



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111173664 B

(45) 授权公告日 2021.06.25

(21) 申请号 202010131693.3

US 7969756 B1,2011.06.28

(22) 申请日 2020.02.29

EP 0749059 A2,1996.12.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 冯季

申请公布号 CN 111173664 A

(43) 申请公布日 2020.05.19

(73) 专利权人 南京交通职业技术学院

地址 211188 江苏省南京市江宁科学园龙
眠大道629号

(72) 发明人 涂金龙 沈旭 徐有军

(51) Int.Cl.

F02N 11/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107313886 A,2017.11.03

CN 101629536 A,2010.01.20

CN 203332104 U,2013.12.11

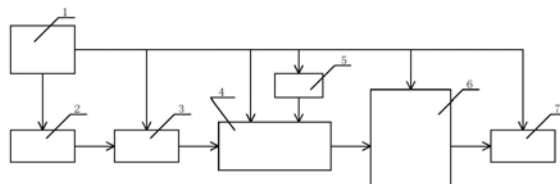
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

发动机自动启动控制装置及方法

(57) 摘要

发动机自动启动控制装置,包括电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动次数控制单元(3)、启动时间控制单元(4)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)、执行与指示单元(7)。通过对发动机转速的检测,自动适时控制起动机接通与断开,从而准确控制发动机的启动,提高了发动机启动的自动化程度,该装置设计独特,全由硬件构成,不需要编程,各元件参数的配置方法容易掌握,便于根据需要变化,可以实现多次自动启动,各次启动与间隔的时间可以不相同,易于制作,成本较低,操作简单,可靠性高,性能优良,适用于配备有起动机的发动机实现自动启动控制。



1. 发动机自动启动控制装置,其特征在於,包括:电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动次数控制单元(3)、启动时间控制单元(4)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)、执行与指示单元(7);

电源稳压单元(1)为各单元提供稳定的工作电压,与各单元构成电气连接;

转速调理单元(2)与电源稳压单元(1)、启动次数控制单元(3)构成电气连接;

启动次数控制单元(3)与电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动时间控制单元(4)构成电气连接;

启动时间控制单元(4)与电源稳压单元(1)、启动次数控制单元(3)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)构成电气连接;

启动时间协调单元(5)与电源稳压单元(1)、启动时间控制单元(4)构成电气连接;

驱动单元(6)与电源稳压单元(1)、启动时间控制单元(4)、执行与指示单元(7)构成电气连接;

执行与指示单元(7)与电源稳压单元(1)、驱动单元(6)构成电气连接;

配置发动机自动启动控制装置各元件参数的方法包括如下步骤:

步骤1、确定启动时间控制单元R10~R13的原则是: $R10 > R11 > R12$;

步骤2、计算U3B同相输入端的变化值;

步骤3、启动时间协调单元确定R8、R9的方法是:根据电容C7所需的预充电值,按公式 $R9 / (R8 + R9) - 0.6 < V5L$ 确定R8、R9;

步骤4、根据产品技术规范规定的每次起动机加电工作时间 T_a 确定启动时间控制单元的C7和R14,方法是:由C7从V5L充电到V5H的时间计算时间常数,然后从系列值中选择合适的C7和R14值;

步骤5、根据产品技术规范规定的每次起动机加电后的间隔时间 T_b 以及C7、R14,确定启动时间控制单元的R15,方法是:由C7从V5H放电到V5L的时间计算时间常数,然后计算R15,并从系列值中选择合适的R15值;

步骤6、启动次数控制单元R6、R7选取的方法是: $R7 \geq 3 \times R6$,并计算R7上的电压 V_{R7} ;

步骤7、根据启动次数 n 确定启动次数控制单元的R5、C6,方法是:C6从0充电到 V_{R7} 的时间 $T = nT_a + (n-1) T_b \sim n(T_a + T_b)$,由C6从0充电到 V_{R7} 的时间 T 计算时间常数,然后从系列值中选择合适的C6和R5值。

2. 根据权利要求1所述的发动机自动启动控制装置,其特征在於,所述的转速调理单元转速调理单元包括安装在发动机飞轮附近的转速传感器Sen1、集成电路U2、电容C3、C4、电阻R2、R3、R4及电位器RP1;Sen1使用可变磁阻式或磁电式转速传感器;U2的型号为LM2907M-8或LM2907N-8,通过集成电路内部的充电泵将转速传感器信号变换为开关量信号;

连接方法是:U2的第1引脚与转速传感器Sen1的输出信号相连接;U2的第2引脚连接到电容C3的一端,C3的另一端连接到GND;U2的第3引脚连接到电容C4的正极和电阻R2的一端,C4的负极和电阻R2的另一端连接到GND;U2的第5和第6引脚连接到电源VCC;U2的第8引脚连接到GND;

U2的第4引脚输出开关量信号 V_{rs} ,作为发动机启动是否成功的信号;电阻R3的一端连接到U2的第4引脚,另一端连接到GND;

电阻R4与电位器RP1串联后,一端接电源VCC,另一端接GND;RP1可调节的中心头连接到

U2的第7引脚。

3. 根据权利要求1所述的发动机自动启动控制装置,其特征在于,所述的启动次数控制单元包括电容C6、电阻R5、R6、R7、二极管VD1、VD2、VD3、运放U3A;集成电路U3使用高电压轨到轨运放,型号为SGM8272,内部含有2个轨到轨运放单元;由电容C6和电阻R5确定允许发动机启动过程的总时间;

连接方法是:标志发动机启动是否成功的开关量信号Vrs连接到VD1的阳极;VD1的阴极、VD2的阳极、C6的正极以及R5的一端共同连接到U3的第3引脚,即U3A的同相输入端;C6的负极连接到GND,VD2的阴极及R5的另一端连接到VCC;电阻R6和R7串联后连接到VCC和GND之间,构成分压电路,R7上的分压连接到U3的第2引脚,即U3A的反相输入端;U3的第8引脚接VCC,第4引脚接GND,第1引脚的输出信号连接到VD3的阳极。

4. 根据权利要求1所述的发动机自动启动控制装置,其特征在于,所述的启动时间控制单元包括集成电路U3B、电容C7、电阻R10~R15、二极管VD5、VD6;由电容C7和电阻R10~R15、二极管VD5、VD6确定起动机每次的接通时间和间隔时间;

连接方法是:电阻R10、R11串联并连接在VCC和GND之间,构成分压电路,R10接VCC,R11接GND,R10与R11相连处接U3的第5引脚,即U3B的同相输入端;

电阻R13与二极管VD5并联连接,VD5阳极的一端连接到U3的第7引脚;VD5阴极的一端连接到电阻R12的一端,R12的另一端连接到U3的第5引脚;

电阻R15与二极管VD6并联连接,VD6阳极的一端连接到U3的第7引脚;VD6阴极的一端连接到电阻R14的一端,R14的另一端与电容C7的正极、二极管VD3的阴极、二极管VD4的阴极共同连接到U3的第6引脚,即U3B的反相输入端。

5. 根据权利要求1所述的发动机自动启动控制装置,其特征在于,所述的启动时间协调单元包括电阻R8、R9、二极管VD4;在合上开关S1后初次接通起动机启动时给电容C7快速预充电,从而显著地缩短了初次与以后各次启动时间的差距,使初次与以后各次启动的时间接近相同;

连接方法是:电阻R8、R9串联并连接在VCC和GND之间,构成分压电路,R8接VCC,R9接GND,R8与R9相连处接VD4的阳极。

6. 根据权利要求1所述的发动机自动启动控制装置,其特征在于,所述的驱动单元包括MOSFET场效应管V1,连接方法是:V1的栅极连接到U3的第7引脚,V1的源极连接到GND。

7. 根据权利要求1所述的发动机自动启动控制装置,其特征在于,所述的执行与指示单元包括继电器KJ1的线圈及其常开触点KJ1-1、二极管VD7、电阻R16和发光二极管LED2;连接方法是:继电器KJ1线圈的一端连接到电源VCC,另一端连接到场效应管V1的漏极,二极管VD7与继电器KJ1的线圈并联连接,VD7的阴极接电源VCC;发光二极管LED2与限流电阻R16串联后与继电器KJ1的线圈并联连接,LED2的阴极接场效应管V1的漏极;发动机电启动的手动按钮AN1与继电器KJ1的常开触点KJ1-1并联连接;当KJ1-1触点闭合时,起动机通电工作,执行启动发动机的任务。

发动机自动启动控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及自动控制装置,特别是用于驱动发电机的发动机自动启动控制装置及方法,属于电子控制技术领域。

背景技术

[0002] 在一些使用发动机作为动力的系统中,如汽油发电机组使用汽油发动机作为动力,通常使用人力启动的机械式启动装置,启动比较费时费力,而且不适合自动控制或远程控制。有些发动机配备了能够电启动的起动机,也是通过手动按钮由人工控制操作,起动机的通电时间不容易控制,也不适合自动控制或远程控制。

[0003] 目前也有自动启动装置,有的结构复杂、使用了多个继电器,降低了装置的可靠性,有的使用微处理器进行控制,需要编程,如果电路处理不好,就容易受到干扰而产生误动作。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提出一种结构简单、可靠性高、易于实施的发动机自动启动控制装置及方法,适用于配备有电启动的起动机的发动机。通过对发动机转速的检测,适时控制起动机的接通与断开,从而准确控制发动机的启动,提高了发动机启动的自动化程度,该装置全由硬件构成,易于制作,操作简单,成本较低,可靠性高,性能优良。

[0005] 本发明是这样实现的:发动机自动启动控制装置,其特征在于,包括:电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动次数控制单元(3)、启动时间控制单元(4)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)、执行与指示单元(7);

[0006] 电源稳压单元(1)为各单元提供稳定的工作电压,与各单元构成电气连接;

[0007] 转速调理单元(2)与电源稳压单元(1)、启动次数控制单元(3)构成电气连接;

[0008] 启动次数控制单元(3)与电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动时间控制单元(4)构成电气连接;

[0009] 启动时间控制单元(4)与电源稳压单元(1)、启动次数控制单元(3)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)构成电气连接;

[0010] 启动时间协调单元(5)与电源稳压单元(1)、启动时间控制单元(4)构成电气连接;

[0011] 驱动单元(6)与电源稳压单元(1)、启动时间控制单元(4)、执行与指示单元(7)构成电气连接;

[0012] 执行与指示单元(7)与电源稳压单元(1)、驱动单元(6)构成电气连接。

[0013] 配置发动机自动启动控制装置各元件参数的方法是:

[0014] 步骤1、确定启动时间控制单元R10~R13的原则是:R10>R11>R12;

[0015] 步骤2、计算U3B同相输入端的变化值;

[0016] 步骤3、启动时间协调单元确定R8、R9的方法是:根据电容C7所需的预充电值,按公式 $R9/(R8+R9) - 0.6 < V_{5L}$ 确定R8、R9;

[0017] 步骤4、根据产品技术规范规定的每次起动机加电工作时间 T_a 确定启动时间控制单元的C7和R14,方法是:由C7从 V_{5L} 充电到 V_{5H} 的时间计算时间常数,然后从系列值中选择合适的C7和R14值;

[0018] 步骤5、根据产品技术规范规定的每次起动机加电后的间隔时间 T_b 以及C7、R14,确定启动时间控制单元的R15,方法是:由C7从 V_{5H} 放电到 V_{5L} 的时间计算时间常数,然后计算R15,并从系列值中选择合适的R15值;

[0019] 步骤6、启动次数控制单元R6、R7选取的方法是: $R7 \geq 3 \times R6$,并计算R7上的电压 V_{R7} ;

[0020] 步骤7、根据启动次数 n 确定启动次数控制单元的R5、C6,方法是:C6从0充电到 V_{R7} 的时间 $T = nT_a + (n-1) T_b \sim n(T_a + T_b)$,由C6从0充电到 V_{R7} 的时间 T 计算时间常数,然后从系列值中选择合适的C6和R5值。

[0021] 本发明的优点及效果:

[0022] (1)能够适时控制起动机的接通与断开,从而准确控制发动机的启动,可以实现多次自动启动,各次启动与间隔的时间可以不相同,提高了发动机启动的自动化程度。

[0023] (2)该装置全由硬件构成,不需要编程,易于制作,操作简单,成本较低,性能优良,适用于配备有起动机的发动机。

附图说明

[0024] 图1是本发明的原理方框图。

[0025] 图2是实施例的电源稳压单元及转速调理单元的电路连接原理图。

[0026] 图3是实施例的启动次数控制单元、启动时间控制单元、启动时间协调单元、驱动单元、执行与指示单元的电路连接原理图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图详细说明本发明的实施例。

[0028] 请参看图1,发动机自动启动控制装置,包括电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动次数控制单元(3)、启动时间控制单元(4)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)、执行与指示单元(7);电源稳压单元(1)为各单元提供稳定的工作电压,与各单元构成电气连接;转速调理单元(2)与电源稳压单元(1)、启动次数控制单元(3)构成电气连接;启动次数控制单元(3)与电源稳压单元(1)、转速调理单元(2)、启动时间控制单元(4)构成电气连接;启动时间控制单元(4)与电源稳压单元(1)、启动次数控制单元(3)、启动时间协调单元(5)、驱动单元(6)构成电气连接;启动时间协调单元(5)与电源稳压单元(1)、启动时间控制单元(4)构成电气连接;驱动单元(6)与电源稳压单元(1)、启动时间控制单元(4)、执行与指示单元(7)构成电气连接;执行与指示单元(7)与电源稳压单元(1)、驱动单元(6)构成电气连接。

[0029] 请进一步参看图2,电源稳压单元包括起动机的蓄电池BT1、开关S1、电容C1、C2、稳压集成电路U1;U1的型号为LM7809;开关S1合上后,从第1引脚输入起动机蓄电池的电压,第3引脚输出9V的VCC电压供其它单元使用。发光二极管LED1作为电源指示用,电阻R1是LED1的限流电阻。

[0030] 转速调理单元包括安装在发动机飞轮附近的转速传感器Sen1、集成电路U2、电容C3、C4、电阻R2、R3、R4及电位器RP1;Sen1使用可变磁阻式或磁电式转速传感器,也可以使用

电涡流式或霍尔式的转速传感器;U2的型号为LM2907M-8或LM2907N-8,通过集成电路内部的充电泵将转速传感器信号变换为开关量信号。

[0031] 连接方法是:U2的第1引脚与转速传感器Sen1的输出信号相连接;U2的第2引脚连接到电容C3的一端,C3的另一端连接到GND;U2的第3引脚连接到电容C4的正极和电阻R2的一端,C4的负极和电阻R2的另一端连接到GND;U2的第5和第6引脚连接到电源VCC;U2的第8引脚连接到GND。U2的第4引脚输出开关量信号Vrs,作为发动机启动是否成功的信号;电阻R3的一端连接到U2的第4引脚,另一端连接到GND;

[0032] 电阻R4与电位器RP1串联后,一端连接到电源VCC,另一端连接到GND;RP1可调节的中心头连接到U2的第7引脚,RP1用于调节输出开关量信号Vrs的转速高低的阈值,转速高时,表明发动机启动成功,此时Vrs输出高电平。

[0033] 请进一步参看图3,启动次数控制单元包括电容C6、电阻R5、R6、R7、二极管VD1、VD2、VD3、运放U3A;集成电路U3使用高电压轨到轨运放,型号为SGM8272,内部含有2个轨到轨运放单元;由电容C6和电阻R5确定允许发动机启动过程的总时间,包括起动机各次接通和间隔的总时间,通常按三次自动启动来确定。

[0034] 连接方法是:标志发动机启动是否成功的开关量信号Vrs连接到VD1的阳极;VD1的阴极、VD2的阳极、C6的正极以及R5的一端共同连接到U3的第3引脚,即U3A的同相输入端;C6的负极连接到GND,VD2的阴极及R5的另一端连接到VCC;电阻R6和R7串联后连接到VCC和GND之间,构成分压电路,R7上的分压连接到U3的第2引脚,即U3A的反相输入端;U3的第8引脚接VCC,第4引脚接GND,第1引脚的输出信号连接到VD3的阳极。

[0035] 启动时间控制单元包括集成电路U3B、电容C7、电阻R10~R15、二极管VD5、VD6;由电容C7和电阻R10~R15、二极管VD5、VD6确定起动机每次的接通时间和间隔时间;VD5的加入使U3的第5引脚的变化幅度符合设计要求,并且当参数配置不当时避免输出异常;二极管VD6和电阻R15的作用是使起动机每次的接通时间和间隔时间不相等,且间隔时间大于接通常通电时间,符合启动发动机的实际情况。

[0036] 连接方法是:电阻R10、R11串联并连接在VCC和GND之间,构成分压电路,R10接VCC,R11接GND,R10与R11相连处接U3的第5引脚,即U3B的同相输入端;

[0037] 电阻R13与二极管VD5并联连接,VD5阳极的一端连接到U3的第7引脚;VD5阴极的一端连接到电阻R12的一端,R12的另一端连接到U3的第5引脚;

[0038] 电阻R15与二极管VD6并联连接,VD6阳极的一端连接到U3的第7引脚;VD6阴极的一端连接到电阻R14的一端,R14的另一端与电容C7的正极、二极管VD3的阴极、二极管VD4的阴极共同连接到U3的第6引脚,即U3B的反相输入端。

[0039] 启动时间协调单元包括电阻R8、R9、二极管VD4;在合上开关S1后初次接通起动机启动时给电容C7快速预充电,从而显著地缩短了初次与以后各次启动时间的差距,使初次与以后各次启动的时间接近相同。

[0040] 连接方法是:电阻R8、R9串联并连接在VCC和GND之间,构成分压电路,R8接VCC,R9接GND,R8与R9相连处接VD4的阳极。

[0041] 驱动单元包括MOSFET场效应管V1,连接方法是:V1的栅极连接到U3的第7引脚,V1的源极连接到GND。

[0042] 执行与指示单元包括继电器KJ1的线圈及其常开触点KJ1-1、二极管VD7、电阻R16

和发光二极管LED2;连接方法是:继电器KJ1线圈的一端连接到电源VCC,另一端连接到场效应管V1的漏极,二极管VD7与继电器KJ1的线圈并联连接,VD7的阴极接电源VCC;发光二极管LED2与限流电阻R16串联后与继电器KJ1的线圈并联连接,LED2的阴极接场效应管V1的漏极;发动机电启动的手动按钮AN1与继电器KJ1的常开触点KJ1-1并联连接;当KJ1-1触点闭合时,起动机通电工作,执行启动发动机的任务。

[0043] 工作原理是:合上开关S1后,发动机初始转速为0, V_{rs} 为低电平,VD1截止,电容C6通过R5充电,C6上的初始电压较低,U3第2引脚电位高于第3引脚,第1引脚输出低电平,二极管VD3截止;电阻R8、R9分压后通过二极管VD4给电容C7快速预充电,完成预充电后VD4截止;初始时,U3第6引脚电位低于第5引脚,第7引脚输出高电平,场效应管V1饱和导通,继电器KJ1线圈得电工作,常开触点KJ1-1闭合,接通起动机电源,开始启动发动机,此时发光二极管LED2点亮;

[0044] 随着C7充电电压的升高,当U3第6引脚电位高于第5引脚时,第7引脚输出低电平,场效应管V1截止,继电器KJ1线圈失电,常开触点KJ1-1断开,断开起动机电源,完成发动机的第1次启动,此时LED2熄灭;

[0045] 当U3B的输出状态发生翻转时,U3第5引脚的电位会发生跳变,U3第7引脚输出由高电平变为低电平后,U3第5引脚的电位会有所降低,同时电容C7开始通过电阻R14、R15放电,放电时二极管VD6截止,放电时间常数大于充电时间常数,因此,起动机通电时间小于间隔时间;

[0046] 随着C7放电电压的降低,当U3第6引脚电位再次低于第5引脚时,第7引脚再次输出高电平,场效应管V1饱和导通,继电器KJ1线圈得电工作,常开触点KJ1-1闭合,再次接通起动机电源,第2次开始启动发动机,此时LED2点亮;

[0047] 在继电器动作期间,如果发动机启动未成功,则发动机转速始终达不到由RP1设定的阈值,因而U3的第7引脚不断循环输出高低电平,起动机重复多次启动。

[0048] 如果在继电器动作期间,发动机启动成功,则发动机转速会超过由RP1设定的阈值,转速调理单元输出的 V_{rs} 为高电平,二极管VD1导通,使C6上的电压保持为高电平,U3第3引脚电位高于第2引脚,第1引脚输出高电平,二极管VD3导通输出高电平,使得U3第6引脚电位始终高于第5引脚,第7引脚输出低电平,场效应管V1截止,继电器KJ1线圈失电,常开触点KJ1-1断开,断开起动机电源,完成发动机整个启动过程,此时LED2熄灭,发动机启动成功,并且不再有后续的启动过程;

[0049] 如果多次启动不成功,转速调理单元输出的 V_{rs} 为低电平,二极管VD1截止, V_{rs} 不影响发动机的启动;但随着电容C6的充电,C6上的电压不断升高,电阻R5上的电压不断降低,当U3第3引脚电位高于第2引脚时,第1引脚输出高电平,二极管VD3导通,使C7上的电压保持为高电平,U3第6引脚电位始终高于第5引脚,第7引脚输出低电平,场效应管V1截止,继电器KJ1线圈失电,常开触点KJ1-1断开,完成发动机的多次自动启动过程,LED2熄灭,发动机启动未成功,表明存在故障,并且不再有后续的启动过程。

[0050] 根据产品技术规范规定的每次起动机加电工作时间 T_a 和间隔时间 T_b ,允许自动启动的次数 n ,配置发动机自动启动控制装置各元件参数的方法是:

[0051] 步骤1、确定启动时间控制单元R10~R13的原则是: $R_{10} > R_{11} > R_{12}$,优选 $R_{10} = 39K, R_{11} = 20K, R_{12} = 10K, R_{13} = 20K$;

[0052] 步骤2、计算U3B同相输入端的变化值,即U3第5引脚电位的变化值 V_{5L} 和 V_{5H} ,根据步骤1确定的参数按下式计算:

$$V_{5L} = \frac{R_{11} // (R_{12} + R_{13})}{R_{10} + R_{11} // (R_{12} + R_{13})} = 2.118$$

[0053]

$$V_{5H} = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{10} // R_{12}} = 6.438$$

[0054] 步骤3、启动时间协调单元确定R8、R9的方法是:根据电容C7所需的预充电值,按公式 $R9 / (R8 + R9) - 0.6 < V_{5L}$ 确定R8、R9,取 $R8 = 10K, R9 = 3.9K$;

[0055] 步骤4、根据产品技术规范规定的每次起动机加电工作时间 T_a 确定启动时间控制单元的C7和R14,方法是:由C7从 V_{5L} 充电到 V_{5H} 的时间计算时间常数,

[0056] $R14 \times C7 = T_a / \ln[(V_{cc} - V_{5L}) / (V_{cc} - V_{5H})] = 10 / \ln[(9 - 2.118) / (9 - 6.438)] = 10.12$

[0057] 然后从系列值中选择合适的C7和R14值,取 $C7 = 100\mu F, R14 = 100k \Omega$;

[0058] 步骤5、根据产品技术规范规定的每次起动机加电后的间隔时间 T_b 以及C7、R14,确定启动时间控制单元的R15,方法是:由C7从 V_{5H} 放电到 V_{5L} 的时间计算时间常数,

[0059] $(R14 + R15) \times C7 = T_b / \ln[(0 - V_{5H}) / (0 - V_{5L})] = 30 / \ln[(-6.438) / (-2.118)] = 26.98$

[0060] 然后计算R15,并从系列值中选择合适的R15值, $R15 = 169k \Omega$;

[0061] 步骤6、启动次数控制单元R6、R7选取的方法是: $R7 \geq 3 \times R6$,取 $R6 = 10k, R7 = 39k$;

[0062] 由此计算R7上的电压 V_{R7} :

[0063] $V_{R7} = \frac{R_7}{R_6 + R_7} = 7.163$

[0064] 步骤7、根据启动次数n确定启动次数控制单元的R5、C6,方法是:C6从0充电到 V_{R7} 的时间 $T = nT_a + (n-1) T_b \sim n(T_a + T_b)$,考虑参数误差,取中间值: $T = (90 + 120) / 2 = 115$,按下式计算时间常数,确定R5、C6:

[0065] $R5 \times C6 = T / \ln[(V_{cc} - 0) / (V_{cc} - V_{R7})] = 115 / \ln[(9 - 0) / (9 - 7.163)] = 72.368$

[0066] 从系列值中选择取 $R5 = 330k \Omega, C6 = 220\mu F$ 。

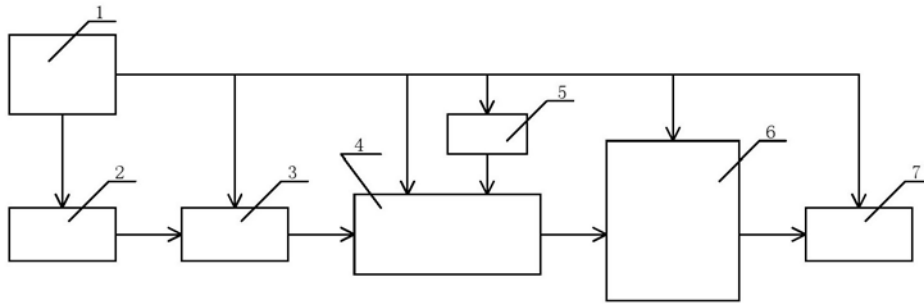


图1

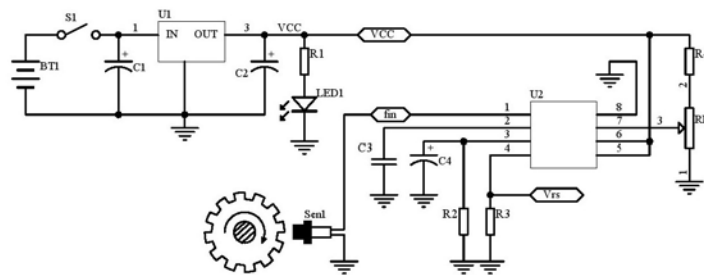


图2

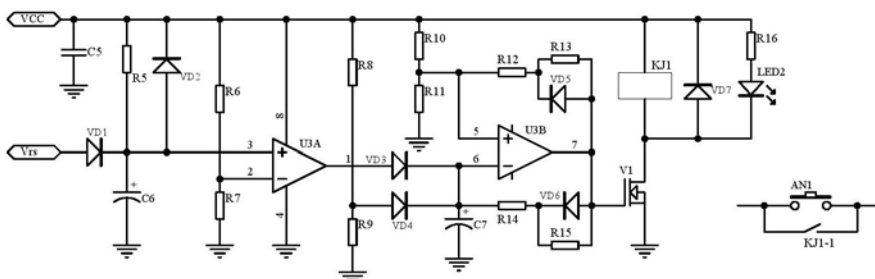


图3