



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110856310 A

(43)申请公布日 2020.02.28

(21)申请号 201911173089.0

(22)申请日 2019.11.26

(71)申请人 陕西科技大学

地址 710021 陕西省西安市未央区大学园

(72)发明人 石勇 冯浪浪 李启凡 宋扬

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 郭瑶

(51)Int.Cl.

H05B 45/30(2020.01)

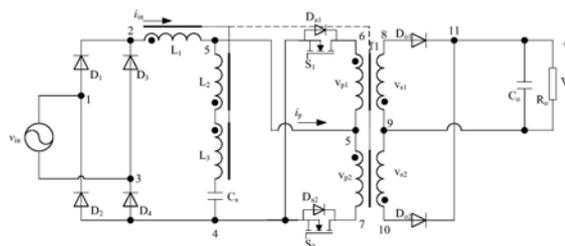
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源

(57)摘要

本发明公开了具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,因为现有的电路较为复杂,输入电流的纹波较大,需要较大的滤波电路,因此,在原有电路拓扑的基础上,改进成为了现在具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源。而且新型电路的电路简单,输入电流纹波小。对于LED驱动电源中有两个重要指标,一个是功率因数,一个是效率,本次电路的设计就是通过控制两个开关管的开通与关断来实现功率因数的校正,从而实现效率最大化,并且通过电感和电容滤波实现了输入电流纹波减小的目标,使得新型电路的参数和指标达到更好的效果。



1. 具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,包括依次连接的AC/DC整流电路、LC滤波电路、变压器 T_1 、整流电路和稳压电容 C_o ,所述变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 的异名端和开关管S1的漏极连接,所述变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 的异名端和开关管S2的漏极连接,所述变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 的同名端和变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 的同名端连接。

2. 根据权利要求1所述的具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,所述LC滤波电路包括储能电感 L_1 、电感 L_2 、电感 L_3 和电容 C_s ,所述电感 L_2 、电感 L_3 和电容 C_s 串联形成串联支路,所述串联支路和变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 以及开关管S2形成回路,所述储能电感 L_1 的异名端和电感 L_2 的异名端连接。

3. 根据权利要求2所述的具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,所述储能电感 L_1 、电感 L_2 和电感 L_3 均耦合于变压器 T_1 的磁芯中。

4. 根据权利要求1所述的具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,所述变压器 T_1 为推挽式变压器。

5. 根据权利要求1所述的具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,所述AC/DC整流电路为全桥整流电路。

6. 根据权利要求1所述的具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,所述开关管S1和开关管S2的导通时序为:开关管S1和开关管S2同时开通,开关管S1开通且开关管S2关断,开关管S1和开关管S2均开通,开关管S1关断且开关管S2开通。

7. 根据权利要求1所述的具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,其特征在于,所述开关管S1和开关管S2均为MOS管。

具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源

技术领域

[0001] 本发明属于低输入电流纹波AC-DC变换器技术领域,具体涉及具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源。

背景技术

[0002] LED照明系统是新型照明光源系统,具有显著的节能减排优势,已经全面替代传统光源。在LED照明系统中,其驱动电源的性能及效率至关重要。LED驱动电源有两个重要指标,其一是输入功率因数,其二是效率。如何找到一种成本低廉且具有高效率、高功率因数特征的电路拓扑至关重要。

[0003] 近两年中,LED照明产业及其相关产品技术上都取得了重大突破。随着LED在人们生活中的广泛应用以及在不发达地区的应用,LED展现出了卓越的发展优势。虽然LED光源在普通照明领域中的应用只是崭露头角,随着科学技术的向前发展,LED的光效也势必不断提高,同时生产成本也会有大幅度的降低,再加LED固有优势,LED作为本世纪照明领域的领导者将无可非议。

[0004] LED开关电源将向小型化、高频化方向发展,频率越高也使开关电源更加小型化。开关电源因此进入更广阔的应用领域,尤其是应用到高新技术领域,同时也促使高、新技术产品变得更加轻便化和小型化。此外,开关电源技术的应用与发展也相对节约了资源和能源。

[0005] 图1是传统的高功率因数LED驱动电源结构示意图,其存在以下问题:两级变换,电路复杂;Boost电容VA容量大;电路较为复杂,输入电流纹波大,需要较大的滤波电路;磁性元件无法集成化设计。

发明内容

[0006] 本发明提供了具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,不需要单独的功率因数校正,实现了单级变换,简化了电路,并且输入电流纹波小。

[0007] 为达到上述目的,本发明所述具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,包括依次连接的AC/DC整流电路、LC滤波滤波电路、变压器 T_1 、整流电路和稳压电容 C_0 ,所述变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 的异名端和开关管S1的漏极连接,所述变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 的异名端和开关管S2的漏极连接,所述变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 的同名端和变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 的同名端连接。

[0008] 进一步的,LC滤波滤波电路包括储能电感 L_1 、电感 L_2 、电感 L_3 和电容 C_s ,所述电感 L_2 、电感 L_3 和电容 C_s 串联形成串联支路,所述串联支路和变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 以及开关管S2形成回路,所述储能电感 L_1 的异名端和电感 L_2 的异名端连接。

[0009] 进一步的,储能电感 L_1 、电感 L_2 和电感 L_3 均耦合于变压器 T_1 的磁芯中。

[0010] 进一步的,变压器 T_1 为推挽式变压器。

[0011] 进一步的,AC/DC整流电路为全桥整流电路。

[0012] 进一步的,开关管S1和开关管S2的导通时序为:开关管S1和开关管S2同时开通,开关管S1开通且开关管S2关断,开关管S1和开关管S2均开通,开关管S1关断且开关管S2开通。

[0013] 进一步的,开关管S1和开关管S2均为MOS管。

[0014] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益的技术效果:

[0015] 1) 功率因数校正PFC与DC/DC合并在一起,不需要单独的功率因数校正,单级变换,电路简单;

[0016] 2) 经过了滤波电路,使得输入电流纹波减小,并且推挽式变压器输出的电流和电压的纹波很小,故在变压器的副边不需要额外添加滤波电路, C_s 电流应力小;输入电流纹波小,不需要很大的滤波电路;

[0017] 3) 所有磁性元件均可集成化设计,使得输出不需要加额外的滤波电感,可有效减小体积。

[0018] 4) 实现功率因数校正:通过开关管的开通与关断,使得电感储能和释放能量的过程交替进行,使得电流很好的跟随电压波形的变化,并且使得电流正弦化,故而达到了功率因数校正的功能。

附图说明

[0019] 图1是传统的高功率因数LED驱动电源结构示意图;

[0020] 图2是新型具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源示意图;

[0021] 图3是集成磁性原器件示意图;

[0022] 图4是电路的理想工作波形示意图;

[0023] 图5是工作模式一示意图;

[0024] 图6是工作模式二示意图;

[0025] 图7是工作模式三示意图。

具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的和技术方案更加清晰和便于理解。以下结合附图和实施例,对本发明进行进一步的详细说明,此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并非用于限定本发明。

[0027] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0028] 参照图2,具备功率因数校正功能的低输入电流纹波LED驱动电源,包括AC/DC整流器,LC滤波电路,推挽式变压器 T_1 、整流电路、稳压电容 C_0 以及开关管 S_1 和开关管 S_2 ,通过控制开关管 S_1 和开关管 S_2 的开通和关断来实现功率因数校正,通过变压器 T_1 来实现DC/DC

的变换来为负载提供稳定的直流电压,稳压电容 C_0 加在负载两端。

[0029] AC/DC整流器为全桥整流电路,包括二极管 D_1 、二极管 D_2 、二极管 D_3 和二极管 D_4 ,二极管 D_1 、二极管 D_2 在同一桥臂,二极管 D_3 和二极管 D_4 在同一桥臂。LC滤波电路包括储能电感 L_1 、电感 L_2 、电感 L_3 和电容 C_s ,整流电路包括连接在变压器 T_1 副边的二极管 D_{O1} 和二极管 D_{O2} 。

[0030] 二极管 D_3 的负极和储能电感 L_1 的同名端连接,储能电感 L_1 的异名端和电感 L_2 的异名端、变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 的同名端以及变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 的同名端连接;电感 L_2 的同名端和电感 L_3 的同名端连接,电感 L_3 的异名端和电容 C_s 的第一端连接,电容 C_s 的第二端和二极管 D_4 的正极、开关管 S_1 以及开关管 S_2 的源极连接,开关管 S_1 的漏极和变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 的异名端连接,开关管 S_2 的漏极和变压器 T_2 的原边第二绕组 N_{p2} 的异名端连接;变压器 T_1 的副边第一绕组 N_{s1} 的同名端和二极管 D_{O1} 的正极连接,二极管 D_{O1} 的负极和二极管 D_{O2} 的负极以及稳压电容 C_0 的第一端连接,变压器 T_1 的副边第一绕组 N_{s1} 的异名端和变压器 T_1 的副边第二绕组 N_{s2} 的异名端以及稳压电容 C_0 的第二端连接,变压器 T_1 的副边第二绕组 N_{s2} 的同名端和二极管 D_{O1} 的正极连接;稳压电容 C_0 的两端用于并联负载 R_0 。

[0031] 输入的电能在经过AC/DC变换之后,然后通过LC滤波滤去纹波,通过变压器 T_1 实现将输入的直流电压转换为交流电压,通过全波整流来为负载提供稳定的直流输出电压。

[0032] 在整流之后通过调节两个开关管 S_1 和 S_2 的开通和关断来控制变压器 T_1 将输入的直流电压转换为交流电压,通过全波整流为负载提供稳定的输出电压。而且通过调节开关管 S_1 和开关管 S_2 的开通和关断还可以实现功率因数的校正这一目标,从而实现效率最大化。并且通过电感 L_1 和电容 C_s 滤波实现了输入电流纹波减小的目标,使得新型电路的参数和指标达到更好的效果。

[0033] 图3为集成磁性原器件示意图,储能电感 L_1 、电感 L_2 和电感 L_3 耦合于变压器 T_1 的磁芯中来达到磁集成。

[0034] 图4中包括开关管 S_1 和开关管 S_2 的导通时序,开关管 S_1 和开关管 S_2 的导通时序为:开关管 S_1 和开关管 S_2 同时开通,开关管 S_1 开通且开关管 S_2 关断,开关管 S_1 和开关管 S_2 均开通,开关管 S_1 关断且开关管 S_2 开通。

[0035] 本发明的工作原理如下:

[0036] 首先交流电经过AC/DC全桥整流电路,整流后的电流经过LC滤波电路,再通过对开关管 S_1 和开关管 S_2 的控制,控制其开通或者关断来使得电感储能过程以及为负载提供能量过程交替进行,达到功率因数校正的功能;然后通过变压器 T_1 将输入的直流电压转换为交流电压,通过全波整流为负载提供稳定的电压输出。本发明所述的LED驱动电源有三种工作模式,LED驱动电源依次按照工作模式一、工作模式三、工作模式二和工作模式三的顺序周期性工作。

[0037] 工作模式一,在开关管 S_1 开通且开关管 S_2 关断时,储能电感 L_1 的能量以及经过AC/DC的直流电压加在变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 两端,而变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 因为上一个周期里有电流流过,所以感应出了上负下正的电压;

[0038] 工作模式二,在开关管 S_2 开通且开关管 S_1 关断时,电压加在变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 两端,变压器 T_1 的原边第二绕组 N_{p2} 两端电压 V_{p2} 为上正下负,与设定的正方向相同,反之变压器 T_1 的原边第一绕组 N_{p1} 因为在上个周期里电流是从下向上的,因此在开关管 S_1 关

断之后会感应出来一个上正下负电压；

[0039] 工作模式三，在开关管S1和开关管S2都处于导通状态的时候，变压器副边二极管D₀₁和二极管D₀₂同时导通使得变压器T1的副边短路，变压器T1的原副边电压为0，此时电感L1进行储能，变压器T1的原边第一绕组N_{p1}两端的电压V_{p1}和变压器T1的原边第二绕组N_{p2}两端的电压V_{p2}抵消掉。此时稳压电容C₀与负载并联，使得负载有稳定的电压输出。

[0040] 传统电路中的L0的作用为滤波整流，本电路采用了推挽式变压器，经过推挽式变压器开关电源经整流后输出的电压基本上是直流，没有交流成分，可以不需要滤波电感滤波，就可以得到一个电压纹波和电流纹波都很小的电能。

[0041] 工作模式分析：

[0042] 图5表示工作模式一：此时，开关管S₁导通且开关管S₂关断，交流电经过整流桥后，再经过LC滤波，滤去纹波后，电感L₁释放能量，变压器原边电流交流分量流过电感L₂、电感L₃和电容C_s，直流分量流过电感L₁；输出电压等于V_{s1}，再经过整流二极管D₀₁和稳压电容C₀来保证负载两端的电压。

[0043] 图6表示工作模式二：此时，开关管S₁关断且开关管S₂导通，交流电经过整流桥后，再经过LC滤波，滤去纹波后，电感L₁释放能量，变压器原边电流的交流分量依次流过电感L₂、电感L₃和电容C_s；变压器原边电流的直流分量流过电感L₁，输出电压等于V_{s2}，再经过整流二极管D₀₂和稳压电容C₀来保证负载两端的电压。

[0044] 图5表示工作模式三：此时，开关管S₁和开关管S₂均导通，交流电经过整流桥后，再经过LC滤波，滤去纹波后，电感L₁储能，变压器原边电流的交流分量依次流过电感L₂、电感L₃和电容C_s；变压器原边电流的直流分量流过电感L₁，输出电压等于V_{c0}，稳压电容C₀来保证负载两端的电压。

[0045] 传统电路采用了两级变换，通过Boost电路来达到功率因数校正的功能，经过变压器来实现DC/DC的变化为负载输出稳定直流电压，本电路既能够实现功率因数校正的功能而且将PFC与DC/DC合并在一起，开关管S₁与开关管S₂的开通与关断，包括三种开关模态，具备功率因数校正及纹波减小的led驱动电源，并且磁集成使得电路设计更简单，成本更低，体积更小，具备很好的实用性，比传统的方式更具有灵活性。

[0046] 对于LED驱动电源中有两个重要指标，一个是功率因数，一个是效率，本次电路的设计就是通过控制两个开关管的开通与关断来实现功率因数的校正，从而实现效率最大化，并且通过电感和电容滤波实现了输入电流纹波减小的目标，使得新型电路的参数和指标达到更好的效果。

[0047] 以上内容仅为说明本发明的技术思想，不能以此限定本发明的保护范围，凡是按照本发明提出的技术思想，在技术方案基础上所做的任何改动，均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

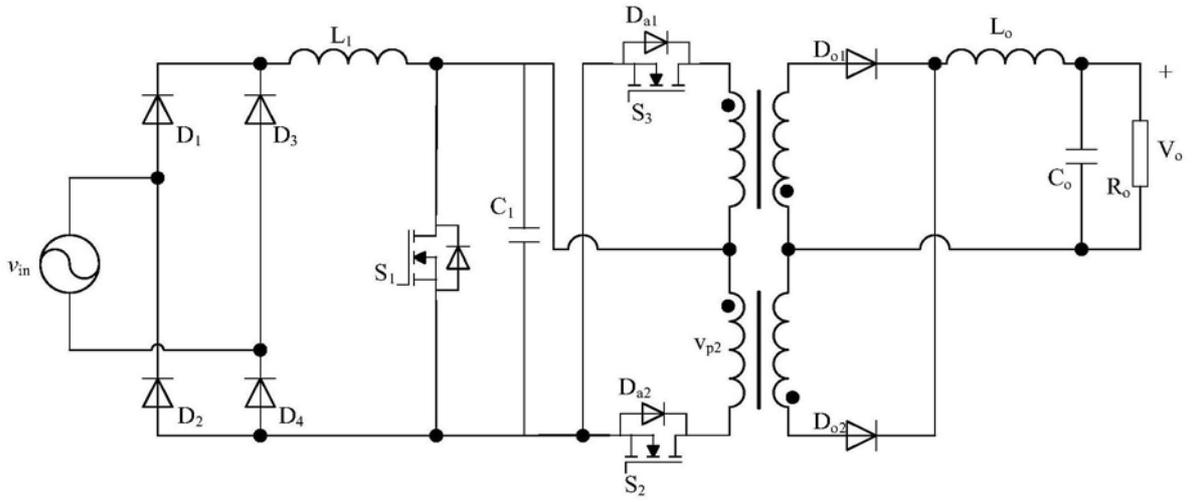


图1

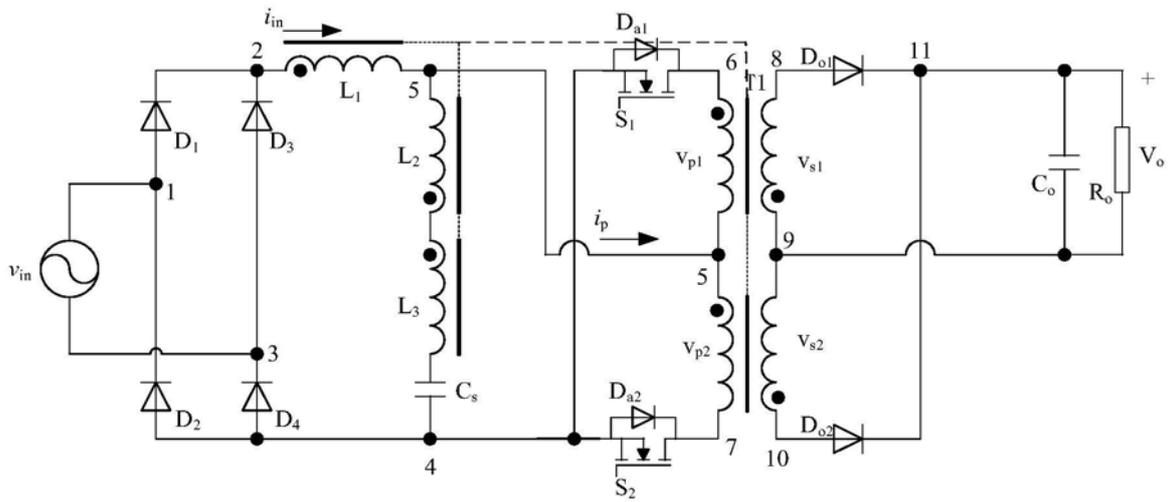


图2

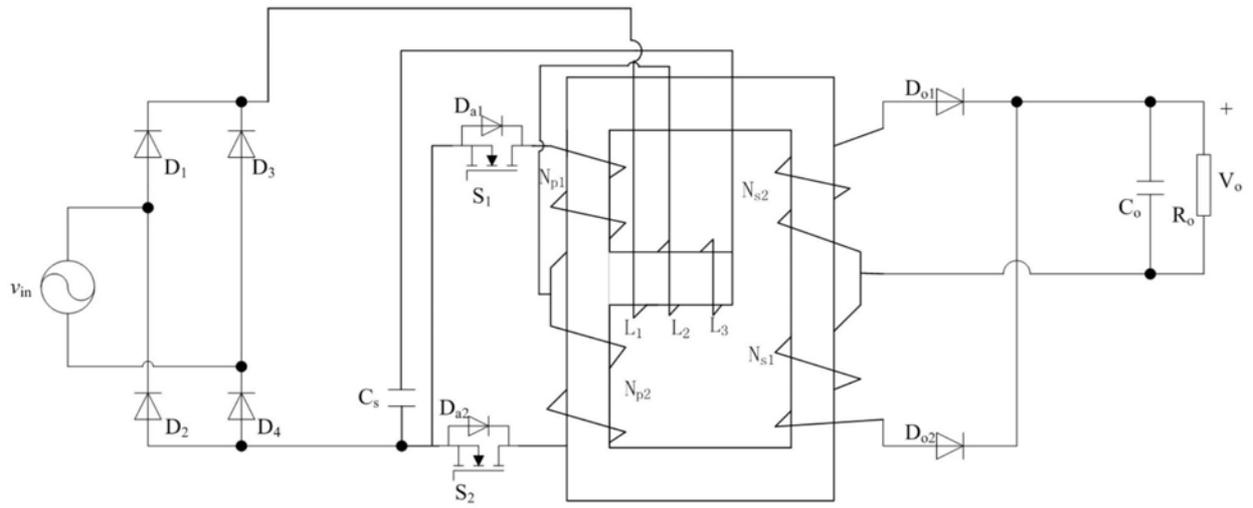


图3

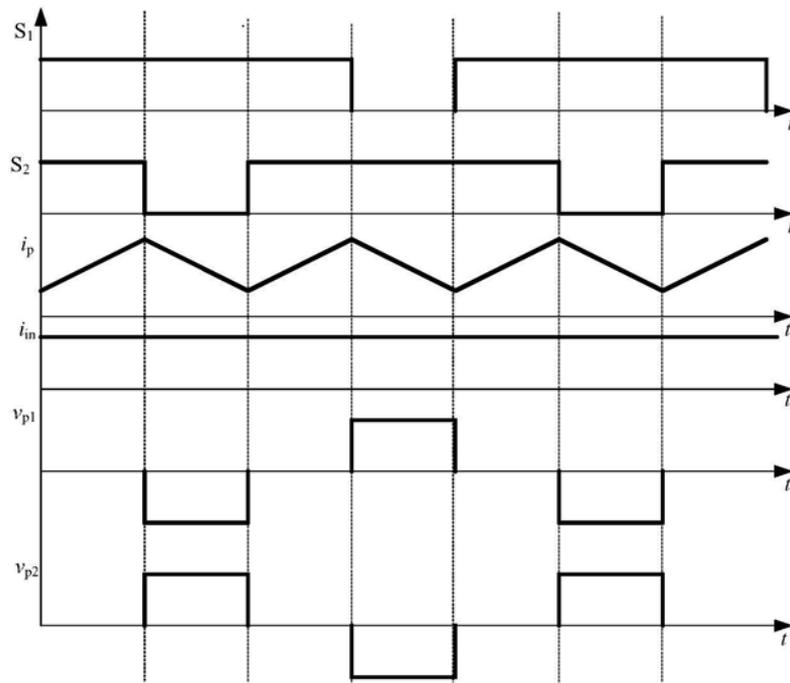


图4

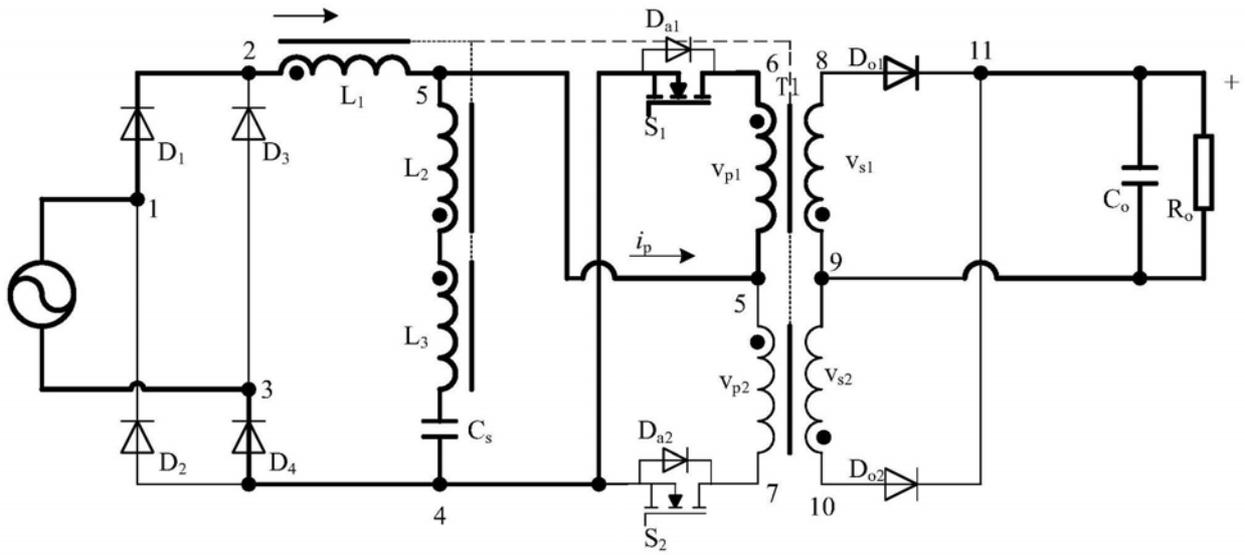


图5

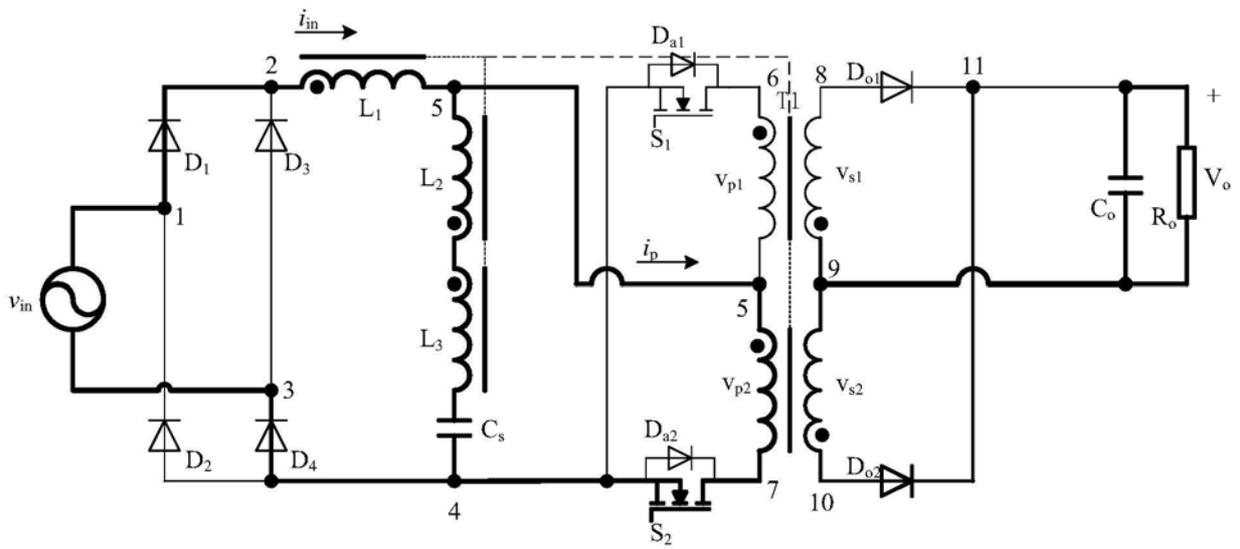


图6

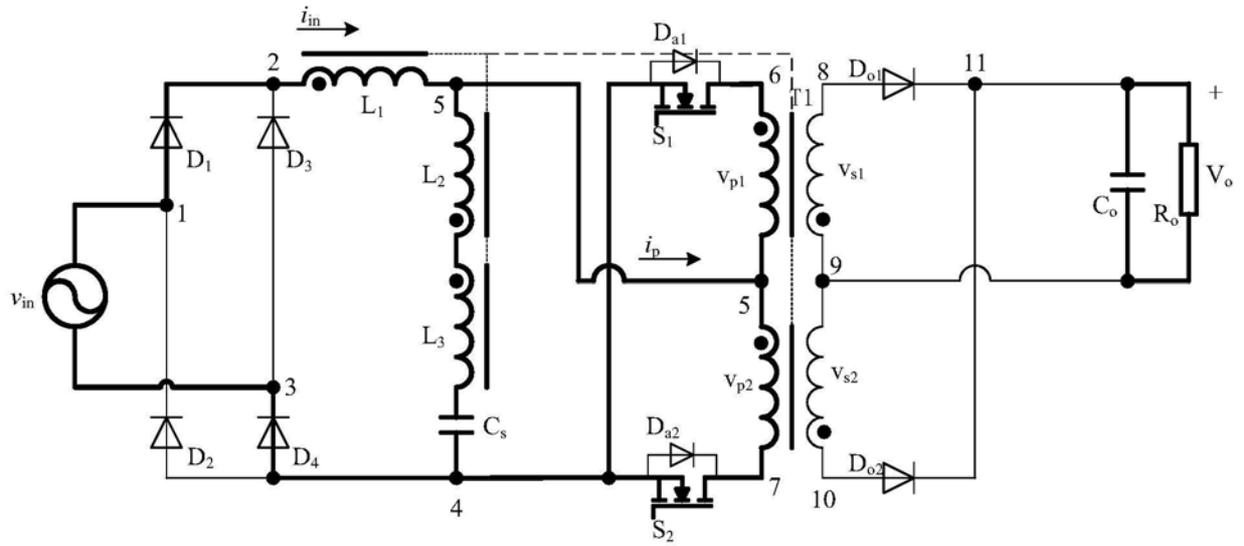


图7