



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104617897 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201510095273. 3

(22) 申请日 2015. 03. 03

(71) 申请人 深圳市芯电威科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区西乡航城大道翻身固戍工业园A. B栋A栋三楼南A. 四楼南A

(72) 发明人 许金平 刘万宏 李耀峰 孟飞 童凯

(51) Int. Cl.

H03F 3/20(2006. 01)

H03F 1/34(2006. 01)

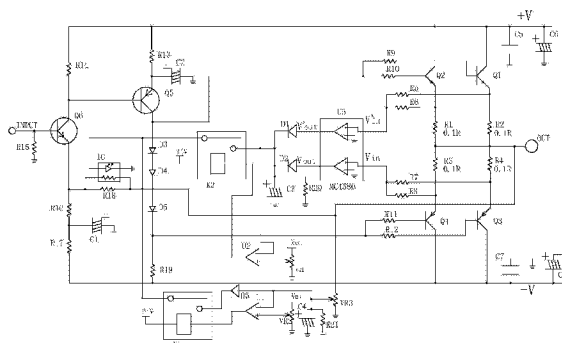
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种音频功率放大器电路

(57) 摘要

本发明公开了一种音频功率放大器电路,包括电压放大电路、电压采样电路和反馈电路,电压放大电路包括反馈电阻,电压采样电路接音频信号输出端;反馈电路包括比较器、继电器、第二反馈电阻和光耦,比较器的反相输入端接电压采样电路的输出端,同相输入端接基准电压;继电器主触点的两端分别接电压采样电路的输出端和光耦的光电二极管的阳极,光电二极管的阴极接地;继电器线圈的一端接电源,另一端接比较器的输出端;第二反馈电阻的第一端接音频信号输出端,第二端接反馈电阻的第一端,反馈电阻的第二端接地;光耦的光敏电阻与第二反馈电阻并联。本发明当产品处于空载状态时,也能限制输出电压,在空载状态下不易发热、安全性能好。



1. 一种音频功率放大器电路,包括音频信号输入端、音频信号输出端、电压放大电路和电流放大电路,电压放大电路包括反馈电阻,电流放大电路的输出端接音频信号输出端,其特征在于,包括电压采样电路和反馈电路,电压采样电路的输入端接音频信号输出端;反馈电路包括比较器、继电器、第二反馈电阻和光耦,比较器的反相输入端接电压采样电路的输出端,同相输入端接基准电压;继电器主触点的第一端接电压采样电路的输出端,第二端接光耦的光电二极管的阳极,光电二极管的阴极接地;继电器线圈的一端接继电器电源,另一端接比较器的输出端;第二反馈电阻的第一端接音频信号输出端,第二端接反馈电阻的第一端,反馈电阻的第二端接地;光耦的光敏电阻与第二反馈电阻并联。

2. 根据权利要求 1 所述的音频功率放大器电路,其特征在于,电压采样电路包括第一可变电阻、第六二极管、第四电容和泄放电阻,第一可变电阻的电阻体串接在音频信号输出端与地之间,活动端接比较器的反相输入端;第六二极管的阳极接第一可变电阻的活动端,阴极接继电器主触点的第一端;第一可变电阻的活动端通过第四电容接地,泄放电阻与第四电容并联。

3. 根据权利要求 1 所述的音频功率放大器电路,其特征在于,反馈电路包括第二可变电阻,第二可变电阻的电阻体一端接 24V 直流电源,另一端接地,第二可变电阻的活动端接比较器的同相输入端。

4. 根据权利要求 1 所述的音频功率放大器电路,其特征在于,包括电流采样电路,电流采样电路的输入端接电流放大电路的输出端;反馈电路包括第二比较器、第二继电器、第二比较器的反相输入端接电流采样电路的输出端,同相输入端接第二基准电压;第二继电器主触点的第一端接电流采样电路的输出端,第二端接光耦光电二极管的阳极;第二继电器线圈的一端接继电器电源,另一端接第二比较器的输出端。

5. 根据权利要求 4 所述的音频功率放大器电路,其特征在于,电压放大电路包括第一 NPN 三极管和第一 PNP 三极管,第一 NPN 三极管的基极接音频信号输入端,集电极通过第十四电阻接直流电源正极,发射极接反馈电阻的第一端;第一 PNP 三极管的基极接第一 NPN 三极管集电极,发射极通过第十三电阻接直流电源正极,通过第二电容接地,集电极通过第十九电阻接直流电源负极;反馈电阻的第二端通过第十七电阻接直流电源负极,通过第一电容接地。

6. 根据权利要求 5 所述的音频功率放大器电路,其特征在于,电流采样电路包括第一采样电阻、第二采样电阻、第三采样电阻、第四采样电阻、第一放大器、第二放大器、第一二极管和第二二极管,电流放大电路包括第二 NPN 三极管、第三 NPN 三极管、第二 PNP 三极管、第三 PNP 三极管;电压放大电路包括第三二极管,第一 PNP 三极管的集电极接第三二极管的阳极,第三二极管的阴极通过第十九电阻接直流电源负极;第二 NPN 三极管和第三 NPN 三极管的集电极接直流电源正极,基极接第一 PNP 三极管的集电极发射极,发射极分别通过第一采样电阻和第二采样电阻接音频信号输出端;第二 PNP 三极管和第三 PNP 三极管的集电极接直流电源负极,基极接第三二极管的阴极,发射极分别通过第三采样电阻和第四采样电阻接音频信号输出端;第一放大器的输入端通过第一均流电阻接第二 NPN 三极管的发射极,通过第二均流电阻接第三 NPN 三极管的发射极,输出端接第一二极管的阳极;第二放大器的输入端通过第三均流电阻接第二 PNP 三极管的发射极,通过第四均流电阻接第三 PNP 三极管的发射极,输出端接第二二极管的阳极;第一二极管的阴极和第二二极管的阴极作

为电流采样电路的输出端接继电器的主触点和比较器的反相输入端。

7. 根据权利要求 4 所述的音频功率放大器电路,其特征在于,包括第三电容和第二泄放电阻,电流采样电路的输出端通过第三电容接地,第二泄放电阻与第三电容并联。

## 一种音频功率放大器电路

### [ 技术领域 ]

[0001] 本发明涉及音频功率放大器,尤其涉及一种音频功率放大器电路。

### [ 背景技术 ]

[0002] 现在音频产品的功率过载一般分为以下两种情况:

[0003] 1) 当输入信号过大,输出功率超过最大输出功率,输出功率过大;

[0004] 2) 输出端加入的喇叭阻抗和产品要求不匹配时,输出功率超过电路的最大输出功率,输出功率过大;

[0005] 现在音频产品的一般功率过载保护形式为以下两种情况:

[0006] 1) 直接关断:当输出功率超过最大输出功率过大时,电路的输出将会直接关闭,此时电路只有输入没有输出。重新开机后,输出恢复;

[0007] 2) 打嗝:当输出功率超过最大输出功率过大时,电路的输出将会消失并保持一段时间,然后输出又会自动恢复,如此往复,俗称打嗝。

[0008] 传统音频产品的过载保护方式,当产品的输出功率过大时,要么输出音乐消失,要么输出音乐断断续续,输出不能持续和有效,这给产品使用带来很大不便;在 KTV、酒吧、商场、演唱会等需要长时间播放音乐的场所,用户为了防止产品在长时间工作过程中因为温升和环境因素输出异常,往往不得不购买额定功率高过几倍额定功率的产品,增加用户的设备成本;过载保护电路没有考虑产品空载的输出情况,产品在空载过载时虽然输出电流很小,但输出电压依然很大,长时间在这种状态下工作时,产品器件的发热量非常大,同长期处在过载状态下工作的情况一样,产品的温度过高,会产生安全隐患。

### [ 发明内容 ]

[0009] 本发明要解决的技术问题是提供一种在空载状态下不易发热、安全性能好的音频功率放大器电路。

[0010] 本发明进一步要解决的技术问题是提供一种在过载状态下输出持续、有效,安全性能好的音频功率放大器电路。

[0011] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是,一种音频功率放大器电路,包括音频信号输入端、音频信号输出端、电压放大电路、电流放大电路、电压采样电路和反馈电路,电压放大电路包括反馈电阻,电流放大电路的输出端接音频信号输出端;电压采样电路的输入端接音频信号输出端;反馈电路包括比较器、继电器、第二反馈电阻和光耦,比较器的反相输入端接电压采样电路的输出端,同相输入端接基准电压;继电器主触点的第一端接电压采样电路的输出端,第二端接光耦的光电二极管的阳极,光电二极管的阴极接地;继电器线圈的一端接继电器电源,另一端接比较器的输出端;第二反馈电阻的第一端接音频信号输出端,第二端接反馈电阻的第一端,反馈电阻的第二端接地;光耦的光敏电阻与第二反馈电阻并联。

[0012] 以上所述的音频功率放大器电路,电压采样电路包括第一可变电阻、第六二极管、

第四电容和泄放电阻,第一可变电阻的电阻体串接在音频信号输出端与地之间,活动端接比较器的反相输入端;第六二极管的阳极接第一可变电阻的活动端,阴极接继电器主触点的第一端;第一可变电阻的活动端通过第四电容接地,泄放电阻与第四电容并联。

[0013] 以上所述的音频功率放大器电路,反馈电路包括第二可变电阻,第二可变电阻的电阻体一端接 24V 直流电源,另一端接地,第二可变电阻的活动端接比较器的同相输入端。

[0014] 以上所述的音频功率放大器电路,包括电流采样电路,电流采样电路的输入端接电流放大电路的输出端;反馈电路包括第二比较器、第二继电器、第二比较器的反相输入端接电流采样电路的输出端,同相输入端接第二基准电压;第二继电器主触点的第一端接电流采样电路的输出端,第二端接光耦光电二极管的阳极;第二继电器线圈的一端接继电器电源,另一端接第二比较器的输出端。

[0015] 以上所述的音频功率放大器电路,电压放大电路包括第一 NPN 三极管和第一 PNP 三极管,第一 NPN 三极管的基极接音频信号输入端,集电极通过第十四电阻接直流电源正极,发射极接反馈电阻的第一端;第一 PNP 三极管的基极接第一 NPN 三极管集电极,发射极通过第十三电阻接直流电源正极,通过第二电容接地,集电极通过第十九电阻接直流电源负极;反馈电阻的第二端通过第十七电阻接直流电源负极,通过第一电容接地。

[0016] 以上所述的音频功率放大器电路,电流采样电路包括第一采样电阻、第二采样电阻、第三采样电阻、第四采样电阻、第一放大器、第二放大器、第一二极管和第二二极管,电流放大电路包括第二 NPN 三极管、第三 NPN 三极管、第二 PNP 三极管、第三 PNP 三极管;电压放大电路包括第三二极管,PNP 三极管的集电极接第三二极管的阳极,第三二极管的阴极通过第十九电阻接直流电源负极;第二 NPN 三极管和第三 NPN 三极管的集电极接直流电源正极,基极接第一 PNP 三极管的集电极,发射极分别通过第一采样电阻和第二采样电阻接音频信号输出端;第二 PNP 三极管和第三 PNP 三极管的集电极接直流电源负极,基极接第三二极管的阴极,发射极分别通过第三采样电阻和第四采样电阻接音频信号输出端;第一放大器的输入端通过第一均流电阻接第二 NPN 三极管的发射极,通过第二均流电阻接第三 NPN 三极管的发射极,输出端接第一二极管的阳极;第二放大器的输入端通过第三均流电阻接第二 PNP 三极管的发射极,通过第四均流电阻接第三 PNP 三极管的发射极,输出端接第二二极管的阳极;第一二极管的阴极和第二二极管的阴极作为电流采样电路的输出端接继电器的主触点和比较器的反相输入端。

[0017] 以上所述的音频功率放大器电路,包括第三电容和第二泄放电阻,电流采样电路的输出端通过第三电容接地,第二泄放电阻与第三电容并联。

[0018] 本发明的音频功率放大器电路当产品处于空载状态时,也能限制产品的输出电压,在空载状态下不易发热、安全性能好,极大地改善产品的使用感受和保证产品的正常工作。

#### [ 附图说明 ]

[0019] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0020] 图 1 是本发明实施例音频功率放大器电路的原理图。

#### [ 具体实施方式 ]

[0021] 本发明实施例音频功率放大器电路的原理如图 1 所示, 音频信号输入端 INPUT、音频信号输出端 OUT、电压放大电路、电流放大电路、电流采样电路、电压采样电路和反馈电路。

[0022] 电压放大电路包括 NPN 三极管 Q6 和 PNP 三极管 Q5。三极管 Q6 的基极接音频信号输入端 INPUT, 集电极通过电阻 R14 接直流电源正极 +V, 发射极接反馈电阻 R16 的第一端。三极管 Q5 的基极接三极管 Q6 的集电极, 发射极通过电阻 R13 接直流电源正极 +V, 通过电容 C2 接地, 集电极通过二极管 D3、D4、D5 和电阻 R19 接直流电源负极 -V。反馈电阻 R16 的第二端通过电阻 R17 接直流电源负极 -V, 通过电容 C1 接地。

[0023] 电流采样电路包括采样电阻 R1、采样电阻 R2、采样电阻 R3、采样电阻 R4、均流电阻 R5、均流电阻 R6、均流电阻 R7、均流电阻 R8、第一放大器、第二放大器、二极管 D1 和二极管 D2。

[0024] 电流放大电路包括 NPN 三极管 Q1、NPN 三极管 Q2、PNP 三极管 Q3、PNP 三极管 Q4。三极管 Q1 和三极管 Q2 的集电极接直流电源正极 +V, 基极分别通过电阻 R9 和 R10 接 PNP 三极管 Q5 的集电极, 发射极分别通过采样电阻 R1 和 R2 接音频信号输出端 OUT。三极管 Q3 和三极管 Q4 的集电极接直流电源负极 -V, 基极分别通过电阻 R11 和 R12 接二极管 D5 的阴极, 发射极分别通过采样电阻 R3 和采样电阻 R4 接音频信号输出端 OUT。

[0025] 第一放大器的输入端 V' in 通过均流电阻 R5 和 R6 分别接三极管 Q1 和三极管 Q2 的发射极, 输出端 V' out 接二极管 D1 的阳极。

[0026] 第二放大器的输入端 Vin 通过均流电阻 R7 和 R8 分别接三极管 Q3 和三极管 Q4 的发射极, 输出端 Vout 接二极管 D2 的阳极。

[0027] 二极管 D1 的阴极和二极管 D2 的阴极作为电流采样电路的输出端接继电器 K2 的主触点和比较器 U2 的反相输入端。二极管 D1 的阴极和二极管 D2 的阴极还通过电容 C3 接地, 泄放电阻 R20 与电容 C3 并联。

[0028] 反馈电路包括比较器 U2、继电器 K2、反馈电阻 R18 和光耦 IC, 比较器 U2 的反相输入端接电流采样电路的输出端即二极管 D1 的阴极和二极管 D2 的阴极, 同相输入端接基准电压。继电器 K2 线圈的一端接继电器的 24V 电源, 另一端接比较器 U2 的输出端。继电器 K2 主触点的两端分别接电流采样电路的输出端 (二极管 D1 的阴极和二极管 D2 的阴极) 和光耦 IC 光电二极管 D 的阳极, 光电二极管 D 的阴极接地。反馈电阻 R18 的第一端接电流放大电路的输出端 (音频信号输出端) OUT, 反馈电阻 R18 的第二端接反馈电阻 R16 的第一端。光耦 IC 的光敏电阻与反馈电阻 R18 并联。

[0029] 电压采样电路的输入端接音频信号输出端; 反馈电路包括比较器 U1、继电器 K1。电压采样电路包括可变电阻 VR3、二极管 D6、电容 C4 和泄放电阻 R21。

[0030] 可变电阻 VR3 的电阻体串接在音频信号输出端与地之间, 可变电阻 VR3 的活动端接比较器 U1 的反相输入端。

[0031] 二极管 D6 的阳极接可变电阻 VR3 的活动端, 阴极接继电器 K1 主触点的第一端。继电器 K1 主触点的第二端接光耦 IC 的光电二极管的阳极, 光电二极管的阴极接地。继电器 K1 线圈的一端接 24V 继电器电源, 另一端接比较器 U1 的输出端。

[0032] 可变电阻 VR3 的活动端通过电容 C4 接地, 泄放电阻 R21 与电容 C4 并联。

[0033] 反馈电路包括可变电阻 VR2, 可变电阻 VR2 的电阻体一端接 VDD, 另一端接地, 可变

电阻 VR2 的活动端接比较器 U1 的同相输入端,提供可调的基准电压。电压采样结果经电流波形整形放大后输入到电压比较器 U1 反相输入端,可变电阻 VR2、可变电阻 VR3 和电压比较器 U2 构成输出电压检测和调节电路,音频信号输出端 OUT 输出的高电压通过可变电阻 VR3 转化为低电压输给电压比较器 U2 的反相输入端。因音频产品通常有几种不同大小的输出电压,调节反相输入端 VR3 可将不同大小的输出高电压转化成所需的低电压。

[0034] 在图 1 的电路中,输入音频信号,输出接喇叭等扬声器。三极管 Q6, Q5 为电压放大元件,作用为逐级放大音频输入信号。三极管 Q1, Q2, Q3, Q4 为功率晶体管,采用推挽射极跟随器的电路形式,构成电流放大电路,主要作用为放大电压放大电路的输出电流,增大电路的输出功率,增大电路对喇叭等扬声器的驱动能力。电阻 R1, R2, R3, R4 为输出电流采样电阻,获取各功率晶体电流。电阻 R18 为电路的反馈电阻之一,决定电路的反馈大小。

[0035] 电流采样电路通过均流电阻 R5, R6, R7, R8 对相应功率三极管的发射极电流进行采样,采样结果经电流波形整形后放大电路输入到电压比较器反相输入端,正常情况下,电压比较器 U2 的反相输入端的电压小于电压比较器 U2 同相输入端的电压(电压比较器参考电压)。当输出功率未超过额定输出功率的 90%,输出电流未超过额定电流时,电容 C3 正端的电压比电压比较器 U2 的参考电压低,继电器 K2 的主触点断开,光耦 IC 的发光二极管通路断开,光耦 IC 不工作,光耦 IC 内部阻抗非常大,且为一定值。此时电路的增益大约为  $(R18+R16)/R16$ ,因为 R16、R18 为固定值,所以此时的电路增益为一定值,输出功率相对于输入是线性增加的。当输出功率超过 90%,音频功率放大器负载电流超过额定输出电流时,放大电路 MC4580 输出到电压比较器 U2 反相输入端的电压将大于电压比较器同相输入端的参考电压时,继电器 K2 吸合,MC4580 放大后的结果将驱动光耦 IC 的发光二极管发光,降低光耦内光敏电阻的的阻抗,光耦 IC 的阻抗值将由流过光耦 IC 二极管的电流大小决定,假设光耦 IC 的阻抗为  $R_{ic}$ ,则此时电路负反馈系数为  $(R_{ic}/(R18+R16))/R16$ ,这个功率放大电路的增益会减小,此时输出功率的增长速度就会减缓,而且光耦 IC 二极管流过的电流越大,阻抗  $R_{ic}$  越低,电路的增益越小,电路的增益越小,则输出功率的增长将会越来越缓慢,从而将电路输出功率限定在额定输出功率的范围内。当输出电流长时间保持为额定输出电流的 120%时,光耦 IC 的阻抗值将会显著降低,电路增益将会进一步减小,输出功率会快速降低。当过载消失,电流恢复在额定值以下,在电容 C3 两端充电电压不能立即释放,电压比较器仍然保持过载保护(继电器吸合)的状态,当电容 C3 通过电阻 R20 放电,电压低于电压比较器 U2 的同相输入端的基准电压时,比较器输出高电平,继电器断开,恢复正常工作模式。电容 C3 和电阻 R20 的值决定过载保护的保持时间。同时调整比较器的参考电压值,可以设置输出保护电流值。各参数在实际应用中可以灵活调整。

[0036] 本发明以上实施例当输出功率达到额定功率的 90%时,功率过载保护开始起作用,当输出继续增加时,电流放大电路的输出将会传输给电流波形整形后放大电路,电流波形整形后放大电路将处理后的输出值传送给反馈电路,反馈电路通过负反馈作用调节电路增益,使输出功率的增长速度明显减小,当输出功率达到额定功率后,输入继续在一定范围内增大,输出功率将保持为额定功率不变。输出继续增加超过这一范围后,输出直接关闭。同理,当输出电压或输出电流达到额定值后,输入继续增加时,输出电压或输出电流维持不变,超过一定范围继续增加输入,输出将关闭,以提示用户检查电路故障。

[0037] 当产品处于空载状态时,输出电流很小,继电器 K2 的主触点断开;当输出电压过

大,超过额定输出电压时,电容 C4 端电压大于比较器幅度端电压,继电器 K1 触点吸合,光耦 IC 的发光二极管发光,降低光耦内光敏电阻的的阻抗,光耦 IC 的阻抗值将由流过光耦 IC 二极管的电流大小决定,假设光耦 IC 的阻抗为  $R_{ic}$ ,则此时电路负反馈系数为  $(R_{ic}/(R_{18}+R_{16}))/R_{16}$ ,电压放大电路的增益会减小,此时输出电压的增长速度减缓,而且光耦 IC 二极管流过的电流越大,阻抗  $R_{ic}$  越低,电路的增益越小,电路的增益越小,则输出电压的增长将会越来越缓慢,从而将电路输出电压限定在额定输出电压的 100% 的范围内,当输出电压较长时间保持为额定输出电压的 100% 时,光耦 IC 的阻抗值将会显著降低,电路增益将会进一步减小,输出电压会快速降低。

[0038] 若产品处于空载状态,继电器 K1 始终保持断开状态,电流过载保护电路无法影响光耦 IC 二极管电流值,当输出电压恢复到额定值以下,在电容 C4 两端的充电电压不能立即释放,电压比较器 U1 仍然保持过载保护(继电器 K1 吸合)的状态,当电容 C4 通过电阻 R21 放电,电压低于比较器 U1 幅度端电压时,比较器 U1 输出高电平,继电器 K1 断开,恢复正常工作模式。电容 C4 和电阻 R21 的值决定电压过载保护的保持时间。

[0039] 本发明以上实施例具有以下有益效果:

[0040] 1. 当产品处于空载状态时,也能限制输出电压,产品在空载状态下不易发热、安全性能好;

[0041] 2. 当输入信号过大时,电路可通过反馈作用将输出功率限定在一定的范围内,既保护电路,也可使输出声音持续,满足播放要求;

[0042] 3. 使产品能够和特殊场合的产品功率要求相匹配,避免用户购买过高额定功率的产品,减少用户不必要的投资和使用费用;

[0043] 4. 防止人为失误造成输出功率过大,对产品造成损坏;

[0044] 5. 满足尽可能多的消费者的音乐播放需求,扩大产品市场。



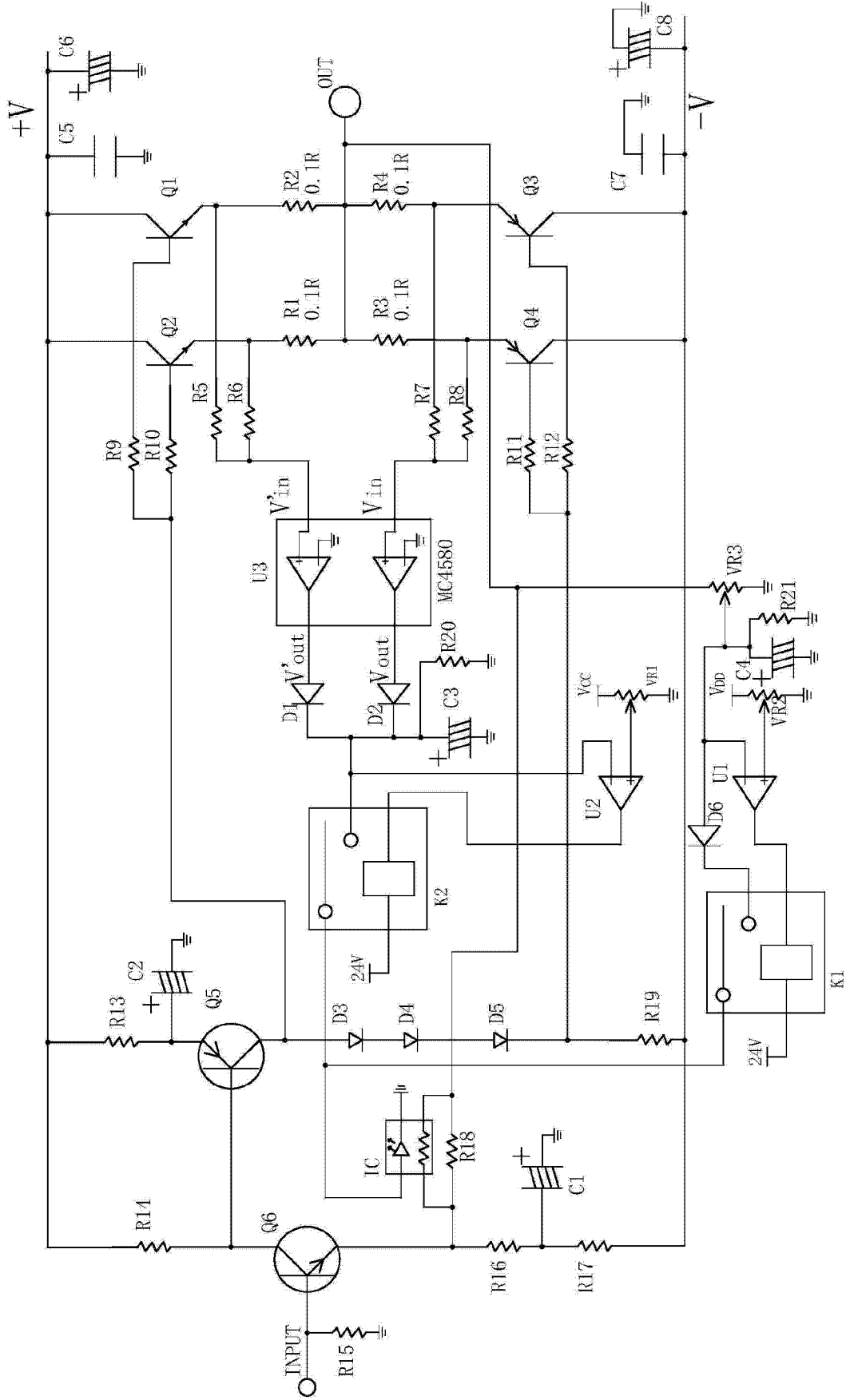


图 1