



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204567345 U

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201520291961. 2

(22) 申请日 2015. 05. 07

(73) 专利权人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 52 号

(72) 发明人 周美兰 吴磊磊 伍文 裴荣杰 刘嘉玲

(74) 专利代理机构 哈尔滨市伟晨专利代理事务所 (普通合伙) 23209

代理人 李晓敏

(51) Int. Cl.

B60L 15/20(2006. 01)

B60L 3/00(2006. 01)

B60L 7/10(2006. 01)

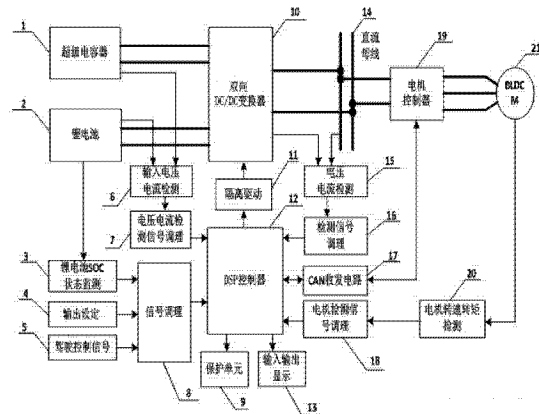
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 实用新型名称

一种电动汽车复合电源控制系统

(57) 摘要

一种电动汽车复合电源控制系统,包括超级电容器、锂电池、双向 DC/DC 变换器、电机控制器及电机,超级电容器和锂电池通过双向 DC/DC 变换器连接电机控制器,电机控制器连接电机,其技术要点是:电机通过电机转速转矩检测单元连接 DSP 控制器,电机控制器通过 CAN 收发电路连接 DSP 控制器,超级电容器和锂电池通过输入电压电流检测单元连接 DSP 控制器,DSP 控制器连接有输出设定模块,DSP 控制器通过隔离驱动电路连接双向 DC/DC 变换器,双向 DC/DC 变换器通过直流母线连接电机控制器,双向 DC/DC 变换器和直流母线分别通过电压电流检测单元连接 DSP 控制器。其灵活性好,再生制动能量回收效率高,综合使用成本较低。



1. 一种电动汽车复合电源控制系统,包括超级电容器(1)、锂电池(2)、双向DC/DC变换器(10)、电机控制器(19)及电机(21),所述超级电容器(1)和锂电池(2)分别通过双向DC/DC变换器(10)连接电机控制器(19),电机控制器(19)连接电机(21),其特征在于:还包括DSP控制器(12),电机(21)通过电机转速转矩检测单元(20)连接DSP控制器(12),电机控制器(19)通过CAN收发电路(17)连接DSP控制器(12),超级电容器(1)和锂电池(2)分别通过输入电压电流检测单元(6)连接DSP控制器(12),DSP控制器(12)连接输出设定模块(4),DSP控制器(12)通过隔离驱动电路(11)连接双向DC/DC变换器(10),双向DC/DC变换器(10)通过直流母线(14)连接电机控制器(19),双向DC/DC变换器(10)和直流母线(14)分别通过电压电流检测单元(15)连接DSP控制器(12)。

2. 如权利要求1所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于:所述双向DC/DC变换器(10)为双输入双向DC/DC变换器,其包括电感L1,电感L2,电感L3,电感L4,电容C1,电容C2,二极管D1与IGBT S1并联组成的功率单元一(22),二极管D2与IGBT S2并联组成的功率单元二(23),二极管D3与电容C3及IGBT S3并联组成的功率单元三(24),二极管D4与电容C4及MOSFET S5并联组成的功率单元四(26),二极管D5与电容C5及MOSFET S4并联组成的功率单元五(25),二极管D6与电容C6及MOSFET S7并联组成的功率单元六(28),二极管D7与电容C7及MOSFET S6并联组成的功率单元七(27),所述超级电容器(1)负极连接直流母线(14)负极,超级电容器(1)与电容C1并联后再与电感L1和电感L2并联组成的线路相串联,电感L1连接功率单元四(26)与功率单元五(25)串联线路的中点,电感L2连接功率单元六(28)与功率单元七(27)串联线路的中点,功率单元五(25)与功率单元七(27)并联后连接直流母线(14)正极,功率单元四(26)与功率单元六(28)并联后连接直流母线(14)的负极,所述锂电池(2)负极连接直流母线(14)负极,锂电池(2)与功率单元一(22)串联,功率单元一(22)与功率单元二(23)串联,再并联接入二极管D8后串联电感L3,再并联接入由功率单元三(24)与电阻R串联组成的线路后再串联电感L4,电感L4连接直流母线(14)正极,电阻R连接直流母线(14)负极,直流母线(14)与电容C2并联。

3. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于:锂电池(2)通过锂电池SOC状态监测模块(3)连接DSP控制器(12)。

4. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于:输入电压电流检测单元(6)通过电压电流检测信号调理电路(7)连接DSP控制器(12)。

5. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于:电压电流检测单元(15)通过检测信号调理电路(16)连接DSP控制器(12)。

6. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于:电机转速转矩检测单元(20)通过电机检测信号调理电路(18)连接DSP控制器(12)。

7. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于: DSP控制器(12)连接有输入输出显示器(13)。

8. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于: DSP控制器(12)连接有由高速光耦6N137和比较器LM339构成的保护单元(9)。

9. 如权利要求2所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于: DSP控制器(12)连接有驾驶控制信号单元(5)。

10. 如权利要求 3 或 9 所述的一种电动汽车复合电源控制系统,其特征在于:锂电池 SOC 状态监测模块 (3)、输出设定模块 (4) 及驾驶控制信号单元 (5) 均分别通过信号调理电路 8 连接 DSP 控制器 (12)。

一种电动汽车复合电源控制系统

技术领域：

[0001] 本实用新型属于电动汽车驱动与再生制动控制技术领域，具体涉及一种电动汽车复合电源控制系统。

背景技术：

[0002] 目前电动汽车复合电源使用的双向 DC/DC 变换器主要类型有隔离式与非隔离式，这些变换器只有单一的输入输出接口，只能单一的用于超级电容器或蓄电池，功能与控制对象单一，无法高效地回收电动汽车再生制动时的能量。而在电动汽车传统的复合电源结构中，常将蓄电池与直流母线连接，在电动汽车制动过程中，当超级电容器吸收汽车制动能量时，蓄电池仍然继续供电，当蓄电池电压与电机再生制动电动势相同时无再生制动电流产生，从而制约无刷直流电机的制动能量，降低了汽车制动能量回收的效率，超级电容器中吸收的制动能量中有一部分为蓄电池提供能量，降低了超级电容器对制动能量的有效储能。电机再生制动产生的电动势无法有效的为蓄电池提供恒定的充电电压，蓄电池对于再生制动能量的吸收效率低。同时蓄电池输出电压必须与电机工作电压匹配，系统灵活性低。并且隔离式双向 DC/DC 变换器体积质量大，不便于安装与维护。

发明内容：

[0003] 本实用新型为克服现有电动汽车再生制动能量回收效率低、系统灵活性较差的不足，提供了一种以 DSP 控制器为核心，以双输入双向 DC/DC 变换器为基础，以锂电池 SOC 状态监测为补充，实现转矩、电压、电流三闭环控制的电动汽车复合电源控制系统，其体积小，重量轻，实时性好，控制精度高，灵活性好，再生制动能量回收效率高，综合使用成本较低。

[0004] 本实用新型的电动汽车复合电源控制系统，包括超级电容器、锂电池、双向 DC/DC 变换器、电机控制器及电机，所述超级电容器和锂电池分别通过双向 DC/DC 变换器连接电机控制器，电机控制器连接电机，为实现上述目的所采用的技术方案在于：还包括 DSP 控制器，电机通过电机转速转矩检测单元连接 DSP 控制器，电机控制器通过 CAN 收发电路连接 DSP 控制器，超级电容器和锂电池分别通过输入电压电流检测单元连接 DSP 控制器，DSP 控制器连接有输出设定模块，DSP 控制器通过隔离驱动电路连接双向 DC/DC 变换器，双向 DC/DC 变换器通过直流母线连接电机控制器，双向 DC/DC 变换器和直流母线分别通过电压电流检测单元连接 DSP 控制器。

[0005] 作为本实用新型的进一步改进：所述双向 DC/DC 变换器为双输入双向 DC/DC 变换器，其包括电感 L1，电感 L2，电感 L3，电感 L4，电容 C1，电容 C2，二极管 D1 与 IGBT S1 并联组成的功率单元一，二极管 D2 与 IGBT S2 并联组成的功率单元二，二极管 D3 与电容 C3 及 IGBT S3 并联组成的功率单元三，二极管 D4 与电容 C4 及 MOSFET S5 并联组成的功率单元四，二极管 D5 与电容 C5 及 MOSFET S4 并联组成的功率单元五，二极管 D6 与电容 C6 及 MOSFET S7 并联组成的功率单元六，二极管 D7 与电容 C7 及 MOSFET S6 并联组成的功率单元七，所述超级电容器负极连接直流母线负极，超级电容器与电容 C1 并联后再与电感 L1 和电感 L2

并联组成的线路相串联,电感 L1 连接功率单元四与功率单元五串联线路的中点,电感 L2 连接功率单元六与功率单元七串联线路的中点,功率单元五与功率单元七并联后连接直流母线正极,功率单元四与功率单元六并联后连接直流母线的负极,所述锂电池负极连接直流母线负极,锂电池与功率单元一串联,功率单元一与功率单元二串联,再并联接入二极管 D8 后串联电感 L3,再并联接入由功率单元三与电阻 R 串联组成的线路后再串联电感 L4,电感 L4 连接直流母线正极,电阻 R 连接直流母线负极,直流母线与电容 C2 并联。通过双重交错并联双向半桥减小了超级电容输入输出电压纹波;通过改进的半桥结构使锂电池输入输出电压可调并提高对汽车制动能量的回收效率,提高了系统灵活性。

[0006] 作为本实用新型的进一步改进:锂电池通过锂电池 SOC 状态监测模块连接 DSP 控制器。避免锂电池出现过度充电和过度放电的状态,进而延长锂电池使用寿命。

[0007] 作为本实用新型的进一步改进:输入电压电流检测单元通过电压电流检测信号调理电路连接 DSP 控制器。

[0008] 作为本实用新型的进一步改进:电压电流检测单元通过检测信号调理电路连接 DSP 控制器。

[0009] 作为本实用新型的进一步改进:电机转速转矩检测单元通过电机检测信号调理电路连接 DSP 控制器。

[0010] 作为本实用新型的进一步改进: DSP 控制器连接有输入输出显示器,通过显示器显示出各数据,便于查看。

[0011] 作为本实用新型的进一步改进: DSP 控制器连接有由高速光耦 6N137 和比较器 LM339 构成的保护单元,实现过压过流保护。

[0012] 作为本实用新型的进一步改进: DSP 控制器连接有驾驶控制信号单元。

[0013] 作为本实用新型的进一步改进:所述锂电池 SOC 状态监测模块、输出设定模块及驾驶控制信号单元均分别通过信号调理电路连接 DSP 控制器。

[0014] 本实用新型的有益效果:本实用新型通过实时调节双输入双向 DC/DC 变换器的工作状态,解决了电动汽车制动时能量回收效率低的问题。具体是:通过电感 L1、电感 L2、电容 C1、功率单元四、功率单元五、功率单元六及功率单元七所构成的双重交错并联双向半桥,减小了超级电容输入输出电压纹波;通过功率单元一、功率单元二、功率单元三、电感 L3、电感 L4、电阻 R 和二极管 D8 组成的半桥结构,使锂电池输入输出电压可调,提高了对汽车制动能量的回收效率,提高了系统灵活性。本实用新型由输出设定模块设定双向 DC/DC 变换器的输出电压值以及电机基速和转矩,可实时检测双向 DC/DC 变换器和直流母线的输入输出电压电流及电机转速转矩。本实用新型考虑到电机基速以下输出大转矩,通常电动汽车驱动电机需要有 4~5 倍的过载,以适应车辆的启动、加速、负荷爬坡、频繁起停等复杂工况,即恒转矩运行,基速以上为恒功率运行,以适应最高车速、超车等要求,因此,由实时检测到的电机转速转矩信号,根据电机功率与转矩转速的关系换算得到电机当前功率,采用智能 PID 控制方法改变双向 DC/DC 变换器的工作状态,调节双向 DC/DC 变换器所需输出的电压电流,通过转矩、电压及电流三闭环控制使得电动汽车在行驶过程中更加安全可靠。本实用新型加入了锂电池 SOC 状态监测模块和端电压监测功能,在汽车制动时,能够实时检测电机制动电势、超级电容器的电压及锂电池 SOC 状态,并使锂电池停止供电,同时超级电容器吸收瞬时大电流,使制动能量得以高效回收,在锂电池 SOC 较低时,经过双向 DC/DC

变换器升压给锂电池提供一个恒定的充电电压,避免锂电池出现过度充电和过度放电的状态,使得锂电池充放电电流较为平稳,延长锂电池使用寿命,提高电动汽车的能源可利用率和一次充电的行驶里程,减少综合使用成本。此外,本实用新型具有由光耦 6N137 和比较器 LM339 构成的保护单元,实现了过压过流保护,使本实用新型具有完备的保护功能,能够保证系统安全可靠的运行。

[0015] 经过检测,该实用新型在实际应用获得良好效果,其体积小、质量轻、实时性高、控制精度好、灵活性好,可分别利用电压电流传感器、电机转速转矩传感器实时检测双向 DC/DC 变换器两端的输入输出电压电流变化以及电机功率变化来实时调节双输入双向 DC/DC 变换器的工作状态,达到控制双输入双向 DC/DC 变换器输出电压电流的目的,进而提高电动汽车行驶性能。本实用新型具有电压设定保护及过压过流保护的功能,实现了电动汽车能量双向流动自动化。

附图说明:

[0016] 图 1 是本实用新型的控制系统的结构原理框图,图中所示“————”为电源线,“——”为信号线;

[0017] 图 2 是双向 DC/DC 变换器电路拓扑结构图;

[0018] 图 3 是双向 DC/DC 变换器的电路图;

[0019] 图 4 是电压检测电路图;

[0020] 图 5 是电流检测电路图;

[0021] 图 6 是信号调理电路图;

[0022] 图 7 是隔离驱动电路图;

[0023] 图 8 是 CAN 收发电路图;

[0024] 图 9 是保护单元电路图。

具体实施方式:

[0025] 参照图 1,该电动汽车复合电源控制系统,包括超级电容器 1、锂电池 2、双向 DC/DC 变换器 10、电机控制器 19 及电机 21,所述超级电容器 1 和锂电池 2 分别通过双向 DC/DC 变换器 10 连接电机控制器 19,电机控制器 19 连接电机 21,还包括 DSP 控制器 12,电机 21 通过电机转速转矩检测单元 20 连接 DSP 控制器 12,电机控制器 19 通过 CAN 收发电路 17 连接 DSP 控制器 12,超级电容器 1 和锂电池 2 分别通过输入电压电流检测单元 6 连接 DSP 控制器 12,DSP 控制器 12 连接有输出设定模块 4,DSP 控制器 12 通过隔离驱动电路 11 连接双向 DC/DC 变换器 10,双向 DC/DC 变换器 10 通过直流母线 14 连接电机控制器 19,双向 DC/DC 变换器 10 和直流母线 14 分别通过电压电流检测单元 15 连接 DSP 控制器 12。

[0026] 参照图 3,所述双向 DC/DC 变换器 10 为双输入双向 DC/DC 变换器,其包括电感 L1,电感 L2,电感 L3,电感 L4,电容 C1,电容 C2,二极管 D1 与 IGBT S1 并联组成的功率单元一 22,二极管 D2 与 IGBT S2 并联组成的功率单元二 23,二极管 D3 与电容 C3 及 IGBT S3 并联组成的功率单元三 24,二极管 D4 与电容 C4 及 MOSFET S5 并联组成的功率单元四 26,二极管 D5 与电容 C5 及 MOSFET S4 并联组成的功率单元五 25,二极管 D6 与电容 C6 及 MOSFET S7 并联组成的功率单元六 28,二极管 D7 与电容 C7 及 MOSFET S6 并联组成的功率单元七 27,

所述超级电容器 1SC 负极连接直流母线 14 负极,超级电容器 1SC 与电容 C1 并联后再与电感 L1 和电感 L2 并联组成的线路相串联,电感 L1 连接功率单元四 26 与功率单元五 25 串联线路的中点,电感 L2 连接功率单元六 28 与功率单元七 27 串联线路的中点,功率单元五 25 与功率单元七 27 并联后连接直流母线 14 正极,功率单元四 26 与功率单元六 28 并联后连接直流母线 14 的负极,所述锂电池 2 负极连接直流母线 14 负极,锂电池 2 与功率单元一 22 串联,功率单元一 22 与功率单元二 23 串联,再并联接入二极管 D8 后串联电感 L3,再并联接入由功率单元三 24 与电阻 R 串联组成的线路后再串联电感 L4,电感 L4 连接直流母线 14 正极,电阻 R 连接直流母线 14 负极,直流母线 14 与电容 C2 并联。

[0027] 当汽车启动或加速时,超级电容器 1 经由电感 L_1 、电感 L_2 、MOSFETS₄、MOSFETS₅、MOSFETS₆及 MOSFETS₇组成的两重交错并联半桥 DC/DC 变换器升压变换,给电机 21 提供一个瞬时大电流,改善汽车加速性能。当瞬时电流大于半桥电路功率单元四 26、功率单元五 25、功率单元六 28 及功率单元七 27 所能通过的最大电流时,将两重交错并联半桥结构变换为两个半桥电路并联工作状态,此时提供了瞬时大电流也减少了变换器的元器件数量,提高了元件的利用率,降低变换器成本。同时锂电池 2 经由 IGBTs₁、IGBTs₂、IGBTs₃、二极管 D₁、二极管 D₂、二极管 D₃、二极管 D₈、电感 L₃、电感 L₄及电阻 R 组成的双向半桥 DC/DC 变换器向电机 21 提供恒压限流的电压电流。若锂电池 2 端电压与电机 21 额定工作电压匹配时,电池只需经 IGBTs₁、二极管 D₂、电感 L₃及电感 L₄向电机 21 提供额定功率,瞬时额外功率将由超级电容器 1 提供。若锂电池 2 端电压与电机 21 额定工作电压不匹配时,锂电池 2 由 IGBTs₁、IGBTs₃、二极管 D₃、二极管 D₈、电感 L₃、电感 L₄、电阻 R 组成的 Buck/Boost 电路经过降压或者升压,提供与电机 21 额定工作电压匹配的电压电流,提高了系统的灵活性。当汽车减速或制动时,通过锂电池 SOC 状态监测模块 3 监测锂电池 2 的 SOC 状态是否低于临界值,当低于临界值时 IGBTs₁关断、经由 IGBTs₂、IGBTs₃、二极管 D₁、二极管 D₃、电感 L₃、电感 L₄及电阻 R 组成的 Boost 电路向锂电池 2 提供恒定的充电电压与限定的充电电流。反之由超级电容器 1 吸收制动能量,从而提高了汽车能量利用率,增加了汽车一次充电的行驶里程。

[0028] 参照图 1,所述电机 21 为无刷直流电机 BLDCM。所述 DSP 控制器为数字信号处理器 TMS320F2812。所述锂电池 2 通过锂电池 SOC 状态监测模块 3 连接 DSP 控制器 12,所述输入电压电流检测单元 6 通过电压电流检测信号调理电路 7 连接 DSP 控制器 12,所述电压电流检测单元 15 通过检测信号调理电路 16 连接 DSP 控制器 12,所述电机转速转矩检测单元 20 通过电机检测信号调理电路 18 连接 DSP 控制器 12,所述 DSP 控制器 12 连接有由高速光耦 6N137 和比较器 LM339 构成的保护单元 9,所述 DSP 控制器 12 连接有驾驶控制信号单元 5 和输入输出显示器 13。所述锂电池 SOC 状态监测模块 3、输出设定模块 4 及驾驶控制信号单元 5 均分别通过信号调理电路 8 连接 DSP 控制器 12。

[0029] 工作原理:

[0030] 参照图 2,输出电压给定值与转速给定值由输出设定模块 4 通过 RS232C 接口传给数字信号处理器 TMS320F2812,输入电压电流检测单元 6、电压电流检测单元 15 和电机转速转矩检测单元 20 检测到的反馈信号经过调理与 FIR 滤波,整定后分别作为电压反馈值、电流反馈值和转速反馈值,转速给定值与转速反馈值进行比较,再经过速度调节器与功率计算后输出功率反馈值,经过电压电流检测并计算后所得的功率给定值与功率反馈值进行比较,再经智能 PID 调节器输出电压给定值,电压给定值与电压反馈值进行比较,经过电

压调节器输出电流给定值,将检测到的电流反馈值与电流给定值进行比较,经过电流调节器输出可变的 PWM 驱动波形,经隔离驱动电路 11 驱动双输入双向 DC/DC 变换器内部的功率单元的导通关断,改变变换器的工作状态得到供给电机的电压电流,通过检测无刷直流电机转速,从而提高汽车行驶性能增加汽车行驶里程减少综合使用成本。本实施方式依据 Modbus 通信协议,以输出设定模块 4 为主站,以数字信号处理器 TMS320F2812 为从站,实现基于 Modbus 通讯协议的主-从通信。从站数字信号处理器 TMS320F2812 采用中断的方式来接收和发送数据。通过输入电压电流检测单元 6、电压电流检测单元 15 及电机转速转矩检测单元 20 进行实时测量,数字信号处理器 TMS320F2812 内部的 16 通道 12 位 ADC 模块把测量的模拟量转换成数字信号处理器 TMS320F2812 能识别的数字量,通过数字信号处理器 TMS320F2812 标定后数据,一方面通过基于 RS232C 接口的 Modbus 通信协议传送到输出设定模块 4 实时显示出来,供用户分析,另一方面把标定后的电压电流值以及转速值传给模糊 PID 控制器与给定值进行比较后进行模糊 PID 计算,计算出电流参考值,实时调节 PWM 波形占空比,从而达到控制双输入双向 DC/DC 变换器输出电压电流的目的。

[0031] 其中输入电压电流检测单元 6 与电压电流检测单元 15 均由宇波霍尔电压传感器模块 CHV-25P 与霍尔电流传感器模块 CHB-100P 构成,其电路图分别如图 4 和图 5 所示,通过宇波霍尔电压传感器模块 CHV-25P 与霍尔电流传感器模块 CHB-100P 实时检测双输入双向 DC/DC 变换器的输入输出电压电流,实现端电压监测的目的,检测到的电压电流经图 6 所示调理电路调理后的信号输入数字信号处理器 TMS320F2812A/D 转换 I/O 口,转换成可处理的数字量并估算出锂电池 SOC 状态。所述电压电流检测信号调理电路 7、信号调理电路 8、检测信号调理电路 16 及电机检测信号调理 18 的调理电路原理图是一样的,即图 6 所示。

[0032] 图 8 所示为 CAN 收发电路。数字信号处理器 TMS320F2812 具有一个 eCAN 模块,支持 CAN2.0B 协议,为了使 eCAN 模块的电平符合高速 CAN 总线电平特性以及实现与电机控制器之间信息的高速收发,在 eCAN 模块与 CAN 总线之间加入了 CAN 收发器 TJA1042T/3。TJA1042T/3 是一款高速 CAN 收发器,是 CAN 控制器和物理总线之间的接口,为 CAN 控制器提供差动发送和接收功能。该收发器专为汽车行业的高速 CAN 应用设计,传输速率高达 1Mbit/s。TJA1042T/3 具有 I/O 口可直接与 3V ~ 5V 的微控制器接口连接的特点。数字信号处理器 TMS320F2812 通过 RS232C 和 TJA1042T/3 组成的 CAN 收发电路与电机控制器实现实时高速的 CAN 通信。

[0033] 参照图 7,数字信号处理器 TMS320F2812 输出的 PWM 信号经 6N137 光耦隔离,保证控制芯片不被干扰,后经 74LS07 取反整形输送给高速 MOSFET 驱动芯片 UCC27524,相比于 IR21102A 输出峰值电流与 120ns 的延时,UCC27524 具有 5A 输出电流峰值以及 15ns 更短的延时,驱动效果更快更好,图中仅给出一片 UCC27524 驱动一个桥臂的 2 个开关管。

[0034] 参照图 9,当双向 DCDC 变换器输出电压电流或者母线电压电流过高时经采样电阻采样后进行运放处理,经光耦 6N137 隔离后,如果输出低电平的故障信号,这个信号就会输入到 DSP 的 PDPINTA 引脚,DSP 就会立即启动 PDP 中断服务子程序,封锁 PWM 信号输出,从而达到过流保护的的目的,保证系统能够安全可靠地运行。

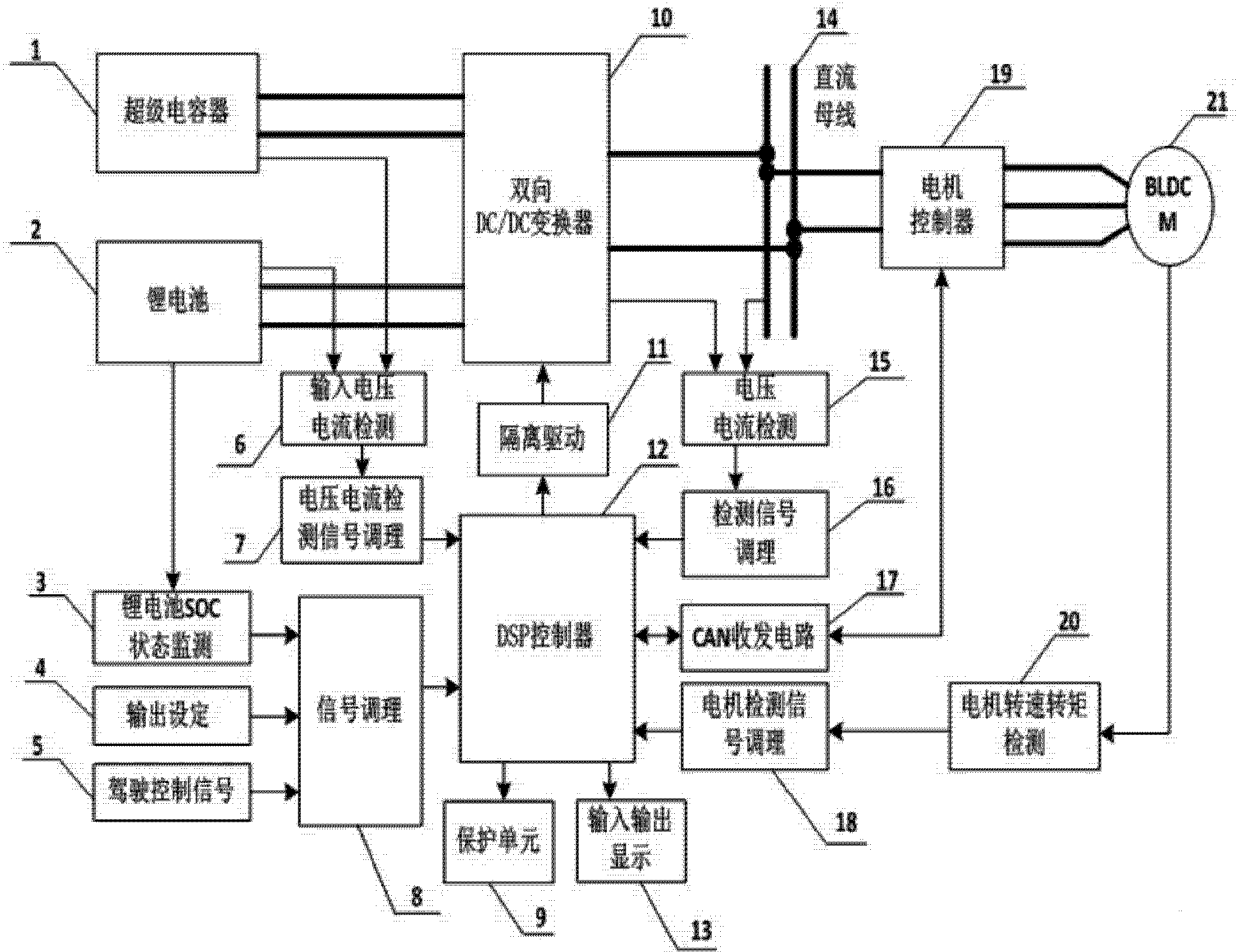


图 1

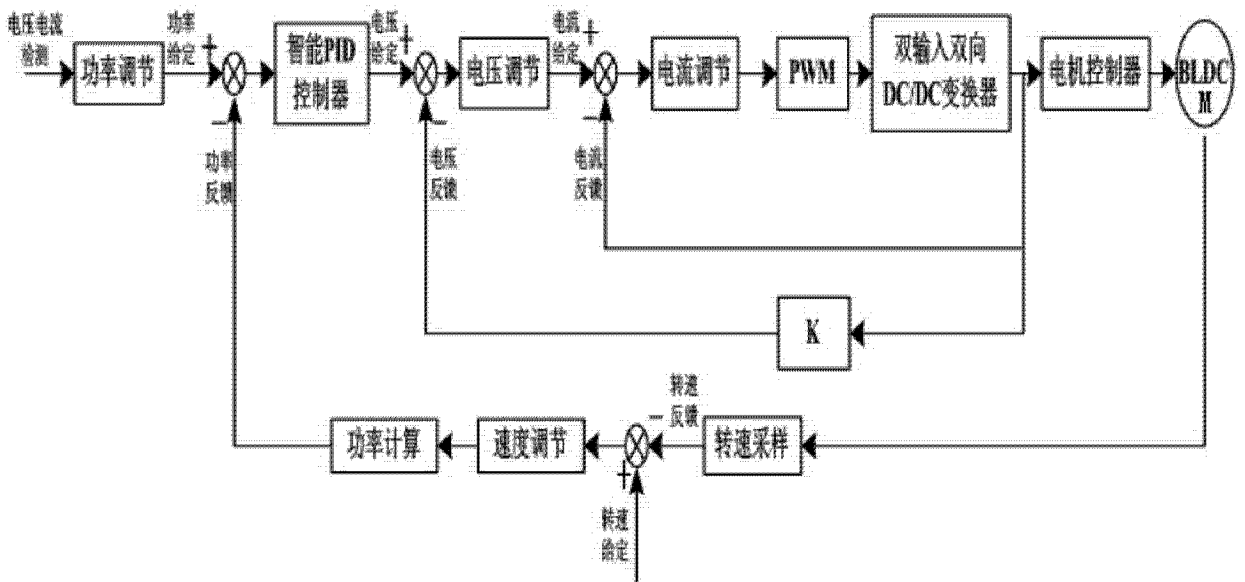


图 2

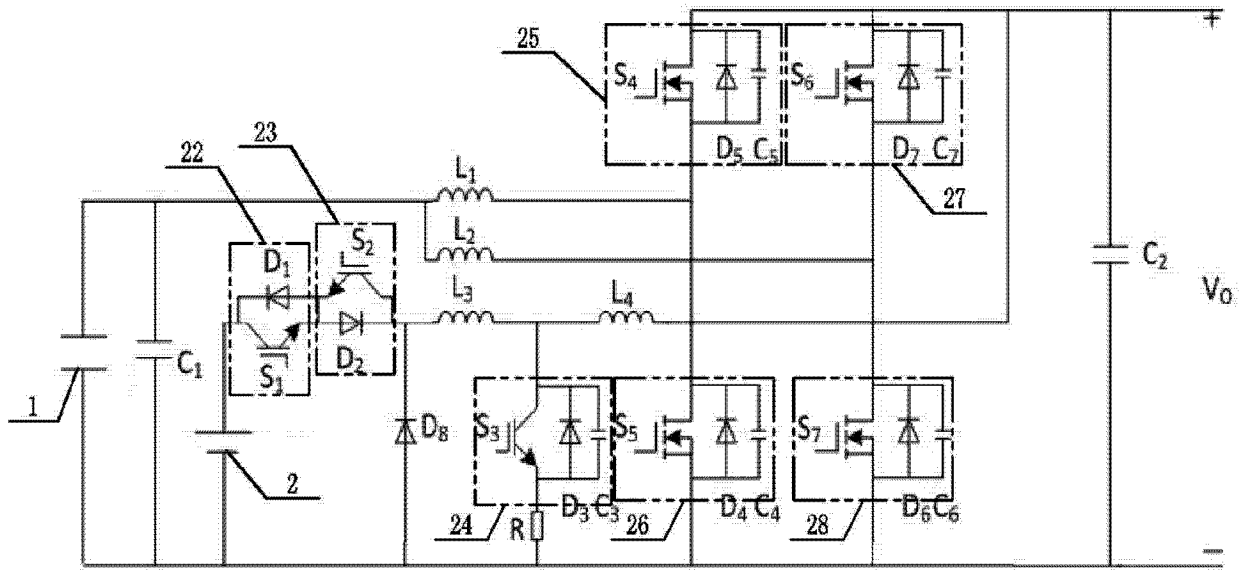


图 3

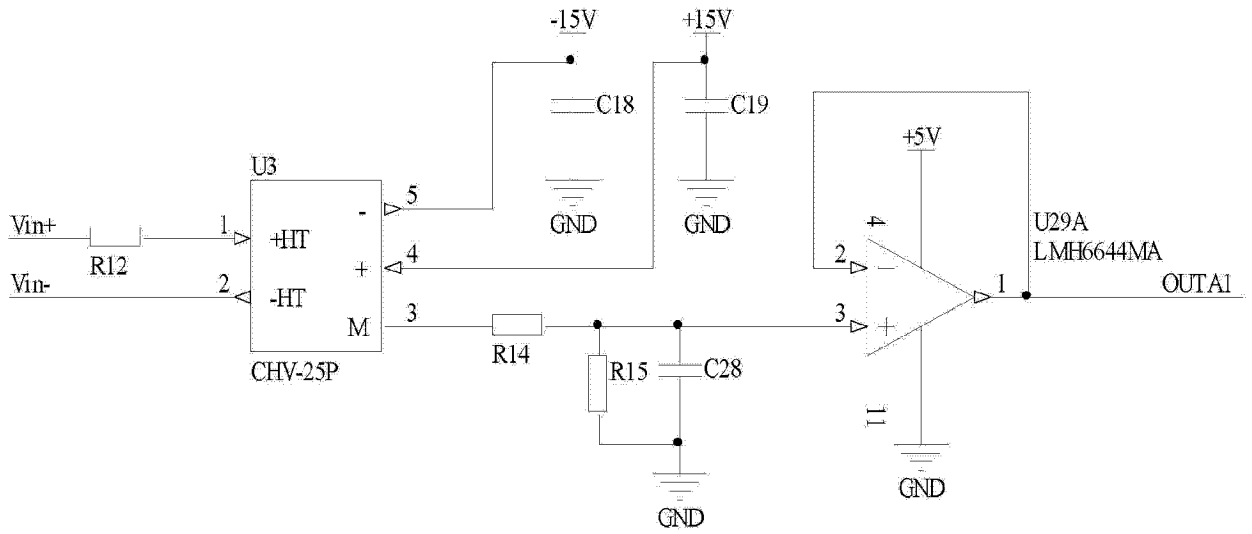


图 4

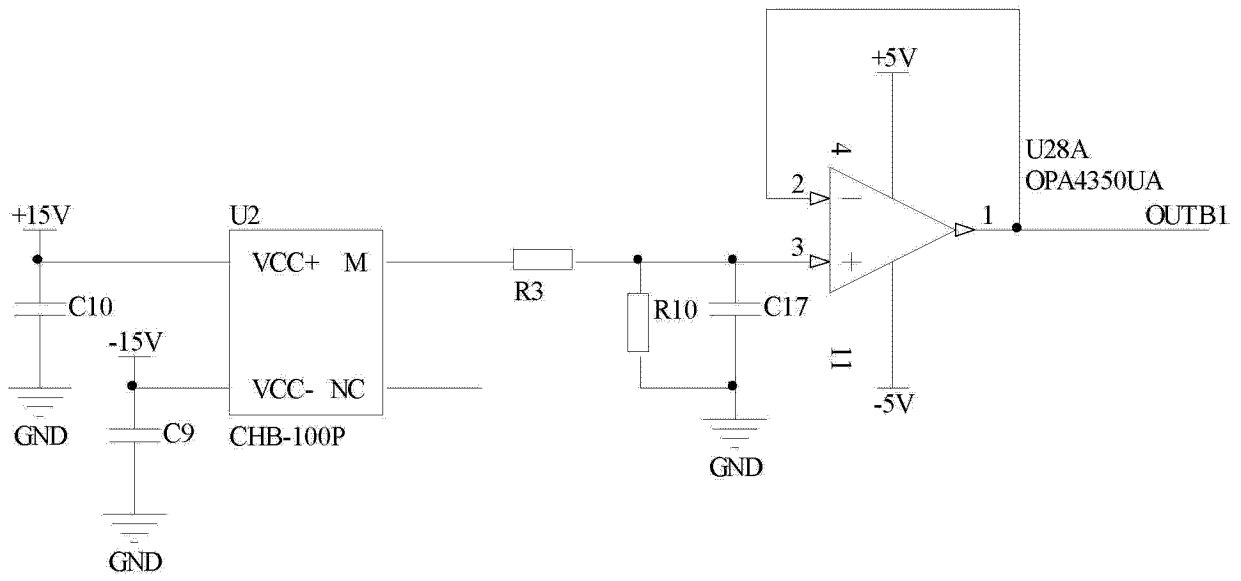


图 5

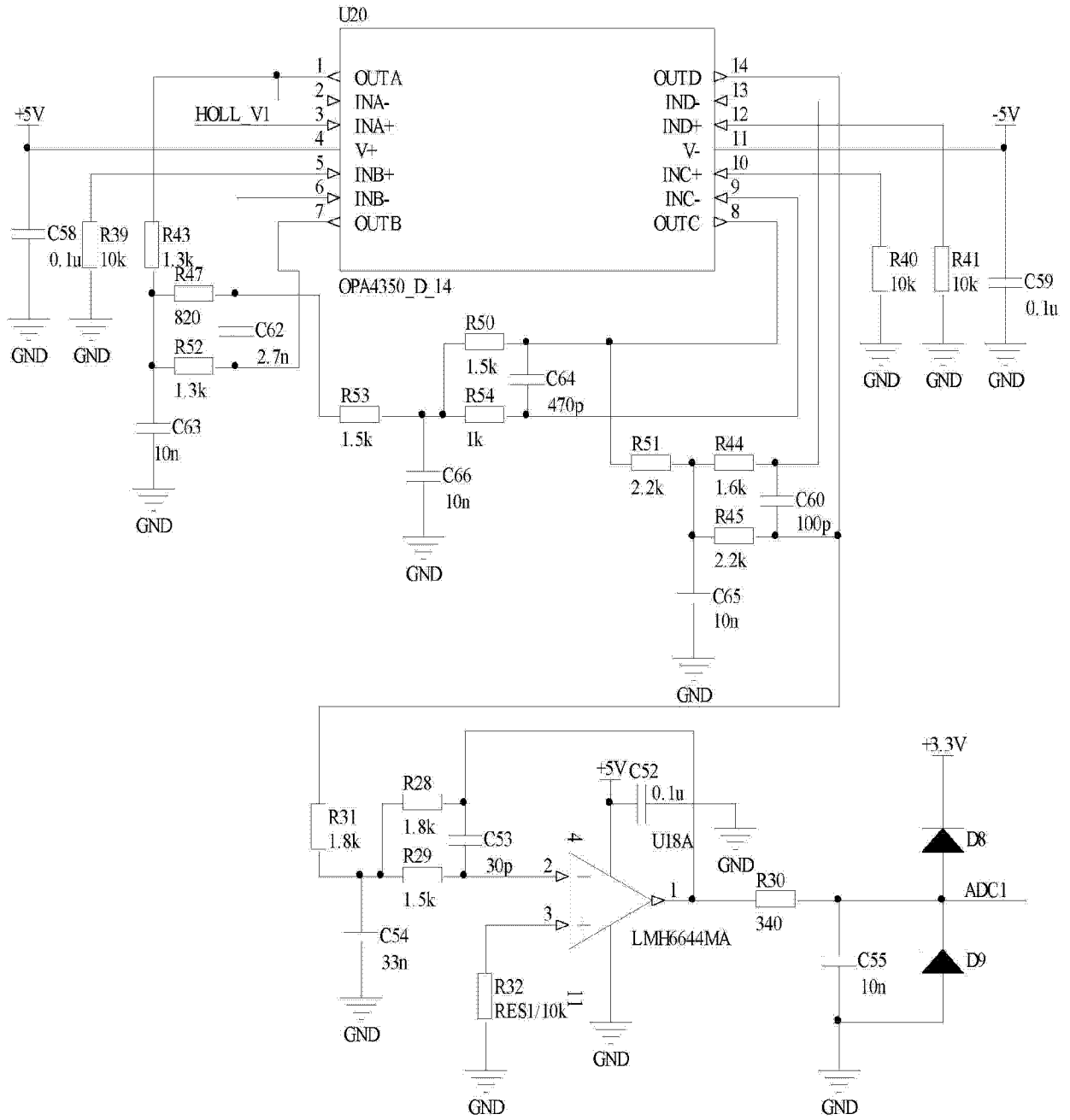


图 6

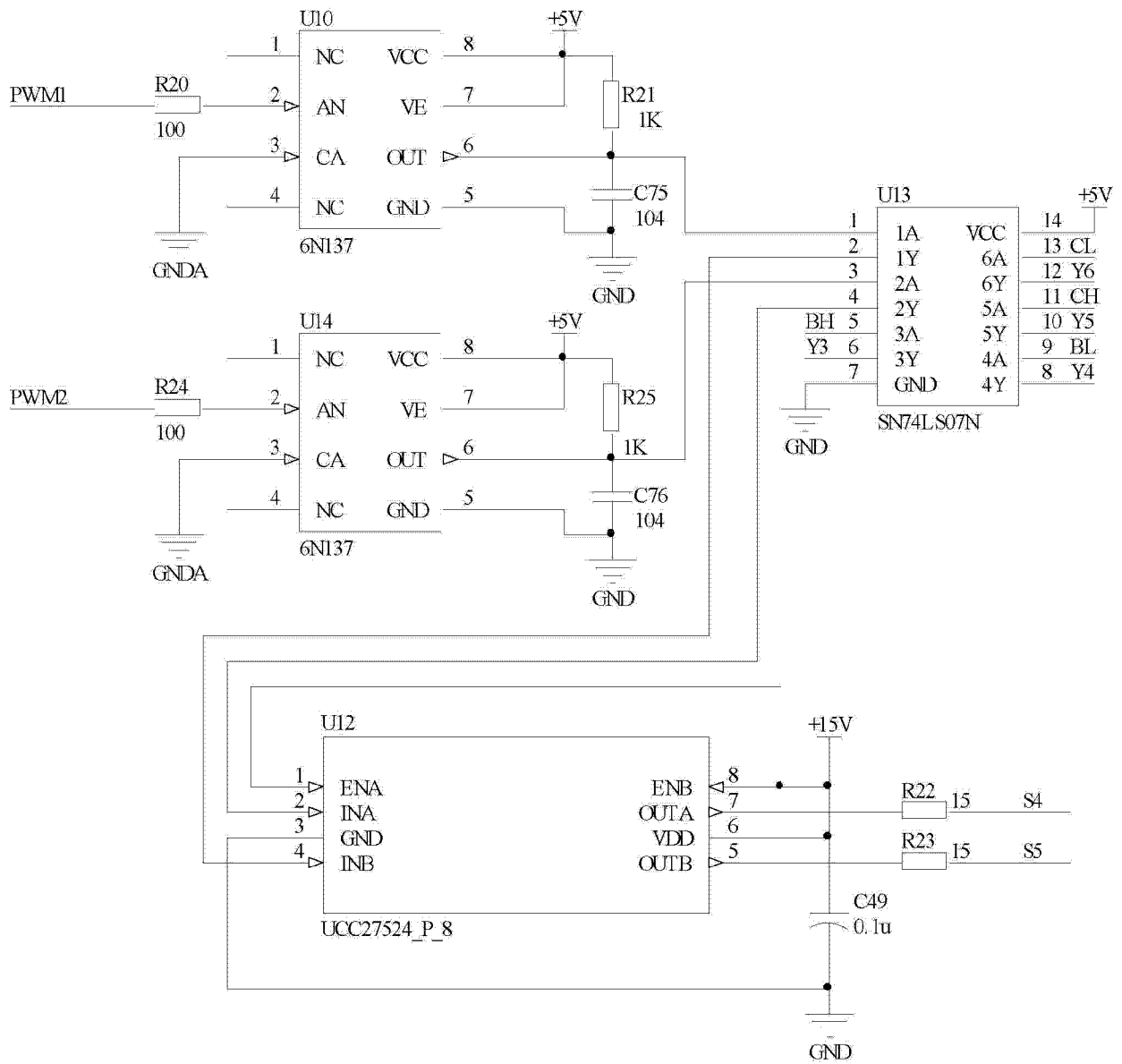


图 7

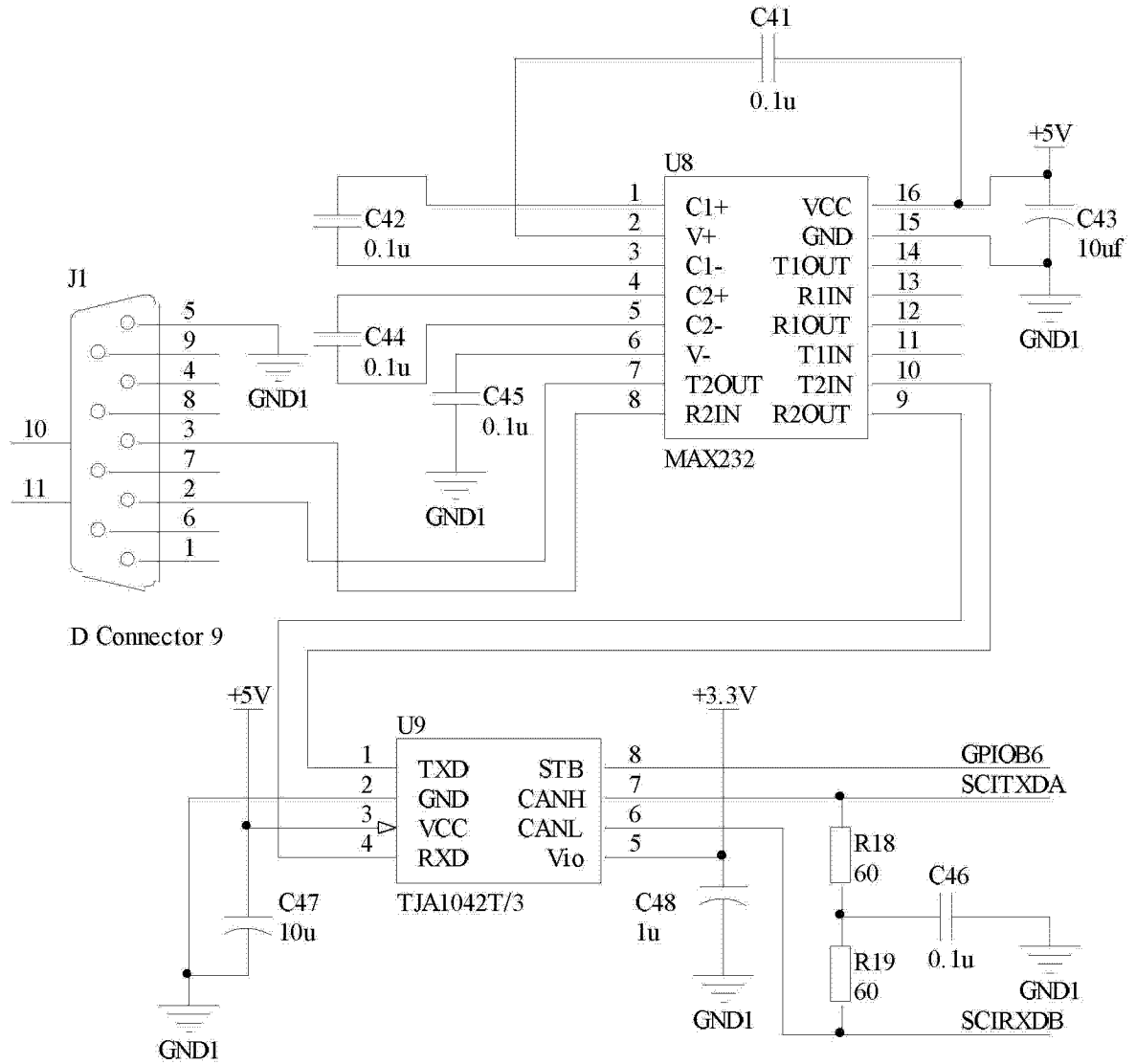


图 8

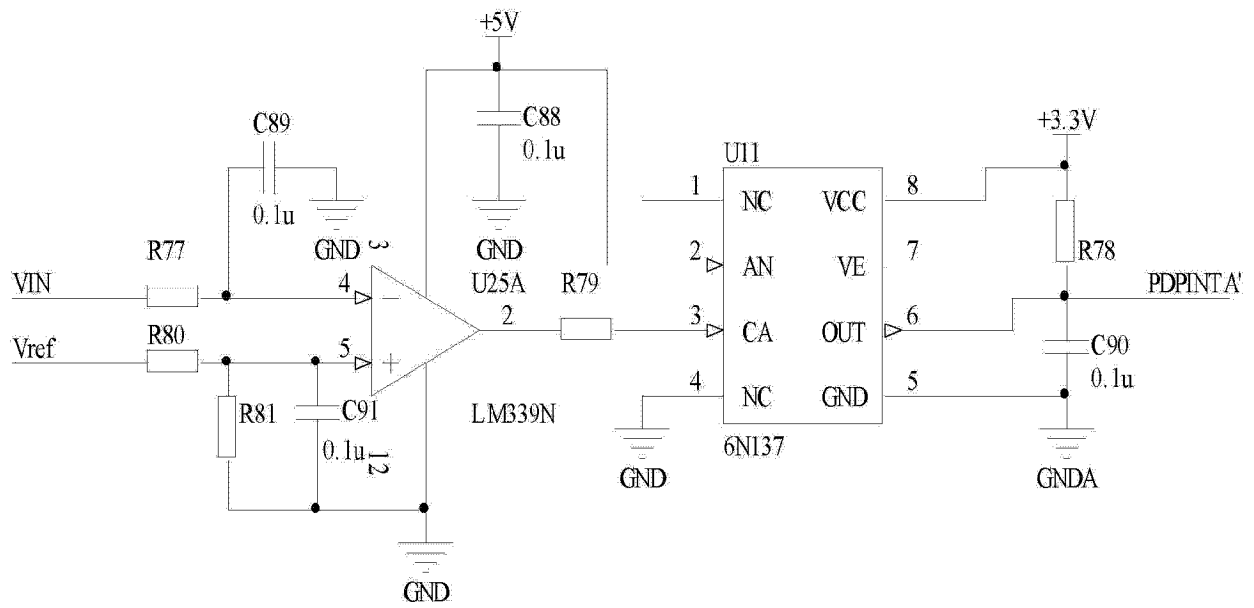


图 9