C 相连,第四二极管阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第二节点 B 相连,第一~第四二极管构成单相不控整流电路;

所述的升降压电路为 Buck-Boost 升降压变换电路:第一 IGBT 集电极与第三节点 C 相连,其发射极与第五节点 E 相连;第二 IGBT 集电极与第六节点 F 相连,其发射极与第九节点 I 相连;第三 IGBT 集电极与第八节点 H 相连,其发射极与第四节点 D 相连;第二电感两端分别与第五节点 E 和第六节点 F 相连;第一快速恢复二极管为续流二极管,其阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第五节点 E 相连;第二快速恢复二极管阳极与第六节点 F 相连,其阴极与第七节点 G 相连;第三快速恢复二极管阳极与第六节点 F 相连,其阴极与第八节点 H 相连;第四快速恢复二极管阳极与第九节点 I 相连,其阴极与第四节点 D 相连;第一电解电容负极与第四节点 D 相连,其正极与第七节点 G 相连;第一电阻为稳定电阻,其两端分别与第四节点 D 和第七节点 G 相连;其中第二快速恢复二极管、第一电解电容和第一电阻构成非线性电路;第三快速恢复二极管、第四快速恢复二极管、第二 IGBT 和第三 IGBT 组成的可控整流电路;第七节点 G 作为输出正极,第四节点 D 作为输出负极。

2. 根据权利要求 1 所述的单位功率因数升降压电路,其特征是,所述的三个 IGBT 的门极接收 PWM 脉冲控制信号,并且:在一个开关周期中,第一 IGBT 通过控制占空比,使整流电路输出电压间断地为第二电感充电,起斩波降压的作用,决定降压尺度;第二 IGBT 和第三 IGBT 同时关断时,第二电感为第二电解电容供电,第二 IGBT 和第三 IGBT 同时导通时第二电感充电,此时第一电解电容在第五节点 E 和第四节点 D 之间产生负压,使得第二电感两端压差增大,电感电流变化增大;通过控制第二 IGBT 与第三 IGBT 的占空比,起升压作用,决定升压尺度,两者结合决定电路的升压降压;通过电压外环控制可以获得稳定的直流输出电压,通过电流内环控制可以使网侧获得正弦波电流,所述的非线性电路和可控整流电路的谐波电流互相抵消,只剩正弦半波基波电流,从而实现网侧单位功率因数。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的单位功率因数升降压电路,其特征是,所述的滤波电路为电容滤波电路,第二电解电容正极与第八节点 H 相连,负极与第九节点 I 相连,第二电阻为稳定电阻,其两端与第二电解电容两端并联。

单位功率因数升降压电路

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种电力电子技术领域的单位功率因数升降压电路,具体是一种可将 220V 交流电变换为 5V ~ 385V 直流电压,同时可实现网侧单位功率因数的升降压电路。

背景技术

[0002] 单位功率因数升降压电路是我国家用电器和通信电源的重要组成部分。随着我国国家用电器和通信电源的迅猛发展,对于单位功率因数升降压电路的需求越来越旺盛,对单位功率因数升降压电路的输出功率因数和电压谐波抑制要求也越来越高。稳定性好,功率因数高的单位功率因数升降压电路符合满足清洁能源标准的发展要求,具有良好的应用前景。

[0003] 单位功率因数升降压电路为了完成升降压直流输出、单位功率因数和谐波抑制,可以采用带隔离型的单位功率因数升降压电路方案和非隔离型的单位功率因数升降压电路方案。与带隔离型的单位功率因数升降压电路方案相比,非隔离型的单位功率因数升降压电路方案具有结构简单,成本低廉,电源利用率高,稳定可靠的优点。

[0004] 经过对现有适合单位功率因数升降压变换器技术的检索发现,“Buck-Boost PFC 软开关电路分析”(空军雷达学院学报,2003 第 17 期)中描述的单位功率因数升降压电路的结构缺乏控制的灵活性,功率因数低,输入电流谐波大,对电网的谐波污染明显,不符合清洁能源标准。

[0005] 为此需要采用单位功率因数升降压电路,能实现网侧单位因数,电源利用率高,无谐波电流污染,而且供电质量高。

[0006] 综上所述,现有的功率因数升降压电路的功率因数低,谐波污染明显,不符合满足清洁能源标准。随着实践应用的扩大,设计一种结构简单,控制简便,成本低廉,单位功率因数输出的升降压电路已成为本领域技术人员的当务之急。

发明内容

[0007] 本发明针对现有技术的上述不足,提供一种单位功率因数升降压电路,使其实现升降压直流输出,单位功率因数输出,具有结构简单、控制简便、成本低廉等优点。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的,本发明包括依次级联的整流电路、升降压电路和滤波电路,其中:整流电路的输出端与升降压电路的输入端相连,升降压电路的输出端与滤波电路的输入端相连。滤波电路的两个端子分即单位功率因数升降压电路的输出端。

[0009] 所述的整流电路为单相不控整流电路:第一电感的一个端点与电网相连,其另一个端点与第一节点 A 相连。第一电容两端与交流电源输入端相连。第一二极管阳极与第一节点 A 相连,其阴极与第三节点 C 相连,第二二极管阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第一节点 A 相连,第三二极管阳极与第二节点 B 相连,其阴极与第三节点 C 相连,第四二极管阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第二节点 B 相连。第一~第四二极管构成单相不控整流电

路。

[0010] 所述的升降压电路为 Buck-Boost 升降压变换电路：第一 IGBT 集电极与第三节点 C 相连，其发射极与第五节点 E 相连；第二 IGBT 集电极与第六节点 F 相连，其发射极与第九节点 I 相连；第三 IGBT 集电极与第八节点 H 相连，其发射极与第四节点 D 相连。第二电感两端分别与第五节点 E 和第六节点 F 相连。第一快速恢复二极管为续流二极管，其阳极与第四节点 D 相连，其阴极与第五节点 E 相连；第二快速恢复二极管阳极与第六节点 F 相连，其阴极与第七节点 G 相连；第三快速恢复二极管阳极与第六节点 F 相连，其阴极与第八节点 H 相连；第四快速恢复二极管阳极与第九节点 I 相连，其阴极与第四节点 D 相连。第一电解电容负极与第四节点 D 相连，其正极与第七节点 G 相连。第一电阻为稳定电阻，其两端分别与第四节点 D 和第七节点 G 相连。其中第二快速恢复二极管、第一电解电容和第一电阻构成非线性电路。第三快速恢复二极管、第四快速恢复二极管、第二 IGBT 和第三 IGBT 组成的可控整流电路。第七节点 G 作为输出正极，第四节点 D 作为输出负极。

[0011] 所述的滤波电路为电容滤波电路，第二电解电容正极与第八节点 H 相连，负极与第九节点 I 相连，第二电阻为稳定电阻，其两端与第二电解电容两端并联。

[0012] 所述的升降压电路中三个 IGBT 的门极接收 PWM 脉冲控制信号，并且使得三个 IGBT 的工作原理为：在一个开关周期中，第一 IGBT 通过控制占空比，使整流电路输出电压间断地为第二电感充电，起斩波降压的作用，决定降压尺度。第二 IGBT 和第三 IGBT 同时关断时，第二电感为第二电解电容供电，第二 IGBT 和第三 IGBT 同时导通时第二电感充电，此时第一电解电容在第五节点 E 和第四节点 D 之间产生负压，使得第二电感两端压差增大，电感电流变化增大，提高了控制的灵活性。通过控制第二 IGBT 与第三 IGBT 的占空比，起升压作用，决定升压尺度。两者结合决定电路的升压降压。通过电压外环控制可以获得稳定的直流输出电压，通过电流内环控制可以使网侧获得正弦波电流，所述的非线性电路和可控整流电路的谐波电流互相抵消，只剩正弦半波基波电流，从而实现网侧单位功率因数。

[0013] 采用上述技术方案，本发明利用单位功率因数升降压电路将交流电压转换为升高或降低的直流电压进行处理，制定了单位功率因数升降压电路，电路结构简单，控制方便，单位功率因数，输出电压稳定性好，符合清洁能源标准。本发明具有设计结构新颖、通用性强、成本低廉等优点。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明的电路原理图。

具体实施方式

[0015] 下面对本发明的实施例作详细说明，本实施例以本发明技术方案为前提进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0016] 如图 1 所示，本实施例提供一种可将 220V 交流电变换为 5V ~ 385V 直流电压，同时可实现网侧单位功率因数的升降压电路，功率等级为 2.0kW，包括依次级联的整流电路 1、升降压电路 2 和滤波电路 3，整流电路 1 的输出端与升降压电路 2 的输入端相连，升降压电路 2 的输出端与滤波电路 3 的输入端相连。

[0017] 所述的整流电路 1 为单相不控整流电路：第一电感 L1 的一个端点与电网相连，其

另一个端点与第一节点 A 相连。第一电容 C1 两端与交流电源输入端 P1、N1 相连。第一二极管 D1 阳极与第一节点 A 相连,其阴极与第三节点 C 相连,第二二极管 D2 阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第一节点 A 相连,第三二极管 D3 阳极与第二节点 B 相连,其阴极与第三节点 C 相连,第四二极管 D4 阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第二节点 B 相连。第一~第四二极管 D1 ~ D4 构成单相不控整流电路。

[0018] 所述的电感 L1 为 0.5mH。

[0019] 所述的电容 C1 为 2.2 μ F/250VAC。

[0020] 所述的二极管 D1 ~ D4 为 35A/400V/100° C。

[0021] 所述的升降压电路 2 为 Buck-Boost 升降压变换电路:第一 IGBT S1 集电极与第三节点 C 相连,其发射极与第五节点 E 相连;第二 IGBT S2 集电极与第六节点 F 相连,其发射极与第九节点 I 相连;第三 IGBT S3 集电极与第八节点 H 相连,其发射极与第四节点 D 相连。第二电感 L2 两端分别与第五节点 E 和第六节点 F 相连。第一二极管 FRD1 为续流二极管,其阳极与第四节点 D 相连,其阴极与第五节点 E 相连;第二二极管 FRD2 阳极与第六节点 F 相连,其阴极与第七节点 G 相连;第三二极管 FRD3 阳极与第六节点 F 相连,其阴极与第八节点 H 相连;第四二极管 FRD4 阳极与第九节点 I 相连,其阴极与第四节点 D 相连。第一电解电容 E1 负极与第四节点 D 相连,其正极与第七节点 G 相连。第一电阻 R1 为稳定电阻,其两端分别与第四节点 D 和第七节点 G 相连。其中第二二极管 FRD2、第一电解电容 E1 和第一电阻 R1 构成非线性电路。第三二极管 FRD3、第四二极管 FRD4、第二 IGBT S2 和第三 IGBT S3 组成的可控整流电路。第七节点 G 作为输出正极 P2,第四节点 D 作为输出负极 N2。

[0022] 所述的电感 L2 为 1mH。

[0023] 所述的 IGBT S1 ~ S3 为功率 IGBT35A/600V/100° C,开关频率为 20kHz。

[0024] 所述的二极管 FRD1 ~ FRD4 为反向快速恢复型 35A/600V/100° C。

[0025] 所述电解电容 E1 为铝电解电容 2820 μ F/400V。

[0026] 所述的电阻 R1 为 200k Ω ,2W。

[0027] 所述的升降压电路 2 的三个 IGBT 的门极接收 PWM 脉冲控制信号,并且使得三个 IGBT 的工作原理为:在一个开关周期中,第一 IGBT S1 通过控制占空比,使整流电路输出电压间断地为第二电感 L2 充电,起斩波降压的作用,决定降压尺度。第二 IGBT S2 和第三 IGBT S3 同时关断时,第二电感 L2 为第二电解电容 E2 供电,第二 IGBT S2 和第三 IGBT S3 同时导通时第二电感 L2 充电,此时第二电解电容在第五节点 E 和第四节点 D 之间产生负压,使得第二电感两端压差增大,电感电流变化增大,提高了控制的灵活性。通过控制第二 IGBT S2 与第三 IGBT S3 的占空比,起升压作用,决定升压尺度。两者结合决定电路的升压降压。通过电压外环控制可以获得稳定的直流输出电压,通过电流内环控制可以使网侧获得正弦波电流,所述的非线性电路和可控整流电路的谐波电流互相抵消,只剩正弦半波基波电流,从而实现网侧单位功率因数。

[0028] 所述的滤波电路 3 为电容滤波电路,第二电解电容 E2 正极与第八节点 H 相连,负极与第九节点 I 相连,第二电阻 R2 为稳定电阻,其两端与第二电解 E2 电容两端并联。

[0029] 所述电解电容 E2 为铝电解电容 680 μ F/400V。

[0030] 所述的电阻 R2 为 200k Ω ,2W。

[0031] 本实施例通过以下方式进行工作:220V 交流电通过整流电路 1 整流输出正弦半波

直流电压。在升降压电路 2 中所述的三个 IGBT 的门极接收 PWM 脉冲控制信号,并且使得三个 IGBT 的工作原理为:在一个开关周期中,第一 IGBT S1 通过控制占空比,使整流电路输出电压间断地为第二电感 L2 充电,起斩波降压的作用,决定降压尺度。第二 IGBT S2 和第三 IGBT S3 同时关断时,第二电感 L2 为第二电解电容 E2 供电,第二 IGBT S2 和第三 IGBT S3 同时导通时第二电感 L2 充电,此时第二电解电容在第五节点 E 和第四节点 D 之间产生负压,使得第二电感两端压差增大,电感电流变化增大,提高了控制的灵活性。通过控制第二 IGBT S2 与第三 IGBT S3 的占空比,起升压作用,决定升压尺度。两者结合决定电路的升压降压。通过电压外环控制可以获得稳定的直流输出电压,通过电流内环控制可以使网侧获得正弦波电流,所述的非线性电路和可控整流电路的谐波电流互相抵消,只剩正弦半波基波电流,从而实现网侧单位功率因数。

[0032] 本发明采用单位功率因数升降压电路,将单相交流电压变换为升降可调的直流电压输出,同时能够实现网侧单位功率因数,结构简单,设计新颖,巧妙地将交流侧功率因数校正转化为在直流侧进行,而且设计有负压功能,扩大了功率因数调节范围,进一步降低了谐波电流含量。

[0033] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

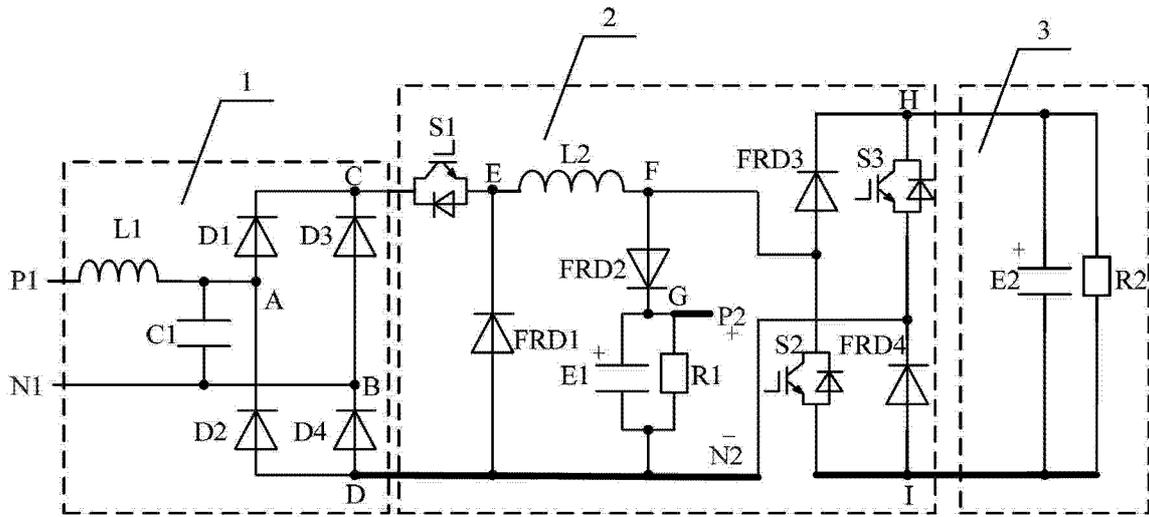


图 1