



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108667286 A

(43)申请公布日 2018.10.16

(21)申请号 201810394133.X

(22)申请日 2018.04.27

(71)申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72)发明人 肖文勋 胡建雨 张波

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限  
公司 44102

代理人 何淑珍 江裕强

(51) Int. Cl.

H02M 1/42(2007.01)

H02M 7/217(2006.01)

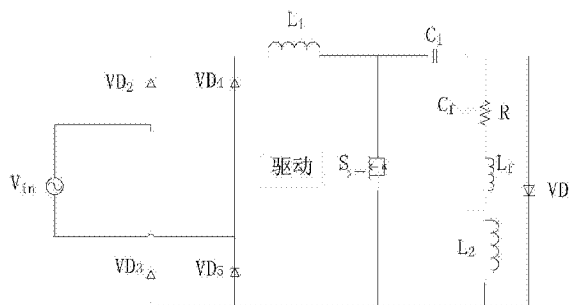
权利要求书1页 说明书2页 附图3页

## (54)发明名称

一种恒流输出的PFC变换器

## (57)摘要

本发明提供一种恒流输出的PFC变换器,包括交流输入电源、整流桥电路、第一电感、开关管、续流二极管、第一电容、滤波电容、滤波电感、第二电感和负载。整流桥电路输出端的一端与第一电感一端连接。第一电感的另外一端与开关管的漏极和电容的一端连接。电容的另一端与续流二极管的阳极、负载的一端和滤波电容的一端连接。负载的另一端与滤波电感的一端连接。滤波电感的另一端与滤波电容的另一端、第二电感的一端连接。第二电感的另一端与续流二极管的阴极、开关管的源极和整流桥电路输出端的另一端连接。本发明电路在实现功率因数校正的同时能够保证恒流输出,相比较于两级结构,节省了变换器成本,降低了变换器的体积,提高了系统效率。



1. 一种恒流输出的PFC变换器,其特征在于包括交流输入电源( $V_{in}$ )、整流桥电路、第一电感( $L_1$ )、开关管(S)、续流二极管( $VD_1$ )、第一电容( $C_1$ )、滤波电容( $C_f$ )、滤波电感( $L_f$ )、第二电感( $L_2$ )和负载。

2. 根据权利要求1要求所述的一种恒流输出的PFC变换器,其特征在于:所述的交流输入电源( $V_{in}$ )与整流桥电路的输入端连接;整流桥电路输出端的一端与第一电感( $L_1$ )一端连接;第一电感( $L_1$ )的另外一端与开关管(S)的漏极和电容( $C_1$ )的一端连接;电容( $C_1$ )的另一端与续流二极管( $VD_1$ )的阳极、负载的一端和滤波电容( $C_f$ )的一端连接;负载的另一端与滤波电感( $L_f$ )的一端连接;滤波电感( $L_f$ )的另一端与滤波电容( $C_f$ )的另一端、第二电感( $L_2$ )的一端连接;第二电感( $L_2$ )的另一端与续流二极管( $VD_1$ )的阴极、开关管(S)的源极和整流桥电路输出端的另一端连接。

## 一种恒流输出的PFC变换器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子技术领域,具体涉及一种恒流输出的PFC变换器。

### 背景技术

[0002] 传统的恒流源是两级结构,由输入级和输出级构成,前级为功率因数校正电路,后级电路保证恒流输出,这种两级结构的电路不仅成本高,体积大,而且效率低,可靠性差。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提出一种恒流输出的PFC变换器。

[0004] 本发明电路中具体包括交流输入电源 $V_{in}$ 、整流桥电路、第一电感、开关管、续流二极管、第一电容、滤波电容、滤波电感、第二电感和负载。

[0005] 本发明电路具体的连接方式为:所述的交流输入电源 $V_{in}$ 与整流桥电路的输入端连接。整流桥电路输出端的一端与第一电感一端连接。第一电感的另外一端与开关管的漏极和电容的一端连接。电容的另一端与续流二极管的阳极、负载的一端和滤波电容的一端连接。负载的另一端与滤波电感的一端连接。滤波电感的另一端与滤波电容的另一端、第二电感的一端连接。第二电感的另一端与续流二极管的阴极、开关管的源极和整流桥电路输出端的另一端连接。

[0006] 与现有技术相比,本发明电路具有的优势为:

[0007] 相比于传统的两级结构的恒流源,本发明电路结构简单,只用了一个开关管,易于控制,有效的降低了系统的成本和体积,并且可靠性高于两级结构。

### 附图说明

[0008] 图1a、图1b分别为一种恒流输出的PFC变换器结构图及控制框图。

[0009] 图2a~图2d为输入电压正负半周内电路模态图。

### 具体实施方式

[0010] 为进一步阐述本发明的内容和特点,以下结合附图对本发明的具体实施方案进行具体说明。

[0011] 本实例的基本拓扑结构和控制框图如图1a所示,一种恒流输出的PFC变换器,其特征在于包括交流输入电源 $V_{in}$ 、整流桥电路、第一电感 $L_1$ 、开关管S、续流二极管 $VD_1$ 、第一电容 $C_1$ 、滤波电容 $C_f$ 、滤波电感 $L_f$ 、第二电感 $L_2$ 和负载。交流输入电源 $V_{in}$ 与整流桥电路的输入端连接;整流桥电路输出端的一端与第一电感 $L_1$ 一端连接;第一电感 $L_1$ 的另外一端与开关管S的漏极和电容 $C_1$ 的一端连接;电容 $C_1$ 的另一端与续流二极管 $VD_1$ 的阳极、负载的一端和滤波电容 $C_f$ 的一端连接;负载的另一端与滤波电感 $L_f$ 的一端连接;滤波电感 $L_f$ 的另一端与滤波电容 $C_f$ 的另一端、第二电感 $L_2$ 的一端连接;第二电感 $L_2$ 的另一端与续流二极管 $VD_1$ 的阴极、开关管S的源极和整流桥电路输出端的另一端连接。

[0012] 为了分析方便,电路结构中的器件均视为理想器件。

[0013] (1) 在输入电压的正半周,第一二极管导通,开关管S的驱动电压 $V_g$ 从低电平变为高电平,开关管S导通,电路在此阶段的模态图如图2a所示,交流输入电源 $V_{in}$ 给第一电感 $L_1$ 充电,同时第一电容 $C_1$ 通过开关管S给第二电感 $L_2$ 充电和负载供电。开关管S的驱动电压 $V_g$ 从高电平变为低电平时,开关管S关断,电路在此阶段的模态图如图2b所示,续流二极管 $VD_1$ 导通,交流输入电源 $V_{in}$ 和第一电感 $L_1$ 一起给第一电容 $C_1$ 充电,第二电感 $L_2$ 给负载供电。

[0014] (2) 在输入电压的负半周,整流桥电路中的 $VD_3$ 和 $VD_4$ 导通,开关管S的驱动电压 $V_g$ 从低电平变为高电平,开关管S导通,电路在此阶段的模态图如图2c所示,交流输入电源 $V_{in}$ 给第一电感 $L_1$ 充电,同时第一电容 $C_1$ 通过开关管S给第二电感 $L_2$ 充电和负载供电。开关管S的驱动电压 $V_g$ 从高电平变为低电平时,开关管S关断,电路在此阶段的模态图如图2b所示,续流二极管 $VD_1$ 导通,交流输入电压 $V_{in}$ 和第一电感 $L_1$ 一起给第一电容 $C_1$ 充电,第二电感 $L_2$ 给负载供电。

[0015] (3) 为了减小第二电感 $L_2$ 的体积,加入LC滤波电路,滤除高频电流纹波从而在负载上可以得到恒定的直流电流。

[0016] (4) 本实施例电路输出电流与输入电压的关系

[0017] 由电感的伏秒平衡原理,第一电感 $L_1$ 在开关导通时两端电压为 $V_{in}$ ,第一电感 $L_1$ 在开关关断时两端电压为 $V_{C1}-V_{in}$ , $D$ 为占空比,由此可得式(1)和(2)。

$$[0018] \quad V_{in}D = (V_{C1}-V_{in})(1-D) \quad (1)$$

$$[0019] \quad V_{C1} = \frac{V_{in}}{1-D} \quad (2)$$

[0020] 经过滤波后负载上的电流恒定,认为负载上的电压恒定为 $V_0$ ,第二电感 $L_2$ 在开关导通时两端电压为 $V_{C1}-V_0$ ,第二电感 $L_2$ 在开关导通时两端电压为 $V_0$ ,由此可得式(3)~(5)。

$$[0021] \quad V_0 = I_0R \quad (3)$$

$$[0022] \quad (V_{C1}-V_0)D = V_0(1-D) \quad (4)$$

$$[0023] \quad I_0 = \frac{DV_{C1}}{R} \quad (5)$$

[0024] 由式(2)和(5)可得负载上的电流大小为

$$[0025] \quad I_0 = \frac{DV_{in}}{(1-D)R} \quad (6)$$

[0026] 在输入电压和负载固定的情况下,由式(6)可知调整占空比 $D$ 大小即可调节输出电流大小。

[0027] (5) 作为一种应用实例,如图1b,控制电路采用双环结构,第二电感 $L_2$ 上的电流 $I_{L2}$ 作为外环,第一电感 $L_1$ 上的电流 $I_{L1}$ 作为内环,采样电流 $I_{L2}$ 后,与参考电流 $I_{ref}$ 相比较后( $K_s$ 为比例系数),偏差量送入外环控制器,得到的信号与整流桥后输入电压的检测信号相乘得到第一电感电流基准信号,与第一电感电流采样值( $K_f$ 为比例系数)相比较送入内环控制器,与载波信号比较后,改变PWM波的占空比,实现功率因数校正与恒流输出功能。

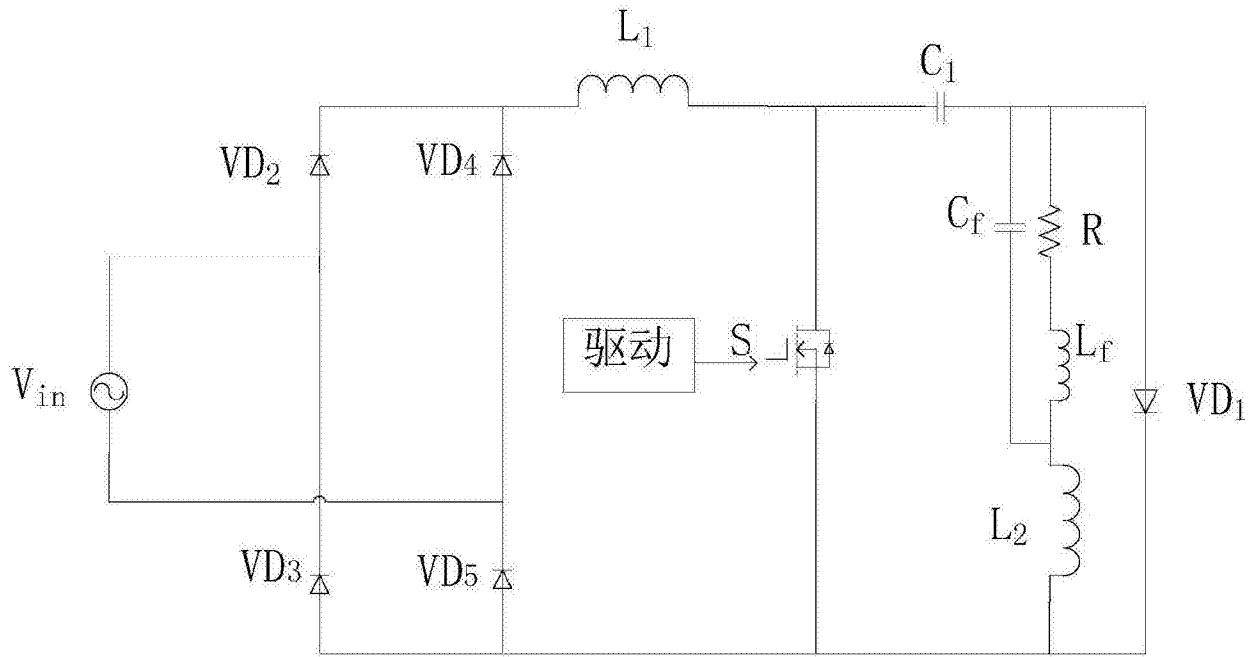


图1a

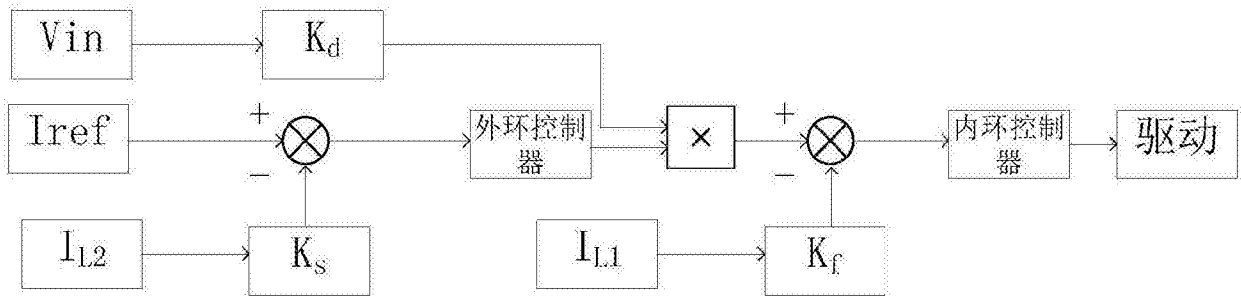


图1b

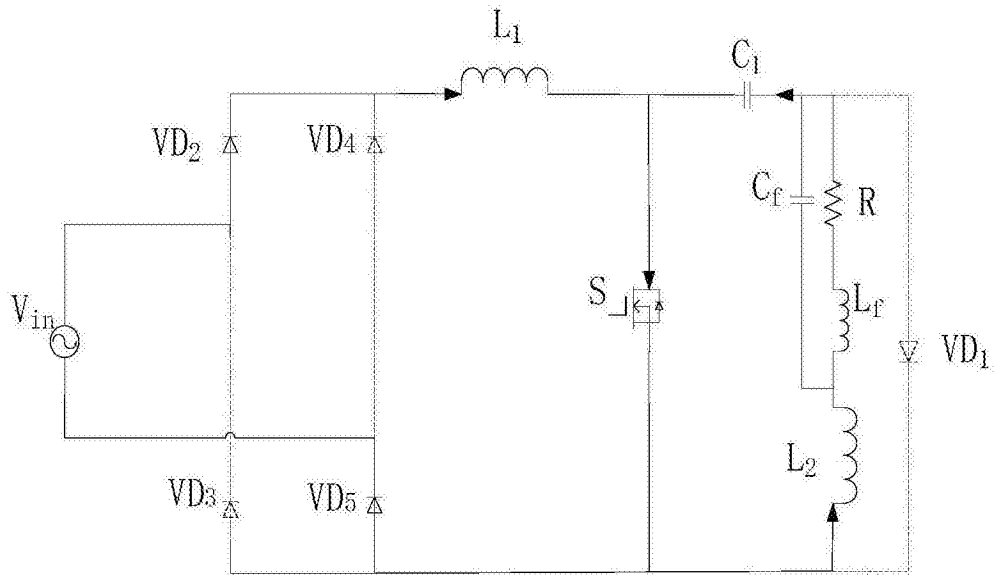


图2a

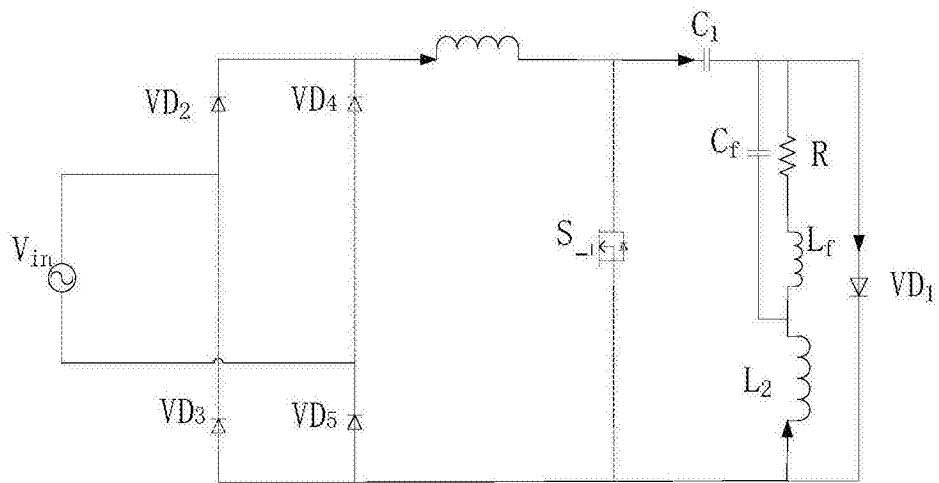


图2b

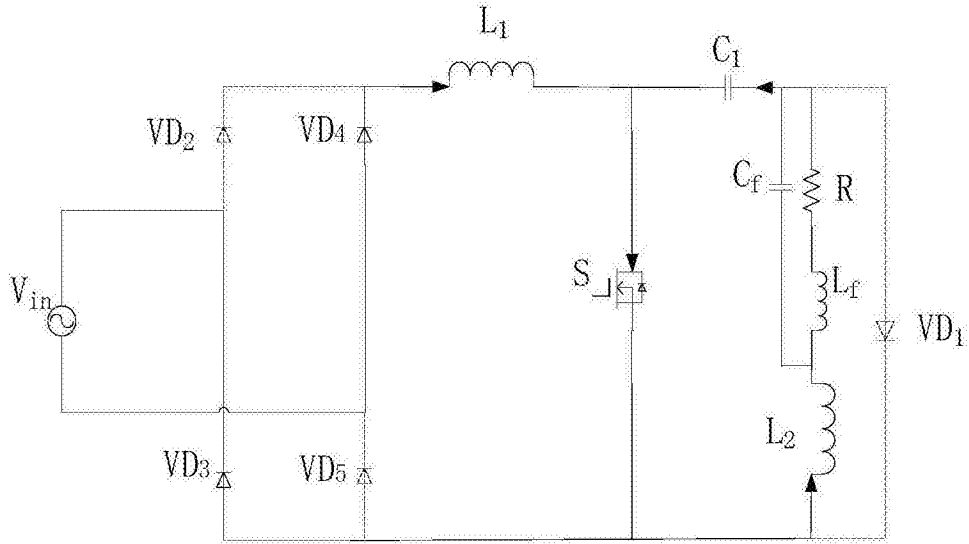


图2c

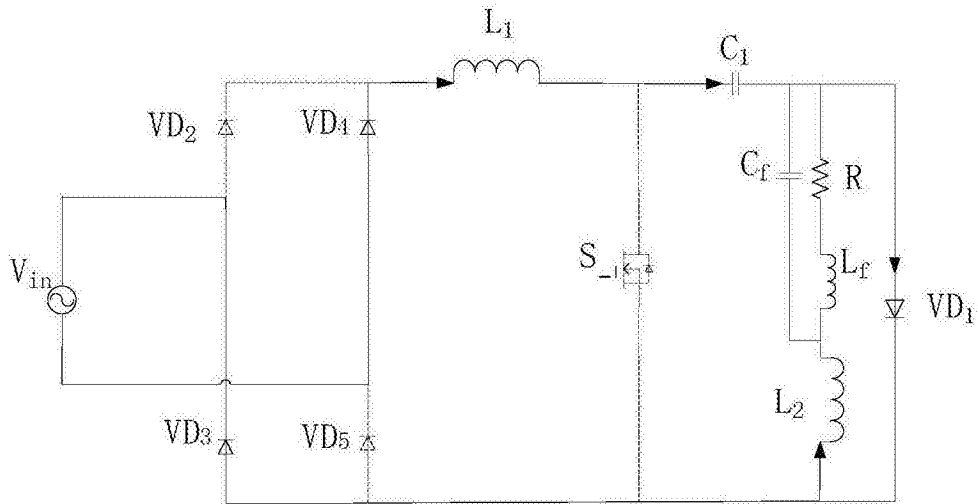


图2d