



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106026734 B

(45)授权公告日 2019.02.26

(21)申请号 201610610316.1

(22)申请日 2016.07.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106026734 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(73)专利权人 扬州大学  
地址 225009 江苏省扬州市开发区大学南  
路88号

(72)发明人 蒋伟 林杰

(74)专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任  
公司 32102

代理人 沈良菊

(51)Int.Cl.  
H02M 7/483(2007.01)

(56)对比文件

US 2014334189 A1,2014.11.13,  
CN 102064592 A,2011.05.18,  
CN 103490632 A,2014.01.01,  
CN 101166001 A,2008.04.23,  
周君.含电动汽车及可再生能源微网逆变器  
并联控制策略研究.《兰州理工大学硕士论文》  
.2015,

审查员 冯昊

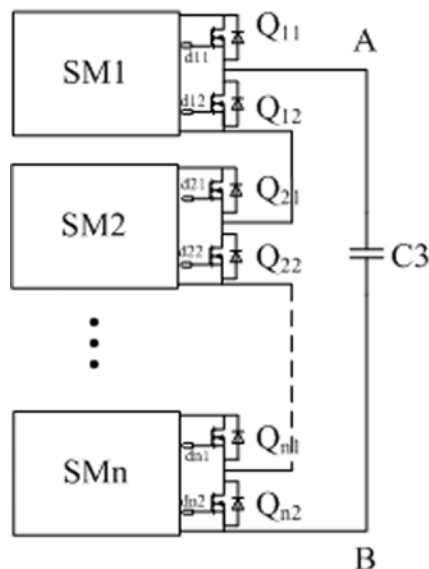
权利要求书2页 说明书6页 附图11页

(54)发明名称

用于多电平模块化变流器的动力电池变换器及其控制方法

(57)摘要

本发明提供了电能应用技术领域内的一种用于多电平模块化变流器的动力电池变换器及其控制方法,包括主电路、控制电路和上位机,主电路包括若干结构相同的双向直流斩波器、并联在双向直流斩波器的输出端的结构相同的半桥电路以及母线电容C5,主电路使多电平模块化变流器输出不同大小的电压;控制电路控制每个双向直流斩波器的输出电压、电感电流和母线电容电压;上位机分析电池状态并将电池状态反馈给控制电路;本发明增大了母线电容电压的输出范围,不影响电路工作的同时实现电池状态的检测,提高电路的安全性和工作效率。



1. 一种用于多电平模块化变流器的动力电池变换器,其特征在于,包括主电路、控制电路和上位机,

所述主电路包括若干结构相同的双向直流斩波器、并联在双向直流斩波器的输出端的结构相同的半桥电路以及母线电容C5,所述主电路使多电平模块化变流器输出不同大小的电压;

所述控制电路控制每个双向直流斩波器的输出电压、电感电流和母线电容电压;

所述上位机分析电池状态并将电池状态反馈给控制电路;

所述半桥电路包括两个串联连接的功率开关管,半桥电路一包括功率开关管Q11和功率开关管Q12,功率开关管Q11的漏极与第一双向直流斩波器SM<sub>1</sub>的输出正极连接,功率开关管Q12的源极与第一双向直流斩波器SM<sub>1</sub>的输出负极连接;半桥电路二包括功率开关管Q21和功率开关管Q22,功率开关管Q21的漏极与第二双向直流斩波器SM<sub>2</sub>的输出正极连接,功率开关管Q22的源极与第二双向直流斩波器SM<sub>2</sub>的输出负极连接,功率开关管Q12的源极接在功率开关管Q21源极和功率开关管Q22的漏极之间的电极点;依次类推,半桥电路n-1包括功率开关管Q(n-1)1和功率开关管Q(n-1)2,功率开关管Q(n-1)1的漏极与第n-1双向直流斩波器SM<sub>n-1</sub>的输出正极连接,功率开关管Q(n-1)2的源极与第n-1双向直流斩波器SM<sub>n-1</sub>的输出负极连接,半桥电路n包括功率开关管Qn1和功率开关管Qn2,功率开关管Qn1的漏极与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出正极连接,功率开关管Qn2的源极与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出负极连接,所述功率开关管Q(n-1)2的源极接在功率开关管Qn1的源极和功率开关管Qn2的漏极之间的电极点;所述母线电容C3的一端接在功率开关管Q11的源极和功率开关管Q12的漏极之间的电极点,所述母线电容C3的另一端与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出负极连接;其中,n为双向直流斩波器的总个数。

2. 根据权利要求1所述的用于多电平模块化变流器的动力电池变换器,其特征在于,所述单个双向直流斩波器包括第一电容C1、第一功率开关管Q1、第二功率开关管Q2、第一电感L1、第三功率开关管Q3、第四功率开关管Q4以及第二电容C2,所述第一电容C1并联在电池的两端,第一功率开关管Q1的漏极与电池的正极相接,第一功率开关管Q1的源极与第二功率开关管Q2的漏极连接,第二功率开关管Q2的源极与电池的负极相接,第一电感L1的一端接在第一功率开关管Q1的源极和第二功率开关管Q2的漏极之间的电极点,第三功率开关管Q3的源极与电池的负极连接,并作为双向直流斩波器的输出负极,第三功率开关管Q3的漏极与第四功率开关管Q4的源极连接,第四功率开关管Q4的漏极作为双向直流斩波器的输出正极,第二电容C2的一端接双向直流斩波器的输出正极,第二电容C2的另一端接双向直流斩波器的输出负极。

3. 根据权利要求1或2所述的用于多电平模块化变流器的动力电池变换器,其特征在于,还包括数字信号处理器,所述数字信号处理器输入端连接有电感电流采样电路、电池电压采样电路、输出电压采样电路和母线电容电压采样电路,所述数字信号处理器输出端连接有第一功率开关管驱动电路、第二功率开关管驱动电路和第三功率开关管驱动电路。

4. 根据权利要求3所述的用于多电平模块化变流器的动力电池变换器,其特征在于,所述电池电压采样电路包括由第一电阻R1、第二电阻R12、第三电阻R3组成的分压电路和滤波电容C10,滤波电容C10并联在第三电阻R3两端,所述电池电压采样电路的输入端A连接在电池的正极,所述电池电压采样电路的输出端V<sub>A-GND</sub>连接在数字信号处理器上,所述输出电压

采样电路、母线电容电压采样电路和电池电压采样电路的原理相同。

5. 根据权利要求3所述的用于多电平模块化变流器的动力电池变换器,其特征在于,所述电感电流采样电路与电感L串接在一起,电感电流采样电路包括霍尔传感器TBC25PS3.3和电阻R30,第一电感L1电流通入霍尔传感器TBC25PS3.3的5、6脚,流出3、4脚,在1脚输出成比例的电压经过电阻R30的分压电路送至数字信号处理器的模数转换端口。

6. 根据权利要求3所述的用于多电平模块化变流器的动力电池变换器,其特征在于,所述第一功率开关管驱动电路包括驱动芯片IR2101S、输入限流电阻R17、输入限流电阻R18、泵升电容C22、泵升二极管D1以及去耦电容C21,所述数字信号处理器与第一功率管驱动电路的两路信号输入端连接,所述第一功率开关管驱动电路的输出端分别与双向直流斩波器中的信号输入端d1、d2连接,所述第二功率开关管驱动电路、第三功率开关管驱动电路和第一功率开关管驱动电路相同。

7. 一种动力电池变换器的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一) PRBS的生成:系统上电,数字信号处理器中产生随机的二进制信号,将此信号加在数字信号处理器的PWM占空比上,使得电感电流在可控范围内随机变化;

步骤二) 电池状态的检测:进入电池检测状态,控制电路控制动力电池变换器进入升压的工作模式,保证电感电流连续,对电感电流进行控制,对双向直流斩波器的输出电压限幅,将检测到的电感电流信号和电池电压信号经过模数转换后送入上位机,对电池进行频率特性分析,将频率特性分析与标准电池的频率特性分析的结果作比较,频率分析图一致,则认为电池正常,否则,更换电池,并返回步骤一执行;

步骤三) 系统进入工作状态:电池正常,控制电路控制双向直流斩波器进入降压工作模式,控制电路控制双向直流斩波器的第四功率开关管Q4常通,第三功率开关管Q3常开,输出的PWM占空比信号控制第一功率开关管Q1和第二功率开关管Q2的通断。

8. 根据权利要求7所述的控制方法,其特征在于,步骤二)中,对电感电流的控制和双向直流斩波器的输出电压限幅的方法具体为:对电感电流进行采样,与给定的电流参考值 $I_{ref}$ 进行比较,经数字信号处理器内的电流控制器进行运算,得出新的PWM占空比D1,同时,对双向直流斩波器的输出电压进行采样,与给定的输出电压参考值 $V_{ref}$ 进行比较,经过数字信号处理器内的电压控制器进行运算,得到新的PWM占空比D2,选取D1和D2中的较小值,将此值与PBRS信号相加后传输给动力电池变换器,从而使电感电流在可控范围内变换并双向直流斩波器的输出电压得到限幅。

9. 根据权利要求8所述的控制方法,其特征在于,步骤三)中,控制动力电池变换器的输出电压和电感电流的方法,具体为:对双向直流斩波器的输出电压进行采样,与输出电压参考值 $V^*$ 作差,经过数字信号处理器的电压控制器的运算,得出电感电流参考值 $I^*$ ,将电感电流参考值 $I^*$ 与实际动力电池变换器中的电感电流作差,经过数字信号处理器的电流控制器的运算,得出新的PWM占空比,将该占空比输出给双向直流斩波器,从而控制动力电池变换器的输出电压和电感电流。

## 用于多电平模块化变流器的动力电池变换器及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种动力电池变换器及其控制方法,特别涉及一种用于多电平模块化变流器的动力电池变换器及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着电力电子技术的不断发展,模块化结构已经成为电力电子技术的重要发展方向,其中,多电平模块化换流器有减小电磁干扰和输出电压的谐波含量,输出电压非常平滑且接近理想正弦波形等优点,得到了广泛的使用。

[0003] 随着社会和经济的不断发展,电池因为其高效、清洁的优点而被广泛应用于各个场合。但电池随着使用时间的增加,其状态会不断变化,为了及时掌握电池的实时状态,需要在使用时用合适的方法对电池的状态进行检测,以便及时更换不良电池。

[0004] 在多电平模块化的设计中电池变换器的选择关系到输入电池的电压范围和系统的效率,现有技术中的多电平模块化变流器的输出电压要么只能高于电源电压,要么只能低于电源电压,无法在同一种多电平模块化变流器上实现高于电源电压或低于电源电压的输出,电压的输出范围小。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供用于多电平模块化变流器的动力电池变换器及其控制方法,提高电路的工作效率,扩大输出电压范围,实现对电池状态的检测,以提高系统工作的稳定性。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:多电平模块化变流器的动力电池变换器,包括主电路、控制电路和上位机,

[0007] 所述主电路包括若干结构相同的双向直流斩波器、并联在双向直流斩波器的输出端的结构相同的半桥电路以及母线电容C5,所述主电路使多电平模块化变流器输出不同大小的电压;

[0008] 所述控制电路控制每个双向直流斩波器的输出电压、电感电流和母线电容电压;

[0009] 所述上位机分析电池状态并将电池状态反馈给控制电路。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述单个双向直流斩波器包括第一电容C1、第一功率开关管Q1、第二功率开关管Q2、第一电感L1、第三功率开关管Q3、第四功率开关管Q4以及第二电容C2,所述第一电容C1并联在电池的两端,第一功率开关管Q1的漏极与电池的正极相接,第一功率开关管Q1的源极与第二功率开关管Q2的漏极连接,第二功率开关管Q2的源极与电池的负极相接,第一电感L1的一端接在第一功率开关管Q1的源极和第二功率开关管Q2的漏极之间的电极点,第三功率开关管Q3的源极与电池的负极连接,并作为双向直流斩波器的输出负极,第三功率开关管Q3的漏极与第四功率开关管Q4的源极连接,第四功率开关管Q4的漏极作为双向直流斩波器的输出正极,第二电容C2的一端接双向直流斩波器的输出正极,第二电容C2的另一端接双向直流斩波器的输出负极。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述半桥电路包括两个串联连接的功率开关管,半桥电路一包括功率开关管Q11和功率开关管Q12,功率开关管Q11的漏极与第一双向直流斩波器SM<sub>1</sub>的输出正极连接,功率开关管Q12的源极与第一双向直流斩波器SM<sub>1</sub>的输出负极连接;半桥电路二包括功率开关管Q21和功率开关管Q22,功率开关管Q21的漏极与第二双向直流斩波器SM<sub>2</sub>的输出正极连接,功率开关管Q22的源极与第二双向直流斩波器SM<sub>2</sub>的输出负极连接,功率开关管Q12的源极接在功率开关管Q21源极和功率开关管Q22的漏极之间的电极点;依次类推,半桥电路n-1包括功率开关管Q(n-1)1和功率开关管Q(n-1)2,功率开关管Q(n-1)1的漏极与第n-1双向直流斩波器SM<sub>n-1</sub>的输出正极连接,功率开关管Q(n-1)2的源极与第n-1双向直流斩波器SM<sub>n-1</sub>的输出负极连接,半桥电路n包括功率开关管Q<sub>n1</sub>和功率开关管Q<sub>n2</sub>,功率开关管Q<sub>n1</sub>的漏极与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出正极连接,功率开关管Q<sub>n2</sub>的源极与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出负极连接,所述功率开关管Q(n-1)2的源极接在功率开关管Q<sub>n1</sub>的源极和功率开关管Q<sub>n2</sub>的漏极之间的电极点;所述母线电容C3的一端接在功率开关管Q11的源极和功率开关管Q12的漏极之间的电极点,所述母线电容C3的另一端与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出负极连接;

[0012] 其中,n为双向直流斩波器的总个数。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述数字信号处理器输入端连接有电感电流采样电路、电池电压采样电路、输出电压采样电路和母线电容电压采样电路,所述数字信号处理器输出端连接有第一功率开关管驱动电路、第二功率开关管驱动电路和第三功率开关管驱动电路。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述电池电压采样电路包括由第一电阻R1、第二电阻R12、第三电阻R3组成的分压电路和滤波电容C10,滤波电容C10并联在第三电阻R3两端,所述电池电压采样电路的输入端A连接在电池的正极,所述电池电压采样电路的输出端V<sub>A-GND</sub>连接在数字信号处理器上,所述输出电压采样电路、母线电容电压采样电路和电池电压采样电路的原理相同。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述电感电流采样电路与电感L串接在一起,电感电流采样电路包括霍尔传感器TBC25PS3.3和电阻R30,第一电感L1电流通入霍尔传感器TBC25PS3.3的5、6脚,流出3、4脚,在1脚输出成比例的电压经过电阻R30的分压电路送至数字信号处理器的模数转换端口。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述第一功率开关管驱动电路包括驱动芯片IR2101S、输入限流电阻R17、输入限流电阻R18、泵升电容C22、泵升二极管D1和去耦电容C21,所述数字信号处理器与第一功率管驱动电路的两路信号输入端连接,所述第一功率开关管驱动电路的输出端分别与双向直流斩波器中的信号输入端d1、d2连接,所述第二功率开关管驱动电路、第三功率开关管驱动电路和第一功率开关管驱动电路相同。

[0017] 所述变换器的控制方法,包括以下步骤:

[0018] 步骤一)PRBS(伪随机二进制)的生成:系统上电,所述数字信号处理器中产生随机的二进制信号,将此信号加在数字信号处理器的PWM占空比上,使得电感电流在可控范围内随机变化;

[0019] 步骤二)电池状态的检测:进入电池检测状态,所述控制电路控制动力电池变换器进入升压的工作模式,保证电感电流连续,对电感电流进行控制,对双向直流斩波器的输出

电压限幅,将检测到的电感电流信号和电池电压信号经过模数转换后上送入上位机,对电池进行频率特性分析,将频率特性分析与标准电池的频率特性分析的结果作比较,频率分析图一致,则电池正常否则,更换电池,并返回步骤一执行。

[0020] 步骤三)系统进入工作状态:电池正常,控制电路控制双向直流斩波器进入降压工作模式,控制电路控制双向直流斩波器的第四功率开关管Q4常通,第三功率开关管Q3常开,输出的PWM占空比信号控制第一功率开关管Q1和第二功率开关管Q2的开关。

[0021] 作为本发明的进一步改进,步骤二中,对电感电流的控制和双向直流斩波器的输出电压限幅的方法具体为:对电感电流进行采样,与电流参考值 $I_{ref}$ 进行比较,经数字信号处理器内的电流控制器进行运算,得出新的PWM占空比D1,同时,对双向直流斩波器的输出电压进行采样,与输出电压参考值 $V_{ref}$ 进行比较,经过数字信号处理器内的电压控制器进行运算,得到新的PWM占空比D2,选取D1和D2中的较小值,将此值与PBRs信号相加后传输给动力电池变换器,从而使电感电流在可控范围内变换并双向直流斩波器的输出电压得到限幅。

[0022] 作为本发明的进一步改进,步骤三中,控制动力电池变换器的输出电压和电感电流的方法,具体为:对双向直流斩波器的输出电压进行采样,与输出电压参考值 $V^*$ 作差,经过数字信号处理器的电压控制器的运算,得出电感电流参考值 $I^*$ ,将电感电流参考值 $I^*$ 与实际动力电池变换器中的电感电流作差,经过数字信号处理器的电流控制器的运算,得出新的PWM占空比,将该占空比输出给双向直流斩波器,从而控制动力电池变换器的输出电压和电感电流。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于,本发明通过使用双向直流斩波器提高了系统的工作效率,增大了母线电容输出电压的范围,从而提高了其应用范围;本发明利用对双向直流斩波器中的电感电流在可控范围随机变化的原理,同时对电池电压进行检测,转换成上位机可识别的数据信号并送入上位机,上位机对电池进行频率特性分析,并与标准电池的频率特性进行比较,完成分析后,判断电池的使用状态,并反馈给数字信号处理器,在不影响电路工作的同时完成电池状态检测,提高了变换器工作的可靠性和效率。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明主电路原理图。

[0025] 图2为本发明控制电路的原理框图。

[0026] 图3为本发明的双向直流斩波器的原理图。

[0027] 图4为本发明的电感电流采样电路原理图。

[0028] 图5为本发明的电池电压采样原理图。

[0029] 图6为本发明中双向直流斩波器输出电压采样电路原理图。

[0030] 图7为本发明中母线电容电压采样电路原理图。

[0031] 图8为本发明中第一功率开关管驱动电路原理图。

[0032] 图9为本发明中第二功率开关管驱动电路原理图。

[0033] 图10为本发明中第三功率开关管驱动电路原理图。

[0034] 图11为本发明的工作流程图。

[0035] 图12为数字信号处理器产生的PRBS信号。

[0036] 图13为本发明中电池检测状态下的控制逻辑图。

[0037] 图14为本发明工作状态下的控制逻辑图。

### 具体实施方式

[0038] 如图1~10所示的一种多电平模块化变流器的动力电池变换器,包括主电路、控制电路和上位机,

[0039] 主电路包括若干双向直流斩波器、与双向直流斩波器并联的半桥电路和母线电容C5,所述主电路使多电平模块化变流器的输出不同大小的电压;

[0040] 控制电路包括数字信号处理器,数字信号处理器控制每个双向直流斩波器的输出电压、电感电流和母线电容电压;

[0041] 上位机分析电池状态并将电池状态反馈给数字信号处理器。

[0042] 单个双向直流斩波器包括第一电容C1、第一功率开关管Q1、第二功率开关管Q2、第一电感L1、第三功率开关管Q3、第四功率开关管Q4以及第二电容C2,所述第一电容C1并联在电池的两端,第一功率开关管Q1的漏极与电池的正极相接,第一功率开关管Q1的源极与第二功率开关管Q2的漏极连接,第二功率开关管Q2的源极与电池的负极相接,第一电感L1的一端接在第一功率开关管Q1的源极和第二功率开关管Q2的漏极之间的电极点,第三功率开关管Q3的源极与电池的负极连接,并作为双向直流斩波器的输出负极,第三功率开关管Q3的漏极与第四功率开关管Q4的源极连接,第四功率开关管Q4的漏极作为双向直流斩波器的输出正极,第二电容C2的一端接双向直流斩波器的输出正极,第二电容C2的另一端接双向直流斩波器的输出负极;

[0043] 其中,图3中的SM<sub>i</sub>是指第i个双向直流斩波器。

[0044] 半桥电路包括两个串联连接的功率开关管,半桥电路一包括功率开关管Q11和功率开关管Q12,功率开关管Q11的漏极与第一双向直流斩波器SM<sub>1</sub>的输出正极连接,功率开关管Q12的源极与第一双向直流斩波器SM<sub>1</sub>的输出负极连接;半桥电路二包括功率开关管Q21和功率开关管Q22,功率开关管Q21的漏极与第二双向直流斩波器SM<sub>2</sub>的输出正极连接,功率开关管Q22的源极与第二双向直流斩波器SM<sub>2</sub>的输出负极连接,功率开关管Q12的源极接在功率开关管Q21源极和功率开关管Q22的漏极之间的电极点;依次类推,半桥电路n-1包括功率开关管Q(n-1)1和功率开关管Q(n-1)2,功率开关管Q(n-1)1的漏极与第n-1双向直流斩波器SM<sub>n-1</sub>的输出正极连接,功率开关管Q(n-1)2的源极与第n-1双向直流斩波器SM<sub>n-1</sub>的输出负极连接,半桥电路n包括功率开关管Q<sub>n</sub>1和功率开关管Q<sub>n</sub>2,功率开关管Q<sub>n</sub>1的漏极与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出正极连接,功率开关管Q<sub>n</sub>2的源极与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出负极连接,所述功率开关管Q(n-1)2的源极接在功率开关管Q<sub>n</sub>1的源极和功率开关管Q<sub>n</sub>2的漏极之间的电极点;所述母线电容C3的一端接在功率开关管Q11的源极和功率开关管Q12的漏极之间的电极点,所述母线电容C3的另一端与第n双向直流斩波器SM<sub>n</sub>的输出负极连接;其中,n为双向直流斩波器的总个数。

[0045] 数字信号处理器输入端连接有电感电流采样电路、电池电压采样电路、输出电压采样电路和母线电容电压采样电路,数字信号处理器输出端连接有第一功率开关管驱动电路、第二功率开关管驱动电路和第三功率开关管驱动电路;其中,图2中的Q<sub>i1</sub>和Q<sub>i2</sub>为半桥电路i中的功率开关管, $1 \leq i \leq n$ 。

[0046] 电池电压采样电路包括由第一电阻R1、第二电阻R12、第三电阻R3组成的分压电路和滤波电容C10,滤波电容C10并联在第三电阻R3两端,电池电压采样电路的输入端A连接在电池的正极,电池电压采样电路的输出端 $V_{A-GND}$ 连接在数字信号处理器上,输出电压采样电路、母线电容电压采样电路和电池电压采样电路的原理相同。

[0047] 电感电流采样电路与电感L串接在一起,电感电流采样电路包括霍尔传感器TBC25PS3.3和电阻R30,第一电感L1电流通入霍尔传感器TBC25PS3.3的5、6脚,流出3、4脚,在1脚输出成比例的电压经过电阻R30的分压电路送至数字信号处理器的模数转换端口。

[0048] 第一功率开关管驱动电路包括驱动芯片IR2101S、输入限流电阻R17、输入限流电阻R18、泵升电容C22、泵升二极管D1和去耦电容C21,数字信号处理器与第一功率管驱动电路的两路信号输入端连接,第一功率开关管驱动电路的输出端分别与双向直流斩波器中的信号输入端d1、d2连接,第二功率开关管驱动电路、第三功率开关管驱动电路和第一功率开关管驱动电路相同。

[0049] 下面结合具体实施例对本发明的控制方法作进一步说明。

[0050] 如图11所示,动力电池变换器的控制方法,具体包括以下步骤:

[0051] 步骤一)PRBS(伪随机二进制)的生成:系统上电,数字信号处理器中产生随机的二进制信号;

[0052] 步骤二)电池状态的检测:进入电池检测状态,控制电路控制动力电池变换器进入升压的工作模式,保证电感电流连续,对电感电流进行控制,对双向直流斩波器的输出电压限幅,将检测到的电感电流信号和电池电压信号经过模数转换后上送入上位机,对电池进行频率特性分析,将频率特性分析与标准电池的频率特性分析的结果作比较,频率分析图一致,则认为电池正常,否则,更换电池,并返回步骤一执行。

[0053] 步骤三)系统进入工作状态:电池正常,控制电路控制双向直流斩波器进入降压工作模式,控制电路控制双向直流斩波器的第四功率开关管Q4常通,第三功率开关管Q3常开,输出的PWM占空比信号控制第一功率开关管Q1和第二功率开关管Q2的开关。

[0054] 如图13所示, $V_{ref}$ 是给定电压参考值, $I_{ref}$ 是给定电流参考值, $H_v$ 是电压反馈传递函数, $H_i$ 是电流反馈传递函数, $C_v$ 是电压控制器, $C_i$ 是电流控制器, $G_{id}$ 是占空比对电流的传递函数, $G_{vi}$ 是占空比对电压的传递函数;步骤二)中,电池状态的检测方法,具体的为:数字信号控制器通过第一功率开关驱动电路控制第一功率开关管Q1和第一功率开关管Q2的通断、以及第二功率开关管驱动电路控制第三功率开关管Q3和第四功率开关管Q4的通断,使双向直流斩波器进入升压工作模式,对电感电流进行采样,与电流参考值 $I_{ref}$ 进行比较,经过数字信号处理器内的电流控制器 $C_i$ 进行运算,得出一个新的PWM占空比D1;同时,对双向直流斩波器输出电压进行采样,与给定电压参考值 $V_{ref}$ 进行比较,经过数字信号处理器内的电压控制器进行运算,得出一个新的PWM占空比D2,比较D1和D2的大小,取D1和D2的较小值,将此值与步骤一)中产生的PRBS信号相加后输出给双向直流斩波器电路,产生的PRBS信号如图12所示,从而控制电感电流在可控范围内变换并对双向直流斩波器输出电压进行限幅。

[0055] 如图14所示, $V^*$ 是给定电压参考值, $I^*$ 是电压外环计算出的电流参考值, $H_v$ 是电压反馈传递函数, $H_i$ 是电流反馈传递函数, $C_v$ 是电压控制器, $C_i$ 是电流控制器, $G_{id}$ 是占空比对电流的传递函数, $G_{vi}$ 是占空比对电压的传递函数;其中,电池状态正常时,系统进入工作状态,此时,控制动力电池变换器的输出电压和电感电流的方法,具体为:对双向直流斩波器的输



出电压进行采样,与输出电压参考值 $V^*$ 作差,经过数字信号处理器的电压控制器 $C_v$ 的运算,得出电感电流参考值 $I^*$ ,将电感电流参考值 $I^*$ 与实际动力电池变换器中的电感电流作差,经过数字信号处理器中电流控制器 $C_i$ 的运算,得出新的PWM占空比,将该占空比输出给双向直流斩波器,从而控制动力电池变换器的输出电压和电感电流。

[0056] 本发明工作时,数字信号处理器产生PRBS(伪随机二进制)信号,电池进入检测状态,控制电路控制双向直流斩波器中功率开关管的通断使其进入升压的工作模式,控制电路控制电感电流在可控范围内变换并对双向直流斩波器输出电压进行限幅,将电感电流和电池电压转换成上位机可识别的信号,上位机分析电池的频率特性,同时,将分析结果与标准电池的频率特性分析结果进行比对,上位机将比对结果反馈给主电路,其中,电池状态正常时,系统正常工作,且控制电路控制双向直流斩波器进入降压的工作模式,根据实际需要控制电感电流和双向直流斩波器输出电压;电池状态不正常时,系统断电,更换电池后给系统重新上电,并循环执行电池检测等以上步骤;本发明通过使用双向直流斩波器提高了系统的工作效率,增大了母线电容输出电压的范围,从而提高了其应用范围;本发明利用对双向直流斩波器中的电感电流在可控范围随机变化的原理,同时对电池电压进行检测,转换成上位机可识别的数据信号并送入上位机,上位机对电池进行频率特性分析,并与标准电池的频率特性进行比较,完成分析后,判断电池的使用状态,并反馈给数字信号处理器,在不影响电路工作的同时完成电池状态检测,提高了动力电池变换器工作的可靠性和效率。

[0057] 为了扩大大发明的应用范围,为了实现实际工作中不同电压等级要求,本发明还可以增加或减少双向直流斩波器的个数。

[0058] 不局限于上述实施例,在本发明公开的技术方案的基础上,本领域的技术人员根据所公开的技术内容,不需要创造性的劳动就可以对其中的一些技术特征作出一些替换和变形,这些替换和变形均在发明的保护范围内。

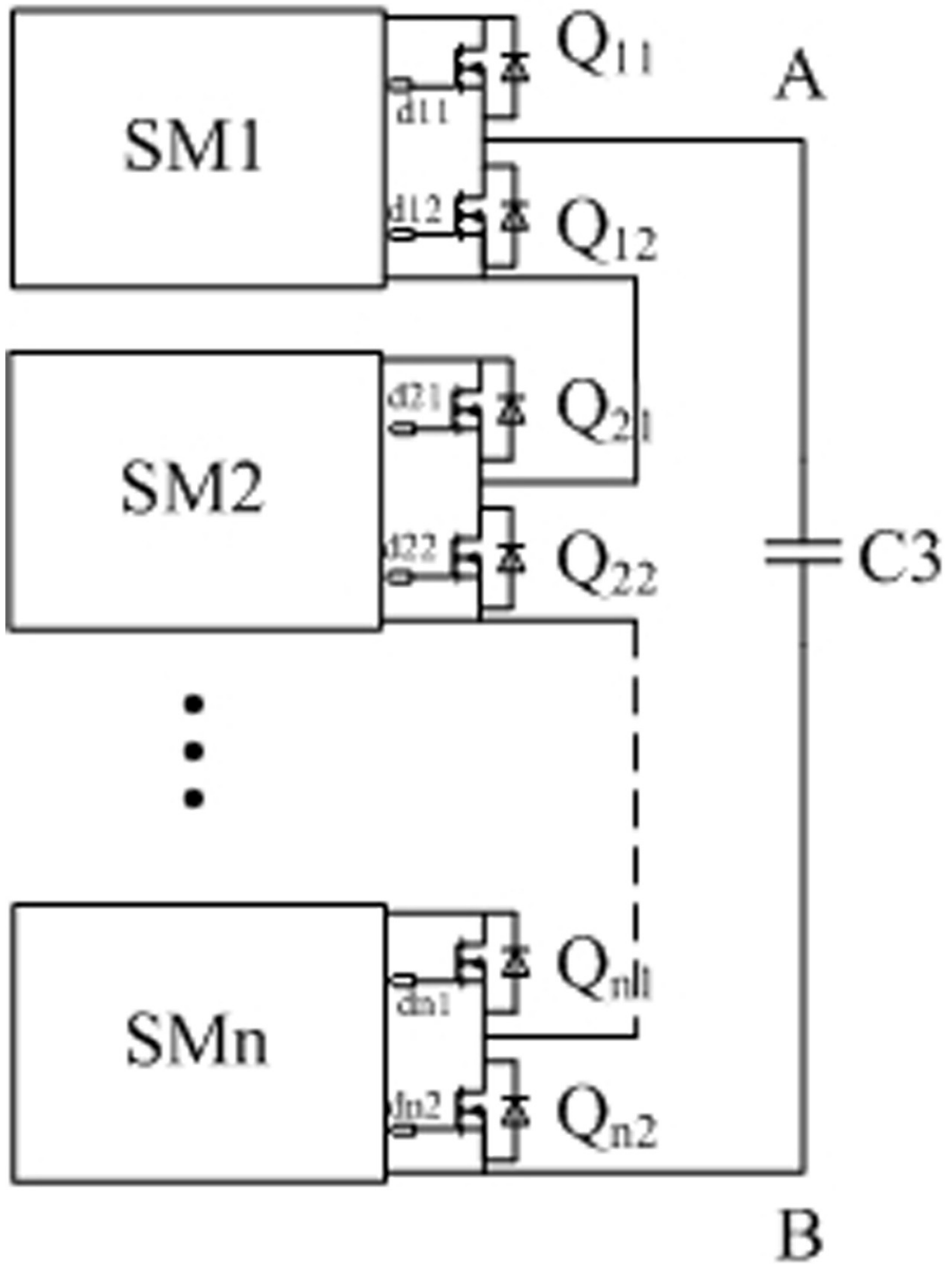


图1

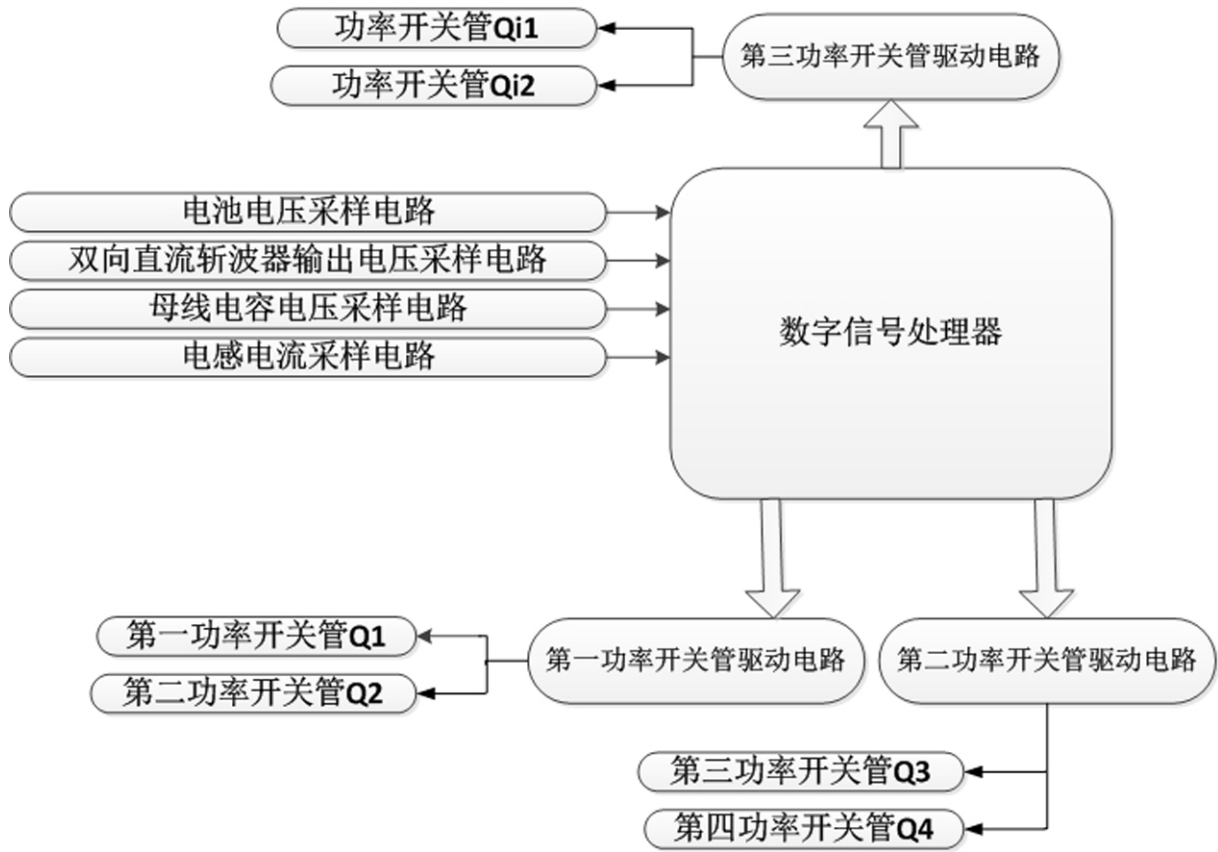


图2

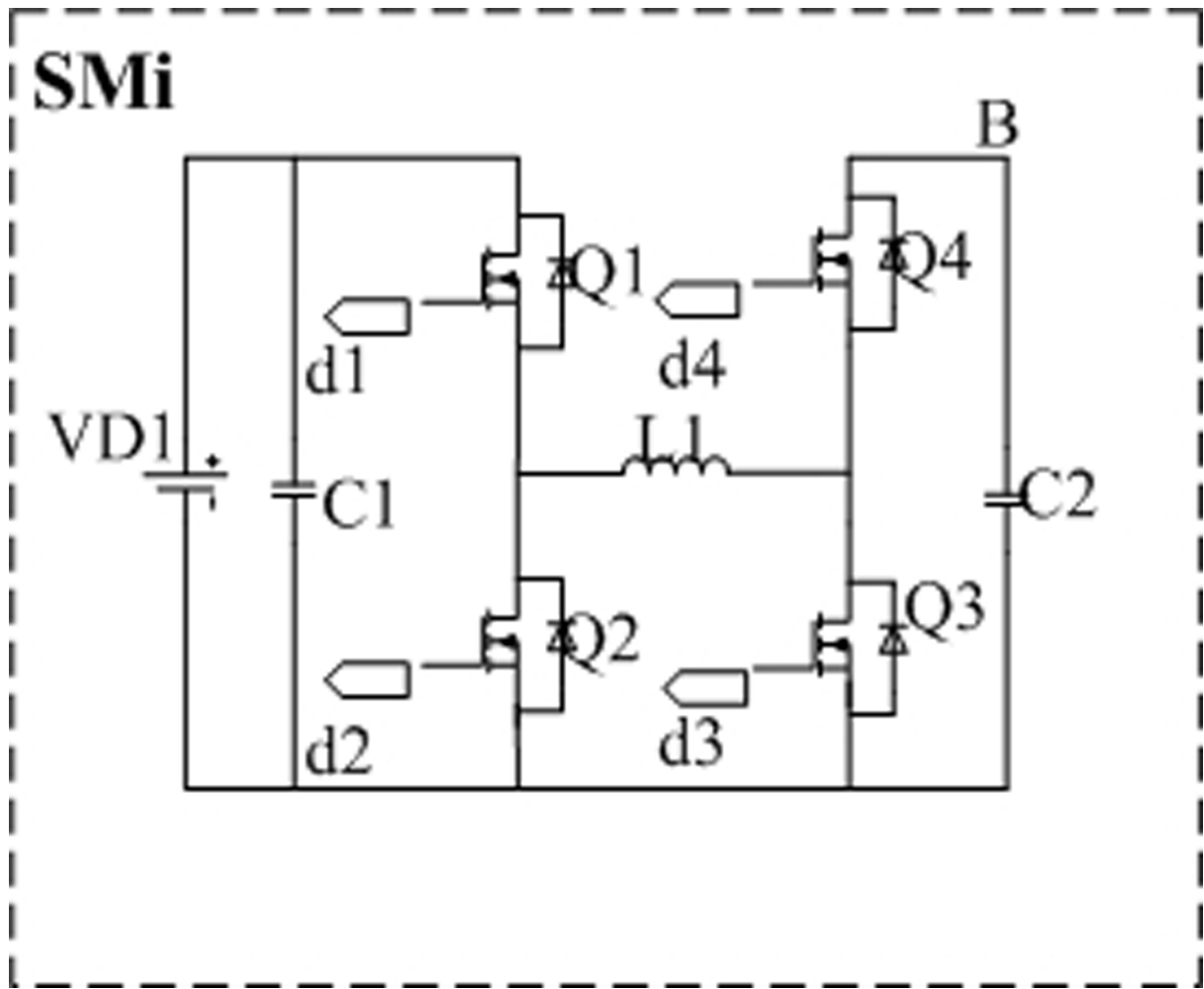


图3

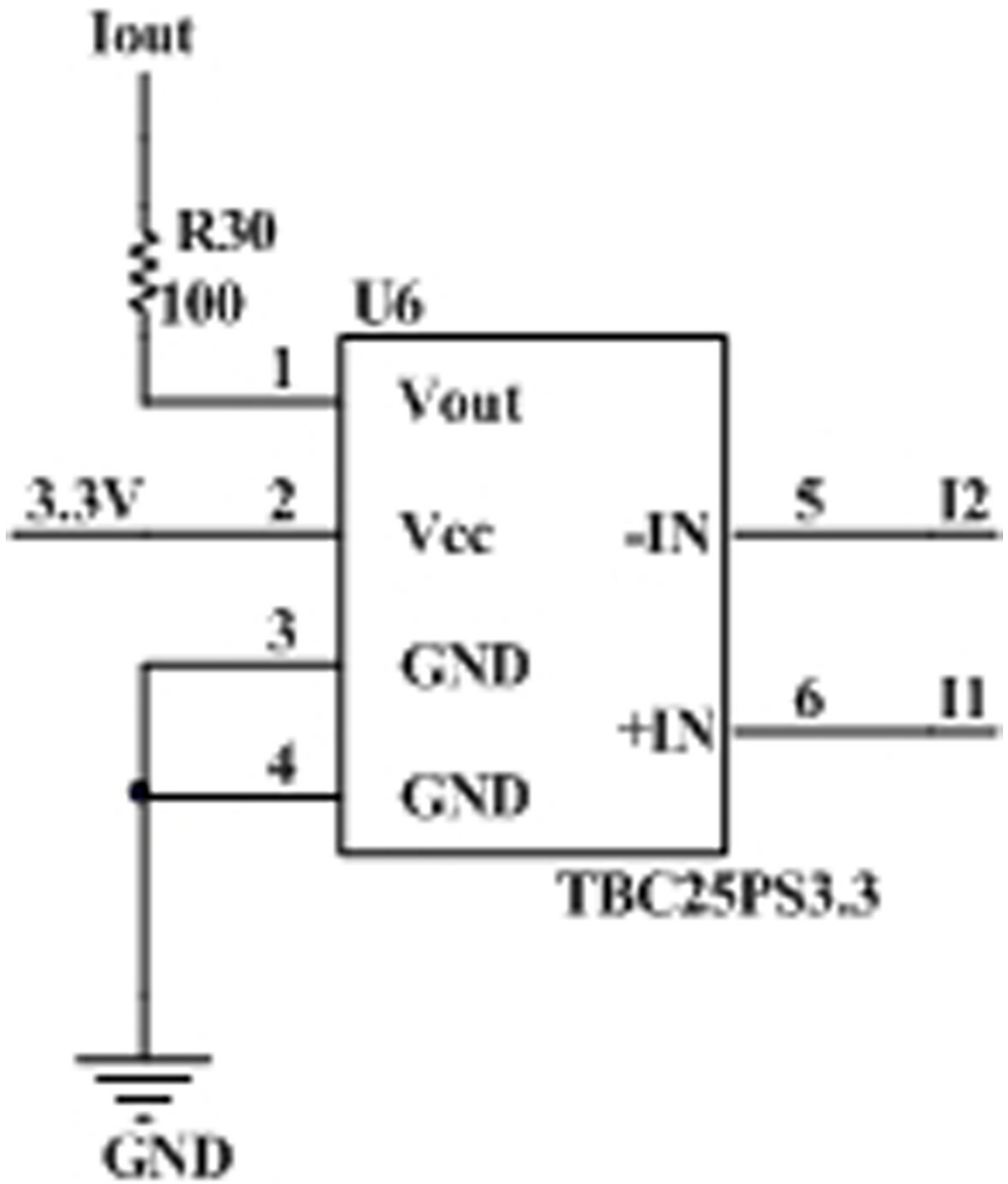


图4

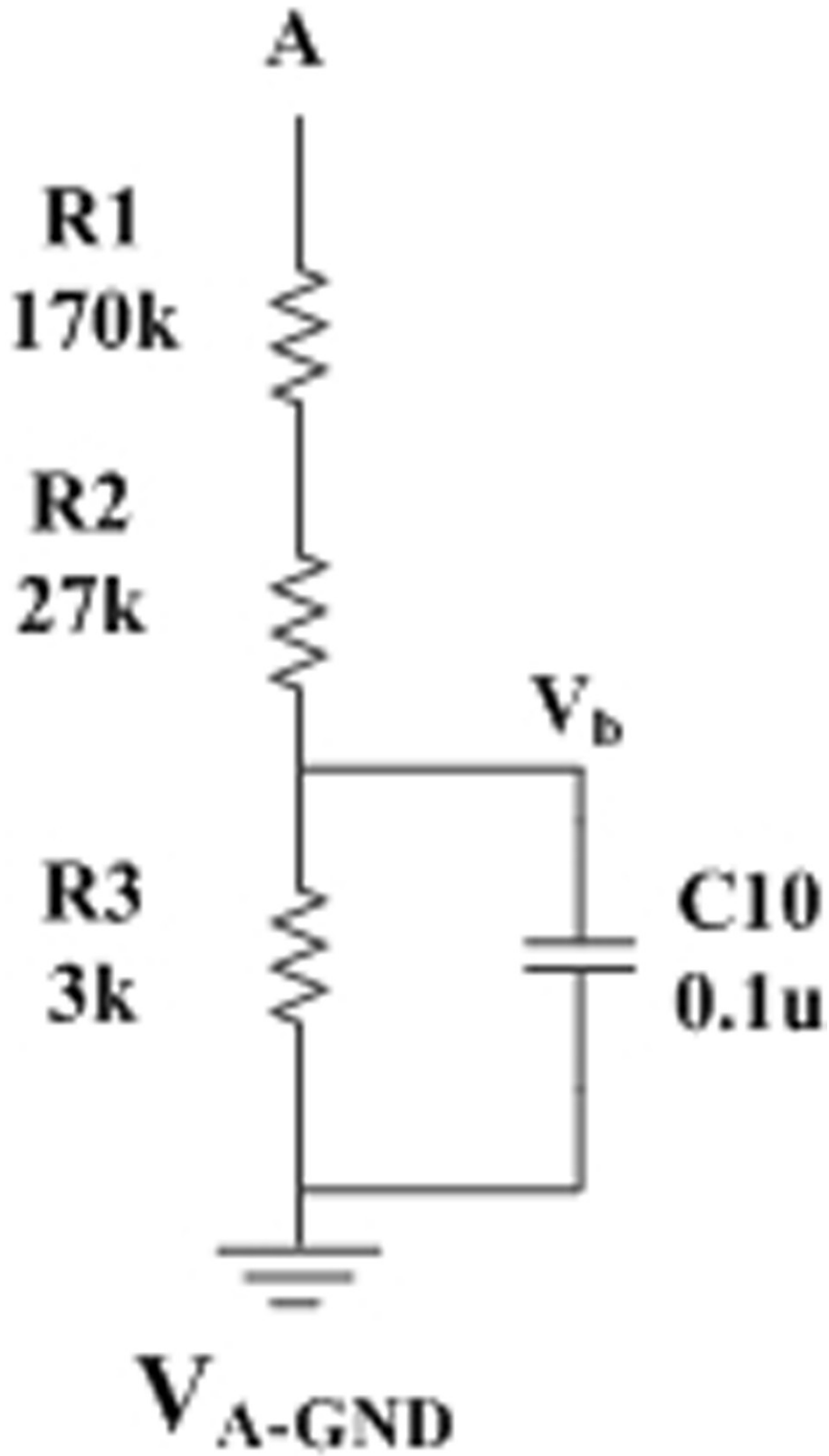


图5

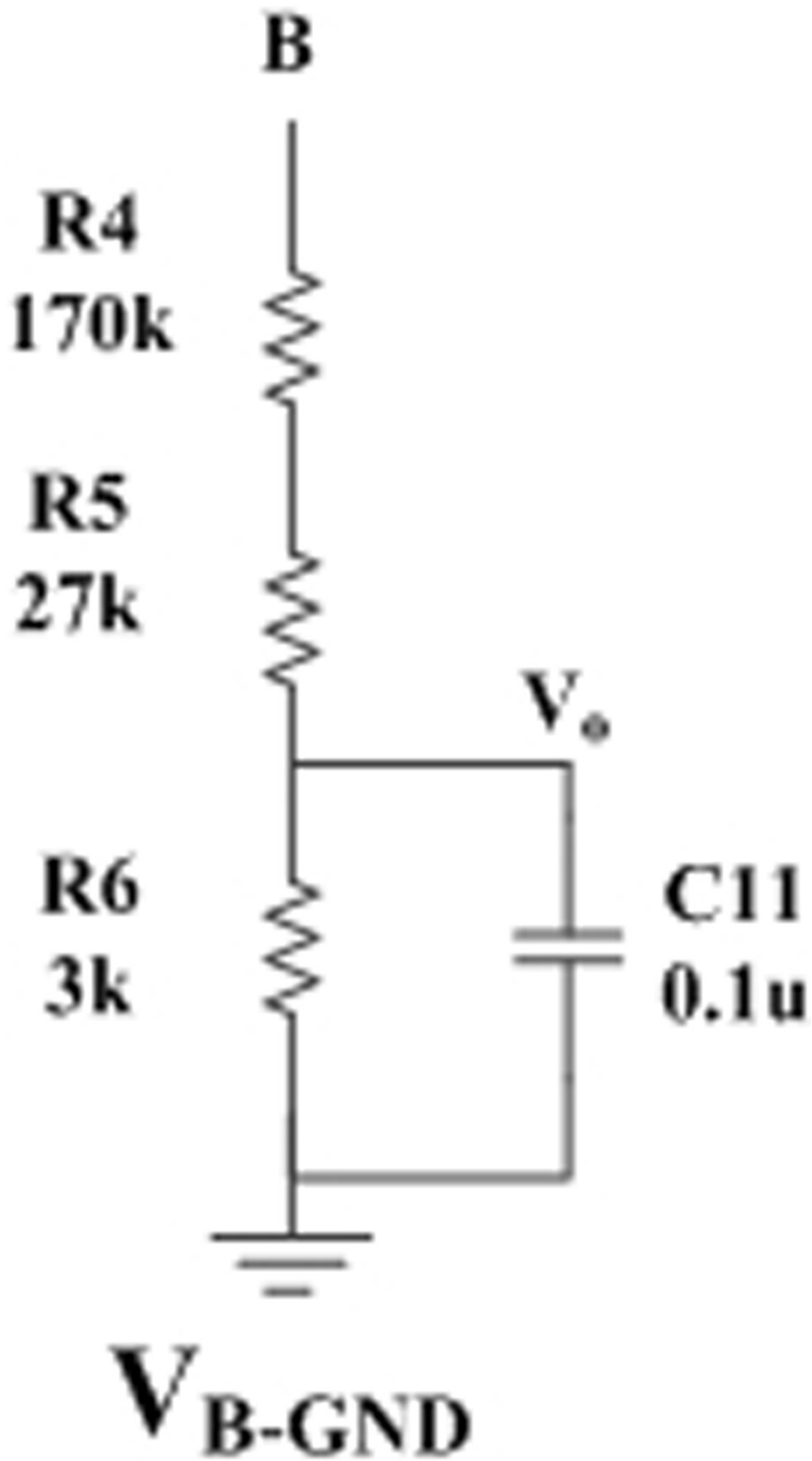


图6

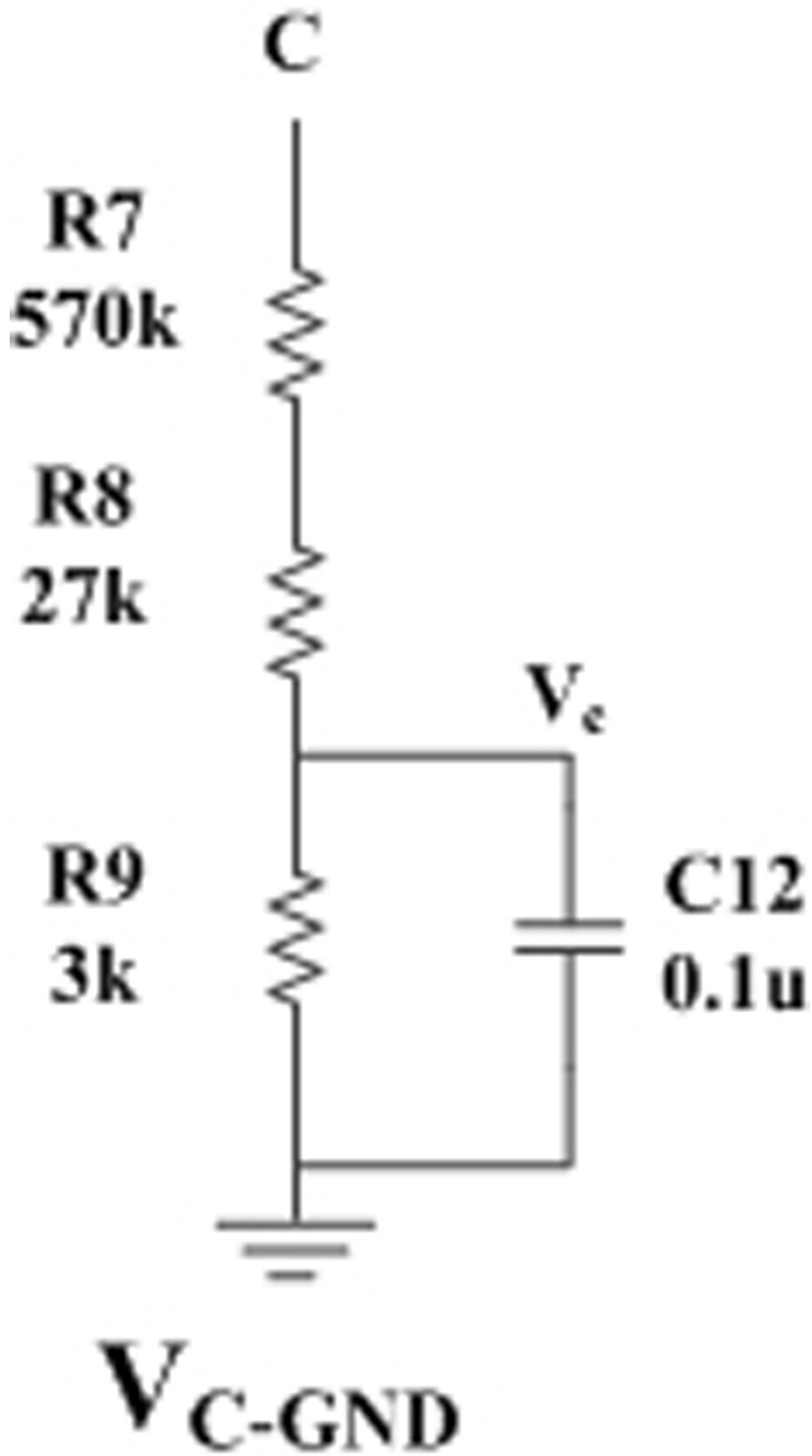


图7



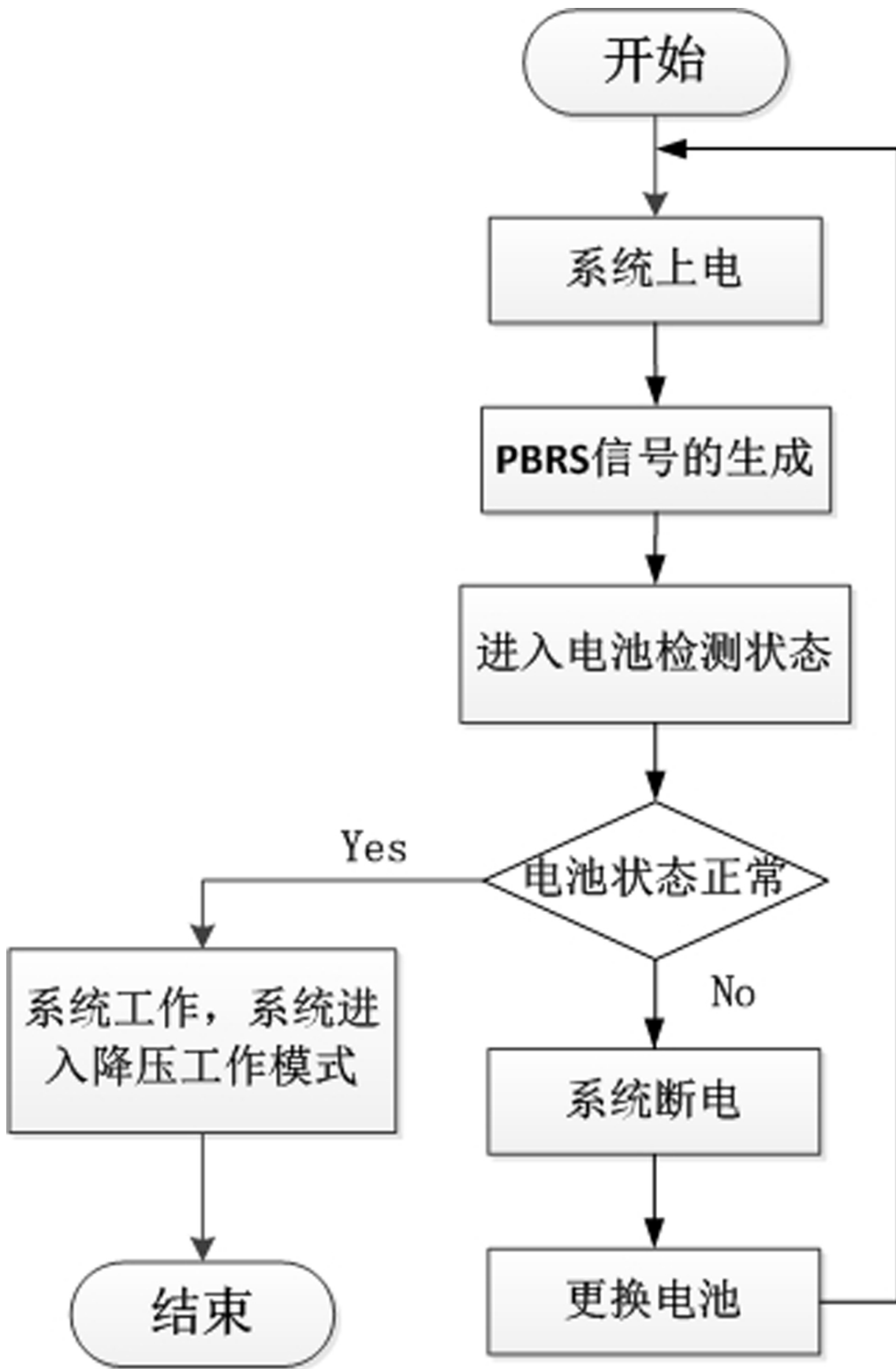


图8

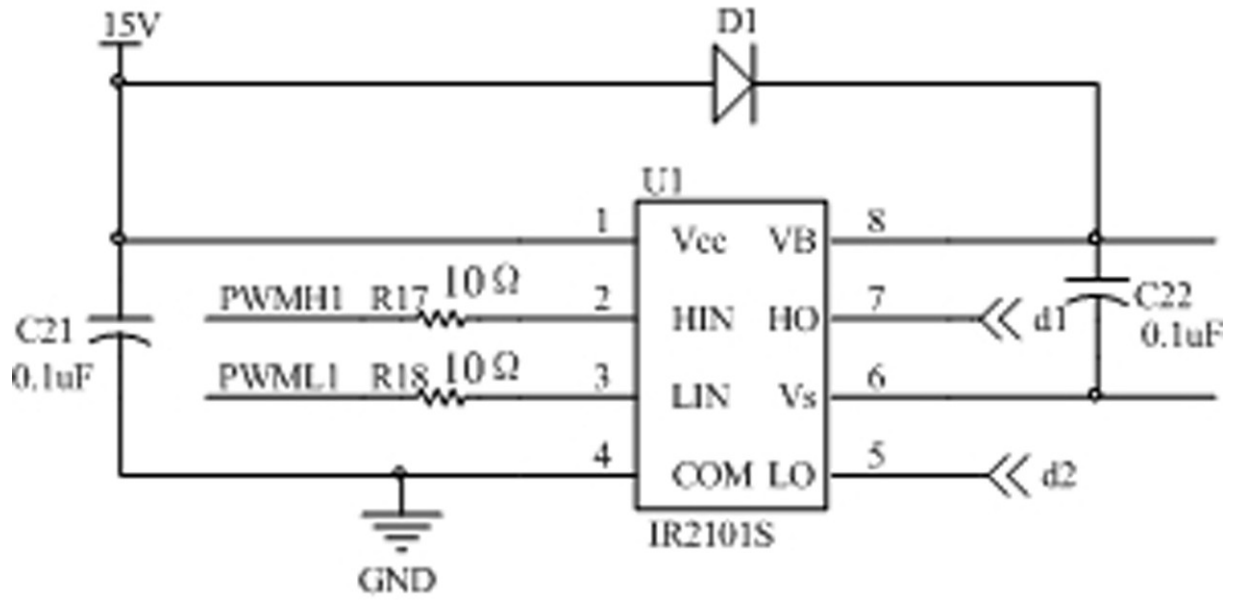


图9

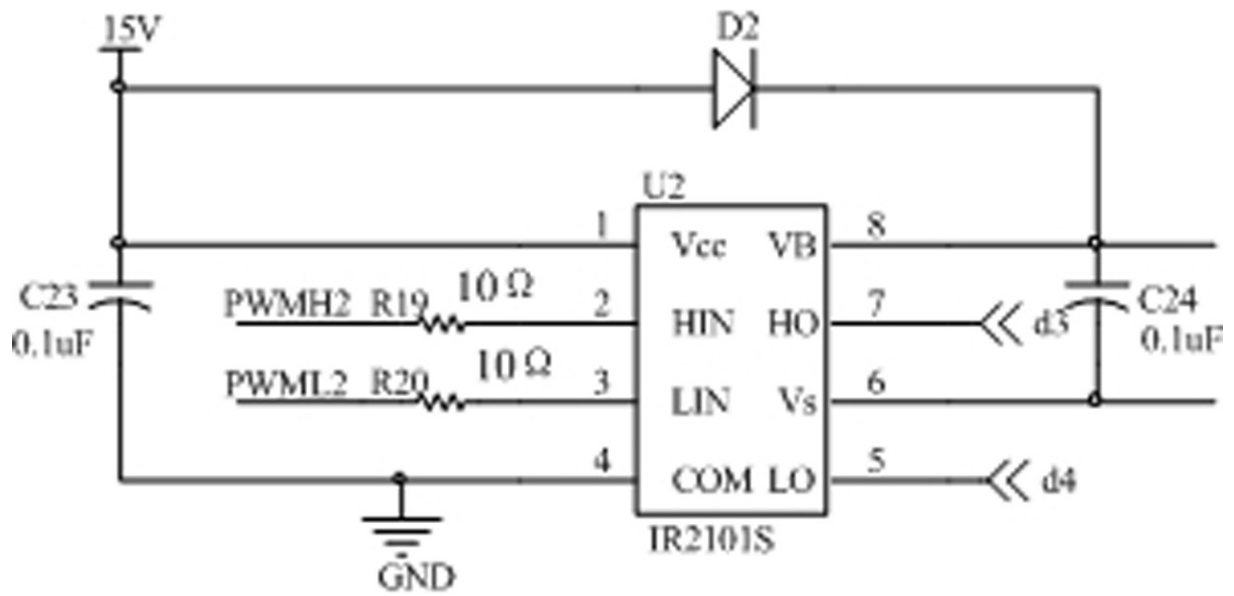


图10

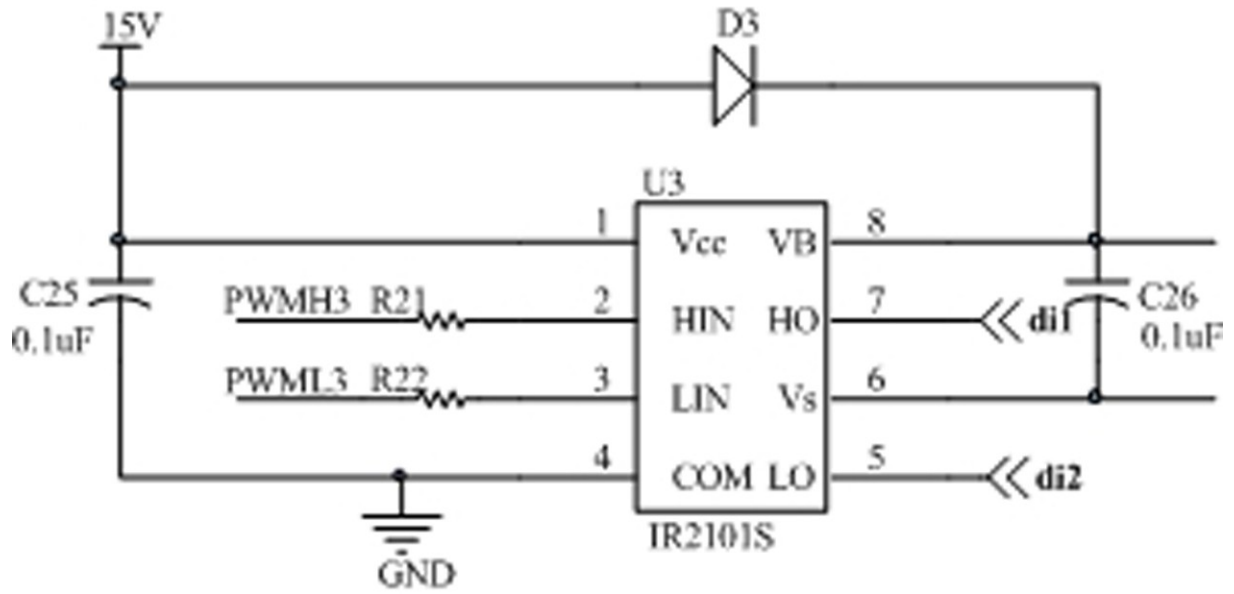


图11

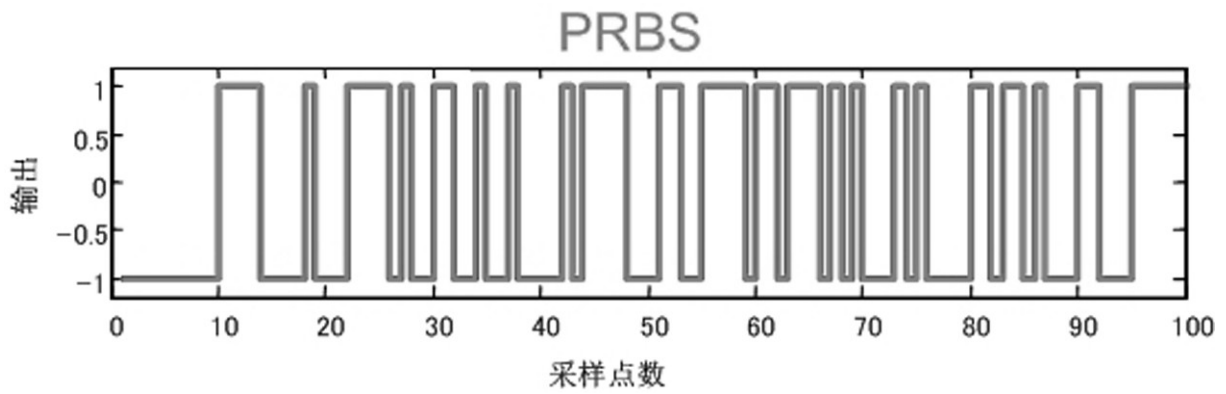


图12

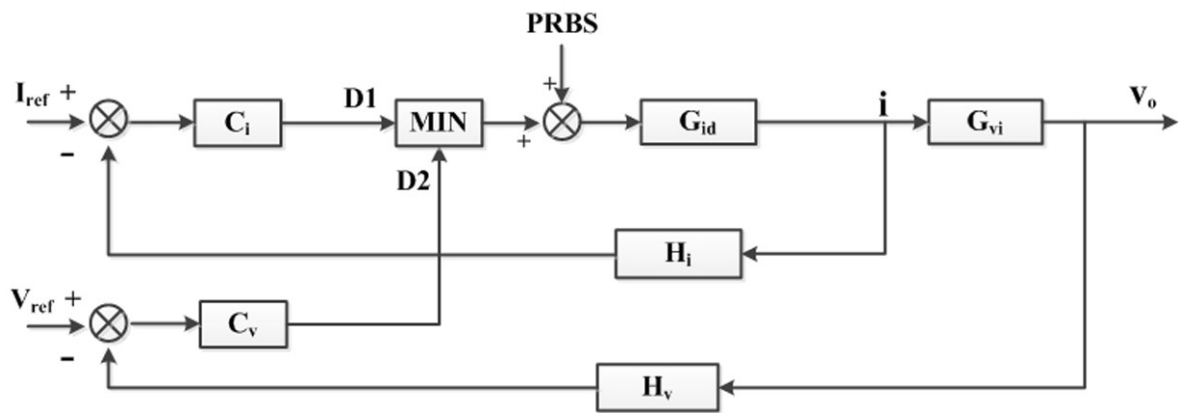


图13

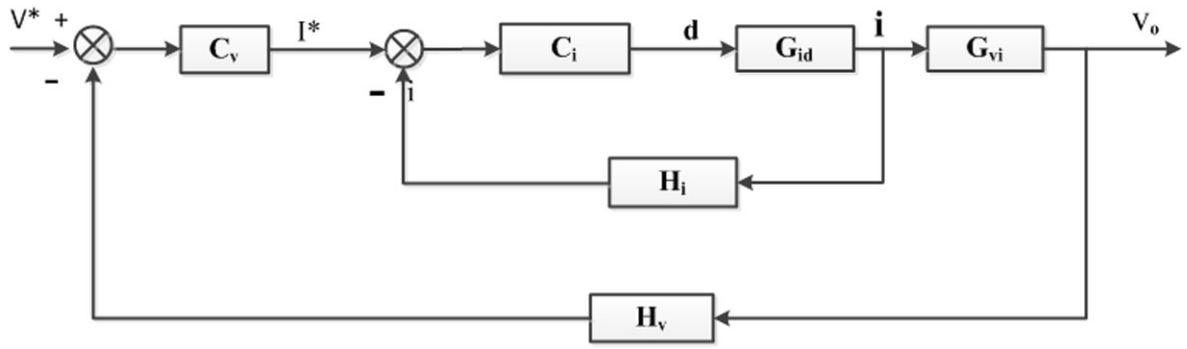


图14