

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 6/00 (2006.01)

H02P 6/08 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820214627.7

[45] 授权公告日 2009年10月7日

[11] 授权公告号 CN 201323547Y

[22] 申请日 2008.12.24

[21] 申请号 200820214627.7

[73] 专利权人 常州麦科卡电动车辆科技有限公司
地址 213164 江苏省常州市常武中路 801 号
常州科教城科技 2 号大楼一层 2106

[72] 发明人 王 斌 刘志贤 欧阳明高 王 瑛
孟庆然 李建秋

[74] 专利代理机构 常州佰业腾飞专利代理事务所
(普通合伙)

代理人 金 辉

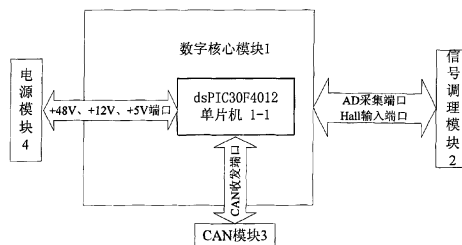
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

[54] 实用新型名称

一种无刷直流电机控制器通用子板

[57] 摘要

本实用新型公开了一种无刷直流电机控制器通用子板，包括数字核心模块、信号调理模块、通讯模块、电源模块和模块扩展接口；数字核心模块包括具有 CAN 端口的单片机；所述信号调理模块通过 AD 采集端口、Hall 输入端口与数字核心模块相连接；通讯模块为 CAN 模块，通过 CAN 收发端口与数字核心模块相连接；电源模块为各部分供电，通过 +48V、+12V、+5V 端口与数字核心模块相连接。本实用新型采用模块化思想，通过简单的接插件配合与各种不同的驱动板连接，可满足不同功率电机驱动的要求；通过简单的参数调整即可满足不同电池电压、不同驱动功率的要求，具有通用性强、功能完善、配置灵活的优点，大大提高了开发效率。



1、一种无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：包括数字核心模块（1）、信号调理模块（2）、通讯模块、电源模块（4）和模块扩展接口；所述数字核心模块（1）包括具有 CAN 端口的单片机（1-1）；所述信号调理模块（2）通过 AD 采集端口、Hall 输入端口与数字核心模块（1）相连接；所述通讯模块为 CAN 模块（3），通过 CAN 收发端口与数字核心模块（1）相连接；电源模块（4）为各部分供电，通过+48V、+12V、+5V 端口与数字核心模块（1）相连接。

2、根据权利要求 1 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述数字核心模块（1）的单片机（1-1）为 16 位电机控制专用数字信号处理器 dsPIC30F4012。

3、根据权利要求 2 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述数字核心模块（1）的单片机（1-1）的外围电路包括数字电源滤波电路、模拟电源滤波电路以及由并联的电容组成的旁路电容电路。

4、根据权利要求 1 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述信号调理模块（2）包括对动力电池电压、加速踏板、制动踏板和 Hall 信号的采集与调理电路。

5、根据权利要求 4 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述信号调理模块（2）还包括过流、欠压保护电路；过流、欠压保护电路包括软件过流保护电路和硬件过流保护和电池欠压保护电路；所述软件过流保护电路由一级 II 型滤波器与双运算放大器 LM358 构成，并与单片机（1-1）对应的电流采集通道连接；所述软件过流保护电路还包括连接在其输出端的齐纳二极管。所述硬件过流保护和电池欠压保护电路包括双路比较器 LM393 和输出二极管，驱动电流和电池电压信号分别与 LM393 的同向端和反向端连接，其对应的比较输出分别与二极管连接后并联；

6、根据权利要求 1 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述 CAN 模块（3）包括 CAN 总线收发器 PCA82C250 和跳线电路。

7、根据权利要求 6 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述 CAN 模块（3）的 CAN 总线收发器 PCA82C250 的 CAN 信号输出端连接有共模电感 L2。

8、根据权利要求 1 所述的无刷直流电机控制器通用子板，其特征在于：所述电源

模块(4)包括DC-DC降压电路;DC-DC降压电路包括三级线性电源芯片LM317。

9、根据权利要求8所述的无刷直流电机控制器通用子板,其特征在于:所述电源模块(4)的DC-DC降压电路包括连接在电源的输出端及负载的电源输入端的数个4.7—100uF的电解电容;每个电解电容两端分别并联一只容量为0.001—0.1pF的电容。

10、根据权利要求9所述的无刷直流电机控制器通用子板,其特征在于:所述电源模块(4)的DC-DC降压电路还包括双极性TVS管1.5KE68A和串接在输入端的二极管1N5804。

一种无刷直流电机控制器通用子板

技术领域

本实用新型涉及一种电动汽车的控制装置，具体地说涉及一种电动汽车的无刷直流电机控制器的子板。

背景技术

随着环境与能源问题的日益突出，油价不断创出新高，零污染、高效的电动汽车已成为当前汽车领域研究和发展的热点。适合电动汽车应用的驱动系统类型主要有交流三相感应电动机、开关磁阻电动机、普通直流电动机和永磁无刷直流电动机四种。其中永磁无刷直流电动机与其它电动机系统相比具有更高的能量密度和更高的效率，尤其在中小功率电动汽车中有着很好的应用前景。

永磁无刷直流电动机最大特点就是具有普通直流电动机的外特性而没有转向器和电刷组成的机械接触结构。加之，它采用永磁体转子，没有励磁损耗；发热的电枢绕组又装在外面的定子上，散热容易，因此，永磁无刷直流电动机没有转向火花、没有无线电干扰、寿命长、运行可靠、维修简便。此外，它的转速不受机械转向的限制。

永磁无刷直流电机控制器是电动汽车的关键技术之一，其主要作用是控制电机转速、提高电机效率以及在一定的情况下保护电机和电池。永磁无刷直流电机控制器是电动汽车运行质量的关键，电机控制器执行驾驶员指令、监测电机运行状况、控制电机动作。目前永磁无刷电机控制器主要有三大类：一是采用专用集成电路制作的控制器；二是专业控制器厂商开发的控制器；三是采用单片机制作的控制器。以专用集成电路制作的控制器以安森美、飞思卡尔 MC33035 和 MC33033 为代表，它的技术成熟，但其设计的驱动功率有限，在电动汽车领域应用有限；专业控制器厂商如美国的 GE 公司、CURTIS 公司，以及国内的康丘乐公司生产的大功率控制器，其售价均比较昂贵，如 4KW 电机控制器售价平均在六千元以上。而采用单片机自行开发制作的电机控制器则具有成本低，灵活性、自由度大等特点。目前电动汽车行业的竞争相当激烈，开发具有优质、高效、低价的无刷电机控制器对于推动我国电动汽车向产业化方向发展具有重要意义，同时也具有潜在的商业价值。

无刷直流电机控制器一般包括控制电路、开关电源、检测反馈电路和功率驱动。现有的不同的无刷直流电机控制器都有各自的驱动电路母板和其相对应的数字部分子板，

各母板与子板的设计一一对应，不能调换，缺少通用性，导致开发难度大、效率低。

实用新型内容

本实用新型的目的是提供一种对于各种不同的驱动电路均能使用的无刷直流电机控制器通用子板。

本实用新型的原理是：在电机控制器设计中，控制电路、开关电源和检测反馈电路部分结构变化不大，主要差别在于功率驱动部分电路设计：如开关管是采用 MOSFET 还是 IGBT，开关管驱动电路是采用分离元器件还是采用集成元器件搭建。因此，如果将数字核心部分与功率驱动电路分开设计，设计出一种通用子板来配合不同驱动电路的母板，这样不仅使电机控制器整体开发难度降低，避免重复设计，提高开发效率，同时还提高了系统的散热能力、增强了电磁兼容性。

实现本实用新型目的的技术方案是一种无刷直流电机控制器通用子板，包括数字核心模块、信号调理模块、通讯模块、电源模块和模块扩展接口；所述数字核心模块包括具有 CAN 端口的单片机；所述信号调理模块通过 AD 采集端口、Hall 输入端口与数字核心模块相连接；所述通讯模块为 CAN 模块，通过 CAN 收发端口与数字核心模块相连接；电源模块为各部分供电，通过+48V、+12V、+5V 端口与数字核心模块相连接。

所述数字核心模块的单片机为 16 位电机控制专用数字信号处理器 dsPIC30F4012。

所述数字核心模块的单片机的外围电路包括数字电源滤波电路、模拟电源滤波电路以及由并联的电容组成的旁路电容电路。

所述信号调理模块包括对动力电池电压、加速踏板、制动踏板和 Hall 信号的采集与调理电路。

所述信号调理模块还包括过流、欠压保护电路；过流、欠压保护电路包括软件过流保护电路和硬件过流保护和电池欠压保护电路；所述软件过流保护电路由一级 II 型滤波器与双运算放大器 LM358 构成，并与单片机对应的电流采集通道连接；所述软件过流保护电路还包括连接在其输出端的齐纳二极管。所述硬件过流保护和电池欠压保护电路包括双路比较器 LM393 和输出二极管，驱动电流和电池电压信号分别与 LM393 的同向端和反向端连接，其对应的比较输出分别与二极管连接后并联；

所述 CAN 模块包括 CAN 总线收发器 PCA82C250 和跳线电路。

所述 CAN 模块的 CAN 总线收发器 PCA82C250 的 CAN 信号输出端连接有共模电感 L2。

所述电源模块包括 DC-DC 降压电路；DC-DC 降压电路包括三级线性电源芯片 LM317。

所述电源模块的 DC-DC 降压电路包括连接在电源的输出端及负载的电源输入端的数个 4.7—100 μ F 的电解电容；每个电解电容两端分别并联一只容量为 0.001—0.1 μ F 的

电容。

所述电源模块的 DC-DC 降压电路还包括双极性 TVS 管 1.5KE68A 和串接在输入端的二极管 1N5804。

本实用新型具有以下的积极效果：(1) 本实用新型采用模块化思想，将通用子板由单片机、通讯模块、信号调理模块、电源模块、模块扩展接口五部分组成。通过简单的接插件配合与各种不同的驱动板连接，可满足不同功率电机驱动的要求。

(2) 本实用新型采用的单片机 dsPIC30F4012 低价且具有 CAN 端口，通过集成的 CAN 控制器可实现多电机之间、电机控制器与整车控制器之间的通讯。

(3) 本实用新型的单片机的外围电路包括滤波电路和旁路电容电路，旁路电容电路在具体布线时设置在每一个芯片边，可以提高芯片工作的稳定性。

(4) 本实用新型的信号调理模块可实现电机霍尔信号、驱动电流，以及电动汽车加速踏板、方向盘转角等信号的采集。

(5) 本实用新型从硬件设计上综合考虑了无刷电机控制中的过流、欠压等保护功能，使无刷直流电机的运行更加稳定和完全。

(6) 本实用新型采用 CAN 总线收发器 PCA82C250 作为 CAN 控制器与物理总线间的接口器件，并通过跳线端口实现与 BDM 编程对应接口的互用。

(7) 本实用新型在 CAN 信号输出端增加了一个共模电感，提高了信号的抗干扰性。

(8) 本实用新型的电源模块中在电源的输出端及负载的电源输入端介入了电解电容，以防止电路各部分供电电压因负载变化而产生变化，保证电路电压的稳定。

(9) 本实用新型考虑到电解电容具有一定的电感，因此在电解电容的两端并联普通电感以有效滤除高频及脉冲干扰信号。

(10) 本实用新型采用双极性 TVS 管，从而能够抵抗尖峰脉冲电压的冲击，同时在输入端串联二极管来确保不会反接。

(11) 本实用新型具通用性强，功能完善；通过简单的参数调整即可满足不同电池电压、不同驱动功率的要求，使用中具有很高的灵活性和实用性。同时使无刷直流电机控制器整体设计难度降低，避免了重复设计，大大提高了开发效率。

附图说明

为了使本实用新型的内容更容易被清楚的理解，下面根据的具体实施例并结合附图，对本实用新型作进一步详细的说明，其中：

图 1 为无刷直流电机控制器通用子板结构框图。

图 2 为数字核心模块的单片机及外围电路原理图。

图 3 为信号调理模块的 AD 信号和 HALL 信号调理电路原理图。

图 4 为信号调理模块的过流、欠压保护电路原理图。

图 5 为通讯模块的 CAN 通讯接口电路及跳线电路原理图。

图 6 为电源模块的 DC-DC 降压电路原理图。

图 7 是接插件电路图。

具体实施方式

(实施例 1)

见图 1, 本实施例的无刷直流电机控制器通用子板包括五个部分: 数字核心模块 1、信号调理模块 2、通讯模块、电源模块 4 和模块扩展接口(图 1 中未表示, 请参见图 7)。数字核心模块 1 包括具有 CAN 端口的单片机 1-1; 信号调理模块 2 通过 AD 采集端口、Hall 输入端口与数字核心模块 1 相连接; 通讯模块为 CAN 模块 3, 通过 CAN 收发端口与数字核心模块 1 相连接; 电源模块 4 为各部分供电, 通过+48V、+12V、+5V 端口与数字核心模块 1 相连接。模块扩展接口使本实用新型能配合各种驱动母板使用。

数字核心模块 1 采用的是 Microchip 公司生产的 16 位电机控制专用数字信号处理器 dsPIC30F4012 单片机 1-1, 它是一款电机控制专用芯片, 其主要功能特点如下: 具有 6 路 PWM 输出通道——PWM1H/1L~PWM3H/3L, 可以分别控制电机 3 相电路的高、低边开关管, 并且具有互补或独立的输出模式, PWM 模块允许编程两个不同的死区用于互补模式的死区控制; 有 5 个独立的 16 位定时器, 其中 T2、T3; T4、T5 可以联合使用组成 32 位定时器; 具有 10 位高速模数转换器 (ADC), 可实现最大 1Msps 的采样速率。具有 1 个 CAN 模块, 实现了 CAN 协议 CAN 1.2、CAN 2.0A 和 CAN 2.0B。CAN 模块支持标准和扩展数据帧, 数据长度可以为 0~8 个字节; 可编程比特率, 最高为 1 Mbps。

见图 2, 本实施例中的单片机 1-1 的 28 个引脚作用如下: 引脚 1 为编程和复位使用; 引脚 2~4 分别为电池电压、加速踏板和制动踏板信号输入端口; 引脚 5~7 分别为电机 Hall 信号输入端口; 引脚 8、13 为逻辑和 I/O 引脚的电源和地; 引脚 9 为晶振输出; 引脚 10~12 为数字输入端口; 引脚 14、15 用于配置不同车轮的位置, 通过拨码开关来配置不同车轮的位置, 使得四轮的电机控制在软件上一致; 引脚 17、18 作为 CAN 和 BDM 的复用端口; 引脚 12 输入过流保护信号, 在电流过大时通过单片机 1-1 软件将电流关断; 引脚 16 为 PWM 信号的故障输入端口; 引脚 20、28 分别为数字信号、模拟信号的电源输入, 采用的都是经 DC/DC 降压后的 5V 电源。

单片机 1-1 的外围电路包括数字电源滤波电路 (电容 C9、C8)、模拟电源滤波电路 (电容 C1、C2 和电感 L1) 以及旁路电容电路。旁路电容电路有 3 个, 分别为 C4、C5、

C6, C15、C16, C12、C13、C14 在具体布线时在每一个芯片边放置以提高芯片工作的稳定性。

见图 3, 信号调理模块 2 具有丰富输入输出端口, 通过 AD 采集端口、Hall 输入端口和数字核心模块 1 相连接。信号调理模块 2 包括对动力电池电压、加速踏板、制动踏板和 Hall 信号的采集与调理。图 3 中左上是对动力电池电压信号采集与调理电路, 电压信号先通过电阻将输入 48V 电压分压、限幅后, 最后再经一级 RC 滤波后输出至单片机 1-1 第 2 引脚 AN0。图 3 中右上是加速踏板信号采集与调理电路, 加速踏板信号通过滤波、限幅后输送至单片机 1-1 第 3 引脚 AN1。图 3 的右下是对制动踏板信号采集与调理电路, 制动踏板信号通过滤波、限幅后输送至单片机 1-1 第 4 引脚 AN2。图 3 左下是 Hall 信号的采集与调理电路, Hall 传感器由子板提供 5V 电源, 电机输入的三相 Hall 信号 HALL A、HALL B 及 HALL C 经一级上拉电阻, 再经 II 型滤波再输出给单片机 1-1 的第 5、6、7 引脚 AN3、AN4、AN5。

见图 4, 信号调理模块 2 还包括过流、欠压保护电路。过流保护分为软件过流保护和硬件过流保护。软件过流保护电路见图 4 的上半部分, 是将驱动板采集的信号 Current_in 经过一级 II 型滤波后得到信号 Current++并送至双运算放大器 LM358 的同向输入端进行两级放大, 第一级的放大倍数为 4 倍, 第二级的放大倍数为 5 倍, 即总的放大倍数为 20。驱动电流信号经两级同相比例运算放大电路再经过限幅后输入单片机 1-11-1 对应的电流采集 ADC0—ADC2 通道。其中两级放大倍数可以根据实际驱动电流大小分别调整其对应电阻的比值。为防止电压过高对单片机 1-1 的电流采集通道 ADC 损坏, 在输出后端增加一齐纳二极管 Zener。

硬件过流保护和电池欠压保护电路见图 4 的下半部分, 它通过双比较器 LM393 实现, 其中一路作为电机驱动电路的过流保护, 电流信号 Current++输入同相端, 电流过载时输出高电平; 另一路作为动力电池的欠压保护, 电池电压信号 BAT_V 输入反向端, 电池电压低于设定值时输出高电平。当电机驱动产生过流或是动力电池电压下降至限值时, LM393 的两路输出分别经过两二极管 D2、D3 实现线或逻辑功能, 高电平导通 SHUT_DOWN 使驱动板的 MOSFET 驱动器如 IR2110 自行关断, 实现电机的硬件电路保护。通过调节比较电路中电阻的分压值, 可灵活配置过流、欠压保护的限值。

见图 5, 通讯模块是具有 CAN 通讯能力的 CAN 模块 3。本实施例采用 CAN 总线收发器 PCA82C250 作为 CAN 控制器与物理总线间的接口器件, 对 CAN 总线差分方式发送。在 CAN 信号输出端的共模电感 L2 用于提高信号的抗干扰性。CAN 网络终端连接两个 120 欧

姆的电阻 R10 和 R11。CAN 模块 3 还包括图 4 上半部分表示的跳线电路以使端口互用，单片机 1-1 的引脚 17CANTX、引脚 18CANRX 分别作为 BDM 和 CAN 的调试口。当工作在仿真和编程模式时，分别对应 PGD 和 PGC；当 CAN 节点工作在 CAN 网络的端点时，分别对应 CAN_TX 和 CAN_RX。

见图 6，电源模块 4 包括 DC-DC 降压电路。+48V 输入电池电压经过三级线性电源芯片 LM317 分别降为+15V、+12V、+5V。C41、C43、C46、C53 和 C56 为数十至数百微法（4.7—100uF）的电解电容，每个电解电容两端分别并联一只容量为 0.001—0.1pF 的电容器 C44、C42、C47、C53 和 C55。双极性 TVS 管 1.5KE68A 用于抵抗尖峰脉冲电压（浪涌电压）的冲击，其保护作用。在输入端串入保护二极管 1N5804 以防止反接。

本实施例的模块扩展接口见图 7，采用的是简单的接插件，主要包括 Hall、电源、AD、BDM、CAN 以及相关网络标号构成的连接。其中，J1 的 1~5 电机霍尔信号输入与供电，6 为电机硬件保护；J2 为 CAN 信号插头，与其它电机控制器或整车控制器实现 CAN 通讯；J3 为单片机 1-1 编程器器的 BDM 接头；J94 为电机控制器的三相信号输出；J5 为+48V、+12V、+5V 电源插头；J6 为制动踏板、加速踏板、方向盘转角和电池电压信号的输入接头，以及给相应传感器的供电。

应当理解，以上所描述的具体实施例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。由本发明的精神所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。

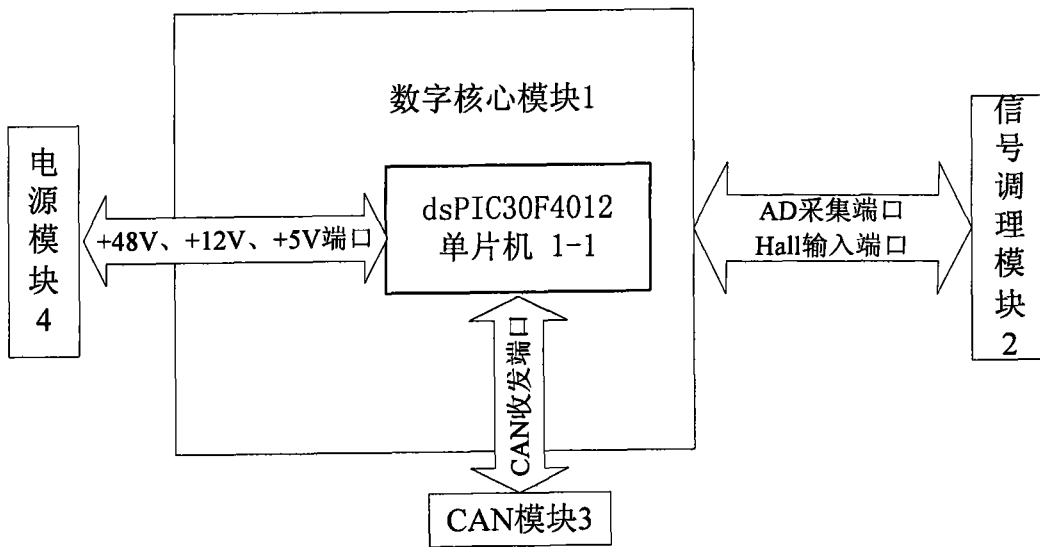


图 1

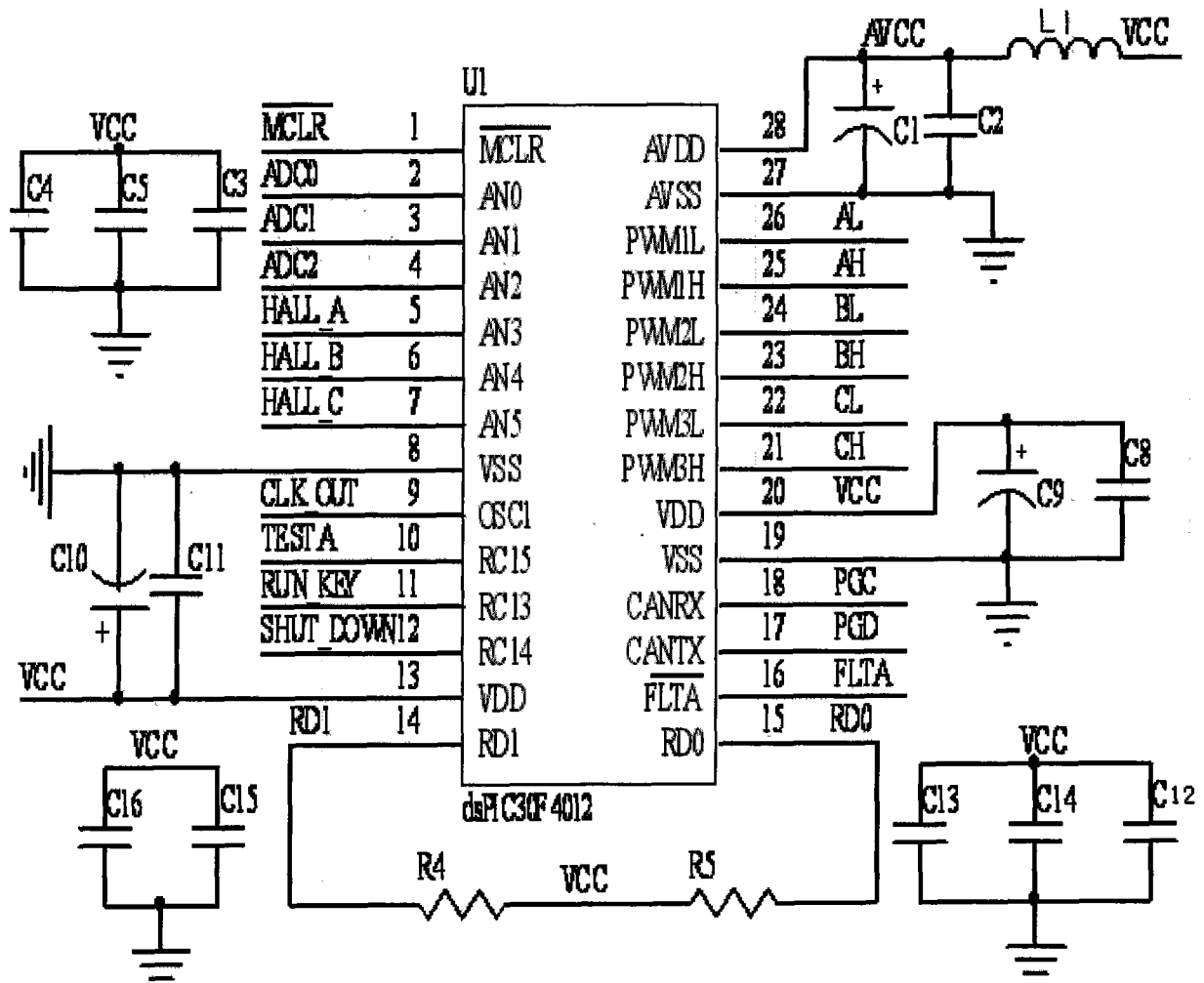


图 2

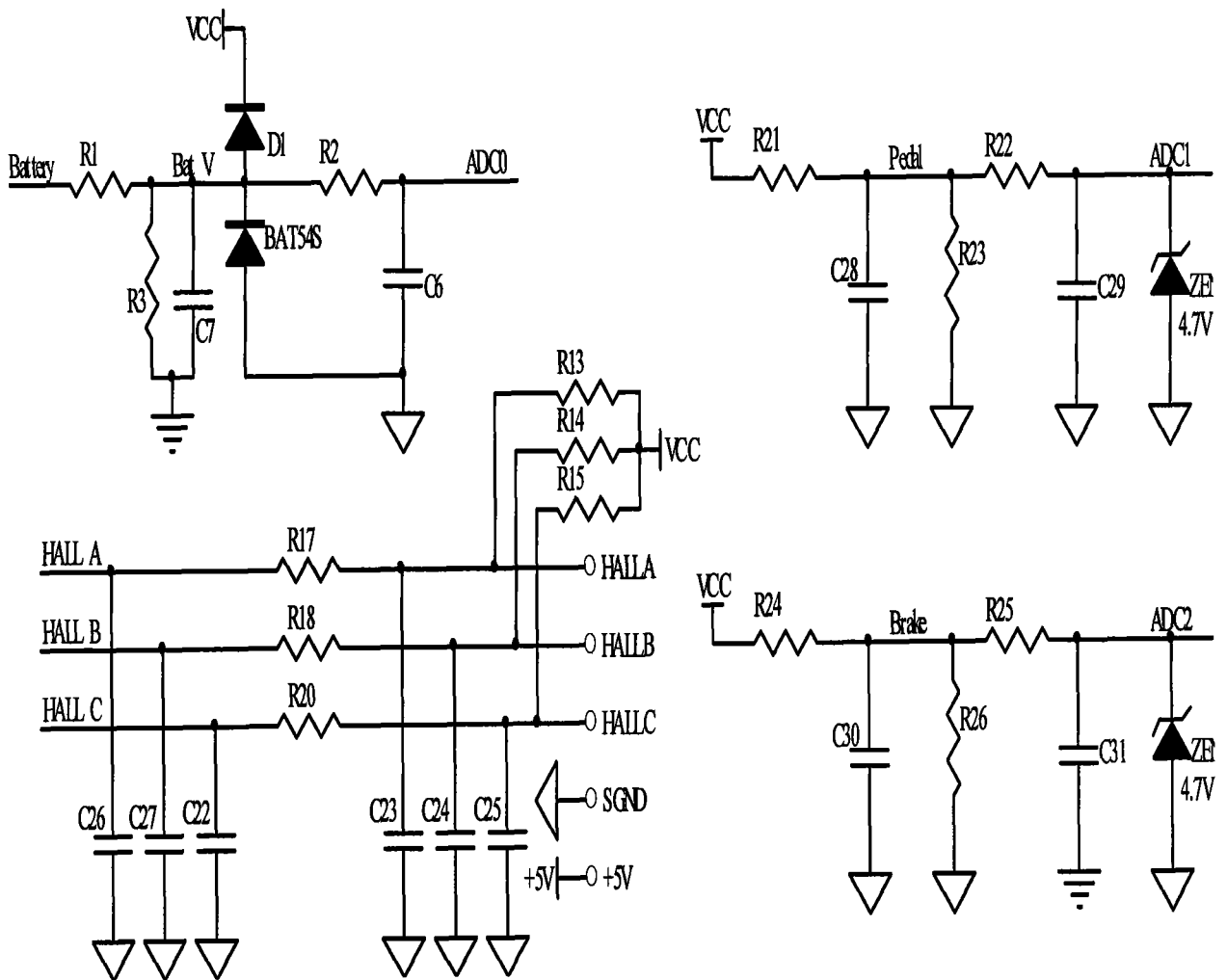


图 3

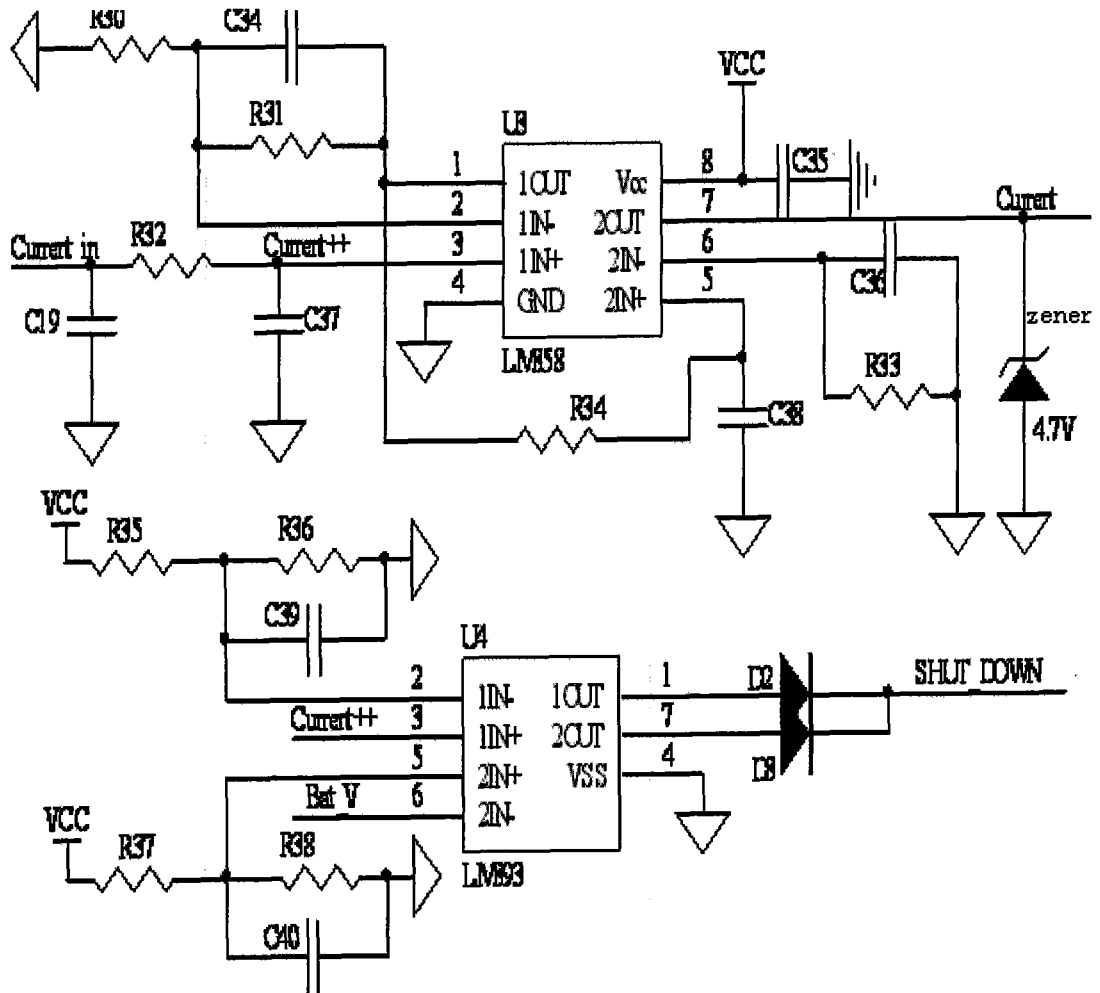


图 4

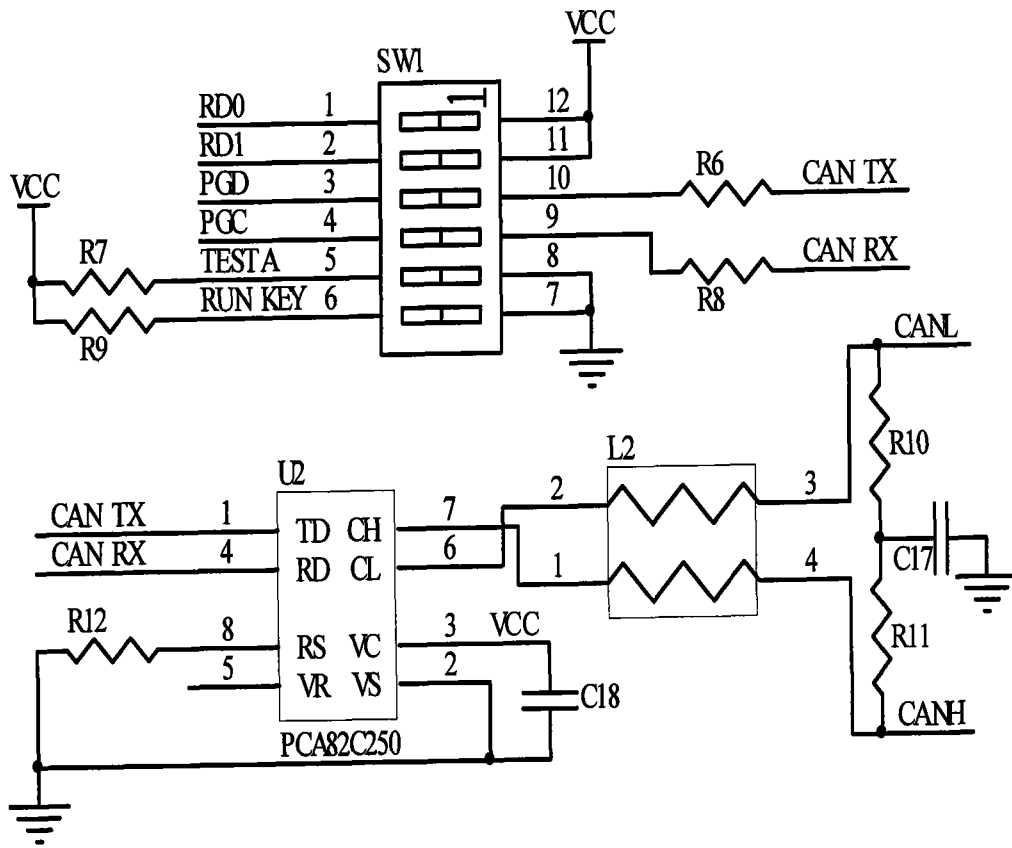


图 5

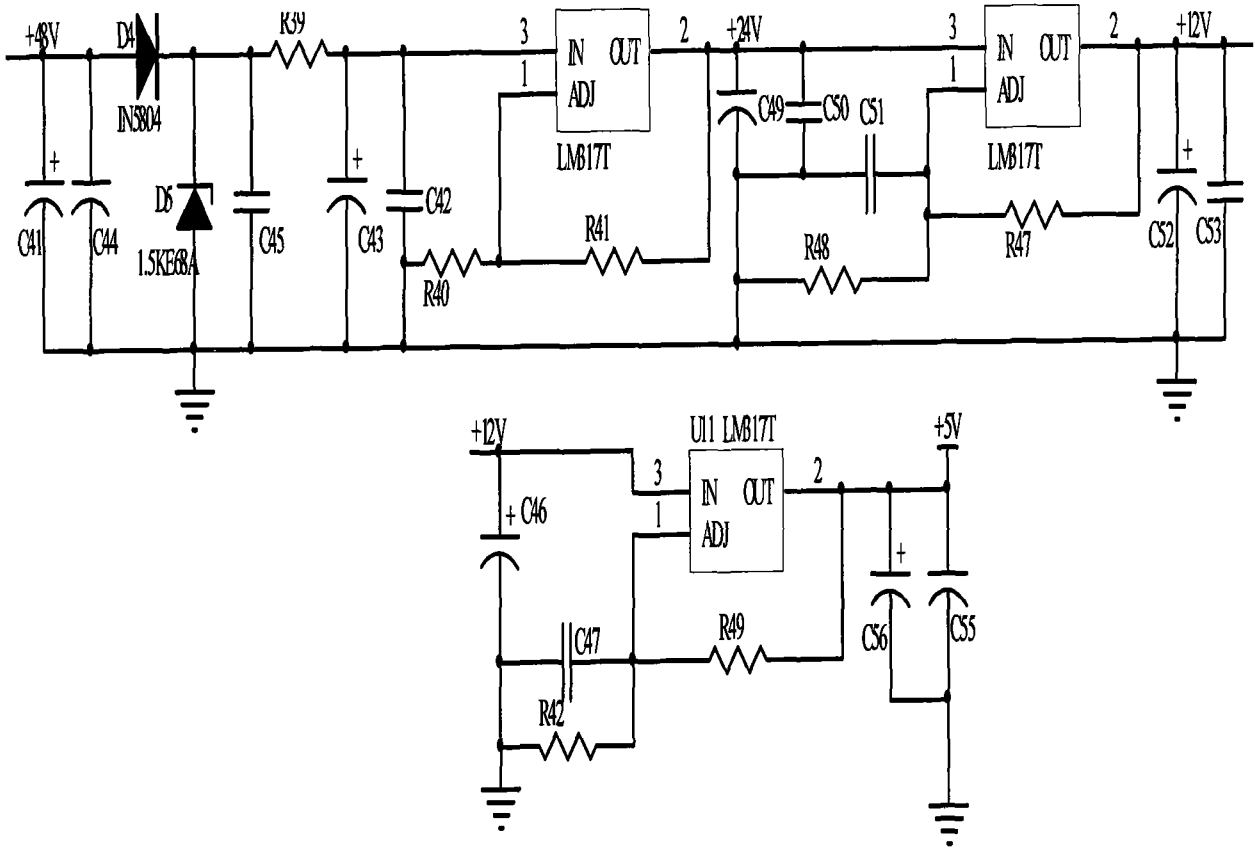


图 6

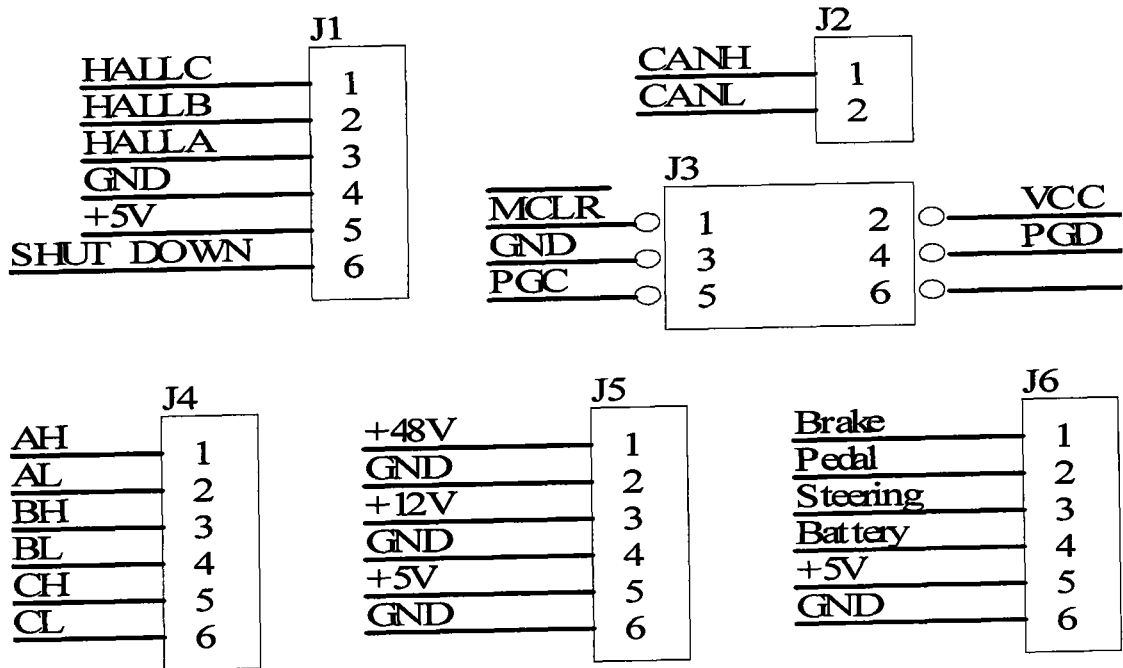


图 7