

时钟控制供电电路及其工作原理*

邓友斌

(福建师范大学高分子研究所, 福州 350007)

摘要 设计一种由指针式电子石英钟计时,用晶体管正反馈互补双稳态电路作为控制器,并采用电瓶供电与自动浮充电相结合的钟控供电电路,提高了电路的抗干扰能力,使其工作不受电网停电的影响.使用该电路去控制电网的接通、断开,具有安全、方便、经济、准确的优点,且可随意设定.时控器的个数可视用户的实际需要而定.

关键词 电路设计,时控电路,双稳态电路,通断电控制

分类号 TN 710.01

按照规定的作息时间及时开、关电源,是机关、厂矿、部队、学校和科研单位等需要解决的一个实际问题.以往人们大多采用人工开关电闸的办法,既浪费人力又难以准时,而且时有因电网停电造成人为因素的触电、火灾等事故发生.为了克服这些缺陷,笔者设计出一种实用的时钟控制电路,该电路具有计时准确,通、断电时间可随意设定,安全系数较高和经济、便捷等优点,适用于众多的公共场所和公共设施.

1 时控电路及其工作原理

这种时钟控制供电电路(图1)包括时控供电电路和电源电路两大部分,时控电路又分为定时和控制两个部分,现分别讨论如下.

1.1 定时部分

该部分主要由指针式石英钟和设定电路通、断元件构成.通电元件由硅二极管 D_1 和电阻 R_1 串联而成,断电元件为硅二极管 D_2 .按设定的时间插入对应时刻的预置点,以 5 min 为单位时间随意设定.时钟上的时间刻度触点与电路构成开关 K_1 .随着时、分针的走动可任意选择预置点,以接通 D_1, R_1 或 D_2 至控制部分的输入端.例如:7时30分上班使用用电器,将预置点插入通电元件 D_1 和 R_1 ,当时钟指向7时30分时, +12 V 直流电源经 H 点到 K_1, R_1, D_1 加到控制部分输入端 E ; 11时30分下班切断用电器,在11时30分上插入断电元件 D_2 ,当时钟指向11时30分时, +12 V 直流电源经 H 点到达 K_1, D_2 至控制部分的输入端 E .

1.2 控制部分

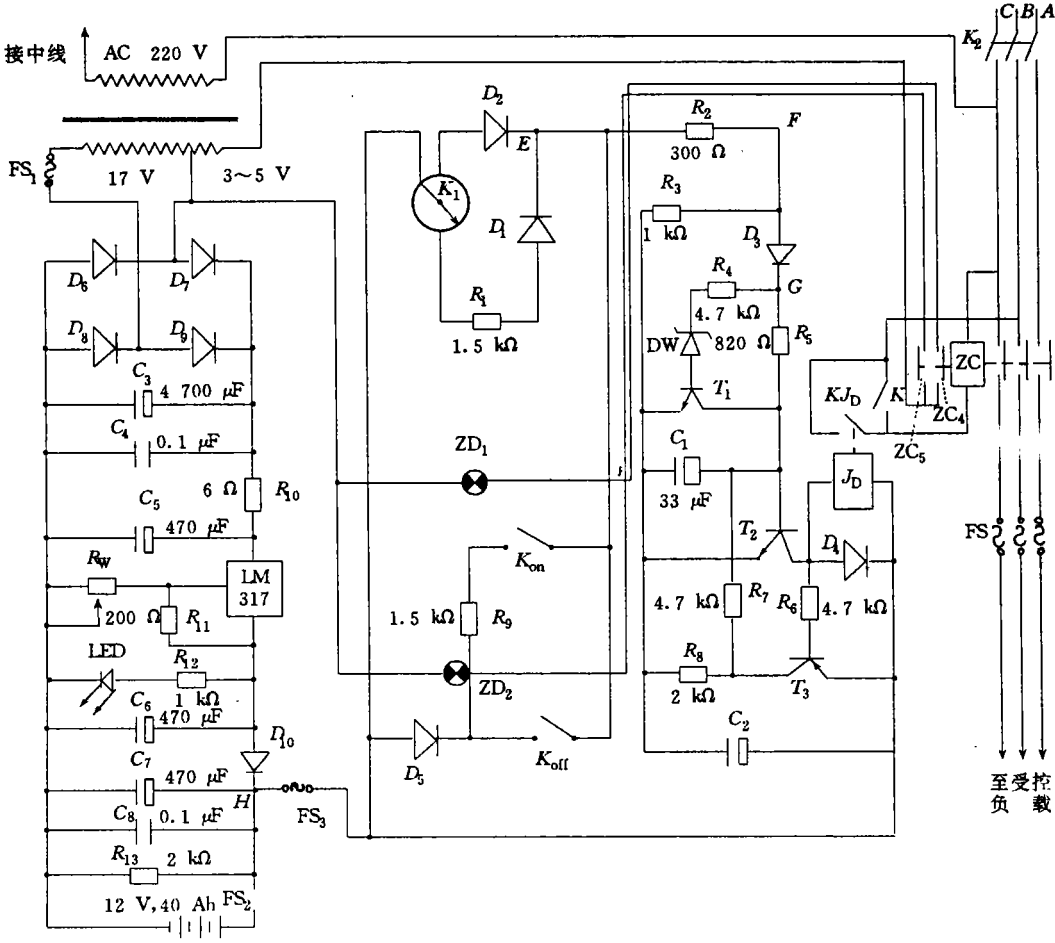
该部分主要由控制寄存器及触发电路、手动按钮组成.控制寄存器采用由三极管 PNP 和 NPN 互补晶体管组成的双稳态电路^[1].在自激振荡正反馈连锁反应的作用下导通或截止.如

*. 本文 1995-12-20 收到

图 1 所示,双稳态触发器由两级反相器交叉耦合而成, T_3 的集电极经电阻 R_7 耦合到 T_2 的基极, T_2 的集电极经电阻 R_6 耦合反馈 T_3 的基极. 两次相移为 360° 的正反馈⁽²⁾,环路增益 AF 的相角为 $\Phi_{F_2} + \Phi_F = 2\pi n (n=0, 1, 2 \cdots)$. 这种耦合构成的正反馈闭环环路满足了相位平衡条件和幅度平衡条件⁽³⁾ $A_F = A/(1 - AF)$, 此时 $A_F \rightarrow \infty, AF = 1$, 电路振荡工作. 这种电路具有两个稳定状态: 要么 T_2, T_3 均饱和导通, 要么 T_2, T_3 均截止. 接上电源后, 由于因缺乏基极电流而截止, T_2 截止又使 T_3 因无基极偏流而截止, 即此时两管起着互相保证对方截止作用, 触发器处于 T_2, T_3 均截止的稳定状态. 当有外来正触发电位作用于 T_2 基极, 使 T_2 基极电位 V_{b2} 上升, 将引起如下的正反馈连锁反应

$$V_{b2} \uparrow \rightarrow I_{c2} \uparrow \rightarrow V_{c2} \downarrow \rightarrow V_{b3} \downarrow \rightarrow I_{c3} \uparrow \rightarrow V_{c3} \uparrow$$

这个过程将使电路迅速达到 T_2, T_3 均饱和的稳定状态. 利用晶体管 T_2, T_3 的正反馈振荡的饱和稳定状态使继电器 J_D 动作带动交流接触器 ZC 去控制供电线路的接通(或断开).



电时间时, K_1 上对应该时刻的预置点上插有“通电元件”, +12 V 经 K_1, R_1, D_1 加到控制器的输入端 E 点, 输入电路可简化为图 2 的形式, 则电路⁽⁴⁾方程组为

$$\begin{cases} 1\,800 I + 0.7 + 1\,000 I_1 = 12 \text{ (V)}, \\ 1\,000 I_1 = 820 I_2 + 1.4, \\ I = I_1 + I_2, \end{cases}$$

解此方程组可得, $I = 0.004\,7 \text{ (A)}$, $I_1 = 0.002\,9 \text{ (A)}$, $I_2 = 0.001\,8 \text{ (A)}$. F, G 二点的电位分别为 $V_F = I_1 \cdot R_3 = 2.9 \text{ (V)}$ 和 $V_G = V_F - V_D = 2.2 \text{ V} < V_Z = 5.4 \text{ (V)}$. T_1 因无基极电流而截止, V_G 通过 R_5 向 T_2 提供基极电流, 触发双稳态电路, 经过一系列自激正反馈振荡使电路翻转迅速达到 T_2, T_3 均饱和的稳定状态. 由于 T_2 的饱和导通, 其集电极电流使

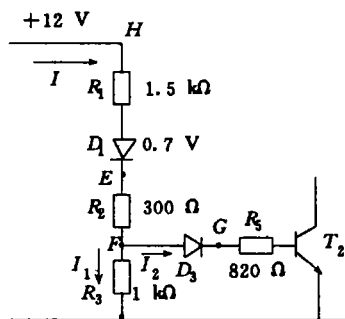


图2 输入电路的简化形式

继电器 J_D 吸合, 带动常开触点 KJ_D 闭合, 交流接触器 ZC (根据电源电压和受控负载电流大小选用) 因线圈得电而吸合, 主回路的常开触点闭合向受控负载供电. 常开触点 ZC_4 是控制“供电”指示灯 ZD_1 的, 常闭触点 ZC_5 是控制断电指示灯 ZD_2 的, 供电期间 ZD_1 亮, ZD_2 灭, 断电期间 ZD_1 灭, ZD_2 亮. 当计时指针走到预置的断电时间 (K_1 孔上插有断电元件), +12 V 电源经 H 点到 K_1, D_2 加到控制器的输入端 E . 通过上述计算得到 $V_G \approx 6 \text{ V} (> V_Z)$, 因而稳压管导通, T_1 有基流而导通, V_{b2} 下降, 引起下列的正反馈连锁反应

$$V_{b2} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow \rightarrow V_{c2} \uparrow \rightarrow I_{b3} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow \rightarrow V_{c3} \downarrow$$

最终导致双稳态电路回到 T_2, T_3 均截止的状态. 此时 J_D 释放, KJ_D 断开, 从而使接触器 ZC 因断电复位, $ZC_1 \sim 3$ 断开, 受控负载“断电”. 控制指示灯的 ZC_4 断开, 灯 ZD_1 灭, ZC_5 闭合灯 ZD_2 亮. 手动按钮 K_{on} 和 K_{off} 是为临时性人工干预系统的“通”、“断”电而设置的, K_{on} 和 K_{off} 可采用带指示灯按钮. 当按下 K_{on} 钮时, +12 V 经 H 点至 D_5, R_9 送到输入端 E , 使 T_2, T_3 自激振荡饱和导通, J_D 吸合电路接通向受控负载供电. 当按下 K_{off} 钮时, +12 V 经 H 点至 D_5 送到输入端 E , 使 T_1 导通, T_2, T_3 迅速截止, 供电线路断开. 从而使该装置达到既能自动时控又可手动控制供电线路的目的.

2 电源电路及其工作原理

要按时控供电电路正常工作, 即遇外线停电时也能照常工作, 该电源电路采用了 12 V, 40 Ah 电瓶供电与自动充电电路, 后者自动向电瓶补充所消耗的能量. 如图 1, 市电 220 V 经变压器 B_1 降压, 得到的交流电 AC 3.5 V, 为指示灯线路供电, 延长灯泡使用寿命, 得到的 AC 17.4 V 经 $D_6 \sim D_9$ 整流 (整流管为 5 A, 100 V 硅桥整流器), C_3, C_4, R_{10} (绕线电阻 100 W, 6 Ω), C_5 构成滤波电路. R_{10} 除具有与 C_3, C_4, C_5 构成 II 型滤波器, 以改善滤波效果的作用外, 还具有有限流作用, 以防止停电时间太长, 电瓶放电后电压较低时来电充电电流过大, 损坏有关元件. 电路中的稳压部分采用了 LM 317 (安装时应加散热片) 为典型的三端可调集成稳压电路 (由 LM 317, R_{11}, R_w, C_6 构成, R_{12} 和 LED 发光管是电源指示电路), D_{10} 整流管 ($> 3 \text{ A}$), 既可引流向电瓶充电, 又可防止停电期间电瓶向稳压电路逆供电. 当电瓶向控制电路供电时, 消耗电能, 电压降低时稳压电源经 D_{10} 自动向电瓶充电, 以保证电瓶电压输出值稳定后 D_{10} 截止,

为保证电路安全工作分别在三处安装保险丝 FS_1 , FS_2 和 FS_3 .

3 电路调试

时控电路安装完毕,应调试电源电路.(1) 装上保险丝 FS_1 ,合上总开关 K_z ,用万用表测量变压器次级电压 $3\sim 5\text{ V}$ 和 17 V 是否正常.(2) 测 H 点的电压,调 R_w ,使 $V_H=12\text{ V}$. 然后接上保险丝 FS_3 ,向时控电路供电, V_H 恒定.(3) 检查时控电路各元件的正确安装后,装上 FS_2 , FS_3 , T_2 , T_3 均应截止,断电指示灯 ZD_2 亮,电路为初始正常状态. 接手动按钮 K_{on} , ZD_1 亮, ZD_2 暗,接着按手动断电按钮 K_{off} , ZD_1 灭, ZD_2 亮,此时时控电路工作正常.

4 结束语

本文设计的实用时控供电电路,其电路中的控制部分采用自激振荡正反馈的互补晶体管双稳态电路,当两管截止时,几乎不消耗电流,该时控器的控制断电时间大于供电时间,对于降低功耗减少发热有重要的作用. 电路中采用的硅二极管可提高电路的温度稳定性. 电路触发采用恒定的直流电位触发方式,需要有比较高的输入电压($\geq 8\text{ V}$),用以提供足够的输入电流才能改变时控寄存器的状态,故该电路具有较强的抗干扰能力,可适用于任何场所,如在较强电磁干扰的变电所. 另外,电源电路采用了电瓶及自动充电相结合电路,不受电网停电的影响. 该时控供电电路可根据受控负载的需要随意增加或减少.

参 考 文 献

- 1 许国殷. 晶体管的互补应用. 北京: 科学出版社, 1982. 13~38
- 2 盛 建. 振荡电路的反馈分析. 河北建工学院学报, 1993, (1): 19~25
- 3 梁明理. 电子线路. 北京: 高等教育出版社, 1981. 179~191
- 4 秦曾煌. 电工学. 北京: 高等教育出版社, 1987. 48~53

Clock Control Power Supply Circuit and Its Operating Principle

Deng Youe

(Inst. of Polym. Sci., Fujian Normal Univ., 350007, Fuzhou)

Abstract A practical clock control circuit of power supply is reported. In this circuit, a pointer type electronic quartz clock is used for timing; the transistor positive feedback complementary bistable circuit is used as controller; and the storage battery combining with automatic floating charge is used for promoting anti-interference ability of the circuit and thus ensuring its work unaffected by power cut of electric network. It is safe, convenient, economical and accurate to apply this circuit to control break and make of electric network. The circuit can also be designed at will. Its controllers can be varied in number according to user's practical need.

Keywords circuit design, timing control circuit, bistable circuit, break-make control