

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103166290 A

(43) 申请公布日 2013.06.19

(21) 申请号 201310100832.6

(22) 申请日 2013.03.26

(71) 申请人 欣旺达电子股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区石岩街道
石龙社区颐和路2号综合楼2楼B区

(72) 发明人 黄跃进

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

H02H 7/18 (2006.01)

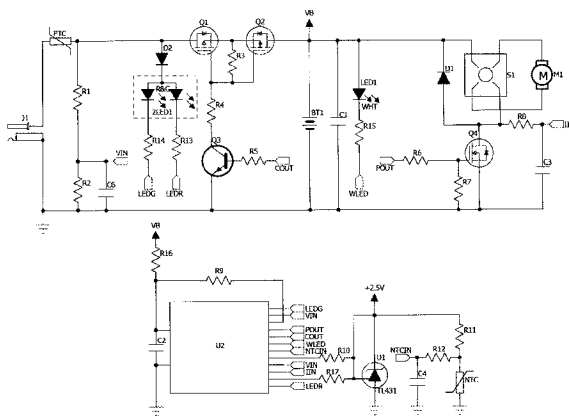
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

单节锂电电动工具控制与保护电路及其检测、控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种单节锂电电动工具控制与保护电路及其检测、控制方法,其中包含单片机供电电路、电池充放电电压检测电路、电池充放电温度检测电路、电池充电控制管理电路、电机的开关以及换向控制电路、工作状态指示电路,采用单片机作主控 IC,配合简单的外围元件,实现了单节锂电电动工具保护与控制的全部功能,功能设计灵活、电路复杂度降低、电子元件减少、成本降低、安全可靠、电路不工作时几乎不耗电,具有环保节能、重量轻、使用方便、作业效率高、电池循环使用寿命长等优点。



1. 一种单节锂电电动工具控制与保护电路,其中包括单片机(U2)的供电电路模块、电池充放电的电压检测电路模块、电池充放电的温度检测电路模块、电池充电控制管理电路模块、电机的开关以及换向控制电路模块、工作状态指示电路模块,其特征在于:单节锂电电动工具控制与保护电路采用单片机(U2)作主控IC。

2. 根据权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:所述的单片机(U2)的供电电路模块中,单片机(U2)由电池电压直接供电,电机(M1)的正负端反向并联一个续流二极管(D1),电池(BT1)的正负极两端并联有电容(C1),单片机(U2)的VB供电回路中有一个由电阻(R16)、电容(C12)组成的RC低通滤波电路。

3. 根据权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:所述的电池充放电的电压检测电路模块中,单片机(U2)的一个IO口通过电阻(R10)限流向精密电压参考源(U1)供电。

4. 根据权利要求3所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:精密电压参考源(U1)输出2.495V作外部参考电压。

5. 根据权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:所述的电池充放电的温度检测电路模块中,采用稳定的2.495V电压为电阻(R11)与负温度系数热敏电阻(NTC)的串联回路提供电源,以电阻(R12)与电容(C4)组成低通滤波电路,单片机(U2)的AD口以外部的2.495V电压作基准来检测该点的电压。

6. 根据权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:所述的电池充电控制管理电路模块中,包括由充电MOS管(Q1、Q2)、充电控制三极管(Q3)、电阻(R1、R2、R3)组成的充电控制与隔离电路,充电MOS管(Q1、Q2)的漏极相连,公用门极控制组成充电开关与隔离。

7. 根据权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:所述的电机的开关以及换向控制电路模块中,单片机(U2)控制放电MOS管(Q4)的通断控制电机的运转与停止,组合控制开关(S1)控制电机的运转方向。

8. 根据权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路,其特征在于:所述的工作状态指示电路模块中,由外部充电器、双色发光二极管(2LED1)与电阻(R13、R14)组成充电状态指示灯。

9. 一种如权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路的工作电流检测方法,采用放电MOS管(Q4)的内阻(R_{DS})作电流采样电阻,通过电阻(R8)与电容(C3)作低通滤波后,送给单片机(U2)的IIN脚作电流检测。

10. 一种如权利要求1所述的单节锂电电动工具控制与保护电路的单片机休眠控制与唤醒方法,电池电压正常时,单片机(U2)的程序检测到没有充电器插入,电机(M1)的组合控制开关(S1)也没有按下时,程序控制单片机(U2)关闭外部精密电压参考源(U1)的供电,同时关闭充电控制三极管(Q3)与放电MOS管(Q4),进入低功耗的休眠状态,整机静态电流小于1微安,当充电器与电机控制开关(S1)按下时,单片机的VIN脚或IIN脚将由低电平变为高电平,将单片机唤醒,开始正常的充放电过程。

单节锂电电动工具控制与保护电路及其检测、控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锂电电动工具,特别涉及一种锂电电动工具的控制与保护电路及其检测、控制方法。

背景技术

[0002] 直流电动工具的运用,直接替代了手工工具,减轻了人们的作业劳动强度,提高了作业效率,特别是采用了动力型锂离子电池的直流电动工具,更是减轻了电动工具的重量,提高了电池的循环使用寿命,符合环保的需求,受到人们的喜爱。

[0003] 动力型锂离子电池由于自身的特性,在充放电过程对电池电压、放电电流和温度都有严格的要求,超出规格要求,轻则缩短电池的充放电循环使用寿命或损坏电池,重则有可能引起着火或爆炸等安全事故的发生。由于采用单节(标称电压 3.6V)动力型锂离子电池的电动工具通常体积小,电池均采用不可拆卸的方式固定安装在电动工具内,为此,保护与控制电路也必须安装在电动工具内。

[0004] 在电动工具行业内使用单节锂离子电池的传统做法是采用原设计用于手机数码类的单节保护用的 IC 来做控制与保护。由于一般单节保护 IC 是针对手机数码类产品而设计,工作时充、放电电流小,放电负载基本为阻性负载,放电平稳,不需作温度保护功能,而单节锂电直流电动工具负载为直流有刷电机,具有放电电流大,电池工作过程中温度上升快,电机运转时电火花干扰大,电动机反电势特别高等特点,所以采用用于手机数码类的 IC 作单节锂电直流电动工具的保护方案存在保护功能不全面的缺陷,如无温度保护功能和多段电流保护功能,充放电保护电压与放电保护电流参数由 IC 生产厂家固定而无法改变,无法显示电动工具的各种工作与保护状态等,用户界面不友好,安全及可靠性相对较低等缺陷。

[0005] 所以,用于手机数码类产品的 IC 并不适合用于锂电电动工具的保护与控制,如果另外加上温度保护功能、多段电流保护功能、充放电电压与电流保护功能等电路,则整个系统的电路将变得较复杂,元器件大大增加,电动工具内基本上无安装空间,所以实用价值不大。

[0006] 普通单节锂电保护 IC 的电路原理如图 1 所示,虽然结构简单,但用于锂电电动工具时保护功能不全面,安全及可靠性低。

发明内容

[0007] 本发明公开了一种单节动力型锂离子电池用于电动工具的控制与保护电路,采用单片机 U2 作主控 IC,配合简单的外围电路将锂电电动工具实现了:充电控制管理功能、放电控制管理功能、充放电电压保护功能、充放电温度保护功能、充电过流保护保护功能,放电多段过流保护功能以及各工作状态显示等功能,本发明的电路原理如图 2 所示。

[0008] 对于单片机 U2 的供电电路,传统的做法是采用稳压的 3.3V 或 5V 的电源给单片机供电,而本发明利用单节锂离子电池的正常工作电压范围在 2.5-4.2V 之间,以及单片机可

在 2-5V 之间工作的特性,直接采用电池电压供电的方式来给单片机供电,即可使单片机稳定工作,同时也简化了供电电源的设计,降低了元器件成本,提高了系统的可靠性。

[0009] 如图 2 所示,由于直流有刷电机在工作时会产生较大的电火花干扰,如果不加处理,则会造成单片机程序指针跑飞,严重影响系统的安全运行,为消除此影响,在电机 M1 的正负端反向并联一个续流二极管,以消除电机的反电动势,在电池 BT1 的正负极两端并联有一个数 10 微法的电容 C1,可吸收大部分电机换向时的脉冲干扰。

[0010] 如图 2 所示,在单片机 U2 的 VB 供电回路中加一个由电阻 R16、电容 C12 所组成的 RC 低通滤波电路,可确保单片机 U2 工作不受电机 M1 以及各种外部干扰,提高系统的稳定性与可靠性。

[0011] 对于电池充放电的电压检测电路传统的方法是以稳定的单片机供电电压或外部参考电压作 AD 转换的基准电压去检测电池电压,一般要求被检测的电压不能高于参考电压。

[0012] 如图 2 所示,本发明由单片机的一个 IO 口通过电阻 R10 限流向精密电压参考源 U1 供电,U1 输出的 2.495V 作外部参考电压,以电池电压(单片机 U2 供电电压)作基准,通过检测外部参考源的电压,采用反推算法从而达到检测电池电压的目的,以实现对外充电电压的高精度检测要求,而在放电过程中由于过放保护电压点一般设在 2.5-2.7V,当电池电压降到 2.5V 时,精密外部电压参考源 U1(TL431) 已经无法提供精准的电压了,由于动力工具电机的工作电流至少在几安培以上,放电保护点的电压精度要求相对充电电压精度低一些,所以在放电保护时,以电池电压(单片机 U2 供电电压)作参考基准,通过检测单片机 U2 内部 1.2V 的稳压电压来反推电池电压,即可保证单片机在 2V 以上时可相对准确地检测到电池电压,从而实现过放保护功能。

[0013] 如图 2 所示,电池充放电温度检测电路采用稳定的 2.495V 电压为电阻 R11 和负温度系数热敏电阻 NTC 的串联回路提供电源,以电阻 R12 与电容 C4 组成的低通滤波电路,通过单片机 U2 的 AD 口以外部 2.495V 作基准检测该点的电压,由单片机 U2 中的软件换算实现对电池温度的检测。

[0014] 如图 2 所示,为降低供电回路内阻,直接采用放电 MOS 管 Q4 的内阻 R_{DS} 作电流采样电阻,通过电阻 R8 与电容 C3 作低通滤波后,送给单片机 U2 的 IIN 脚(AD 口)作电流检测。

[0015] 如图 2 所示,由 NPN 型充电控制三极管 Q3,充电 MOS 管 Q1、Q2,电阻 R1、R2 与 R3 组成充电控制与隔离电路,充电 MOS 管 Q1 与 Q2 的漏极相连,共用门极控制组成充电开关与隔离,当充电控制三极管 Q3 导通时,充电 MOS 管 Q1 与 Q2 同时导通,开始充电,充电控制三极管 Q3 截止时,充电 MOS 管 Q1 与 Q2 同时关断,停止充电,这样的设计使得充电回路的内阻很低,导通压降小,关断时可完全将电池与前面的充电回路隔离,即可提高充电效率同时又可降低静态损耗。

[0016] 如图 2 所示,通过单片机 U2 控制放电 MOS 管 Q4 的通断可控制电机的运转与停止,通过操作组合控制开关 S1 可改变电机的运转方向。

[0017] 如图 2 所示,公开了单片机 U2 休眠控制与唤醒方法。电池电压正常时,单片机 U2 的程序检测到没有充电器的插入,组合控制开关 S1 也没有按下时,程序控制单片机 U2 关闭外部精密电压参考源 U1 的供电,同时关闭充电控制三极管 Q3 与放电 MOS 管 Q4,进入低功耗的休眠状态,整机静态电流小于 1 微安,而当充电器或组合控制开关 S1 按下时,单片机 U2

的 VIN 脚或 IIN 脚将由低电平变为高电平,将单片机 U2 唤醒,开始正常的充电或放电过程。

[0018] 如图 2 所示,由外部充电器、电路中的双色发光二极管 2LED1 与电阻 R13、R14 组成充电状态指示灯,当电池电压小于 2V 时,双色 LED 同时导通以小电流向电池进行预充电,红绿双色同时发光混合显示为橙色,当电压大于 2V 时,进入正常充电状态,此时红灯亮,绿灯灭,充电完成后红灯灭,绿灯亮,充电过程中出现温度超出时,红灯闪,以给用户明显的提示。放电时白光发光二极管 LED1 亮,当出现任何异常时,如欠压、超温以及过流短路时,白光发光二极管 LED1 以不同的频率与占空比(闪亮时间)闪亮,以提醒用户注意异常的发生。

[0019] 有益效果

[0020] 与采用镍镉与镍氢电池作电源的方案比较:采用锂电池的电动工具由于具有节能环保,重量轻,使用方便,作业效率高,每个充放电周期作业次数更多等优点;而采用单片机 U2 控制与保护电路则使功能设计更灵活,控制电路更可靠,使用更安全,电池循环使用寿命更长等特点。

[0021] 本方案将单片机 U2 作保护与控制电路的主控 IC,与传统的单节保护 IC 的做法相比:电路具有保护与控制功能全面,电路复杂度降低、电子元件减少、成本降低、安全与可靠性提高、电路不工作时几乎不耗电等特点。

附图说明

[0022] 图 1 是单节保护 IC 的电路原理图;

[0023] 图 2 是本发明所述的单节锂电电动工具控制与保护电路的电路原理图。

具体实施方式

[0024] 下面结合电路原理图对单节锂电电动工具的工作原理进一步说明:

[0025] 休眠状态:当电池电压正常时,单片机程序检测到没有充电器的插入,组合控制开关 S1 也没有按下时,程序控制单片机关闭外部精密电压参考源 U1 的供电,同时关闭充电控制三极管 Q3 与放电 MOS 管 Q4,进入低功耗的休眠状态,整机静态电流小于 1 微安,当单片机 U2 处于休眠状态后,即使电池电压下降到接近 0V 时,仍会保持在低功耗的休眠状态。

[0026] 充电状态:当将 5V/1A 的恒流恒压充电器插入充电插座 J1 时,如果电池电压低于 2V 以下时,由于单片机 U2 已处于休眠状态,不能正常工作,此时充电器正极通过可恢复保险元件 PTC、二极管 D2、双色发光二极管 2LED1、电阻 R13、R14 以及单片机的 LEDG 和 LEDR 引脚内部的寄生上拉二极管对电池进行几毫安的小电流充电,以便能激活电池电压上升,此时双色 LED 红绿灯同时亮灯,显示为橙色,表示为小电流充电激活中,如果电池电压升到 2V 以上时,单片机 U2 内部的上电复位电路会将产生上电复位动作,将休眠中的单片机 U2 唤醒,使之开始正常工作,当单片机 U2 的 VIN 脚检测到高电平后进入充电程序,单片机 U2 将开启精密电压参考源 U1 且 COUT 脚输出高电平使充电控制三极管 Q3 导通,从而使充电 MOS 管 Q1 与 Q2 导通,使来自 DC 插座的恒流恒压充电器向电池充电,同时红灯亮,表示正在充电中。如果电池电压低于 2.5V,则 COUT 脚输出 PWM 调制波,即以较小的平均电流进行涓流充电,否则直接输出高电平进行快速充电,当充电电压快接近 4.2V 时,软件调节 PWM 调制波使之进行恒压充电,直到 PWM 占空比低于设定值或单片机内部的充电定时器到达设定时间

时,COU_T脚输出低电平,使充电控制三极管Q₃关断从而使充电MOS管Q₁与Q₂关断截止,停止充电并关闭精密电压参考源U₁的供电,同时绿灯亮表示充电完成。如果充电器不拔下,则绿灯一直亮,由于充电MOS管Q₁与Q₂同时截止,绿灯与充电器电压检测回路的供电是由充电器提供,而单片机则进入休眠状态,以降低电池的损耗。

[0027] 充电保护状态:当充电过程中单片机通过检测贴在电池表面的负温度系数热敏电阻NTC,检测到电池表面温度超出保护温度时,将关闭充电MOS管Q₁与Q₂暂停充电,且红灯开始闪烁,而当温度回复正常范围时,则恢复充电,由单片机软件设定一个充电定时器,当充电时间达到了定时时间电池仍未达到4.2V电压时,则自动停止充电,以保锂离子电池的安全。如果充电电流过大,则串在充电回路中的自恢复保险PTC阻值变得很大,关断充电器电源,同时指示灯将熄灭,单片机检测到没有充电电压时,将自动进入休眠状态。

[0028] 电机放电状态:由于平时单片机处于休眠状态,放电MOS管Q₄是处于关闭状态的,当组合控制开关S₁按下时,电池电压将通过电机的线圈电阻加到放电MOS管Q₄的漏极,该点的高电平通过电阻R₈加到了单片机U₂的I₁N脚,将单片机U₂唤醒,单片机U₂将打开精密电压参考源U₁,并开启放电MOS管Q₄,进入电机运转的放电状态,白光LED₁将点亮,以便作为工具的辅助照明与指示用,当组合控制开关S₁释放后,单片机U₂检测不到放电电流,将关断放电MOS管Q₄,关断精密电压参考源U₁的电源,关闭白光LED₁,自动进入休眠状态。

[0029] 电机放电保护状态:通过单片机软件设置了放电欠压、超温与多段过流等保护功能,在放电的过程中,单片机U₂软件循环检测电池电压、温度与放电电流,当其中的任一项超出设定的保护值并延时设定的时间后,将关断放电MOS管Q₄,关断精密电压参考源U₁的电源,同时白灯LED₁按设定的闪烁频率闪烁设定的时间后,自动进入休眠状态并锁定不变。如需重启电机M₁,只需释放组合控制开关S₁后,再次按下组合控制开关S₁即可,如果此时所有保护条件不满足时,则电机M₁重新运转。

[0030] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

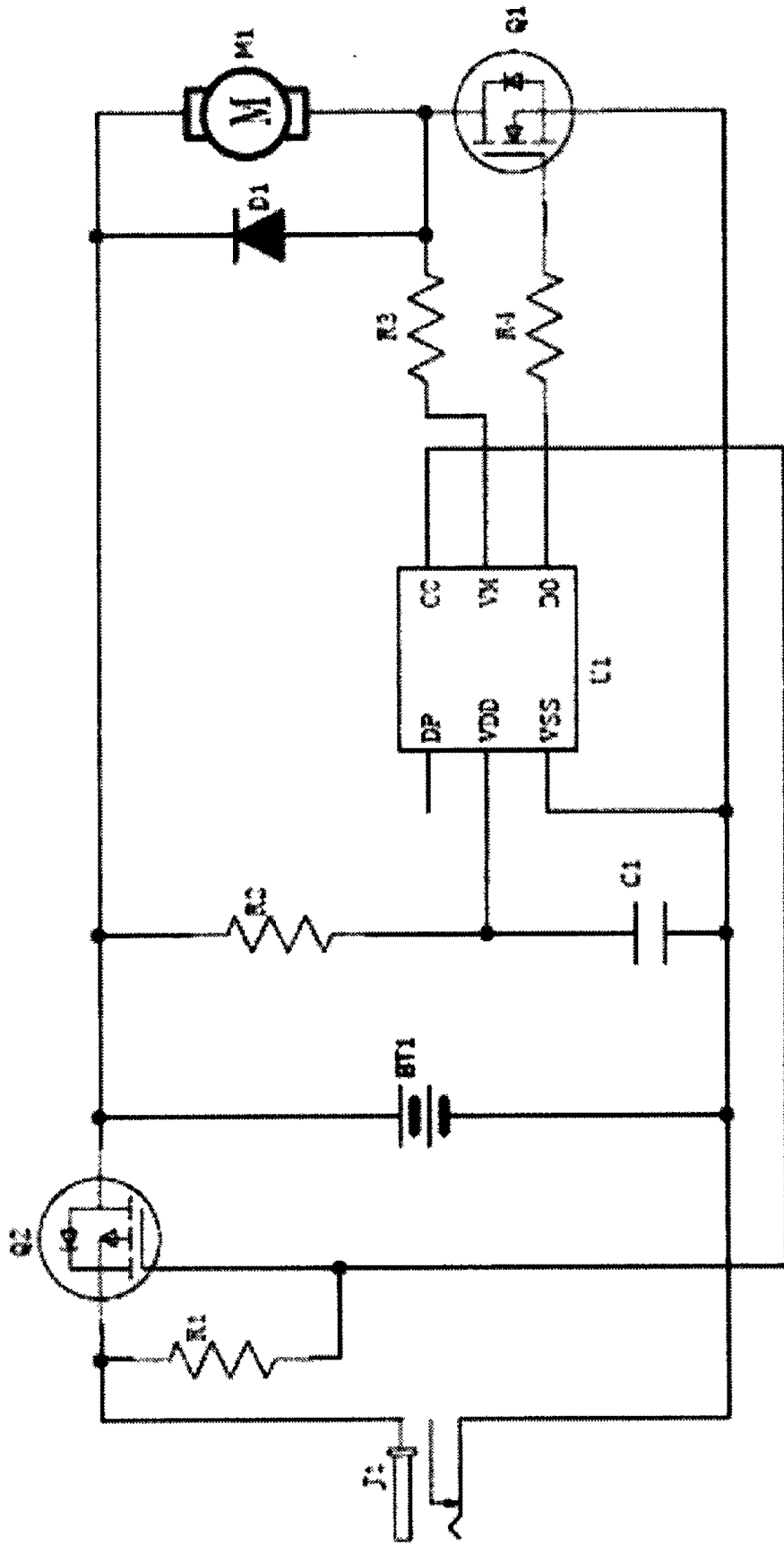


图 1

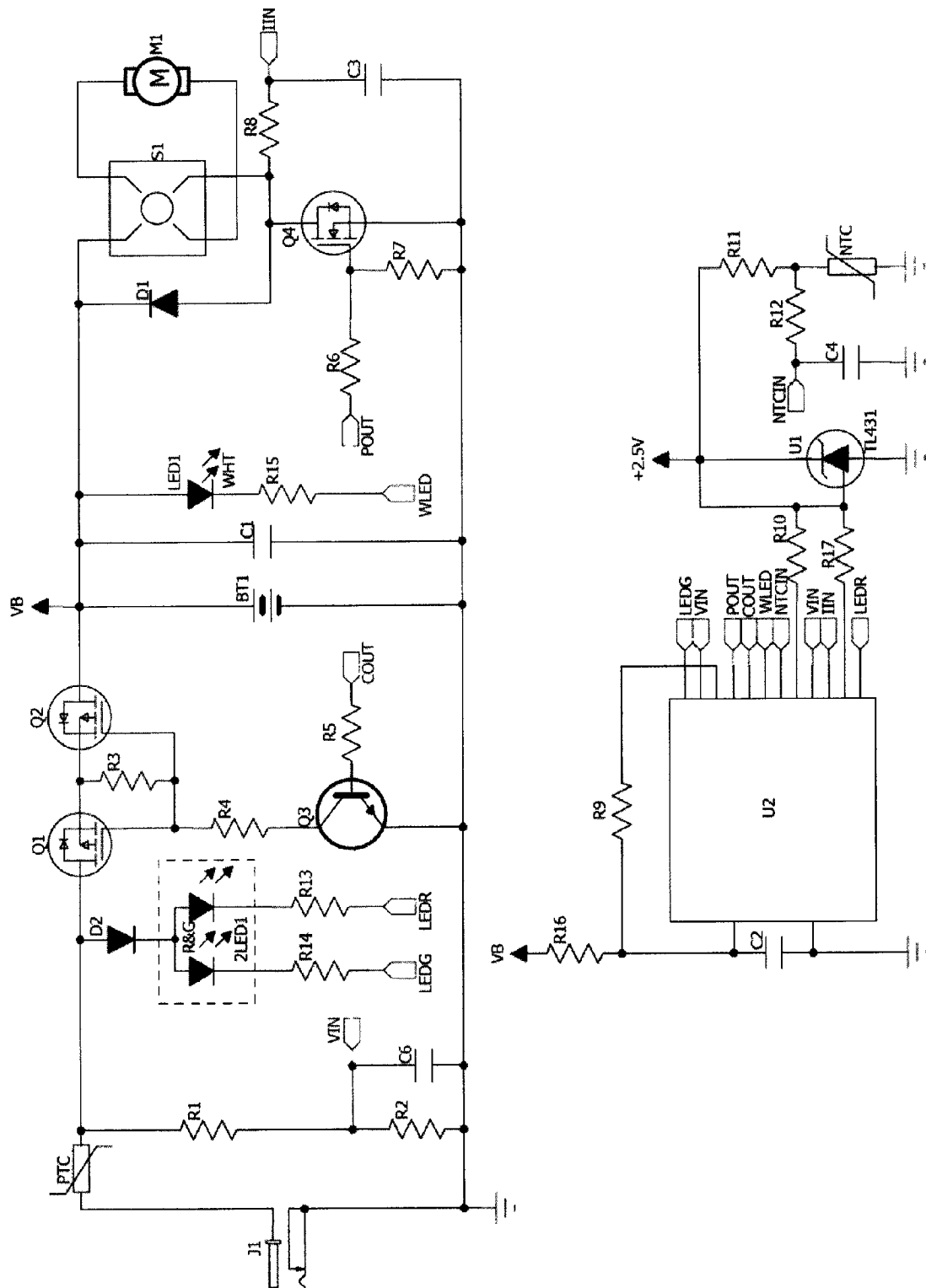


图 2