



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 93230864.3

[51]Int.Cl⁵

H02P 8/00

[45]授权公告日 1994年3月16日

[22]申请日 93.5.6 [24]颁证日 94.1.23

[73]专利权人 济南第一机床厂

地址 250021山东省济南市建筑路小梁庄街
311号

[72]设计人 王志远 刘文 杜坤时

[21]申请号 93230864.3

[74]专利代理机构 山东省专利服务处

代理人 孙茂义

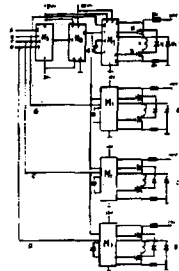
说明书页数:

附图页数:

[54]实用新型名称 低功耗步进电机驱动器

[57]摘要

本实用新型公开了一种数控机床步进电机的驱动器，是机床电气控制技术。其技术方案表现为采用一个采样恒流控制模块（M₁）在工作状态检测模块（M₁）和单稳触发模块（M₂）的控制下，对步进电机绕组输出电路的工作状态实施随机的调整，使之处于锁定~额定电流状态的转换。降低了输出电路的功耗，从而降低了温升，提高了可靠性。具有构造简单、性能可靠、温升高、功耗少等优点。可广泛用于数控机床中作为步进电机的驱动器换代产品。



1、一种低功耗步进电机驱动器，包括由 VMOS 场效应管 (T_1 、 T_2) 构成的步进电机绕组输出电路，其特征是 VMOS 场效应管 (T_1 、 T_2) 的输入控制端与一个采样恒流控制模块 (M_1) 相联接，采样恒流控制模块 (M_1) 的输入控制端与一个单稳触发模块 (M_2) 的输出端相联接，单稳触发模块 (M_2) 的输入端与工作状态检测模块 (M_3) 的输出端相联接，工作状态检测模块 (M_3) 的输入端与微机控制器的控制信号输出口 相接。

2、按照权利要求 1 所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是采样恒流控制模块 (M_1) 包括光电耦合器 (V_{11})，其输出端发射极接入三与门电路 (V_{13})，另有电压比较器 (V_{12}) 的输出端与三与门电路 (V_{13}) 输入控制端相联接，电压比较器 (V_{12}) 的输入端经模块 ③脚与步进电机绕组输出电路中的采样电阻(R_O)相接，三与门电路 (V_{13}) 的输出端分别与场效应管(T_{11} 、 T_{12})构成的触发控制器的输入端和步进电机绕组输出电路中的场效应管(T_2)的输入端相联接。

3、按照权利要求 1 所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是单稳触发模块 (M_2) 包括一个由光电耦合器 (U_{21}) 组成的输入隔离电路，其输出端集电极与一个单稳触发器 (U_{22}) 的控制极相联，单稳触发器(U_{22})的输出端接一晶体管 (T_{22})，自晶体管 (T_{22}) 的集电极与模块 (M_1) 相耦合。

4、按照权利要求1所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是工作状态检测模块 (M_3) 是由并列输入的反向器 (U_{31}) 与或门电路 (U_{32}) 构成并列输入的或门电路构成，其输出端⑦脚与模块 (M_2) 输入端耦合。

5、按照权利要求1所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是步进电机绕组输出电路中的VMOS场效应管 (T_1 、 T_2) 采用了场效应管2SK557。

6、按照权利要求1、2所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是控制模块 (M_1) 中的光电耦合器 (V_{11}) 采用了光电耦合管TLP531，三与门电路 (V_{13}) 为三与门4073，电压比较器 (V_{12}) 为比较器393。

7、按照权利要求1、3所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是单稳触发模块 (M_3) 中的光电耦合器 V_{21} 为TLP531，晶体管 (T_{22}) 为三极管9013。

8、按照权利要求1、4所述的低功耗步进电机驱动器，其特征是工作状态检测模块 (M_3) 中的反向器 (U_{31}) 为六反向器4069，或门电路 (U_{32}) 为八或非门4078。

低功耗步进电机驱动器

本实用新型公开了一种主要用于数控机床步进电机的低功耗驱动器。属机床电气控制技术。

用于步进电机的驱动器是将微机的控制信号变成步进电机的驱动电源。其稳定可靠性能是实现微机控制的关键。目前国内现有的这类驱动器稳定性差，温升高，寿命短，故障多诸缺陷，影响了微机控制机床的广泛普及应用。因此，设计出具有良好性能，而且构造简单，成本低的步进电机驱动器，是工业控制技术中迫切需要解决的技术课题。

本实用新型的发明目的是提供一种性能稳定可靠、温升低、功耗少、使用寿命长，构造简单的步进电机驱动器。

本实用新型的技术要点是采用了控制数据检测确定机床工作状态，而对驱动器的工作状态进行随机的调整以降低驱动器输出级的功耗，从而降低元器件的温升。增强了驱动器本身的稳定性、可靠性，延长了使用寿命。具体方案是：

1、降低功耗、降低工作温度，来达到稳定可靠和延长寿命，同时也达到了节能的目的。

分析一下机床的工作状态，开机后机床和控制系统处于准备好，等待工作状态，这是机床的工作时间，而真正实施切削状态的

说 明 书

切削时间，一般只占工作时间的 2/3，其余 1/3 是辅助工作，上、下料和准备工作时间，在切削时间里，两轴联动的时间又较少，通常是切外园、内孔和切端面分别进行，这样在切削时间里，横轴实际切削（X 轴）又是切削时间的 1/3；纵轴实际切削（Z 轴）又是切削时间的 2/3。在整个工作时间内两轴实际工作各占：

$$X \text{ 轴} = 1 \times 2/3 \times 1/3 = 2/9$$

$$Z \text{ 轴} = 1 \times 2/3 \times 2/3 = 4/9$$

消耗功率瓦 / 时。

$$X \text{ 轴} \quad 125W \times 2/9 = 27.8 \text{ W/h}$$

$$Z \text{ 轴} \quad 125W \times 4/9 = 55.6 \text{ W/h}$$

$$\text{共计} \quad 27.8 + 55.6 = 83.4W/h$$

而现有技术开机后全部投入全负荷状态，功耗是 300W/h，本实用新型如上述是 83.4W/h，若加上锁定时的小电流功耗略有增加，故为原来的 1/3。

实现上述指标的方法是：用模块 3 检测计算机输出的工作信号，有脉冲信号变化就是工作状态，驱动器立即响应，投入额定电流全负荷工作，如果 2 秒钟没有工作脉冲信号输入，就转入已设定好较小的电流工作，称之为锁定电流，从而降低了功耗，VMOS 管在小电流情况下工作，功率 $P = RI^2$ 随电流 I 的减小功耗就可以成平方比下降，温升当然降低。

模块 3 是一个积分线路，详如图 2。

若步进电机为四相，则 A、B、C、D 就是四相工作脉冲信号。电机的旋转将以给定的相序进行，若信号停止，旋转也停止。

模块 2 如图 3。是一个单稳线路，设定 2 秒。电机控制脉冲信号 2 秒钟不变化，模块 2 输出低电位，这个电位的高低，改变了模块 1 中电压比较器的基准电压。驱动器将根据工作信号的输出与否，或立即响应转为额定工作电流，或 2 秒后自动转入较小的锁定电流，工作电流减小，功耗减少，温升降低，实现了节能。同时，温升降低，寿命也大大延长。

2、采用专用模块形式，结构小巧，用塑料封装，防尘埃、防腐蚀，不易氧化，所以稳定可靠性高。控制模块 1 的电路如图 4。

从采样电阻 RO 取样，经电压比较器 U_1 去控制 VMOS 管 T_1 的开关，达到恒流控制。若偶然斩波失败，电流增大，则第二组比较器 U_{12B} ，起作用关断 VMOS 管 T_2 ，故有双重保护作用。

3、只用一组 12V 控制电源，实现全部控制，而现在技术多是每相一组控制电源，若四相步时电机要用 4 组电源，虽然也有用一组或二组电源，但可靠性差。

本实用新型技术，只用一组控制电源的诀窍是靠一个贮能电容 C_{12} ，向主电源高压 100 伏索取能量，维持 VMOS 管 T_1 导通后的触发电压，使 T_1 工作在理想的开关状态， T_1 功耗大大减小，发热

量就降低。

电源减少，相应的元器件和联线也减少，增加了稳定可靠性，降低了故障发生率，同时也降低了成本。

4、主线路只使用一组单相整流电源，现有技术多采用三相整流，不可避免的当三相电源缺相时，将带来许多故障，导致元器件的损坏，而且单相变压器比三相成本也明显降低。

同时由于控制模块 1 中，元件的合理配置，使用工作电压范围宽达 20%。

本实用新型是这样完成的：一种低功耗步进电机的驱动器，包括由 VMOS 场效应管 (T_1 、 T_2) 构成的步进电机绕组输出电路，其特征是 VMOS 场效应管 (T_1 、 T_2) 的输入控制端与一个采样恒流控制模块 (M_1) 相联接，采样恒流控制模块 (M_1) 的输入控制端与一个单稳触发模块 (M_2) 的输出端相联接，单稳触发模块 (M_2) 的输入端与工作状态检测模块 (M_3) 的输出端相联接，工作状态检测模块 (M_3) 的输入端与微机控制器的控制信号输出口相接。

采样恒流控制模块 (M_1) 包括一个由 U_{11} 构成的光电耦合器，其输出端发射极接入三与门电路 U_{13} ，另有电压比较器 U_{12} 的输出端与三与门输入控制端相联接，电压比较器 U_{12} 的输入端经模块③脚与输出电路采样电阻 RO 相接，三与门电路 U_{13} 的输出端分别与场效应管 T_{11} 、 T_{12} 构成的触发控制器的输入端和输出电路场效应管 T_2 的输入端相联接。

单稳触发模块 (M_2) 包括一个由光电耦合器 (U_{21}) 组成的输入隔离电路, 其输出端集电极与一个单稳触发器 (U_{22}) 的控制极相联, V_{22} 的输出端接一晶体管 T_{22} , 自 T_{22} 的集电极与模块 (M_1) 相耦合。

工作状态检测模块 (M_3) 是由并列输入的反向器 (U_{31}) 与或门电路 (U_{32}) 构成并列输入的或门电路, 其输出端⑦脚与模块 (M_2) 输入端耦合。

本实用新型的工作原理和控制过程如下:

微机控制器输出控制信号, 从⑮脚输入经过 U_{11} 光耦作光电隔离, 用以提高抗干扰能力, U_{11} 发射极输出高电位, 打开 U_{13} 三与门, 使 U_{13} 只受 U_{12} 电压比较器的控制。 U_{12} 正向输入基准电压, 负向输入采样信号, 这信号来自采样电阻 R_O 上的电压降。根据步进电机的工作电流大小, 来设定基准电压的高低, U_{12A} 在额定工作电流上下限翻转, 控制大功率 T_1 VMOS 场效应的导通和截止, 实现恒流控制, U_{12B} 在过电流情况时翻转, 控制 T_2 管截止。

场效应管 T_{11} 、 T_{12} 和主板上的 C_{12} 电容组成了一个不用辅助电源, 而从高压主电源上索取能量, 并能随 T_1 导通而自举, 来维持 T_1 管的饱和导通。这就是减少发热之关键。

模块 3、模块 2 检测的机床工作状态信号, 送给模块 1 的⑦脚, 它电位的高低, 改变了 U_{12A} 基准电压值, 使基准电压变低,

这就是锁定的电流值，实现了机床在锁定状态的低功耗。

模块 3 的作用，是检测机床的工作状态，机床要求来一个脉冲，步进电机转一个角度，而步进电机的工作是按一定的相序工作如：A → AB → B → BC ……每一个脉冲变化，驱动器的每一相都应能及时响应，从锁定电流转为额定电流。模块 3 中的积分线路适时的把相序信号传递给模块 2。(9) (11) (13) (15) 联接 A、B、C、D 相序，U31 是反相器，无论信号从有到无或从无到有，U32 或门都可以从⑦脚送出一个高电位，给模块 2 的(15)脚。模块 2 把信号给 U12 光电隔离经过 U22 单稳线路，RC 等于 2 秒，从 T22 集电极开路输出去模块 7 控制 U12A 的基准电压，使之实现额定电流、额定电流的状态转换。

如果 a 相存在励磁信号，VMOS 场效应管 T_2 导通， T_1 则受 A 相绕组电流在 R_O 上的压降控制。因为 A 相电流开始时为零， V_{RO} 等于零， T_2 导通，全部电压加在相绕组上。

在电源的作用下，相电流迅速上升，直到超过额定值上限。控制模块 I 采样后，迅速关断 T_1 ， T_1 截止后，外电压不再加在相绕组上，电流沿包含 T_2 （励磁信号存在，就永远导通） R_O 和二极管 D_2 的通路衰减，这个电流通路的电阻很小，没有反向电压，因此电流衰减比较慢，能量得到充分利用。因为电阻 R_O 仍包括在电路里，所以能够监视绕组电流，当控制电压降到设定值下限， T_1 再次导通。全部电压又加在绕组上，电流迅速上升到设定值上限。在

整个激磁时间里重复这种循环，通过“通——断”闭环控制使绕组电流维持在它的额定值上下限以内。

激磁结束后， T_1 、 T_2 均截止，绕组电流经过二极管 D_1 、 D_2 释放。电流回路包含反向的电源电压，它强迫电流迅速降到零，这时，贮存在绕组电感里的大部分能量返回电源，因此系统效率很高。

本实用新型与现有技术相比，有以下优点：

1、根据机床的工作特点，当励磁信号到来，相绕组得电，步进电机转一个步矩角，若信号保持不变，步进电机锁定不转2秒钟后相电流自动下降到预先设定好的锁定电流值，若有新的励磁信号到来，驱动器立即响应，又上升到额定工作电流值，使步进电机转动一个步矩角，如此反复。达到节能、温升高、寿命长的目的。

2、对VMOS管 T_1 的控制，一般不易解决，只好单独用一组独立电源控制，本实用新型，不用辅助电源，仅从直流高压通过电容贮能来控制，稳定可靠，并省去许多复杂的元件，免去了不稳定的因素。

3、模块化配置，达到防尘、防腐、防氧化，提高稳定可靠性。

4、克服了动力三相电源，因缺相带来的故障和元器件的损坏。

说明书附图1是本实用新型的构造电路图。说明书附图2是

本实用新型的工作状态检测模块 M_3 的电路图。附图 3 是单稳触发模块 M_2 的电路图。附图 4 是采样恒流控制模块 M_1 的电路图。

本实用新型的一个实施例中的电子元器件规格明细表如下。

T_1 T_2 场效应管 2SK 557

T_{11} T_{12} 场效应对管 BS107 VP2020

T_{21} 、 T_{22} 三极管 9013

U_{11} 、 U_{21} 光耦 TLP531

U_{12} 比较器 393

U_{13} 三与门 4073

U_{31} 六反相器 4069

U_{32} 八或非门 4078

D_1 D_2 快速二极管 P6003

C_{12} 电容 $10 \mu F/160V$

说明书附图

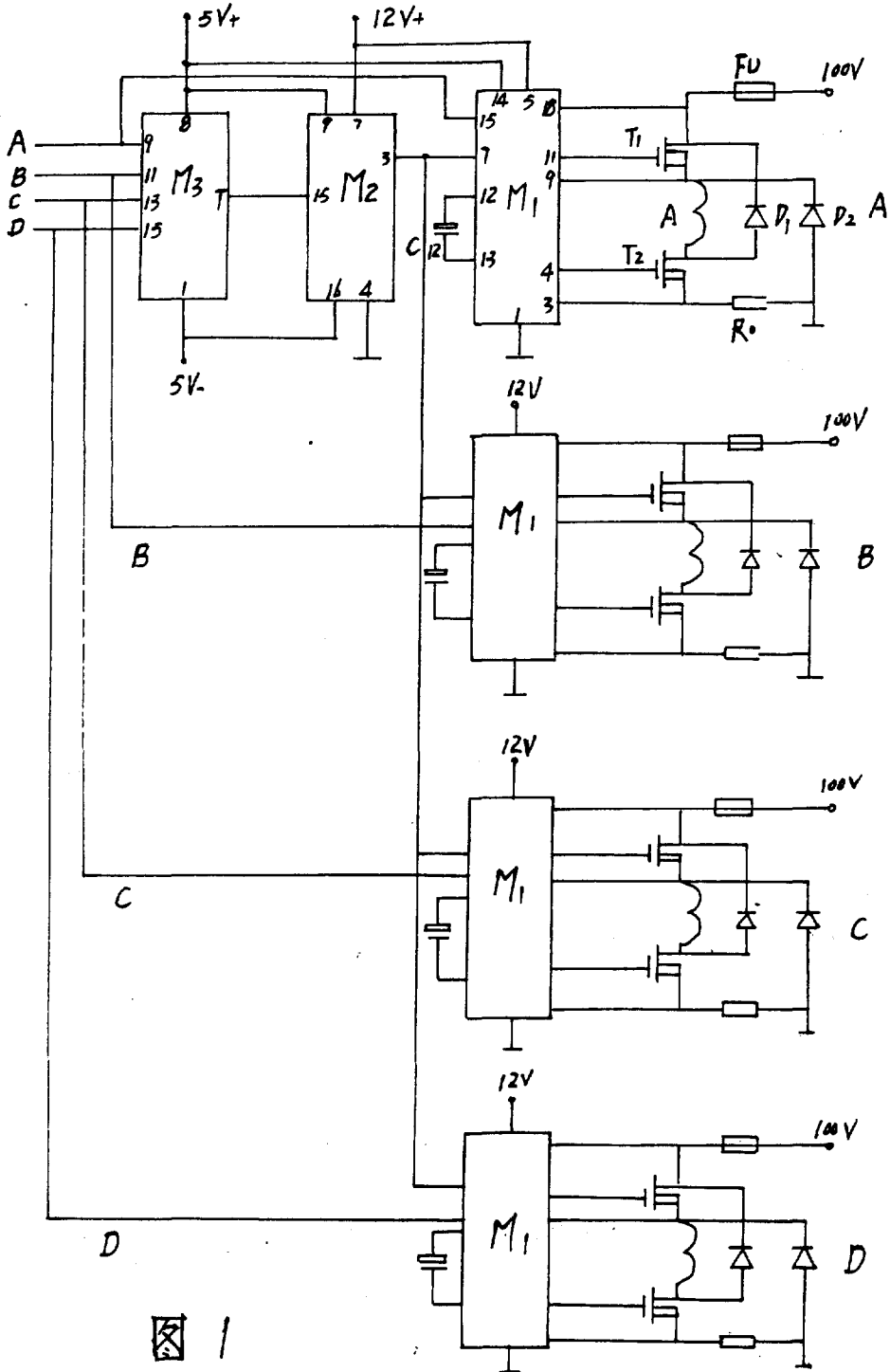


图 1

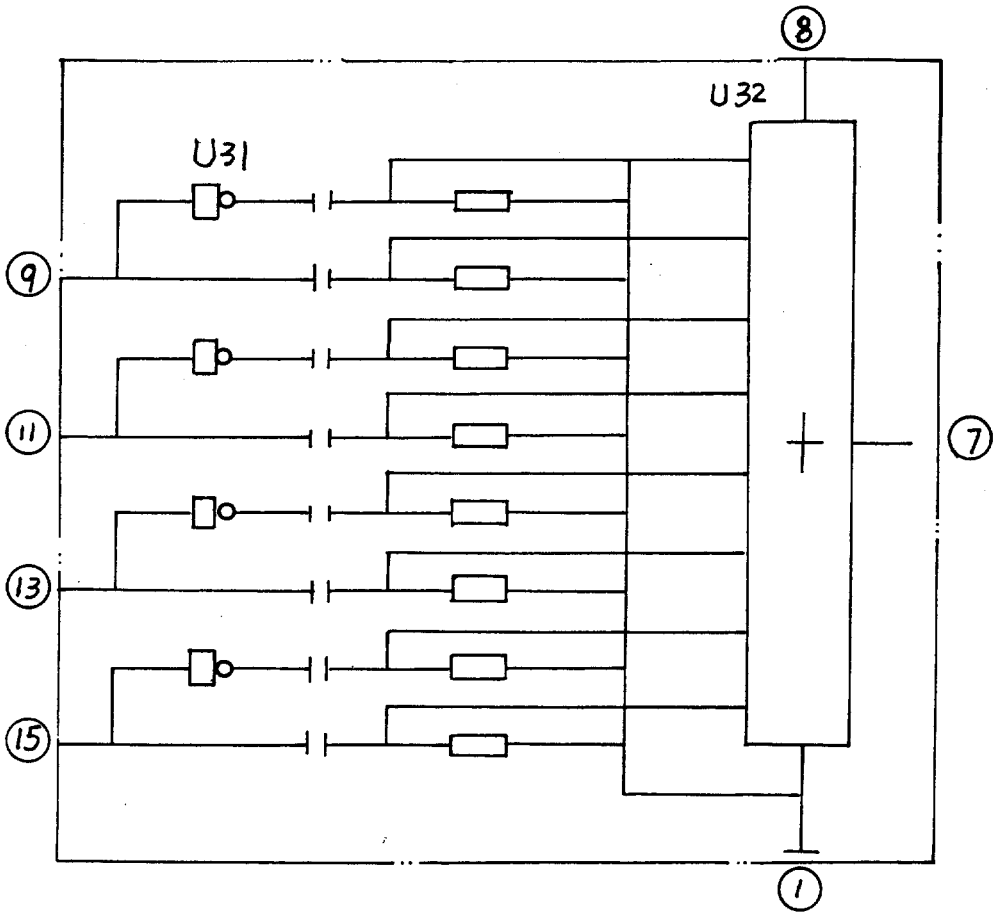


图 2

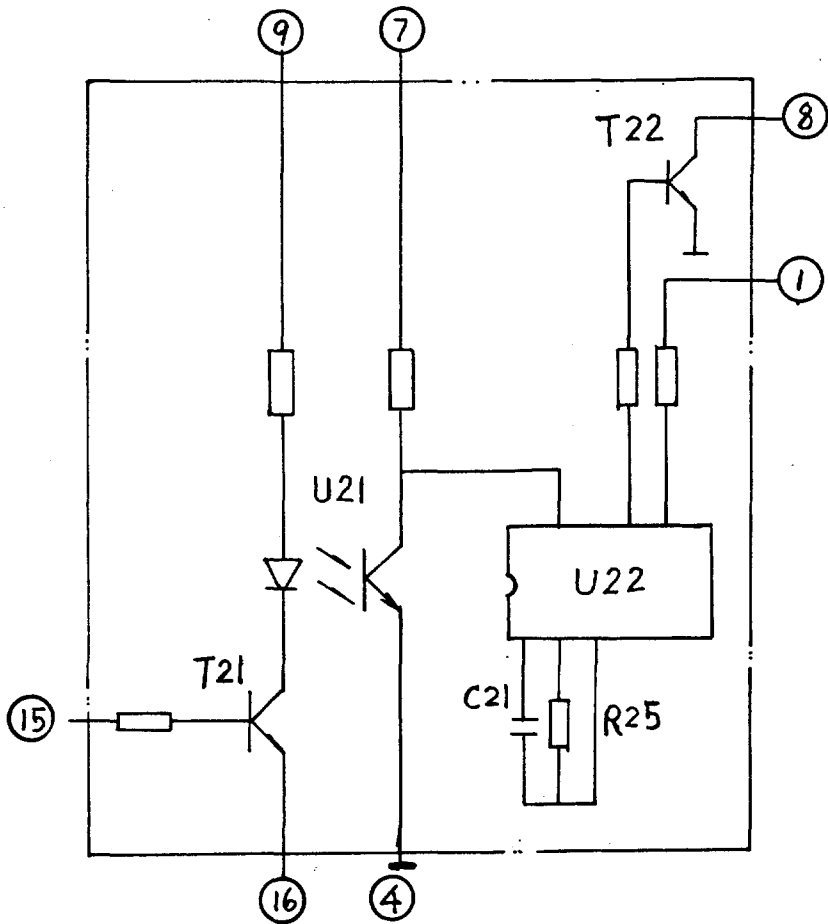


图3

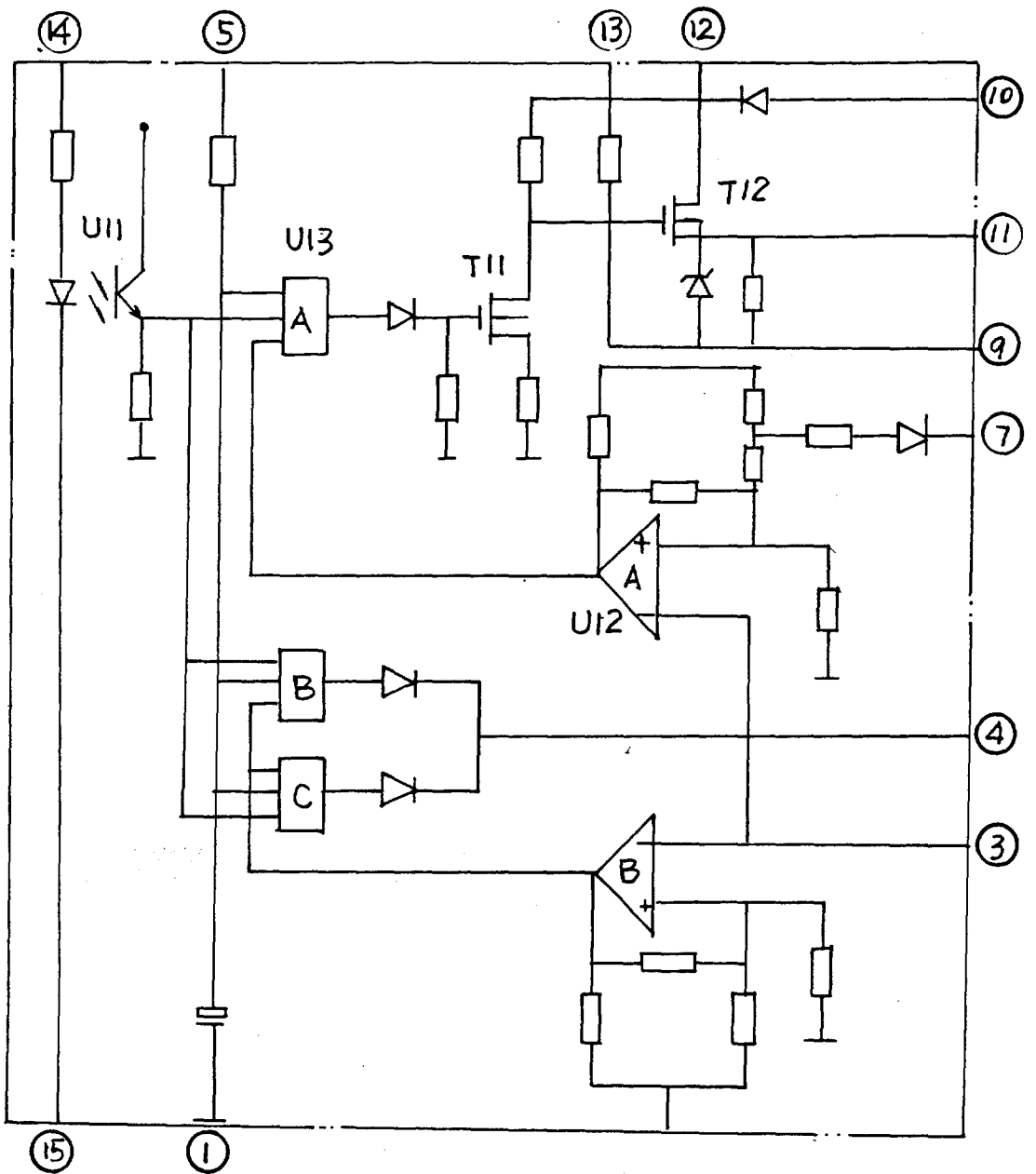


图 4