



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206364710 U

(45)授权公告日 2017.07.28

(21)申请号 201720012186.1

H02M 1/32(2007.01)

(22)申请日 2017.01.04

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 广东百事泰电子商务股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区西乡街道铁岗社区宝田一路258号三楼东侧部分

(72)发明人 李金龙

(74)专利代理机构 广州市南锋专利事务所有限公司 44228

代理人 郑学伟 叶利军

(51)Int.Cl.

H02M 3/338(2006.01)

H02M 3/335(2006.01)

H02M 1/42(2007.01)

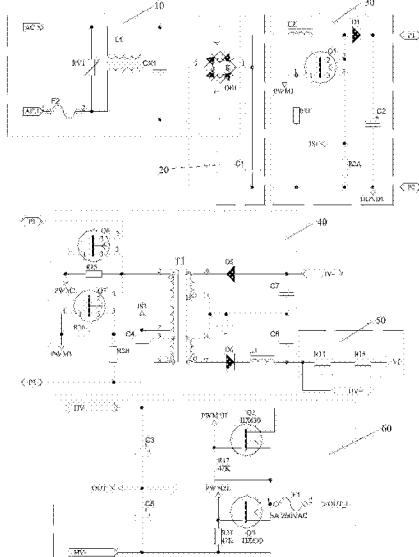
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

### (54)实用新型名称

基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路

### (57)摘要

本实用新型公开了一种基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其包括有：输入单元；滤波单元；PFC升压单元；LLC隔离变换器单元，包括有第一开关管、第二开关管、变压器、第一二极管、第二二极管和滤波电感，第一开关管的源极连接于变压器初级绕组的第一端，变压器初级绕组的第二端通过第一谐振电容连接于前端地，第二开关管的漏极连接于变压器初级绕组的第一端，变压器次级绕组的第一端连接于第一二极管的阴极，变压器次级绕组的第二端连接于第二二极管的阳极，第二二极管的阴极连接于滤波电感的前端；逆变倒相单元。本实用新型可提高PF值和输出电压质量。



1. 一种基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在于，包括有：  
—输入单元，用于提供直流电压；  
—滤波单元，连接于输入单元的输出端，用于对输入单元的输出电压进行滤波；  
—PFC升压单元，连接于滤波单元的输出端，用于对滤波单元的输出电压进行升压转换；  
—LLC隔离变换器单元，包括有第一开关管、第二开关管、变压器、第一二极管、第二二极管和滤波电感，所述第一开关管的漏极连接于PFC升压单元的输出端，所述第一开关管的源极连接于变压器初级绕组的第一端，所述变压器初级绕组的第二端通过第一谐振电容连接于前端地，所述第二开关管的漏极连接于变压器初级绕组的第一端，所述第二开关管的源极通过第三电阻连接于前端地，所述第一开关管的栅极和第二开关管的栅极用于加载两路相位相反的PWM脉冲信号，以令所述第一开关管和第二开关管交替导通，所述变压器次级绕组的中间抽头连接于后端地，所述变压器次级绕组的第一端连接于第一二极管的阴极，所述第一二极管的阳极通过第二电容连接于后端地，所述变压器次级绕组的第二端连接于第二二极管的阳极，所述第二二极管的阴极连接于滤波电感的前端，所述滤波电感的后端通过第三电容连接于后端地，所述滤波电感的后端和第一二极管的阳极作为LLC隔离变换器单元的输出端；  
—逆变倒相单元，连接于LLC隔离变换器单元的输出端，所述逆变倒相单元用于对LLC隔离变换器单元的输出电压进行逆变转换后输出交流电。
2. 如权利要求1所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在于，所述输入单元包括有插座、保险、防雷电阻、共模抑制电感、安规电容和整流桥，所述保险串接于插座的零线或火线上，所述共模抑制电感的前端并联于插座，所述防雷电阻并联于共模抑制电感的前端，所述安规电容和整流桥的输入端均并联于共模抑制电感的后端。
3. 如权利要求2所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在于，所述滤波单元包括有滤波电容，所述滤波电容并联于整流桥的输出端。
4. 如权利要求1所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在于，所述PFC升压单元包括有升压电感、第三开关管、第一整流二极管和第二电解电容，所述升压电感的前端连接于输入单元的输出端，所述升压电感的后端连接于第三开关管的漏极，所述第三开关管的源极接前端地，所述第三开关管的栅极用于接入一路PWM控制信号，所述第三开关管的漏极连接第一整流二极管的阳极，所述第一整流二极管的阴极作为PFC升压单元的输出端，且该第一整流二极管的阴极连接第二电解电容的正极，第二电解电容的负极接前端地。
5. 如权利要求4所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在于，还包括有一MCU控制单元，所述第一开关管的栅极、第二开关管的栅极和第三开关管的栅极分别连接于MCU控制单元，所述MCU控制单元用于分别输出PWM信号至第一开关管、第二开关管和第三开关管，以控制第一开关管、第二开关管和第三开关管通断状态。
6. 如权利要求5所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在于，还包括有一交流采样单元，所述交流采样单元连接于输入单元的输入端与MCU控制单元之间，所述交流采样单元用于采集输入单元交流侧的电压并反馈至MCU控制单元。
7. 如权利要求5所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，其特征在

于,所述第三开关管的源极与前端地之间连接有第一采样电阻,所述第三开关管的源极连接于MCU控制单元,藉由所述第一采样电阻而令MCU控制单元采集第三开关管源极的电信号。

8. 如权利要求5所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路,其特征在于,所述变压器初级绕组的第二端连接于MCU控制单元,以令MCU控制单元采集变压器初级绕组的电信号。

9. 如权利要求5所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路,其特征在于,还包括有一DC电压采样单元,所述DC电压采样单元包括有依次串联的第二采样电阻和第三采样电阻,所述第二采样电阻的前端连接于LLC隔离变换器单元的输出端,所述第三采样电阻的后端连接于MCU控制单元,藉由所述第二采样电阻和第三采样电阻而令MCU控制单元采集LLC隔离变换器单元输出的电信号。

10. 如权利要求5所述的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路,其特征在于,所述逆变倒相单元包括有第四开关管、第五开关管、第三电解电容和第四电解电容,所述第四开关管的漏极连接于LLC隔离变换器单元的输出端正极,所述第四开关管的源极连接于第五开关管的漏极,所述第五开关管的源极连接于LLC隔离变换器单元的输出端负极,所述第四开关管的栅极和第五开关管的栅极分别用于接入两路相位相反的PWM脉冲信号,所述第三电解电容的正极连接于第四开关管的漏极,所述第三电解电容的负极连接后端地,所述第三电解电容的负极还连接于第四电解电容的正极,所述第四电解电容的负极连接于第五开关管的源极,所述第四开关管的源极和第三电解电容的负极作为逆变倒相单元的输出端。

## 基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及电压转换电路,尤其涉及一种基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,由AC转AC的智能升降压转换装置又被称为旅行插排,该装置中,电压转换电路是其关键电路,是一种能实现AC-AC变换的电路,可以在AC-AC变换中实现升降压并稳定电压与频率的功能。然而目前的AC-AC便携式设备市场大多数为非隔离型的拓扑电路,且PF值低、输出电压质量低、安全可靠性差。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型要解决的技术问题在于,针对现有技术的不足,提供一种可提高电压转换装置的PF值、可提高输出电压质量,并且安全可靠的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路。

[0004] 为解决上述技术问题,本实用新型采用如下技术方案。

[0005] 一种基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路,其包括有:一输入单元,用于提供直流电压;一滤波单元,连接于输入单元的输出端,用于对输入单元的输出电压进行滤波;一PFC升压单元,连接于滤波单元的输出端,用于对滤波单元的输出电压进行升压转换;一LLC隔离变换器单元,包括有第一开关管、第二开关管、变压器、第一二极管、第二二极管和滤波电感,所述第一开关管的漏极连接于PFC升压单元的输出端,所述第一开关管的源极连接于变压器初级绕组的第一端,所述变压器初级绕组的第二端通过第一谐振电容连接于前端地,所述第二开关管的漏极连接于变压器初级绕组的第一端,所述第二开关管的源极通过第三电阻连接于前端地,所述第一开关管的栅极和第二开关管的栅极用于加载两路相位相反的PWM脉冲信号,以令所述第一开关管和第二开关管交替导通,所述变压器次级绕组的中间抽头连接于后端地,所述变压器次级绕组的第一端连接于第一二极管的阴极,所述第一二极管的阳极通过第二电容连接于后端地,所述变压器次级绕组的第二端连接于第二二极管的阳极,所述第二二极管的阴极连接于滤波电感的前端,所述滤波电感的后端通过第三电容连接于后端地,所述滤波电感的后端和第一二极管的阳极作为LLC隔离变换器单元的输出端;一逆变倒相单元,连接于LLC隔离变换器单元的输出端,所述逆变倒相单元用于对LLC隔离变换器单元的输出电压进行逆变转换后输出交流电。

[0006] 优选地,所述输入单元包括有插座、保险、防雷电阻、共模抑制电感、安规电容和整流桥,所述保险串接于插座的零线或火线上,所述共模抑制电感的前端并联于插座,所述防雷电阻并联于共模抑制电感的前端,所述安规电容和整流桥的输入端均并联于共模抑制电感的后端。

[0007] 优选地,所述滤波单元包括有滤波电容,所述滤波电容并联于整流桥的输出端。

[0008] 优选地,所述PFC升压单元包括有升压电感、第三开关管、第一整流二极管和第二

电解电容,所述升压电感的前端连接于输入单元的输出端,所述升压电感的后端连接于第三开关管的漏极,所述第三开关管的源极接前端地,所述第三开关管的栅极用于接入一路PWM控制信号,所述第三开关管的漏极连接第一整流二极管的阳极,所述第一整流二极管的阴极作为PFC升压单元的输出端,且该第一整流二极管的阴极连接第二电解电容的正极,第二电解电容的负极接前端地。

[0009] 优选地,还包括有一MCU控制单元,所述第一开关管的栅极、第二开关管的栅极和第三开关管的栅极分别连接于MCU控制单元,所述MCU控制单元用于分别输出PWM信号至第一开关管、第二开关管和第三开关管,以控制第一开关管、第二开关管和第三开关管通断状态。

[0010] 优选地,还包括有一交流采样单元,所述交流采样单元连接于输入单元的输入端与MCU控制单元之间,所述交流采样单元用于采集输入单元交流侧的电压并反馈至MCU控制单元。

[0011] 优选地,所述第三开关管的源极与前端地之间连接有第一采样电阻,所述第三开关管的源极连接于MCU控制单元,藉由所述第一采样电阻而令MCU控制单元采集第三开关管源极的电信号。

[0012] 优选地,所述变压器初级绕组的第二端连接于MCU控制单元,以令MCU控制单元采集变压器初级绕组的电信号。

[0013] 优选地,还包括有一DC电压采样单元,所述DC电压采样单元包括有依次串联的第二采样电阻和第三采样电阻,所述第二采样电阻的前端连接于LLC隔离变换器单元的输出端,所述第三采样电阻的后端连接于MCU控制单元,藉由所述第二采样电阻和第三采样电阻而令MCU控制单元采集LLC隔离变换器单元输出的电信号。

[0014] 优选地,所述逆变倒相单元包括有第四开关管、第五开关管、第三电解电容和第四电解电容,所述第四开关管的漏极连接于LLC隔离变换器单元的输出端正极,所述第四开关管的源极连接于第五开关管的漏极,所述第五开关管的源极连接于LLC隔离变换器单元的输出端负极,所述第四开关管的栅极和第五开关管的栅极分别用于接入两路相位相反的PWM脉冲信号,所述第三电解电容的正极连接于第四开关管的漏极,所述第三电解电容的负极连接后端地,所述第三电解电容的负极还连接于第四电解电容的正极,所述第四电解电容的负极连接于第五开关管的源极,所述第四开关管的源极和第三电解电容的负极作为逆变倒相单元的输出端。

[0015] 本实用新型公开的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路中,输入单元提供的直流电压经过滤波单元滤波后,由PFC升压单元进行升压转换,之后传输至LLC隔离变换器单元,在LLC隔离变换器单元中,第一开关管、第二开关管、第一谐振电容、变压器初级的漏感及初级励磁电感组成LLC谐振电路,从而将功率传输给变压器的次级线圈,通过第一二极管、第二二极管整流成两个反方向的脉动电平,再通过滤波电感、第二电容、第三电容而滤波成包含正负方向的直流电压,并通过改变变压器初次级的匝数比,可以调整输出电压的高低,进而实现升压或者降压转换。基于上述结构,本实用新型不仅实现了电压的隔离传输,进而提高升压/降压转换装置的PF值,还提高了输出电压质量,使得电压转换过程更加安全可靠。

## 附图说明

- [0016] 图1为本实用新型全桥修正波电压转换电路的原理图。
- [0017] 图2为本实用新型优选实施例中交流采样单元的电路原理图。
- [0018] 图3为本实用新型优选实施例中MCU控制单元的电路原理图。

## 具体实施方式

- [0019] 下面结合附图和实施例对本实用新型作更加详细的描述。
- [0020] 本实用新型公开了一种基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路，结合图1至图3所示，其包括有：
  - [0021] 一输入单元10，用于提供直流电压；
  - [0022] 一滤波单元20，连接于输入单元10的输出端，用于对输入单元10的输出电压进行滤波；
  - [0023] 一PFC升压单元30，连接于滤波单元20的输出端，用于对滤波单元20的输出电压进行升压转换；
  - [0024] 一LLC隔离变换器单元40，包括有第一开关管Q6、第二开关管Q7、变压器T1、第一二极管D5、第二二极管D6和滤波电感L3，所述第一开关管Q6的漏极连接于PFC升压单元30的输出端，所述第一开关管Q6的源极连接于变压器T1初级绕组的第一端，所述变压器T1初级绕组的第二端通过第一谐振电容C4连接于前端地，所述第二开关管Q7的漏极连接于变压器T1初级绕组的第一端，所述第二开关管Q7的源极通过第三电阻R2B连接于前端地，所述第一开关管Q6的栅极和第二开关管Q7的栅极用于加载两路相位相反的PWM脉冲信号，以令所述第一开关管Q6和第二开关管Q7交替导通，所述变压器T1次级绕组的中间抽头连接于后端地，所述变压器T1次级绕组的第一端连接于第一二极管D5的阴极，所述第一二极管D5的阳极通过第二电容C7连接于后端地，所述变压器T1次级绕组的第二端连接于第二二极管D6的阳极，所述第二二极管D6的阴极连接于滤波电感L3的前端，所述滤波电感L3的后端通过第三电容C8连接于后端地，所述滤波电感L3的后端和第一二极管D5的阳极作为LLC隔离变换器单元40的输出端；
  - [0025] 一逆变倒相单元60，连接于LLC隔离变换器单元40的输出端，所述逆变倒相单元60用于对LLC隔离变换器单元40的输出电压进行逆变转换后输出交流电。
  - [0026] 上述修正波电压转换电路中，输入单元10提供的直流电压经过滤波单元20滤波后，由PFC升压单元30进行升压转换，之后传输至LLC隔离变换器单元40，在LLC隔离变换器单元40中，第一开关管Q6、第二开关管Q7、第一谐振电容C4、变压器T1初级的漏感及初级励磁电感组成LLC谐振电路，从而将功率传输给变压器T1的次级线圈，通过第一二极管D5、第二二极管D6整流成两个反方向的脉动电平，再通过滤波电感L3、第二电容C7、第三电容C8而滤波成包含正负方向的直流电压，并通过改变变压器T1初次级的匝数比，可以调整输出电压的高低，进而实现升压或者降压转换。基于上述结构，本实用新型不仅实现了电压的隔离传输，进而提高升压/降压转换装置的PF值，还提高了输出电压质量，使得电压转换过程更加安全可靠。
  - [0027] 关于输入部分，所述输入单元10包括有插座、保险F2、防雷电阻RV1、共模抑制电感

L1、安规电容CX1和整流桥DB1，所述保险F2串接于插座的零线或火线上，所述共模抑制电感L1的前端并联于插座，所述防雷电阻RV1并联于共模抑制电感L1的前端，所述安规电容CX1和整流桥DB1的输入端均并联于共模抑制电感L1的后端。

[0028] 为了对输入电压进行滤波，所述滤波单元20包括有滤波电容C1，所述滤波电容C1并联于整流桥DB1的输出端。

[0029] 关于升压部分，所述PFC升压单元30包括有升压电感L2、第三开关管Q5、第一整流二极管D1和第二电解电容C2，所述升压电感L2的前端连接于输入单元10的输出端，所述升压电感L2的后端连接于第三开关管Q5的漏极，所述第三开关管Q5的源极接前端地，所述第三开关管Q5的栅极用于接入一路PWM控制信号，所述第三开关管Q5的漏极连接第一整流二极管D1的阳极，所述第一整流二极管D1的阴极作为PFC升压单元30的输出端，且该第一整流二极管D1的阴极连接第二电解电容C2的正极，第二电解电容C2的负极接前端地。

[0030] 上述PFC升压单元30中，若滤波电容C1输出半波交流电压，PFC进入升压模式，以提高AC转AC智能降压转换拓扑电路的PF值，升压后通过第二电解电容C2滤波后的电压为400V，具体的升压原理如下：第三开关管Q5导通时，滤波电容C1上的电流经升压电感L2、第三开关管Q5到GND形成回路，升压电感L2储存能量；当第三开关管Q5关断时，升压电感上会形成比输入电压高得多的感应电动势，感应电动势经续流管D1进行整流后形成单向脉冲电压再送给第二电解电容C2电容进滤波，滤波成400V的直流电压。并且第三开关管Q5是根据控制芯片采到的输入交流修正波变化来加大或减少第三开关管Q5的导通时间，以使电流与电压相位变一致来提高PF值。

[0031] 作为一种优选方式，如图3所示，本实施例还包括有一MCU控制单元80，所述第一开关管Q6的栅极、第二开关管Q7的栅极和第三开关管Q5的栅极分别连接于MCU控制单元80，所述MCU控制单元80用于分别输出PWM信号至第一开关管Q6、第二开关管Q7和第三开关管Q5，以控制第一开关管Q6、第二开关管Q7和第三开关管Q5通断状态。

[0032] 为了便于监测交流侧的电信号，请参照图2，还包括有一交流采样单元70，所述交流采样单元70连接于输入单元10的输入端与MCU控制单元80之间，所述交流采样单元70用于采集输入单元10交流侧的电压并反馈至MCU控制单元80。

[0033] 进一步地，所述交流采样单元70包括有运放U9B，所述运放U9B的两个输入端分别通过限流电阻而连接于输入单元10的输入端，所述运放U9B的输出端连接于MCU控制单元80。

[0034] 为了便于对电流进行实时采集，所述第三开关管Q5的源极与前端地之间连接有第一采样电阻R2A，所述第三开关管Q5的源极连接于MCU控制单元80，藉由所述第一采样电阻R2A而令MCU控制单元80采集第三开关管Q5源极的电信号。

[0035] 在此基础上，所述变压器T1初级绕组的第二端连接于MCU控制单元80，以令MCU控制单元80采集变压器T1初级绕组的电信号。

[0036] 作为一种优选方式，为了对直流侧电信号进行采集，本实施例还包括有一DC电压采样单元50，所述DC电压采样单元50包括有依次串联的第二采样电阻R13和第三采样电阻R15，所述第二采样电阻R13的前端连接于LLC隔离变换器单元40的输出端，所述第三采样电阻R15的后端连接于MCU控制单元80，藉由所述第二采样电阻R13和第三采样电阻R15而令MCU控制单元80采集LLC隔离变换器单元40输出的电信号。

[0037] 关于逆变部分,请参照图1,所述逆变倒相单元60包括有第四开关管Q2、第五开关管Q4、第三电解电容C3和第四电解电容C5,所述第四开关管Q2的漏极连接于LLC隔离变换器单元40的输出端正极,所述第四开关管Q2的源极连接于第五开关管Q4的漏极,所述第五开关管Q4的源极连接于LLC隔离变换器单元40的输出端负极,所述第四开关管Q2的栅极和第五开关管Q4的栅极分别用于接入两路相位相反的PWM脉冲信号,所述第三电解电容C3的正极连接于第四开关管Q2的漏极,所述第三电解电容C3的负极连接后端地,所述第三电解电容C3的负极还连接于第四电解电容C5的正极,所述第四电解电容C5的负极连接于第五开关管Q4的源极,所述第四开关管Q2的源极和第三电解电容C3的负极作为逆变倒相单元60的输出端。

[0038] 进一步地,所述第四开关管Q2的栅极和源极之间连接有第一电阻R17,所述第五开关管Q4的栅极和源极之间连接有第二电阻R23。

[0039] 上述逆变倒相单元60中,经过滤波电感L3滤波电感滤成直流电压经第四开关管Q2、负载、第四电解电容C4形成回路给负载供电形成第一个半周期修正波电平;第二个半周期修正波电平通过第五开关管Q4、负载、第三电解电容C3形成回路,这样在负载上就形成了一个完整的工频修正波交流电压。控制芯片输出的PWM信号经驱动电路后分别送出PWM2H、PWM2L给第四开关管Q2、第五开关管Q4的GATE极。逆变倒相电路中的相位与频率按照控制芯片内部设定的模式进行工作。同时第三电解电容C3、第四电解电容C4还有滤波的作用,可以与滤波电感L3组成滤波电路。本逆变电路控制简单,电路只用两个MOS管,成本低廉。

[0040] 本实用新型公开的基于PFC与LLC谐振的智能半桥修正波电压转换电路,其具有高PF值,可实现电网与输出端隔离,且安全性非常高。在输入全电压范围内能够自动调节输出电压,可固定输出频率,并且输出电压是以修正波输出,对交流电压有自动整形功能,此外,本实用新型电路简单,控制方便,并且含有电压与电流采样电路,能防浪涌电压与电流。

[0041] 以上所述只是本实用新型较佳的实施例,并不用于限制本实用新型,凡在本实用新型的技术范围内所做的修改、等同替换或者改进等,均应包含在本实用新型所保护的范围内。

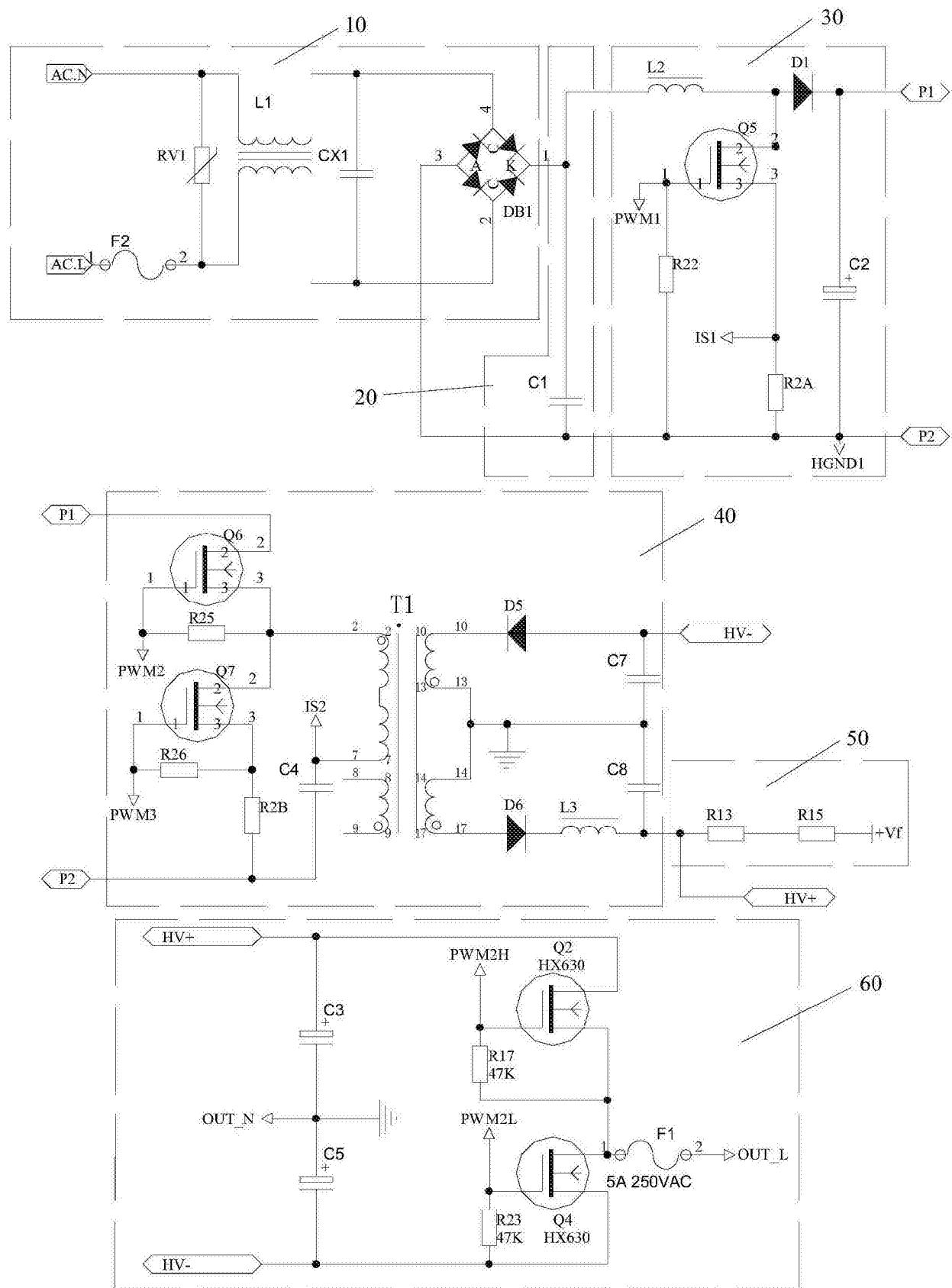


图1

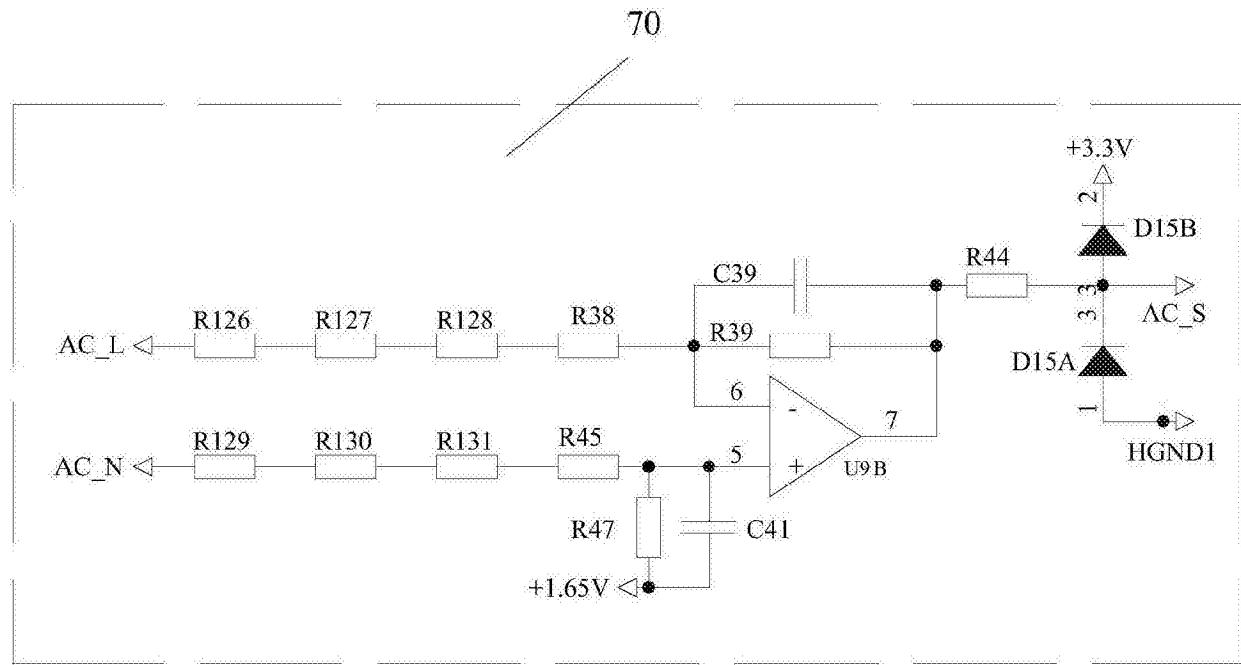


图2

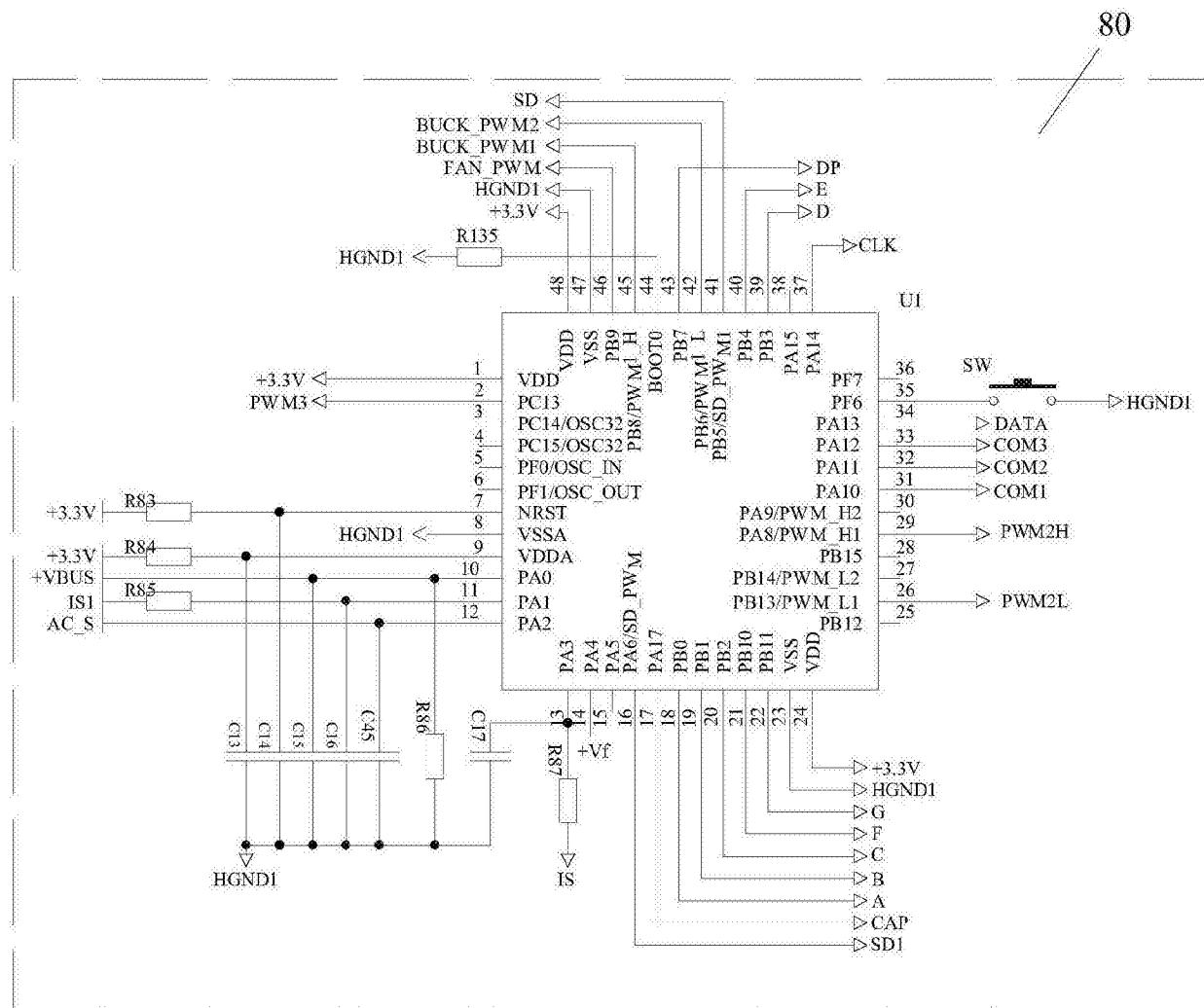


图3