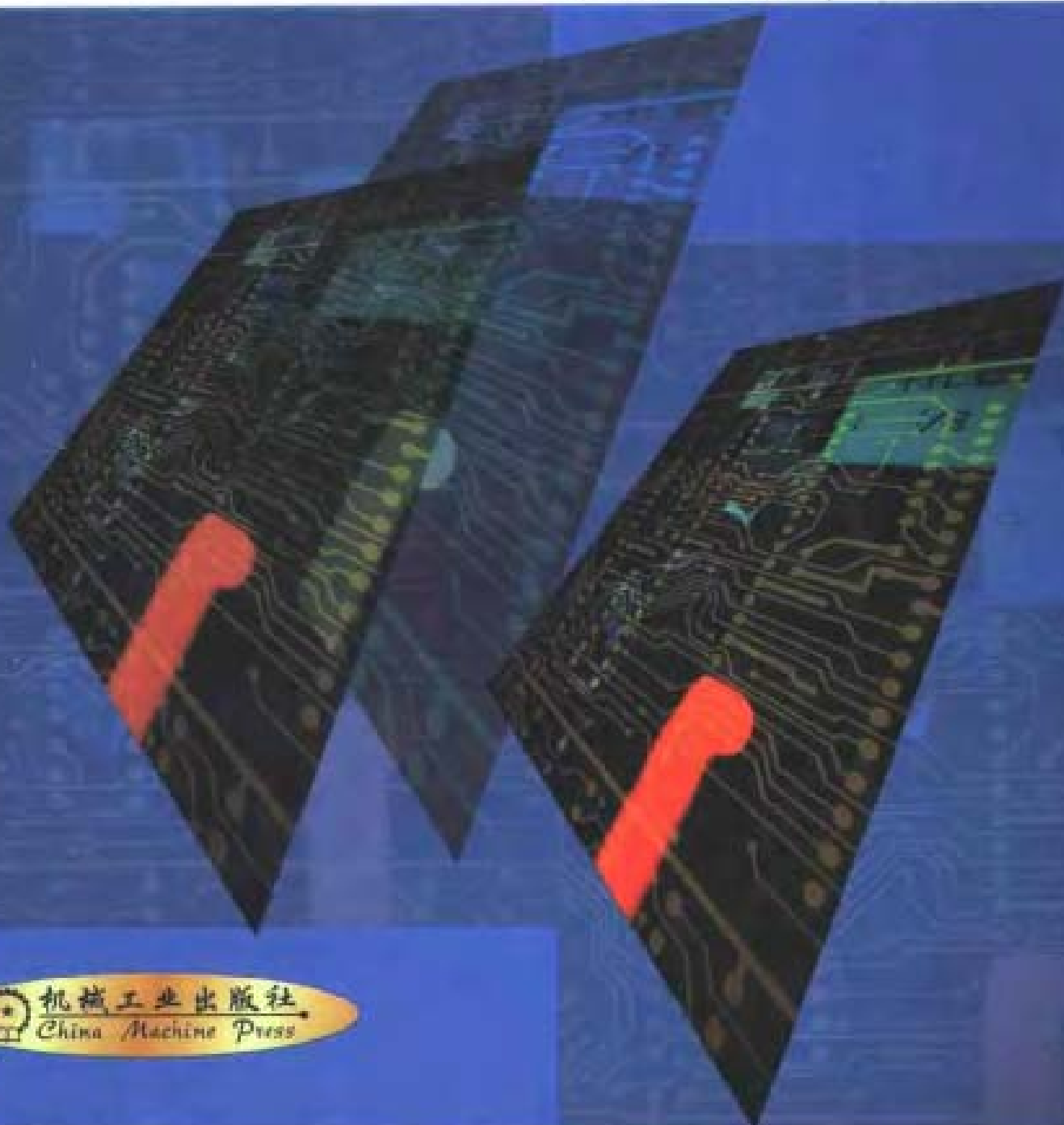


工程院校电工技术类专业辅助教材

电力电子技术应用电路

王文郁 石玉 编



机械工业出版社
China Machine Press

世界图书出版公司

工程院校电工技术类专业辅助教材

电力电子技术应用电路

王文郁 石玉 编

栗书贤 主审



机械工业出版社

本书主要选编了简易的电力电子技术应用有关电路共 240 余例。全书包括开关控制、照明控制、装饰电器、保护报警、日用电器、调压调光、电源控制、电动机控制、斩波逆变变频和附录等十大部分。每个电路均给出原理图并辅以简要文字说明。部分电路还注明有关安装、调试、使用方法。书末附录包括常用电力电子器件和组件的技术参数、集成触发和专用电路的内部结构等。

本书可作为工程院校电工技术类专业辅助教材，亦可作为职业技术类院校电力电子技术课程的辅助教材，并可供具有电工及电子技术基础知识的高、中职学生、技术人员和广大电子爱好者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力电子技术应用电路/王文郁, 石玉编. -北京: 机械工业出版社, 2001. 8

工程院校电工技术类专业辅助教材

ISBN 7-111-08545-0

I. 电… I. ①王… ②石… II. 电路-高等学校-教学参考资料 IV.TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 031702 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 贡克勤 版式设计: 张世琴 责任校对: 张 媛

封面设计: 方 芬 责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·8.5 印张·327 千字

0 001--5 000 册

定价: 21.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821, 68326677-2527

前 言

在飞速发展的现代科技领域中,“电力电子技术”作为弱电与强电的桥梁,正在与“微电子技术”和“自动控制技术”相辅相成快速发展。该技术从器件到相关设备,其变化日新月异。“电力电子技术”在电动机调速、电气控制、交直流供电电源、发输配电、照明控制乃至社会日常生活诸多方面的应用不断延伸。学习和从事此项技术的人员队伍迅速扩大,对有关资料的需求十分迫切。

多所高校及高等职业技术学院、中等职业学校电气类专业开设了“电力电子技术”课程,相关教材很多。教材主要讲授基础理论知识和基本电路。“电力电子技术”作为一门专业课程,其实践性却越来越突出。电力电子器件设备不断更新,应用领域迅速扩大。大、中职学生很需要一本配合课程学习,拓宽应用知识面,广泛联系实际的参考资料。本书即作为“电力电子技术”课程的辅助性教材,从各种书刊资料中收集了已经公开发表的240多个应用电路,大体划分为开关控制、照明控制、装饰灯光控制、保护报警控制、日用电气控制、调压调光控制、电源控制、电动机控制、新波逆变变频和附录等十个部分,供读者参考。

电力电子应用电路种类繁多,新的器件、装置、设备层出不穷。本书所列应用电路尚不足“冰山一角”,仅为提供一些资料线索,供读者开拓思路,发挥创新精神,培养综合能力。本书附录收入了常用电力电子器件参数;还收入了部分触发、驱动和控制专用集成电路资料,便于读者查阅。

全书由王文郁、石玉编写,栗书贤主审。本书编写过程中,得到了机械中专专业教学指导委员会、电力电子学会以及北京机械工业学院实习中心、陕西高科电力电子公司等的大力支持协助,对此表示衷心感谢。书中内容大量来自于各种书刊资料或互联网,除列入书后参考文献外,在此也一并表示衷心感谢。

因水平不高,资料有限,书中谬误遗漏在所难免,敬请指正。

作者

2001年5月

目 录

前言

一、开关控制电路 1

1. 电话一分三接线器 1
2. 晶闸管液位保持电路 2
3. 交流无触点定时开关 2
4. 路灯自动控制器 3
5. 多功能交流无触点自动控制器 3
6. 温度控制自动开关电路 4
7. 实用固态继电器电路 5
8. 用微机控制的交流固态继电器 6
9. 智力竞赛抢答器电路 6
10. 摩托车专用点火器电路 7
11. 简单实用的联动电源插座 8
12. 家用安全插座 9
13. 红外线遥控电源插座 9
14. 多普勒效应电子开关 10
15. 热释红外断路器 12
16. 运用双向晶闸管开关电动机 12
17. 三相交流动力无触点开关电路 13
18. 交流触摸式灯开关电路 15
19. 燃烧机无触点点火控制器 15
20. 倒计时开关 17
21. 新型开关电源 18
22. 电子延时Y- Δ 起动电路 19
23. 实用卫生间门控开关 20
24. 无线抢答器 21
25. 八路数显抢答器 24
26. 微波感应延时节电灯开关 25
27. 用BA3102集成电路制作的
 多功能插座控制器 27
28. 过电压和欠电压保护插座电路 28
29. 双表定时电子开关电路 29

30. 实现自动抽水控制器 30

二、照明控制电路 33

1. 半波延时熄灯开关 33
2. 延时熄灯拉线开关 33
3. 应用双D触发器的触摸开关
 电路 34
4. 声光双控延迟照明灯 35
5. 简易停电应急照明灯 36
6. 简单的应急照明灯 37
7. 路灯自动控制开关 38
8. 简易照明延时开关 38
9. 楼道节电灯 39
10. 应用IR2155集成电路和IGBT
 制作的节能灯电子镇流器 39
11. 应用IR2151集成电路的40W
 荧光灯电子镇流器 40
12. 声控延迟灯 41
13. 自动照明灯 42
14. 应用V-MOS管的直流点燃
 日光灯电路 43
15. 光电传感器制作的节能灯控
 制器 44
16. 光敏电阻制作的日光灯启辉器 45
17. 照明灯的多开关控制电路 45
18. 拍手亮方便夜灯 46
19. 触摸式延时熄灭小灯 47
20. 用IGBT制作的CFL电子
 镇流器 48
21. 按键式无级调光控制器 48
22. 应用IR2130和IGBT的1kW
 高压汞灯镇流器 49
23. 白炽灯软启动延寿电路 52

24. 用 SNS9201 控制的延时开 关灯	53
25. 热释电红外楼道照明灯开关 电路	54
26. 教室照明灯时控开关	55
27. 列车照明灯光控开关	56
28. 声光控延时节电灯开关	57

三、装饰灯光控制电路

1. 简单的音乐彩灯控制器	59
2. 家用简易闪烁壁灯控制器	59
3. 家庭卡拉 OK 灯光控制器	60
4. 多花样节日彩灯控制器	61
5. 多功能灯光控制器	62
6. 十六功能集成控制电路的彩灯 电路	63
7. 用 BH9201 控制的彩灯电路	64
8. 双音 25 曲多功能彩灯控制器	65
9. 变色吊灯电路	66
10. 采用 SMC5618 专用电路的 彩灯控制器	67
11. 追逐式循环彩灯控制器	68
12. 微电脑彩灯控制器	69
13. 巧用 LM386 做双色彩灯控 制器	71
14. 新型转动广告灯箱电路	71
15. 5GM158 节日彩灯控制电路	74
16. 应用 MS51C61 和晶闸管的 彩灯电路	75
17. 制作简单的节日彩灯控制器	76
18. 一款实用的灯光控制器	77
19. 用 SE9518 制作的装饰彩灯	79
20. 舞台频闪灯控制器	79
21. 霓虹灯循环发光控制器	80
22. 霓虹灯光控定时开关	81
23. 多花样大功率编程彩灯控制器	83
24. 通用数字电路控制的装饰照明 电路	85

四、保护报警控制电路

1. 简易磁控式防盗报警器	88
2. 贵重物品防盗报警器	88
3. 摩托车防盗报警器	89
4. 遥控式摩托车防盗报警器	90
5. 车用大功率报警发生器	91
6. 袖珍瓦斯报警器	92
7. 光控闪烁式路障指示灯	92
8. 玻璃破碎报警器	93
9. 断线式防盗报警器	94
10. 人体感应报警器	94
11. 便携房门报警器	95
12. 夜间警示电路	96
13. 语言报警式密码电子锁	96
14. 公用设施标识灯控制电路	97
15. “空城计”防盗器	98
16. 简单摩托车防盗报警器	99
17. 光控自动闪烁灯	100
18. 十字路口交通灯自动控制器	100
19. 一种光控闪烁警示灯驱动 电路	103
20. 地震声光报警器	104
21. 电动机防盗报警器	105
22. 高灵敏度触摸报警器	105
23. 大功率触摸报警器	107
24. 液化气熄火自动点燃报警器	108

五、日用电器电路

1. 电能表节电装置	110
2. 模拟自然风电路	110
3. 程控电风扇	111
4. 单片机电风扇模拟自然风 控制器	112
5. 电冰箱保护器	114
6. 电冰箱断电保护器	115
7. 电热毯节电器	115
8. 电饭煲功率自动调节器	116

9. 电风扇温控开关	117
10. 新型可调温控器	118
11. WOCTRON2820 型闪光灯原理 电路	119
12. 家用系列红外遥控装置	120
13. 换气扇延时开关	122
14. 用 DZS-01 驱动的程控电风扇 ..	123
15. 报警型恒温控制器	125
16. 格力程控转叶扇电路	126
17. 无干扰电风扇调速器	127
18. 气敏传感器制作的抽油烟机	129

六、调压调光控制电路 131

1. 简易调光电路	131
2. 用单结晶体管触发的调光 电路	131
3. 亮度稳定的台灯调光电路	132
4. 触摸调光电路	133
5. 用 KTM03 触发的无级调压 电路	133
6. 采用 PUT 触发的晶闸管调压 电路	137
7. 键控式多功能台灯控制器	137
8. 简易恒温控制电路	139
9. 采用光反馈的高压调整电路	140
10. 可调光双管荧光灯电子镇流 器	141
11. 键控式线性调光电路	142
12. 触摸式无级调光电路	143
13. 使用 LC906 制作的调功电 路	144
14. 使用普通 CMOS 电路制作的 调功电路	145
15. 用 KM-18-2 触发晶闸管的交 流调压电路	146
16. 用 CS7232 制作的触摸式无级 调光台灯	147
17. 自熄式触摸调光台灯开关	148

18. 遥控/触摸调光灯开关电路	149
19. 用集成电路 TCA785 控制的单 相交流调温电路	149
20. 无线调光电路	150
21. 手动式无级调光电路	151
22. 用 LM567 集成电路制作电热器 件调温电路	152

七、电源控制电路 154

1. 单稳多谐式点焊机	154
2. 100W 高压恒流可调充电机	155
3. 3kW 全桥场效应模块组件用作 专业功放稳压电源	155
4. 180A 恒流可调高频逆变式氩弧 焊机电源	159
5. 大型电动车、变电站、直流屏 大功率电池组充电电源	159
6. 手机 SPN4096A 充电器	160
7. 自制手机电池充电器	161
8. 350W 普及型通用大功率开关 电源	162
9. 精确的 12V 蓄电池自动充电 机	162
10. 智能型无工频变压器汽车蓄 电池超级充电机	165
11. 用晶闸管做过载和短路保护 的可调稳压电源	167
12. 从恒流到恒压自动转换的高 性能充电机	168
13. 并联式镍镉电池充电器	169
14. 用 BA3105 集成电路制作的 充电器	171
15. 程控单结晶体管触发的交流 稳压电路	172
16. 恒流、恒压充电器	173
17. 功率场效应晶体管模块蓄电池 车辆充电器	174

八、电动机控制电路 176

1. 新颖的小功率直流电动机调速系统 176
2. 单向交流换向器电动机控制电路 177
3. TDA1085A 用于开环控制 179
4. TDA1185A 单向交流换向器电动机控制器 180
5. TCA785 移相触发控制集成电路的应用 181
6. 用傻瓜型移相控制模块控制的三相半波整流电源 183
7. 傻瓜型晶闸管移相控制模块应用电路 184
8. 用 TWH8751 作直流电动机调速器 187
9. 简易直流电动机调速电路 187
10. 小容量直流无级调速电路 187
11. KCJ1 小容量直流电动机控制电路 189
12. 4.5kW 直流电动机无级调速电路 190
13. 晶闸管调速在 M1025 无心磨床上的应用 191
14. 滑差电动机调速电路 192
15. 电动机间歇运转控制电路 194
16. 利用 PROG-110 组成电磁调速电动机控制器 195
17. UAA4003 用于直流电机斩波调速系统 197
18. 小直流电动机的脉宽调制控制器 200
19. 用线性固态继电器制成的电动机起动器 201

九、斩波逆变变频电路 203

1. 300W 高低频斩波式新型高效

- 逆变器 203
2. 集成电路 TCA785 用于三相电源变换系统 204
3. 工频晶闸管逆变器 205
4. 晶闸管全自动应急电源 205
5. 100W 的 V-MOS 管逆变电源 207
6. 2t 电动平板车调速装置 209
7. 1t 电动铲车调速装置 212
8. KDS4 系列蓄电池车辆调速装置 214
9. 用 IGBT 做开关的电子镇流器 216
10. 紧凑型驱动电路荧光灯 217
11. 高可靠节能灯电子镇流器 219
12. 采用 GAT 设计的电子节能灯电路 220
13. 用 IGBT 制作的 CFL 电子镇流器 221
14. 由 IR2233 驱动的三相 IGBT 逆变器电路 222

附录 227

附录 A 常用电力电子器件技术

- | | |
|-----------------------|-----|
| 参数 | 227 |
| 表 A-1 ZP 型常用普通整流二极管 | |
| 额定值 | 227 |
| 表 A-2 ZK 型常用快速整流二极管 | |
| 额定数据 | 228 |
| 表 A-3 IN 系列常用整流二极管的 | |
| 主要参数 | 228 |
| 表 A-4 2CZ 系列硅整流二极管型号、 | |
| 参数表 | 229 |
| 表 A-5 BT31~37 型双基极二极管 | |
| 主要参数 | 230 |
| 表 A-6 QL 系列单相桥式整流组合 | |
| 管技术参数 | 231 |
| 表 A-7 SQL 系列三相桥式整流组合 | |
| 管技术参数 | 232 |
| 表 A-8 2CTS、PDA 型双向触发 | |

二极管主要参数	232	7. KJ011 移相触发器	244
表 A-9 部分 1N 系列、2CW、2DW 型稳压二极管主要参数	232	8. KC41 (KJ041) 六路双脉冲 形成器	245
表 A-10 通用 9011~9018、8050、 8550 三极管主要参数	233	9. KC42 (KJ042) 脉冲列调制 形成器	246
表 A-11 常用 3DG、3CG 高频小功 率三极管主要参数	234	10. TCA785 (KJ785) 移相触发 集成电路	248
表 A-12 MT 系列功率 VMOS 场 效应晶体管主要参数	235	11. TC787/TC788 高性能三相 移相触发集成电路	249
附录 B 晶闸管触发及电路控制 专用集成电路和组件 ...	236	12. KCZ2 集成化二脉冲触发 组件	252
1. KC01 (KJ01、KJ001) 移相触 发控制集成电路	236	13. KCZ3 集成化三脉冲触发 组件	253
2. KC04、KC09 (KJ04、KJ09) 移相触发控制集成电路	237	14. KCZ6 集成化六脉冲触发 组件	254
3. KC05 (KJ05) 移相触发器	239	15. KCZ1 小功率直流电动机 控制组件	256
4. KC06 (KJ06) 移相触发器	240	附录 C 教学设备介绍	257
5. KC07、KC08 (KJ007、KJ008) 移相触发器	242	参考文献	261
6. KJ010 移相触发器	243		

一、开关控制电路

1. 电话一分三接线器

多路通 DLT-168 型分线器具有同时振铃，谁先摘机谁接听的优点，只要有人接听电话，其它电话均无声，同时还具有分机互相转听的功能。该分线器电路如图 1-1 所示。

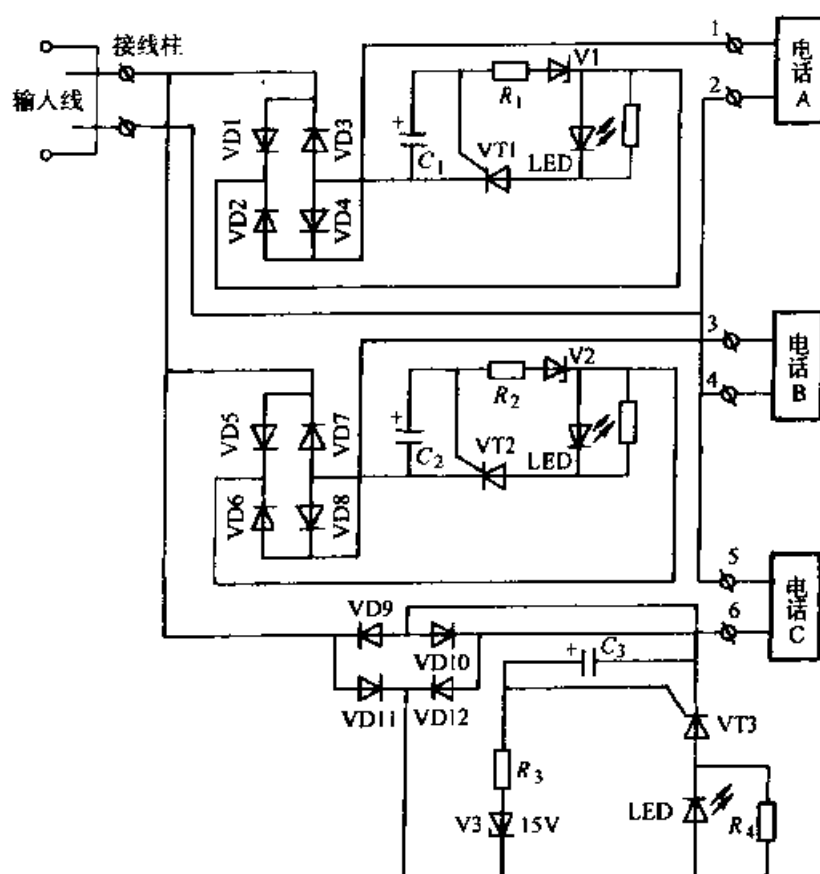


图 1-1 电话一分三接线器

R_1, R_2, R_3 3.3k Ω R_4 200 Ω C_1, C_2 10 μ F VD1~VD12 1N4001

V1、V2、V3 (15V) VT1、VT2、VT3 ZCR406

如电话机 A 先摘机接听，1、2 端即形成通路，V1 被击穿使 VT1 导通，A 机正常通话。此时，公共线路上的电压已经降至 10V 左右，由于用的是 15V 稳压管，所以该电压再无法击穿其它分机的稳压管而工作，因此，其余分机均无法听到电话内容。VD1~VD4 主要起到极性转换的作用。

2. 晶闸管液位保持电路

图 1-2 为晶闸管液位保持电路。液位将保持在容器的高位和低位之间。

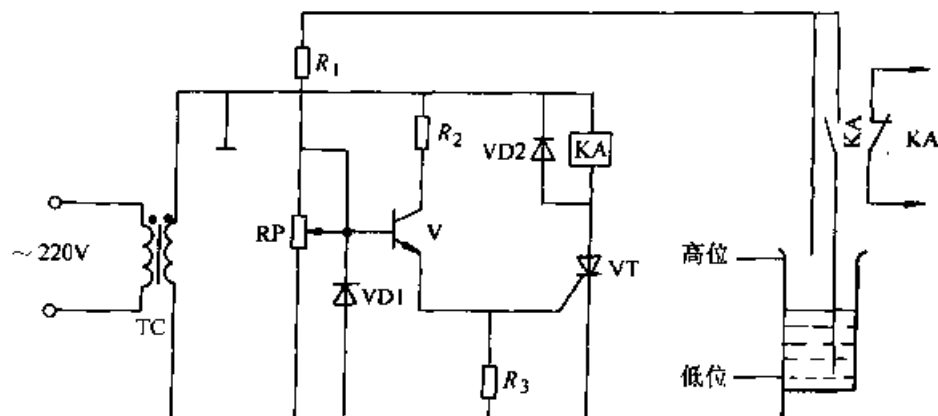


图 1-2 晶闸管液位保持电路

将变压器 TC 二次绕组的上端和容器的外壁接地。当导电液体表面低于最低液位时，继电器 KA 线圈失电，其常闭触头闭合，使液体泵电动机启动，液位上升。当液体表面达到最高液位时，电阻 R_1 经金属棒接入控制电路。在变压器二次侧上正下负的半周， R_1 、RP 对晶体管 V 提供偏置电流，使其导通，引起晶闸管 VT 导通，继电器 KA 得电。断开常闭触点，液体泵电动机停转，液体表面停止上升。

3. 交流无触点定时开关

该电路可实现交流负载在通电一定时间后自行关断，适用于暗室曝光设备。

图 1-3 电路中， C_1 、VD、 C_2 、 R_2 、 C_3 和稳压管 V1 等组成半波整流滤波及稳压电路。 R_4 、RP、 C_4 组成 RC 时间电路。与非门 D、晶体管 V2 和双向晶闸管 VT

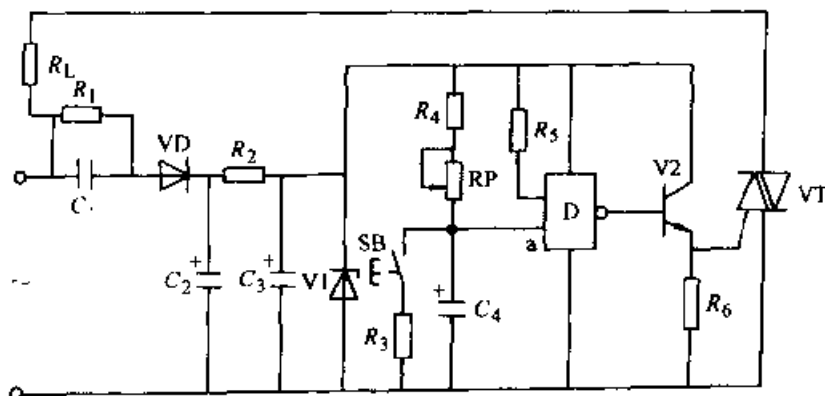


图 1-3 交流无触点定时开关

R_1 200k Ω R_2 220 Ω R_3 1k Ω R_4 2k Ω R_5 10k Ω R_6 3k Ω C_1 0.47 μ F
 C_2 、 C_3 100 μ F C_4 1000 μ F RP 5.1M Ω

等组成无触点开关电路。当按钮 SB 断开时, 电源经 R_4 、RP 给 C_4 充电, 使 a 点呈高电位, 与非门 D 输出低电位, 晶体管 V2 截止。此时, 晶闸管关断, 负载 R_L 不通电。

当按钮 SB 按下, 电容 C_4 迅速经 R_3 放电, a 点呈低电位, 与非门 D 翻转, 输出高电位, 晶体管 V2 导通, 同时触发双向晶闸管 VT 导通, 负载通电工作。松开 SB, 延时开始。电源重新经 R_4 、RP 向 C_4 充电, a 点电位逐渐上升, 当达到与非门 D 的开门电平时, D 翻转, V2 截止, VT 关断, 负载断电, 延时结束。

调节 RP 大小可改变延时时间在 5s~50min 范围内。VT 应根据电源电压和负载容量选择。D 可选用 CO36 两输入端四与非门, 用其中一个门即可。V1 的稳压值在 6~9V 之间。

4. 路灯自动控制器

一种简单的路灯自动控制器电路如图 1-4 所示。

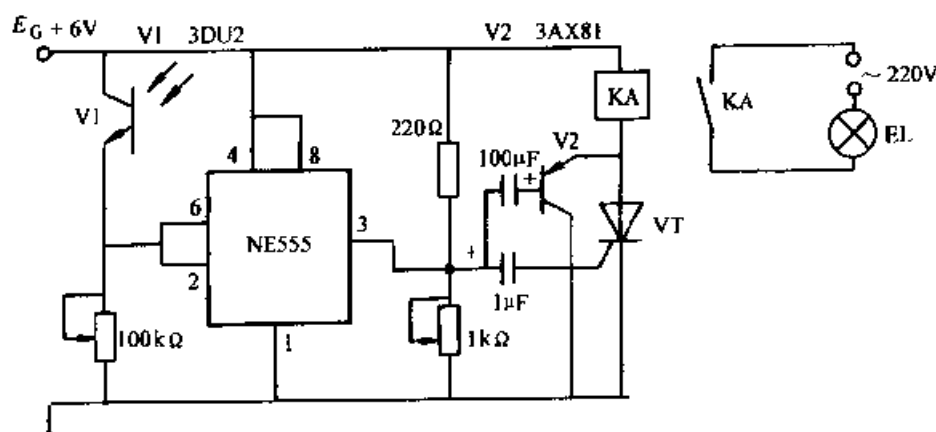


图 1-4 路灯自动控制器

早晨, 当光强度变大时, 光电三极管 V1 阻值逐渐变小, 端电压下降。调整当 V1 的端电压低于 $E_c/3$ 时, 接成比较器形式的 NE555 定时器的输出由高变低。当天渐渐暗下来时, 光强随之减弱, V1 端电压逐渐上升, 一旦电压高于 $2E_c/3$ 时, NE555 定时器输出由低变高。

当 NE555 定时器输出由高变低时, V2 导通, 并使晶闸管 VT 的门极电位有一个下跳, 使其可靠关断。当 NE555 定时器输出由低变高时, V2 基极电压高跳使其截止, 且此时晶闸管 VT 的门极电位高跳, 使其可靠导通。VT 导通时, 继电器 KA 接通, 灯亮。V1 的端电压只要大于 $E_c/3$, 继电器保持得电, 如低于 $E_c/3$ 则失电。开关电压幅值可由 100kΩ 可变电阻调节, 使电路开关电压满足所要求的环境。

5. 多功能交流无触点自动控制器

本控制器以 KC08 单片集成触发电路为主要元件。采用过零触发方式, 负载电

流的瞬态浪涌最小,无谐波和射频干扰。可作为恒温箱的温度控制、光控开关、单相交流电器的无触点开关等。电路工作原理如图 1-5a 所示。

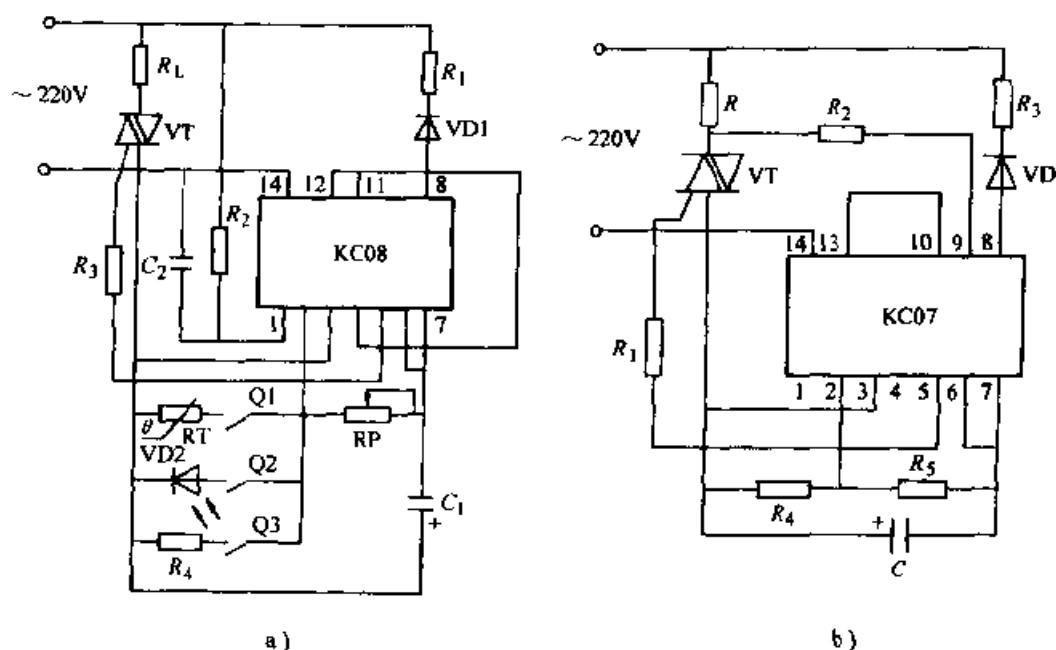


图 1-5 多功能交流无触点自动控制器

a) 多功能交流无触点自动控制器工作原理图 b) 采用 KC07 的零压开关电路

R_1 7.5k Ω R_2 40 Ω R_3 100 Ω

R_4 1k Ω RP 20k Ω C_1 100 μ F

C_2 0.22 μ F RT MF12

VD1 2CZ53 VD2 2DUA

R_1 27 Ω R_2 51k Ω R_3 8.2k Ω

R_4, R_5 10k Ω C 100 μ F

VD 2CZ82H VT KS50A

用作温度控制时,将 Q1 闭合, Q2、Q3 断开。KC08 第②脚电位取决于温度反馈电阻器 RT 与电位器 RP 的分压。RT 阻值随温升而降低,即第②脚电位随温升而升高。调节 RP 即可改变温度设定值。

同理,用作光控开关时,将 Q2 闭合, Q1、Q3 断开。光线弱时, KC08 第②脚电位低于第④脚电位,双向晶闸管导通。反之,当光线增强时,第②脚电位高于第④脚电位,双向晶闸管关断。调节 RP 可在不同光照度下控制晶闸管 VT 的通断。本电路可触发 50A 双向晶闸管。

采用 KC07 的双向晶闸管零压开关电路如图 1-5b 所示。其原理与 KC08 电路相似。KC08、KC07 内部原理和功能见本书附录。

6. 温度控制自动开关电路

图 1-6 为采用晶闸管的程控单结晶体管的温度控制自动开关电路。

RT 为具有负温度特性的热敏电阻器。程控单结晶体管 VT1 与 10k Ω 、100 Ω 电阻、热敏电阻 RT、电位器 RP 和电容 C_2 组成弛张振荡器,通常处于振荡状态,

发出脉冲，控制晶闸管 VT2 导通，继电器 KA 吸合。

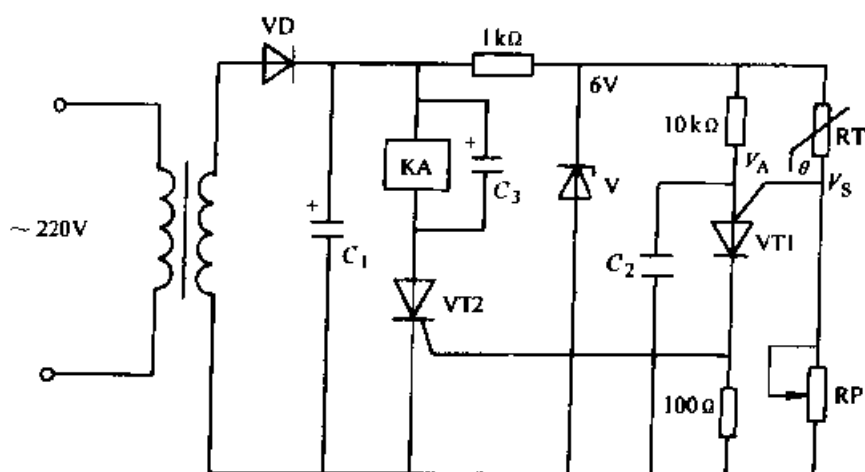


图 1-6 温度控制自动开关电路

当温度升高时，RT 阻值变小，VT1 控制极电位升高。当控制极电位 V_s 上升到高于阳极电位 V_A 时，VT1 停振，使晶闸管截止，继电器释放。

7. 实用固态继电器电路

一种实用的固态继电器电路如图 1-7 所示。它与有触点的电磁继电器相比，寿命长、工作频率高、稳定可靠、对外电磁干扰小。

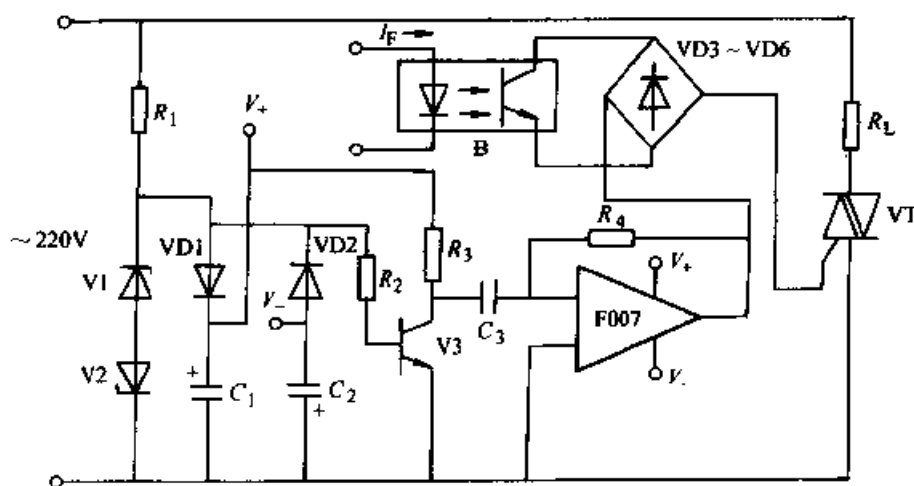


图 1-7 实用固态继电器电路

R_1 、 R_2 、 R_4 10kΩ R_3 47kΩ C_1 、 C_2 100μF C_3 0.01μF

VD1~VD6 2CZ84C V1、V2 2CZ138C VT KS10A/500V B GD10 V3 3DG12C

交流电源通过限流电阻 R_1 加在稳压管 V1、V2 上，产生一个峰-峰值 24V 截顶正弦波电压。此电压通过 V3 反相器整形为方波，然后送到由运放 F007 和电阻电容组成的微分器。F007 输出一串正负尖峰电压信号。该信号通过整流桥 VD3~

VD6 和光耦合器 B 的三极管部分, 再送到双向晶闸管 VT 的门极。

由于 F007 输出的正负尖峰正好在电源电压的过零时刻, 故该信号触发双向晶闸管构成零压开关。过零触发使双向晶闸管全导通, 因而减少了固态继电器的等效“接触电阻”。

正、负尖峰脉冲触发也可保证双向晶闸管工作在完全对称的 I₊ 和 II₋ 方式。尖脉冲触发可以更可靠的防止干扰谐波。

显然, 只有当光耦合器中二极管导通从而使它的三极管导通才能给双向晶闸管 VT 提供门极电流, VT 导通, 相当于固态继电器“吸合”。

F007 的工作电压由采用两只二极管 2CZ84C 整流获得的正、负电压供给。

8. 用微机控制的交流固态继电器

图 1-8 为采用光耦合器输入, 用集成电路 MFC8070 零压控制触发器控制的固态继电器电路。

晶体管 V 是把 MFC8070 的输出电流放大去触发双向晶闸管, 可保证低温时也能可靠触发。晶体管的选用要与双向晶闸管的容量配合。

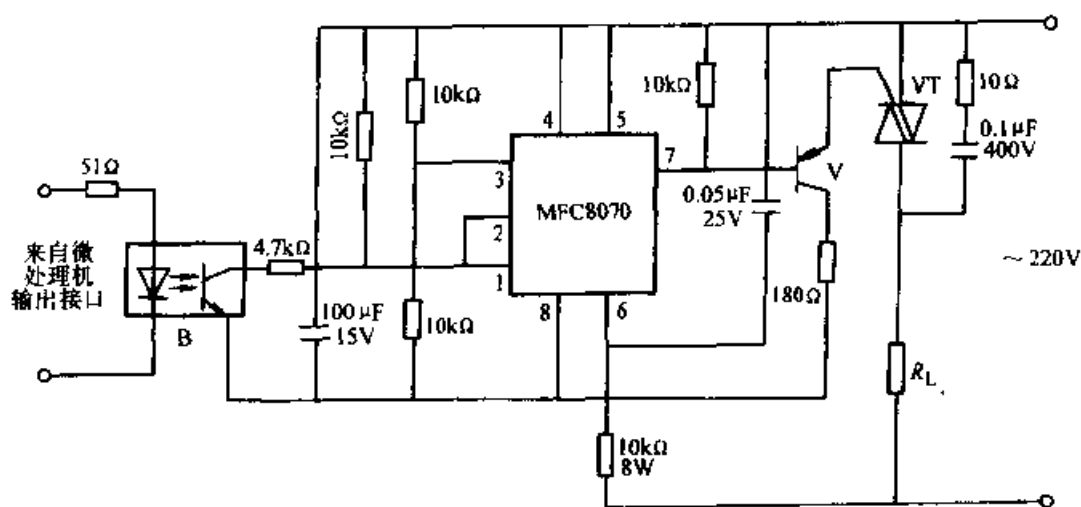


图 1-8 用微机控制的交流固态继电器

9. 智力竞赛抢答器电路

一种智力抢答器电路如图 1-9 所示。

图 1-9 中 SB1~SB4 为四路抢答按钮, 发光二极管 VD1~VD4 分别代表参加抢答的四个代表队。SB0 为裁判复位按钮。无人抢答时, SB1~SB4 均打开。此时, 稳压二极管 V1 被击穿导通, 三极管 V2 进入饱和状态, 集电极输出低电平, 音乐集成电路 IC 失电不工作, 扬声器 B 无声, 发光管 VD1~VD4 均不亮。

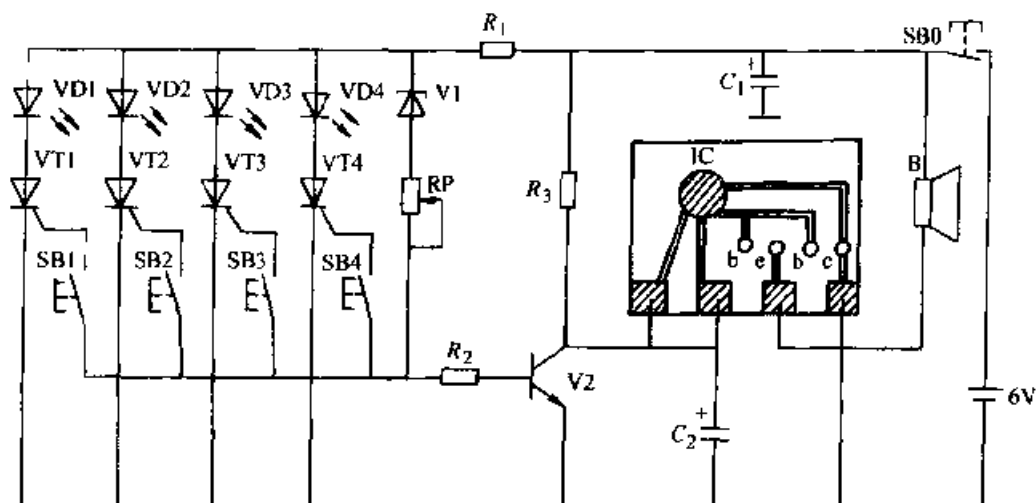


图 1-9 智力抢答器

R 470k Ω R_2 10k Ω R_3 1k Ω C_1 220 μ F C_2 4.7 μ F

VD1~VD4 2EF104R VT1~VT4 2N6565

RP 10k Ω V1 2CW52 V2 9013 IC KD-153

SB0~SB4 KD6-1112

有人抢答时，如第二路抢答，SB2 闭合，此时晶闸管 VT2 门极因获得触发电压而导通，第二路发光二极管 VD2 发光显示。这时， R_1 左边电位跌落到 2.5V 左右（等于 VD2 导通压降加上 VT2 的管压降）。此电压不足以击穿 V1，故 V1 截止，三极管 V2 因失去基极偏流也随之截止。该管集电极输出高电位，音乐集成电路 IC 得电工作，B 即输出“滴、滴”响声表示有人抢答。由于 V1 截止， R_2 左端电位为零。这时其它路即使按动开关 SB1、SB3 或 SB4，晶闸管 VT 均不会被触发导通，即电路处于互锁状态。裁判根据 VD2 点亮和 B 发出响声，知道第二路有人抢答，可按一下复位按钮 SB0，使电源瞬时中断。这时 VT 即关断，电路恢复到原先的静止状态，可进入下一道题的抢答。

集成电路 IC 也可采用 KD-157 “叮咚”门铃芯片。整个电路的调试仅调整微调电阻 RP，要求开关 SB1~SB4 均未按动时，发光管 VD1~VD4 均不亮，扬声器无声。当按动任一个开关 (SB1~SB4)，相应的发光二极管应点亮，且扬声器发声，并且要求有良好的互锁性能。

10. 摩托车专用点火器电路

LZ4213 是为摩托车点火器而开发的一种专用集成电路。它采用 14 脚双列直插陶瓷封装式塑封结构。应用 LZ4213 的典型电路接线如图 1-10 所示。

这种点火器的最大特点是点火时刻随发动机转速不同而自动同步跟踪调整，使发动机始终在它转速所要求的最佳时刻点火。点火角调整范围大，点火时刻精确，可靠性高。

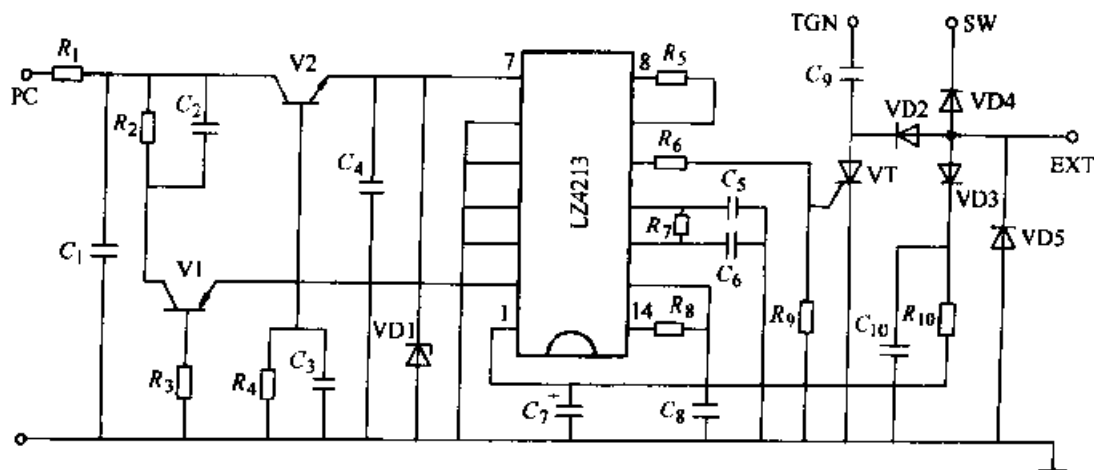


图 1-10 摩托车专用点火器电路

R_1 330 Ω R_2 、 R_4 47k Ω R_3 、 R_6 510k Ω R_5 180k Ω R_7 36k Ω R_8 235k Ω
 R_9 24k Ω R_{10} 10k Ω C_1 0.015 μ F C_2 、 C_3 、 C_6 、 C_{10} 0.47 μ F C_4 0.002 μ F
 C_5 0.15 μ F C_7 47 μ F C_8 0.1 μ F C_9 2.2 μ F

图中 EXT 接发电机产生的交流电，储存在 C_9 中，经 VD2、VD3 整流、 C_{10} 、 R_{10} 、 C_7 滤波，给集成电路 LZ4213 供电。VD4 接点火开关 SW（当 SW 接地时，电子点火器不点火）。PC 接触发线圈，触发电压通过 V1、V2 由集成电路的②、⑦脚输入，⑩脚产生触发脉冲，由 R_6 、 R_9 分压加到晶闸管 VT 门极上使之导通， C_5 经 VT 放电，使 TGN 产生高压，经点火线圈，使火花塞放电，发动机工作。

11. 简单实用的联动电源插座

联动电源插座能使多个电器协同工作，当一个主电器电源开通后，其它相关电器也随同打开，从而简化了操作，很有实用价值。现代家庭影院系统由影碟机 VCD、大屏幕彩电、功放和音箱等共同组成。只要控制影碟机 VCD 的开关或定时即可使其它电器同时加电工作或关闭。

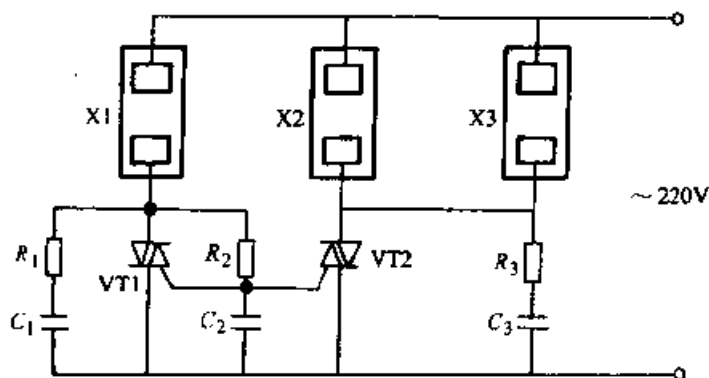


图 1-11 简单实用的联动电源插座

R_1 、 R_3 100 Ω R_2 47k Ω C_1 、 C_3 0.1 μ F C_2 0.01 μ F

图 1-11 中 X1 为主插座, X2、X3 为副插座。当主插座电器工作时, 使双向晶闸管 VT1、VT2 同时触发, 使副插座联动供电。电路中 R_i 为 VT1、VT2 的触发端限流电阻, R_i 、 C_i 与 R_j 、 C_j 为吸收干扰网络, 用以缓冲晶闸管导通或关断时的各种过电压与脉冲对负载的冲击, C_2 为触发端滤波电容。晶闸管容量根据使用电器容量而定。 R_2 视调节晶闸管导通程度的要求而定。

12. 家用安全插座

传统家用插座会由于不慎用手指或金属器件插入插座的孔眼而造成触电事故。一种用简单电路组成的家用安全插座如图 1-12 所示。

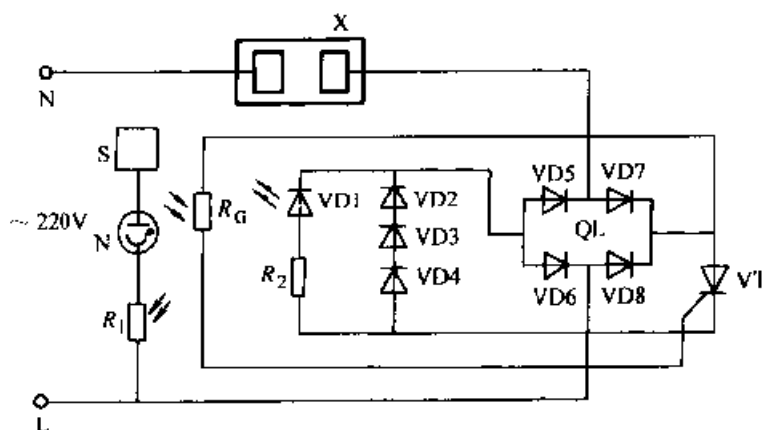


图 1-12 家用安全插座

R_1 2M Ω $R_2 \leq 15\Omega$ R_G MG45 N 60V 氖管 VD1 BT201

VD2~VD4 2CZ58A Q1 10A/400V 整流全桥 VT KP10-4

S 10mm $\times$ 10mm 磷铜片

将氖管 N、光敏电阻 R_G 和发光二极管 VD1 用黑色套管封在一起即构成一个简单的耦器。当插座 X 接上负载后, 触摸金属片 S, 氖管 N 即被点亮, 其光线照射光敏电阻 R_G , 使其阻值变小, 从而使晶闸管获得足够的触发电流而导通。负载通电, 同时二极管 VD2~VD4 共形成 2.1V 电压, 经 R_2 使发光二极管 VD1 发光。VT 导通后, 即使触摸已停止, 负载仍然保持通电工作状态。

一般情况, 当 X 不插负载时, 其左边插孔与零线相连, 右边插孔与火线之间隔着一个截止的晶闸管, 故插孔均不带电。如零、火线接反, 左插孔带电, 但触摸 S 时 N 不亮, 插座不工作。

13. 红外线遥控电源插座

图 1-13 为利用彩电遥控器的遥控电源插座电路。

彩电遥控器发射的调制光信号被电路中红外接收管 VD4 收到后, 其转换的电信号被 IC1 处理。IC1 为高灵敏红外前置放大器专用集成电路 KA2184A。调整

RP 使 IC1 的中心频率 30~60kHz 与彩电遥控器的发射频率 38kHz 相同, IC1 即能完成对信号的解调。

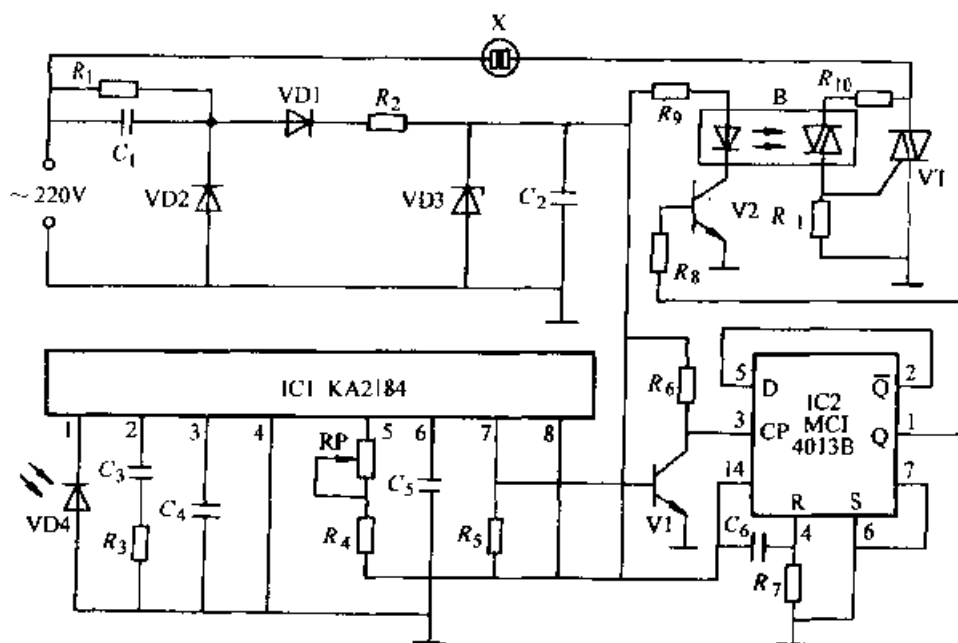


图 1-13 红外线遥控电源插座

R_1 500k Ω R_2 8.2 Ω R_3 、 R_{11} 5.1 Ω R_4 100k Ω R_5 100k Ω R_6 4.7k Ω
 R_7 30k Ω R_8 4.3k Ω R_9 820 Ω R_{10} 1k Ω RP 120k Ω
 C_1 0.47 μ F C_2 510pF C_3 、 C_4 3.3 μ F C_5 330pF C_6 10 μ F
 VD1、VD2 1N4007 VD4 PH302 B MOC3041 VT 2A/600V

控制电路由一双 D 触发器芯片 MCI4013B 组成。将其中一个 D 触发器接成双稳态电路, 即 D 与 $\bar{Q}$ 端相连, S 端接地。用双稳态电路的工作模式去控制后续开关电路。R 端上接有电容 C_6 , 用于开机预置功能。即电路刚接通时, 电流经 C_6 在 R_7 上建立一个高电平, 使 IC2 的 Q 端置低电平以保持后续开关 VT 处于截止状态。这样便于观察电路是否正常工作。

驱动管 V2 与双向晶闸管 VT 组成开关电路直接受双稳态电路 IC2 的 Q 端控制。只要将电器插入插座 X 即可形成回路。

按动一次彩电遥控器上任何一个键, 只要 IC1 工作频率与发射频率相同就受控工作, 其⑦脚由高电平跳到低电平, 该变化电平经 V1 变换后触发 IC2, IC2 的①脚就从开机瞬间的低电平变成高电平。V2 导通, VT 也导通, 电源插座加电。此状态一直保持直到再按一次彩电遥控器上的任一键时, IC2 改变工作状态, Q 端输出零电平, VT 又截止, 插座断电。

14. 多普勒效应电子开关

多普勒效应指某一振荡频率的信号作用于运动中的物体时, 与物体反射回来

的信号之间产生频移。将频移信号检测出来去驱动电子开关或一些报警装置等,使用价值很高。利用多普勒效应制成的电子开关电路如图 1-14 所示。

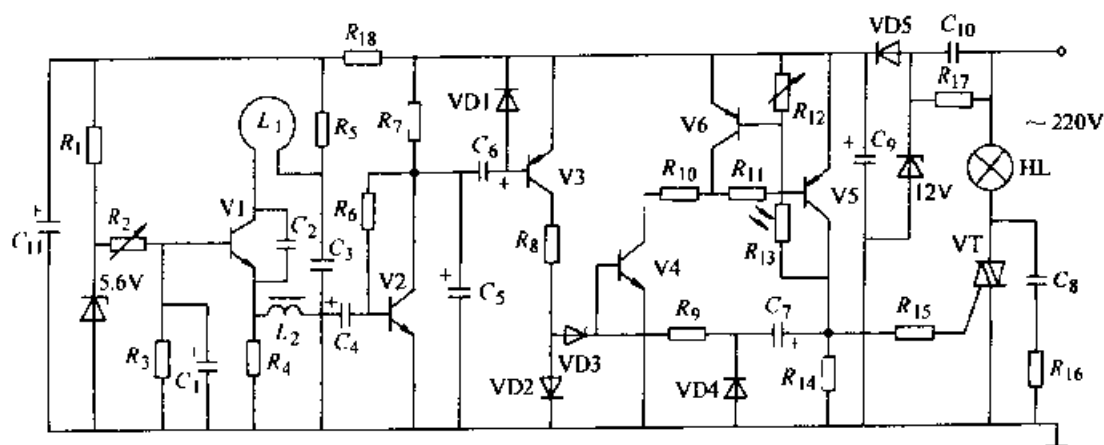


图 1-14 多普勒效应电子开关

R_1 : 2.2Ω R_2 : 30kΩ R_3 : 5.6kΩ R_4, R_{15} : 620Ω R_5 : 1kΩ R_6 : 560kΩ
 R_7 : 5.1kΩ R_8 : 39kΩ R_9 : 1MΩ R_{10}, R_{11} : 24kΩ R_{12} : 470Ω R_{13} : 3DU33
 R_{14} : 10kΩ R_{16}, R_{18} : 100Ω R_{17} : 470kΩ C_1 : 10μF C_2 : 5pF C_3 : 2200pF
 C_4, C_{11} : 100μF C_5, C_6 : 47μF C_7 : 33μF C_8 : 0.1μF C_9 : 470μF C_{10} : 1μF
 $VD1, VD2, VD4$: 1N4148 $VD3$: 2AP9 $VD5$: 1N4004 $V1$: C3355 $V2, V4$: 9013
 $V3, V5, V6$: 5015 VT : 3A/600 $H < 100W$

图中 $V1$ 与 L_1 、 C_2 及直流偏置电阻等组成一微波振荡器。若有人在距离 5~8m 范围内活动时,由 L_1 发出的电磁波经人体反射回,反射波的相位发生变化,与 $V1$ 的振荡波在 $V1$ 内差拍产生频移,于是在 $V1$ 的发射极即有低频信号输出。此信号电压的频率及幅度与人体距 L_1 的远近和人体动作的大小成正比。距离越近或动作越大,则输出低频电压的幅度就越大。

$V1$ 输出的低频信号经 C_4 耦合到 $V2$ 放大,由 C_5 耦合, $VD1$ 整流后使 $V3$ 饱和,又经 $VD3$ 使 $V4$ 、 $V5$ 组成的单稳触发器翻转, $V4$ 、 $V5$ 由原来截止转为饱和。此时, $V5$ 集电极高电位,经 R_{15} 触发晶闸管 VT 导通,灯亮。若人体远离 L_1 或不动作时, $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 无低频电压输出,单稳触发器 $V4$ 、 $V5$ 因无触发信号,一分钟后自行恢复截止, VT 截止,灯灭。白天时,光敏电阻 R_{13} 因光照呈低阻, $V6$ 饱和导通,使 $V4$ 、 $V5$ 不能进入饱和导通状态,从而确保白天灯不亮。 R_{13} 一端接 $V5$ 集电极,故当 $V5$ 集电极高电位时不会由于灯光照射 R_{13} 而使光敏电路误动作。

图中 L_1 用芯线 $\phi 1.5mm$ 的胶皮单芯电线绕制,绕一匝,绕成内径 $\phi 5cm$ 的线圈。 L_2 为高频电感。

接通电源, C_9 两端电压应为稳定的 12V。调整 R_2 使 $V1$ 的发射极电压为 +1.3V。此时,感应距离 5m。提高 $V1$ 射极电压,可增加感应距离。调 R_6 使 $V2$ 集电极电压 +6V,白天时调 R_{12} 使 $V6$ 基射极间为 0.7V。调试中应注意安全。

15. 热释红外断路器

HD-03C 模块是以热释电红外传感器为输入, 经 CMOS 放大、运算、辨别定为有效信号后从其⑨脚输出交流信号, ⑩脚输出直流信号以达到控制的目的。⑤脚为延时控制, 改变外接 R_1C_1 值可改变控制时间。④脚为 5V 电源输入。③脚为电源负端。⑧脚输出 5V 电压供给传感器 PIR 使用, ②脚为 PIR 信号输入端, ①脚为地端。⑦脚为白天黑夜控制端 (外接 R_G)。⑧脚为过零检测端。

图 1-15 为由 HD-03C 组成的热释红外断路器原理电路。

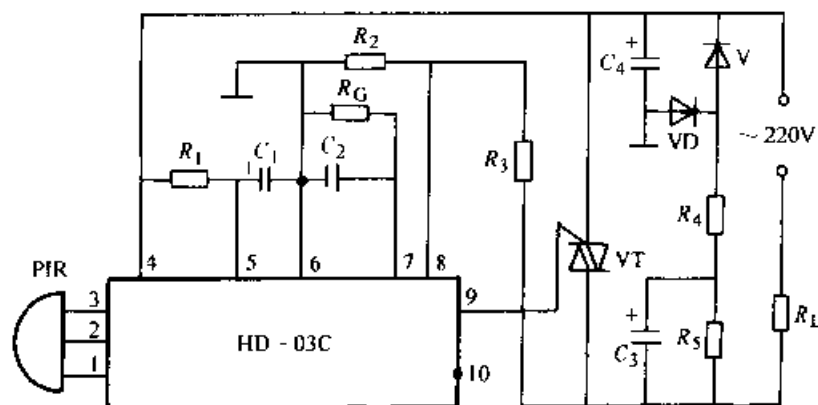


图 1-15 热释红外断路器

R_1 47k Ω R_2 、 R_3 、 R_5 1M Ω R_4 200 Ω C_1 、 C_3 10 μ F C_2 0.17 μ F
 C_1 170 μ F VD1 1N4004 VD2 2CW21A VT 3A 600V

当人进入 8~12m 探测范围时, 负载 R_L 即工作。60s 后自动关闭。如需改变时间, 可调整 R_1 、 C_1 值实现。此电路白天不工作, 黑夜工作。如需白天工作则不接 R_G 。

16. 运用双向晶闸管开关电动机

运用双向晶闸管作为电动机的开关, 可以频繁启动、停车, 且不会有一般接触器的动作噪声。图 1-16 即为这种开关的一种方案。

当选择开关 SA 打在 2 时, 电动机处于普通工作状态, 按动 SB1 电动机启动; 按动 SB2 电动机停止。启动时, 直流电源经 R_6 给 V4 提供偏流引起 V4、V5 导通, KA 通电吸合, 其常开触点闭合接通双向晶闸管门极, 晶闸管导通, 电动机启动。按钮松开后, V4 的偏流由直流电源经 VD6、V5、 R_6 、SB2、SA 供给, V4、V5 继续导通, 实现自锁。直到按动 SB2, 切断 V4 基流, 电动机停止。

当选择开关 SA 打在 1 时, 被控电动机能自动重复地完成通、断、通、断动作。开始时, 直流电源经 R_2 、RP1 和 KA 接点向电容 C_1 充电。C3 上电压升高到一定值时, 击穿稳压管 V3, 使 V4 获得偏流, V4、V5 相继导通, KA 通电吸合, 电动

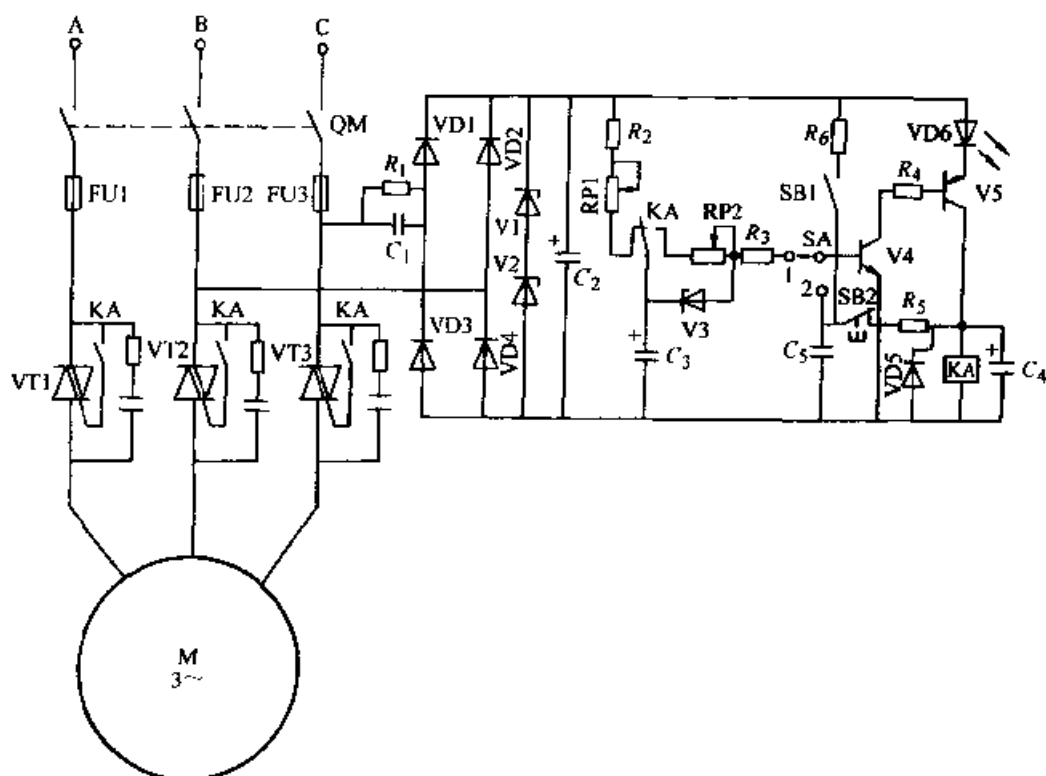


图 1-16 运用双向晶闸管开关电动机线路

R_1 2M Ω R_2 1k Ω R_3 100 Ω R_4 10k Ω R_5 、 R_6 100k Ω $RP1$ 、 $RP2$ 1M Ω
 C_1 0.47 μ F C_2 47 μ F C_3 22 μ F C_4 10 μ F C_5 0.22 μ F $VD1 \sim VD4$ 2CZ82B
 $VD5$ 2CZ83B $VD6$ HG401 $V1$ 、 $V2$ 2CW11 $V3$ 2CW77 $V4$ 3DX201D
 $V5$ 3CX201D KA JZX17F (4Z24)

机启动运行。KA 通电后，其触点动作，接通 RP2。 C_3 经 RP2、 R_3 放电，放电终了时， $V4$ 、 $V5$ 截止，KA 断电释放，电动机停止。此后重复上述过程。调节 RP1 可得到 0.1~25s 范围的断开时间；调节 RP2 可得到 5~50s 范围的接通时间。VD6 可作为电动机启动运行指示。

控制电路的耗电功率小于 1W。主电路中的双向晶闸管应选用其阻断电压大于 600V，电流至少应大于 3 倍电动机额定电流。

17. 三相交流动力无触点开关电路

图 1-17 所示为采用五只双向晶闸管组成的三相交流动力开关电路。它适用于启停频繁的电力拖动设备。

主回路中的 VT1~VT5 分两组控制电动机正、反转。当 VT2、VT3、VT4 被触发导通时，电动机正转；当 VT1、VT3、VT5 被触发导通时，电动机反转。其中 VT3 在电动机正、反转时均被触发导通，而 A、C 两相换向的四只晶闸管绝不能同时导通，否则将引起相间短路。每只晶闸管两端和主电路输出端都接有吸收过电压的 RC 回路，防止误触发或元件击穿。

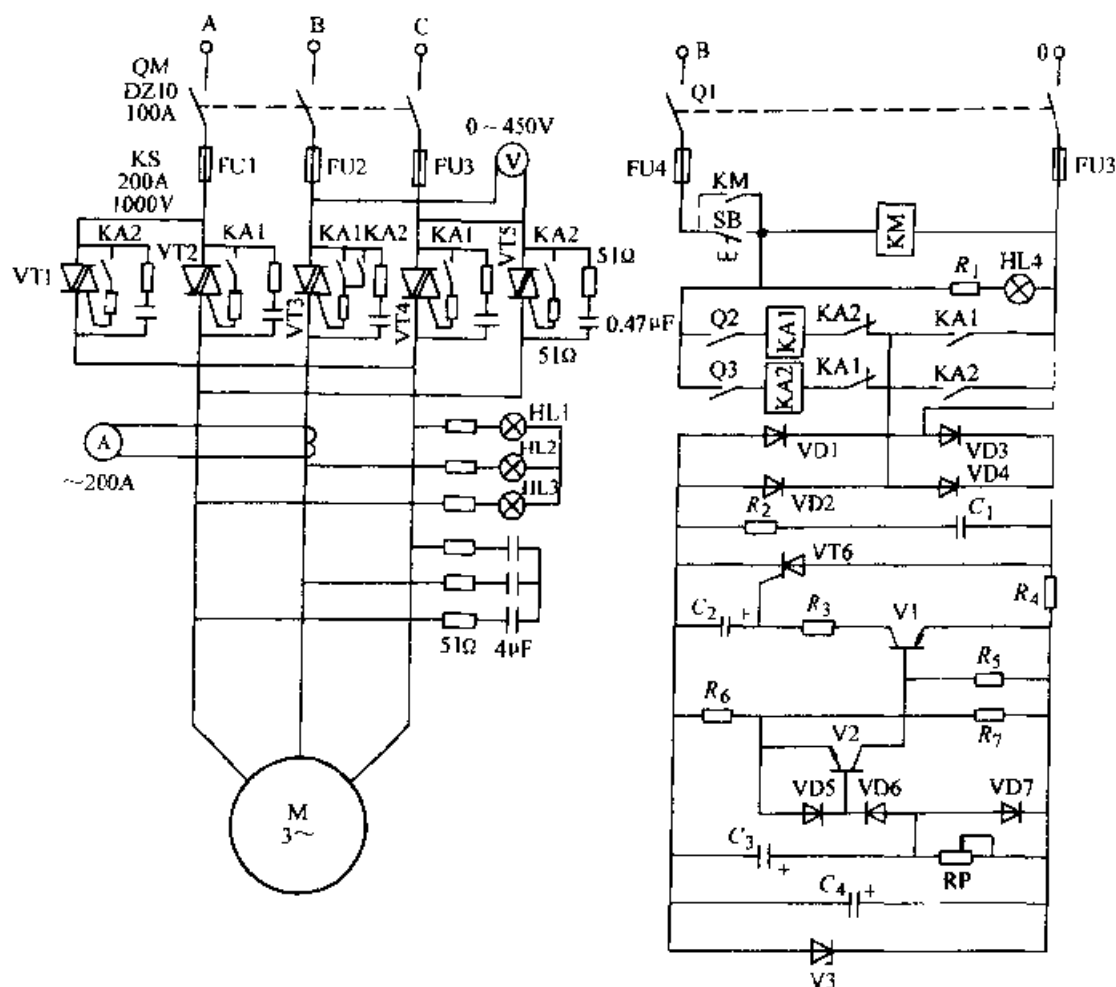


图 1-17 三相交流无触点动力开关电路

双向晶闸管采用电源自行触发方式(Ⅰ、Ⅲ),在门极电路串入一只 51Ω 电阻以限制电流。其通断由 KA1、KA2 两个交流继电器分别控制。KA1 触点用来控制 VT2、VT3、VT4 门极电路;KA2 触点用来控制 VT1、VT3、VT5 门极电路。KA1 和 KA2 互相联锁,即 KA1 的常闭触点串入 KA2 线圈电路中,KA2 的常闭触点串入 KA1 的线圈电路中,防止两个交流继电器可能发生的瞬间同时吸合,造成相间短路。在 KA1、KA2 两个线圈电路中接入延时电路,使晶闸管的触发时间延迟约 0.5s 后,相应的交流继电器才工作,有效地防止了晶闸管切换换向时的误导通。延时时间由 C_1 、RP 调定。

合上主电路开关 QM 后,再合上控制电路电源开关 Q1。操作按钮使 KM 通电自锁。若要电动机正转,则闭合正转开关 Q2。开始时,正转继电器 KA1,不动作。交流电压先经 VD1~VD4 整流, R_1 、 C_1 、V3 滤波稳压,通过 RP 给 C_3 充电。经过 0.5s 左右, C_3 电压上升到使 V2、V1 导通,触发晶闸管 VT6,使其导通,则交流继电器 KA1 通电吸合,接通 VT2、VT3、VT4 门极电路,相应的三只双向晶闸管导通,电动机正转。交流继电器 KA1 通电后,其一个常开触点闭合,使 KA1

线圈自锁，同时切除延时电路。电动机反转情况与上述步骤相似。

18. 交流触摸式灯开关电路

此交流触摸灯开关采用 NE555 时基集成电路制成，设计巧妙，稳定可靠。电路见图 1-18。

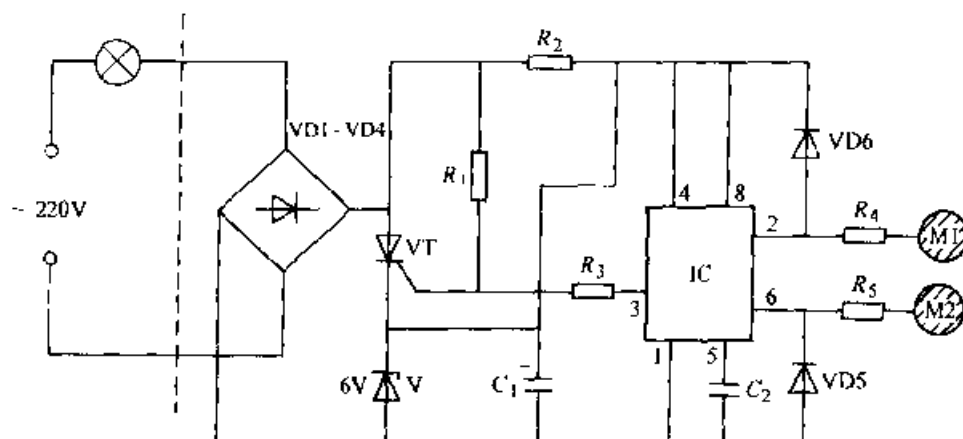


图 1-18 交流触摸式灯开关电路

R_1 1M Ω R_2 100k Ω R_3 1.2k Ω R_4 , R_5 4.7M Ω C_1 100 μ F C_2 0.01 μ F

VD1~VD6 1N4004 V 2CW21B VT MCR100-8 IC NE555

VD1~VD4 组成桥式整流电路，VT 与 V 构成开关主电路。当 VT 导通时，灯亮；VT 阻断时，灯灭。在 VT 处于阻断状态时，220V 交流经 VD1~VD4 整流，由 R_2 、V 与 C_1 组成稳压电路， C_1 两端可获得 6V 左右直流电压，供集成电路之用。当 VT 处于导通状态时，交流电经 VD1~VD4 整流，经 VT 与 V 构成的回路，在 C_1 两端仍能保持 6V 左右的直流电压输出。所以时基集成电路的直流工作电压不会因为 VT 的导通而下跌。时基电路在这里接成 R-S 触发器，当人手触摸电极片 M1 时，人体感应的杂波信号经 R_4 注入时基电路的触发端②脚，并经 VD6 整流使触发端②脚获得一负脉冲触发信号，时基电路置位，输出端③脚输出高电平，此时 VT 由 R_1 获得触发电流而开通，灯亮。需要关灯时，只要用手指触摸一下电极片 M2，此时人体感应的杂波信号经 R_5 注入并经 VD5 整流，使时基电路的阈值端⑥脚获得一正脉冲触发信号，时基电路复位，输出端③脚输出低电平， R_1 提供的正向触发电压被 R_3 通过时基电路的③脚对地短路，VT 失去触发电压，当交流电压过零时关断，灯灭。

19. 燃烧机无触点点火控制器

在金属、塑料、陶瓷等行业使用燃油发热设备，油雾进入点火控制器后，附在金属触点上，导致触点接触不良、易氧化、金属片受热变形，造成点火控制器失灵。若采用无触点点火控制器，则具有性能可靠、结构简单等特点，可避免上

述故障发生。该设备电路原理如图 1-19 所示。

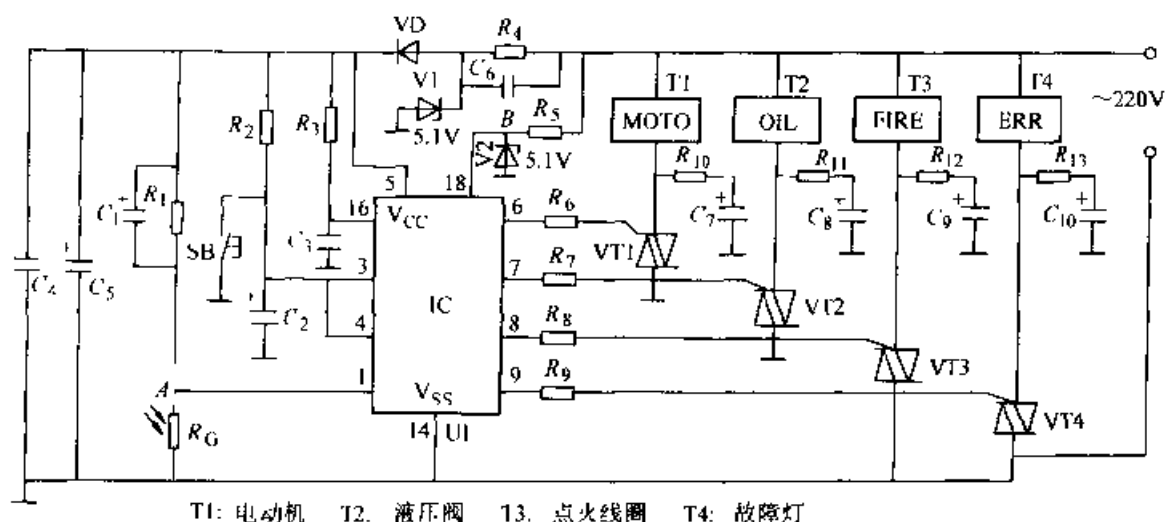


图 1-19 燃烧机无触点点火控制器电路原理图

R_2, R_3 10k Ω R_1, R 1M Ω R_4, R_5, R_6, R_7 82 Ω $R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}$ 51 Ω
 C_1, C_2, C_3 104 μ F C_4 20 μ F C_5 470 μ F C_6 474 μ F C_7, C_8, C_9, C_{10} 105 μ F
 VD 1N4001 V1 (5.1V) V2 (5.1V) VT1~VT4 BT138 IC MF1003

控制器供电部分采用电容降压稳压电源，VD 为半波整流二极管，V1 为稳压二极管，在负半周时兼作向 C_6 充电，起双重作用。 C_4, C_5 为滤波电容， R_4 为放电电阻。专用 IC 采用 CMOS 双列直插封装，内部包括时钟振荡电路、光敏检测电路、复位电路、过零检测电路、逻辑处理电路、功率驱动电路等。 R_3, C_3 组成 RC 回路为 IC 提供时钟。 R_2, C_1, SB 构成复位电路，按 SB 或通电时，电源通过 R_2 向 C_1 充电，IC 复位，随后进入正常状态。 R_0 为光敏电阻，燃烧机点火产生的火焰照射 R_0 时，A 点为低电位，无光照为高电位，并以此来检测燃烧炉内火焰是否正常。过零检测部分有 $R_7, V2$ 来进行限流和波形转换。由于 V2 的作用，B 点会产生一个与交流电同步的近似方波。 $R_6 \sim R_9$ 分别是 VT1~VT4 双向晶闸管门极的限流电阻， $R_{10} \sim R_{13}, C_7 \sim C_{10}$ 起保护作用。

启动电源，双向晶闸管 VT1 导通，电动机转动，带动液压泵运行，开始吹风程序。这时，晶闸管 VT3 也导通，点火线圈工作，并在点火电极两端产生电弧，但液压阀尚未工作，没有燃油输出，大约 13s 后，晶闸管 VT2 导通，液压阀通电，将泵内高压燃油输送至油嘴，经雾化后喷出油雾，被点火电极前端电弧点燃形成火焰。 R_8 检测到火焰后向 IC 提供电平信号，10s 后使晶闸管 VT3 截止，点火线圈停止工作，燃烧机进入正常状态。

在燃烧过程中，如果火焰信号突然消失，IC 就输出信号，令晶闸管 VT2 截止，VT3 重新导通，再进行吹风、点火、喷油等程序。当晶闸管 VT2 导通时，液压阀工作，喷油 10s 后， R_8 还未检测到火焰信号，则 A 点仍为高电位，VT1~VT3 均

截止, VT4 导通, 故障灯亮。

若 R_6 短路或油阀失灵引起误点燃, 吹风程序便会检测到 A 点为低电平, 只有 VT4 导通, 故障灯亮。若 R_6 开路, A 点一直为高电平, 则当点燃 10s 后, IC 仍不能检测到信号, 除 VT4 外, 其它晶闸管均截止, 故障灯亮。

20. 倒计时开关

本控制器可使负载通电一定时间后自动断电。电路如图 1-20 所示。

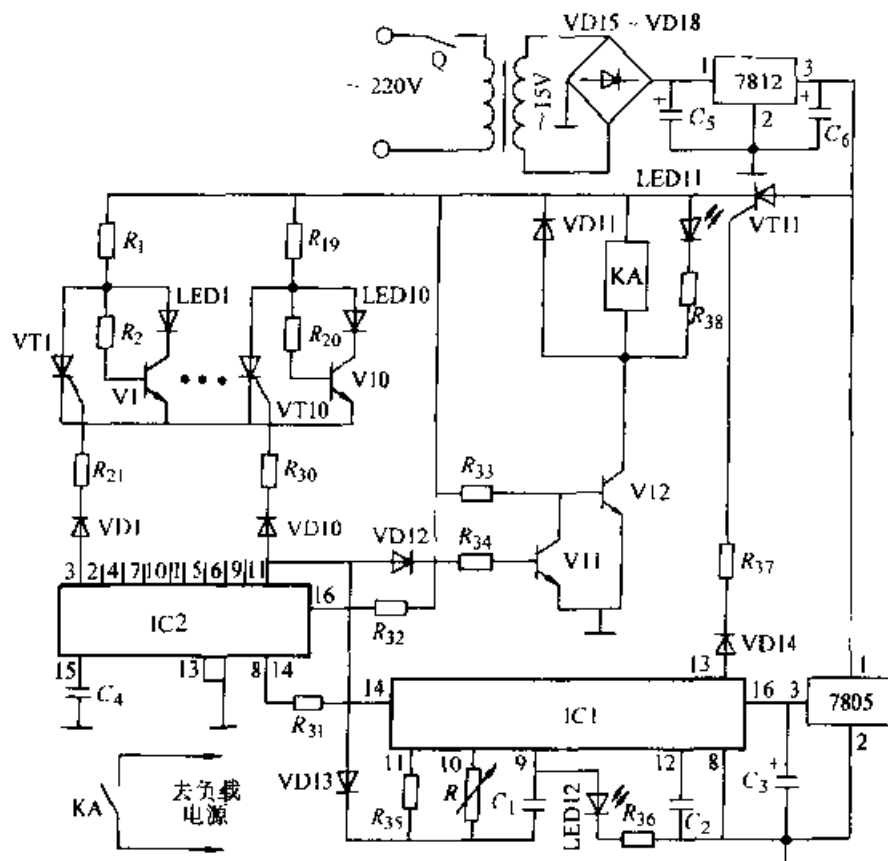


图 1-20 倒计时开关控制器

R_1 、 R_{11} 、 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{33} 、 R_{34} 1k Ω R_{35} 220k Ω R_2 、 R_{23} 、 R_{32} 470 Ω 、
 R_{13} 、 R_{15} 10k Ω R_{14} 110k Ω C_1 3.3 μ F $C_2 \sim C_4$ 、 C_5 10 μ F C_6 1000 μ F
 VD1~VD14 1N4148 VD15~VD18 1N4007 V1~V11 9011 V12 9314
 VT1~VT11 MCR100 KA 12V IC1 CD4060 IC2 CD4017

该电路分为时钟信号脉冲电路、计数器电路、显示器电路和控制电路四个部分。

时钟信号脉冲电路的核心是 IC1 CD4060。它是内含振荡器的 14 级二分频电路, R 和 C_1 构成 RC 振荡器, 调节 R 可改变时钟频率。通电后, 振荡器即开始振荡, 指示灯 LED12 即开始闪烁, IC1 的③、④脚是两个分频脉冲输出脚。当③脚的脉冲到来时, 触发晶闸管 VT11 导通, 供电给计数器、显示器和控制器工作。④

脚的脉冲信号作计数器的时钟脉冲信号源。

计数器的核心是 IC2 CD4017。它是十进制计数分频器。时钟脉冲信号从⑩脚输入。电路得到电源后开始计时，当第 10 个脉冲到来时，③脚开始输出高电平，之后随着⑩脚时钟脉冲信号的输入，②～⑪脚依次输出高电平。当⑩脚输出高电平时，一路经 VD13 控制 IC1 停振，LED12 停止闪烁，IC2 也停止计数；另两路分别经 VD11 和 VD12 去显示电路和控制电路。

显示器电路主要由 V1～V10、晶闸管 VT1～VT10 和发光二极管 LED1～LED10 组成。当 VT11 导通后，三极管 V1～V10 也处于导通状态，LED1～LED10 全部点亮，当 IC2 的③、②、④、⑦、⑩、①、⑤、⑥、⑨、⑪脚依次输出高电平后，晶闸管 VT1～VT10 也依次被触发导通，三极管 V1～V10 依次截止。这样，指示灯也依次熄灭，起到了倒计时显示作用。

控制电路主要由三极管 V11、V12 和继电器 KA 组成。当 VT11 导通后，V12 也导通，指示灯 LED11 点亮，继电器 KA 吸合，接通负载电源。当 IC2 的⑪脚输出最后一个高电平后，高电平经 VD12 到达 V11 基极，使 V11 导通，V12 截止，KA 释放，切断负载电源，达到自动控制的作用。调节 R 可改变定时时间，电路通电即自动复位，计时开始。

21. 新型开关电源

新型集成电路 LM2637 用于电脑主板的开关电源电路，其原理见图 1-21。

集成电路 LM2637 内部有一个 5bit 的可编程开关控制器和两个线性调压器，同时具有过电流过电压保护、欠电压关断的特点。5bit DAC 的标准误差为 1%。该器件为用户提供了两种可选择的过电流保护法。准确的过电流保护是使用外接传感电阻。另一种节省成本的办法是利用高位开关 FET 的 RDS。过电压保护提供双电平保护。第一种方法的电平保持高位开关 FET 关断而低位开关 FET 导通，第二种方法提供一个门信号用以触发一外接晶闸管。

器件内部的两个线性调压控制器的特点是有宽的控制带宽，可用 N-FET 和 NPN 晶体管驱动，而且输出电压可以调整。器件在最小工作状态时，两个控制器的缺省电压分别为 1.5V 和 -5V。

开关电源控制器件 LM2637 有如下特点：提供三种可调整电压；器件的开关部分欠电压时关断；同步整流；5bit DAC 从 1.3～3.5V 可编程；DAC 的标准误差为 1%；开关频率 50Hz～1MHz；双电平过电压保护；两种过电流保护方法；自适应非重叠 FET 门极驱动；超快的响应速度；输出电压的缺省值为 1.5～2.5V，而且可以调整。

该器件的主要应用为：可做 PC 机主板的插入式电源；可做三倍压式 DC/DC 电源；可做可编程大电流 DC/DC 电源等。

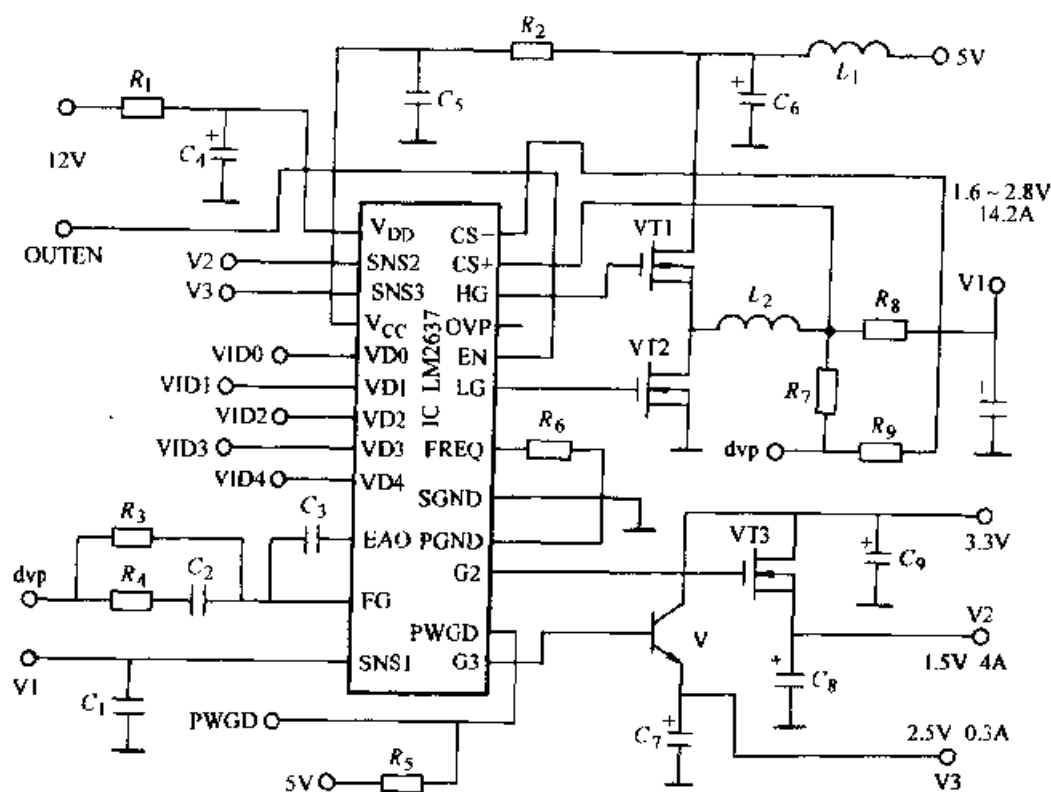
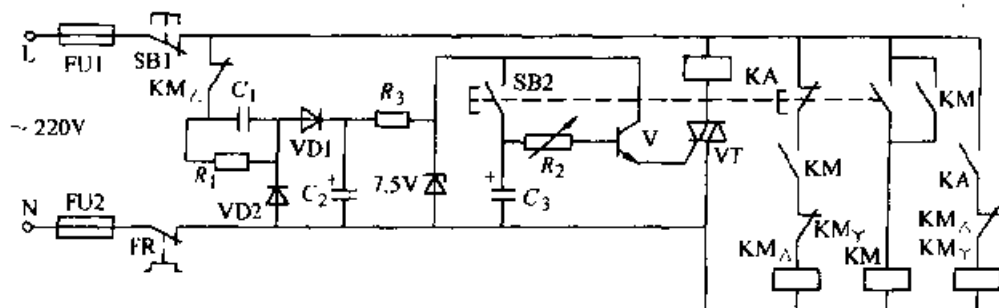


图 1-21 新型开关电源电路

R_1, R_2 10 Ω R_3 5.1k Ω R_4 58 Ω R_5 10k Ω R_6 82k Ω R_7 1 Ω R_8 3.5 Ω
 R_9 2.7 Ω C_1, C_5, C_7, C_9 0.1 μ F C_2 22pF C_3, C_4, C_6 820pF C_8 1 μ F
 C_9 0.3 μ F L_1 2.4 μ H 8A L_2 1.8 μ H 16A V MMBTA06LT1
 VT1, VT2 IRL3103 VT3 IRFZ24N IC LM2637

22. 电子延时Y- Δ 起动电路

本电路是对工厂中常用到的Y- Δ 电机起动线路进行改装,用一个中间继电器和几个电子元件代替价格较贵的时间继电器。工作原理见图 1-22。

图 1-22 电子延时Y- Δ 起动电路

R_1 500k Ω R_2 56k Ω R_3 100 Ω C_1 0.47 μ F C_2 250 μ F
 C_3 1000pF V 3DG6 VT 600V

交流电压经 C_1 降压、二极管 VD1 整流、电容 C_2 滤波, 为三极管 V 提供 7.5V 的直流电压。当按下连锁按钮 SB2 时, 一方面主回路接触器 KM 线圈得电, 其常开触点闭合自锁, 另一方面, 电容 C_3 被充电, 最终电压可达 7V。

当电容上电压达到三极管基极-射极间电压 $V_{be} = 0.7V$ 时, 三极管导通, 由发射极输出电流触发双向晶闸管导通, 中间继电器 KA 线圈得电, 其常开触点闭合, 接触器 KM_Y 线圈得电, 其常闭触点断开, 电动机星形启动。

松开按钮 SB2 后, 电容器 C_3 经 R_2 放电, 继电器维持三极管的导通, 中间继电器 KA 线圈继续得电。当 C_3 上的电压降到 0.7V 以下时, 三极管输出的电流不足以触发晶闸管导通, 交流电压过零时, 晶闸管自行关断, 中间继电器 KA 线圈失电, 其触点动作, KM_Y 线圈得电, 其触点动作, KM_Δ 接触器得电, 电动机进入三角形运行状态, 同时电子延时电路被断开电源。

按下常闭按钮 SB1 时, 整个电路停止工作。

在此电路中, 延时时间由 C_3 和 R_2 的数值决定, 改变可调电阻 R_2 的数值, 就可改变启动延时时间。按图中给出数值, 延时时间可在 0~60s 内调节。

23. 实用卫生间门控开关

图 1-23 是一种与使用时间无关的卫生间照明灯排风扇门控开关电路。

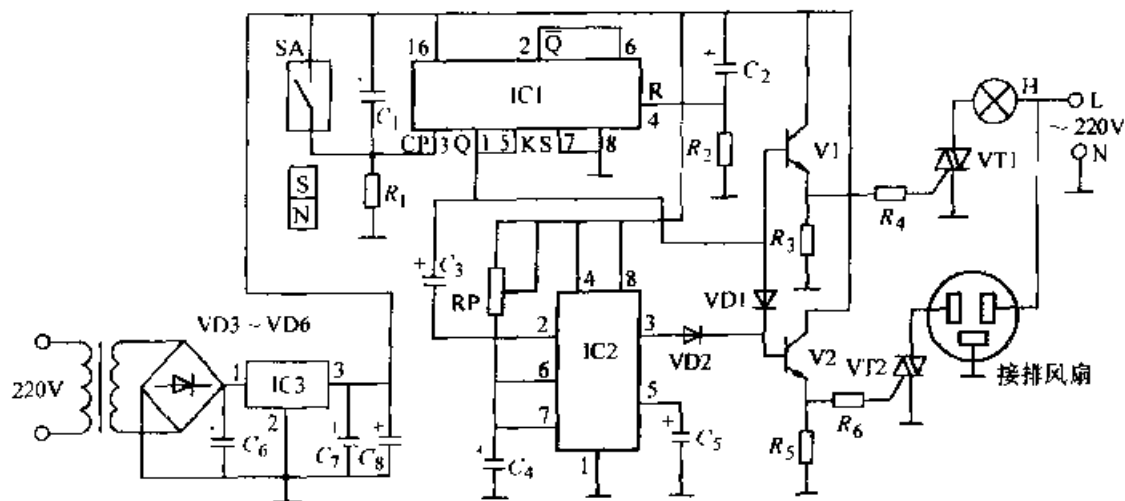


图 1-23 实用卫生间门控开关电路

R_1, R_2 10k Ω R_3 3.3k Ω R_4 1k Ω R_5 3.6k Ω R_6 910 Ω RP 510k Ω
 C_1, C_3, C_5 0.01 μ F C_2 0.1 μ F C_4, C_6 220 μ F C_7 100 μ F C_8 10 μ F
 VD1~VD6 1N4001 V1, V2 9013 VT1, VT2 BCR3AM IC1 CD4027
 IC2 NE555 IC3 7010

SA 为常开型干簧继电器。当卫生间的门关闭时, 在磁铁磁力的作用下, SA 处于闭合状态。接通电源后, 220V 交流经变压器降压, VD3~VD6 整流、 C_1 滤波, 由 IC3 稳压, 向电路提供 10V 的稳定电压。该电压经 C_2 、 R_2 构成的微分电路, 在

R_2 上产生正脉冲电压, 使 CD4027 构成的双稳态电路复位, ①脚输出低电平作用的结果使三极管 V1 发射极输出低电平, 晶闸管 VT1 不导通, 照明灯不亮。同时, IC1 ①脚的低电平及 IC2 的③脚的低电平同时加到或门的两个输入端, 因此或门输出低电平, 晶闸管 VT2 截止, 排风扇不转。此时, SA 虽然处于闭合状态, 但 IC1 的③脚一直处于高电平, 双稳态不能被触发, 电路处于稳定的静止状态。

当有人使用卫生间时, 只要门一拉开, 磁铁离开 SA, SA 因失去磁力而恢复到常开状态, 在下拉电阻 R_1 的作用下, IC1 的③脚呈低电平。当合上门时, SA 闭合, 有一高电平加到 IC1 的③脚, 使双稳态电路 IC1 翻转, 其输出端①脚由低电平变为高电平, V1 的发射极输出高电平, 经 R_4 限流使晶闸管 VT1 导通, 照明灯亮; 同时, IC1 的①脚的高电平加到或门 VD1 的正极, V2 发射极输出高电平, 经 R_5 限流 VT2 导通, 排风扇运行。这一稳定状态一直保持不变。当使用完卫生间时, 门再次离开门框, SA 又恢复到常开位置。IC1 的③脚又处于低电平, 但 IC1 的③脚无正脉冲触发, 电路状态保持不变。当人离开而闭合卫生间门时, SA 闭合, IC1 的③脚又受到高电平的作用, 双稳态发生翻转。IC1 的①脚由高电平跳变到低电平, V1 发射极输出低电平, 晶闸管 VT1 关断, 照明灯熄灭。IC1 的①脚跳变的电平经 C_3 触发单稳态 IC2, 其③脚输出高电平加到或门 VD2 的正端, V2 仍输出高电平。此时晶闸管 VT2 仍导通, 排风扇继续运行。当延时结束时, IC2 的③脚输出低电平, 此时 VD1、VD2 的正极均为低电平, V2 发射极输出低电平, VT2 关断, 排风扇停止运行, 电路回到初始稳定状态, 全过程结束。

调节 RP 使排风扇的延时满足自己环境的需要。在调试电路时, VT1、VT2 各接 100W 灯泡, 电路均应正常工作。

24. 无线抢答器

该抢答器采用无线电遥控原理, 其遥控距离可达 10m 以上。

发射电路主要由无线电发射头 TDC1808 和专用编码集成电路 MC145026 组成, 原理见图 1-24 中的①。

编码集成电路 MC145026 管脚功能见图 1-24 中的②。它由时钟振荡器、分频器、地址/数据编码输入电路以及数据选择与缓冲器等几部分构成。时钟振荡器及分频器向整个编码器提供基准时钟, 以协调各部分的工作。地址/数据编码输入电路将输入的不同地址及数据转变为相应的编码信号, 以不同脉冲宽度及数目来表征不同指令。数据选择与缓冲电路将电路的并行码变为串行码并输出。

其中, A1~A5: 加密地址输入端。为三态输入, 即“0”、“1”、“开路”三种状态, 故可有 $3^5=243$ 种不同地址密码。

A6/D0~A9/D3: 加密地址/控制数据输入端。它们具有双重功能, 既可以作为地址输入端, 又可以作为数据输入端。作为地址使用时, 可有 $3^9=19683$ 种地址

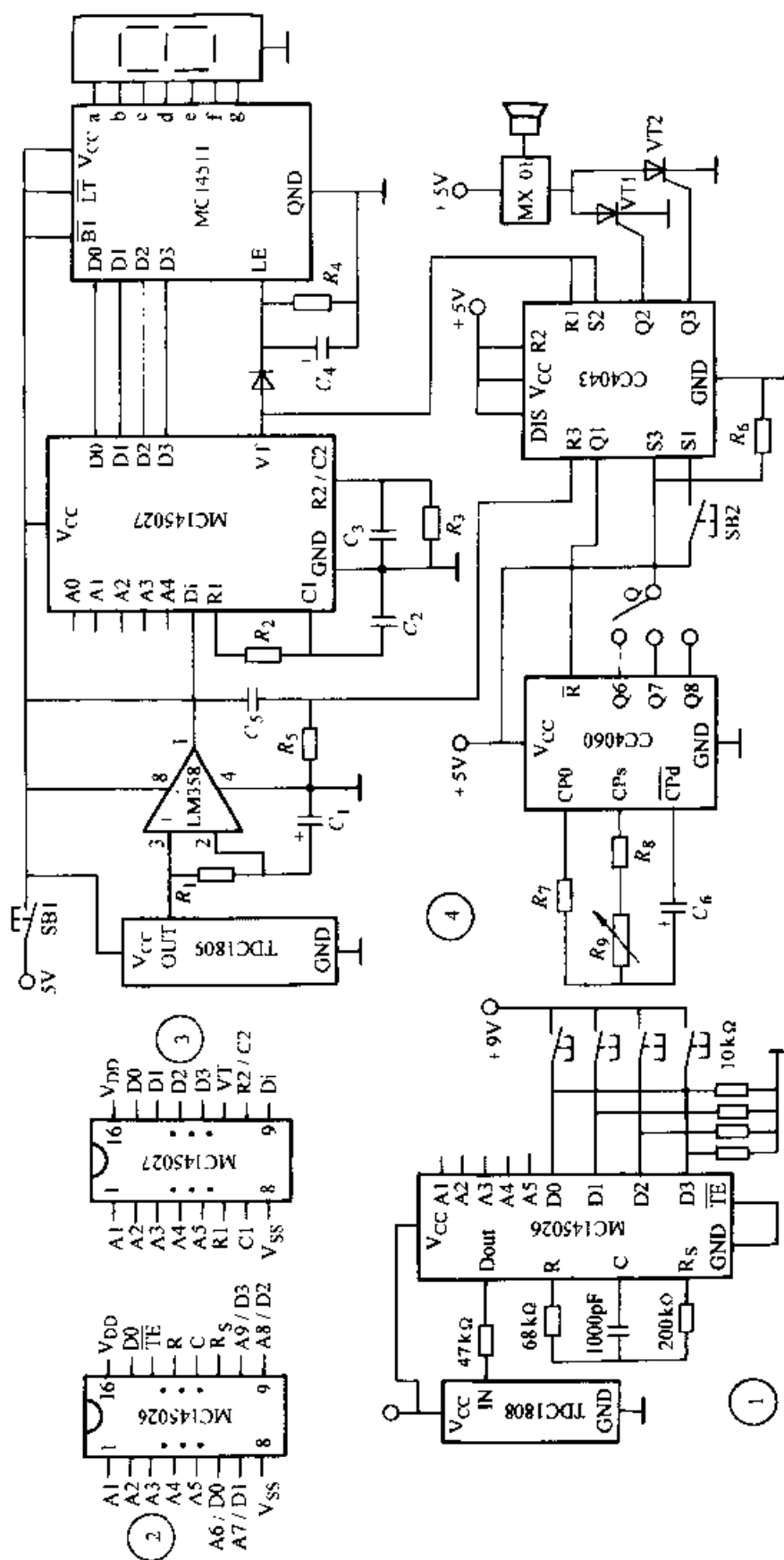


图 1-24 无线抢答器电路

R_1, R_7 100k Ω R_2 47k Ω R_3, R_4 1M Ω R_5, R_6 1k Ω R_8 39k Ω R_9 4.7k Ω
 C_1 1 μ F C_2 3.3 μ F C_3 4.7 μ F C_4, C_5 10 μ F

编码；作为数据使用时，有“0”、“1”两种状态，共有 $2^4=16$ 种控制数码。

R 、 C 、 R_c ：内部时钟振荡器外接阻容元件端。它们确定振荡频率 $f_0=2.2RC$ ，其中 $R_c=(2\sim5)R$ 。

$D0$ ：编码脉冲输出端。加密地址码及控制数据码均由 $D0$ 端串行输出。

TE ：编码脉冲发送启动端，低电平有效。

发射头 TDC1808 采用 250MHz 超高频，因此具有很高的抗干扰能力。

发射器工作原理：

R 、 C 、 R_c 三端产生频率为 6.6kHz 的信号。 $A0\sim A4$ 地址码设为“悬空”。 $D0\sim D3$ 为编码端。做抢答器时，可根据实际需要设置其编码，由开关直接控制电源通断即可实行单组号遥控。

接收电路由无线电接收模块 TDC1809、解码块 MC145027、4~7 段译码器 MC14511、计数器 CC4060、R-S 触发器 CC4043 等组成，原理见图 1-25 中的④。

接收模块 TDC1809 是与 TDC1808 配对的无线电接收模块。

MC140527 是与 MC140526 配套的解码集成块。其管脚功能见图 1-25 中的③。

VT ：解码指示端。当解码有效时， VT 为高电平，高电平宽度为 $1.1RC$ 。

R_1 、 C_1 ：外接电阻、电容端。其值以 MC145026 中的 R 、 C 数值确定， $R_1C_1=3.95RC$ 。

R_2 、 C_2 ：外接电阻、电容端。其值也由 R 、 C 的数值决定， $R_2C_2=77RC$ 。

Di ：编码信号输入端。

MX-01 为音乐片，可选门铃声。

接收器工作过程如下：

当 TC1809 接收到 TDC1808 发射的无线电波时，OUT 端串行输出经运放 LM358 滤波整形，输出到 MC145027 的 Di 端，对输入信号进行解码。当解码有效时， VT 输出高电平，同时， $D0\sim D3$ 输出解码数据，经过 MC14511 译为七段译码驱动数码管。

其中，当 MC145027 解码有效时，对电容 C_1 充电，使 LE 为高电平，将输出七段译码器锁存，使后来由 MC145027 解码的数据不能通过 MC14511 译码，从而达到抢答功能；当 VT 经 R_2C_2 一段时间后，变为低电平，电容 C_1 经由 R_1 放电，放电时间常数为 $RC=5s$ 。锁存清除，为下一组数据输入做准备。当解码有效时， $S2=1$ ， $Q2=1$ ，晶闸管 $VT1$ 导通，喇叭发出短暂响声，表示有人抢答。 $S2=0$ 时，因 MX-01 电流变化幅度大， $VT1$ 随之截止，喇叭停止发声；同时，当解码有效时， $R1=1$ ， $Q1=0$ ，CC4046 的 $R=0$ ，CC4060 开始振荡，振荡期间，可掀动开关 SB2，使 $S1=1$ 、 $\bar{R}=1$ ，CC4060 停振，如果不掀 SB2，则 CC4060 一直振荡到一定时间（由开关 Q 控制）， $S3=1$ ， $Q3=1$ ，晶闸管 $VT2$ 导通，MX-01 奏出音乐，表示规

定时间到；欲使音乐停止，揿动 SB1，当 SB1 反弹时，接高电平， C_5 通过一个尖脉冲触发 R3 为 1， $Q_3=0$ ，晶闸管 VT2 截止，音乐停止。并且，在任何时刻揿动 SB1，MC145027、MC14511 和数码管归零，停止发声。

该遥控为多发射、单接收装置，因此需要多个发射头，并且频率要与接收头的一致。如果接收装置使用交流电驱动时，变压器不要与接收头离得太近，以免影响接收头的灵敏度。

25. 八路数显抢答器

该抢答器运用集成电路 74LS273 的锁存特性，在单向晶闸管的控制下，能成功的实现优先抢答、音响提示、数字显示等功能。其工作稳定可靠，抗干扰能力强。抢答器电路如图 1-25 所示。

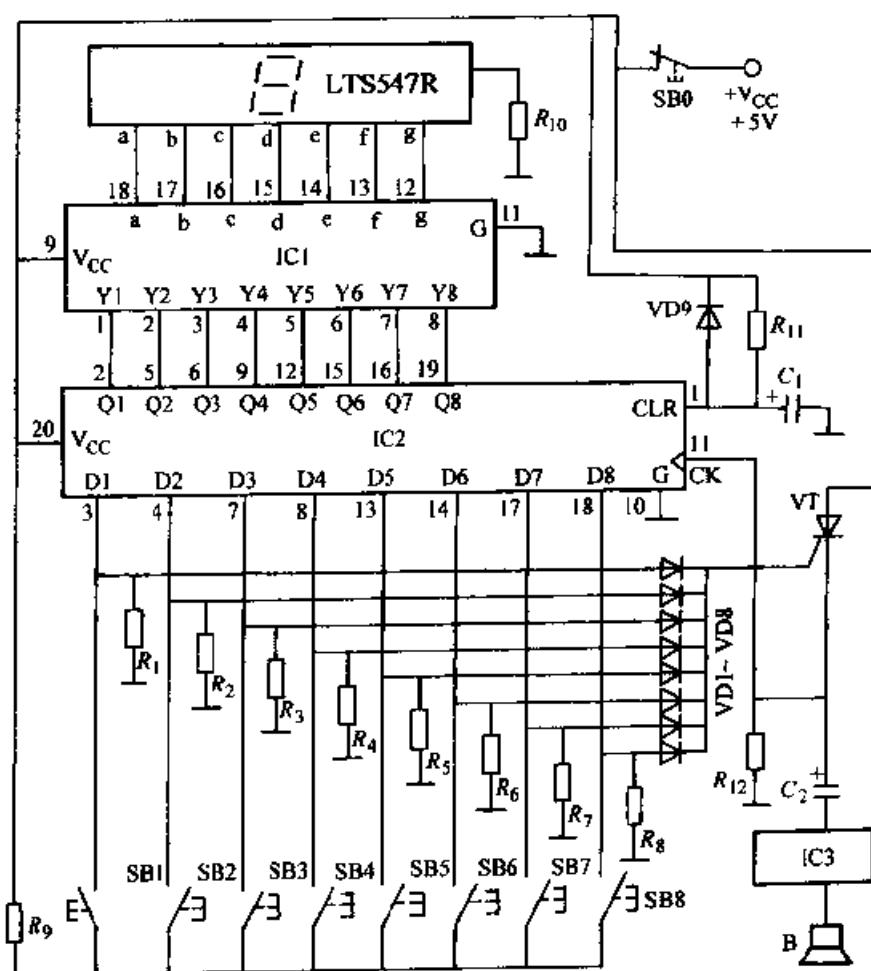


图 1-25 八路数显抢答器电路

$R_1 \sim R_8$ 100k Ω R_9 3k Ω R_{10} 200 Ω R_{11} 100k Ω R_{12} 100k Ω

C_1 2.2 μ F C_2 4.7 μ F VD1~VD8 1N4148 VT 3CT0.5A

IC1 CH233 IC2 74LS273 IC3 KD 音乐片

SB1~SB8 为自复式常开按钮,分别用作抢答按钮,SB0 为供主持人用于清除抢答信号的自复式常闭按钮。VD9、 R_{11} 、 C_1 组成上电复位清除电路。VD1~VD8 组成“或”门电路,为单向晶闸管 VT 提供触发电流。 $R_1 \sim R_8$ 的作用是保证 SB1~SB8 中任意键未按下时,集成电路 IC2 对应的数据输入端为低电位,以确保输出无误。IC2 是有复位功能的,上升沿触发的 8 位数据锁存器。IC1 为数显译码集成电路,该集成电路输出电流大,可直接驱动 LED 数码管显示。当 IC1 的所有输入端(Y1~Y8)为低电平时,数码管并不显示“0”,而是处于全息状态。LED 为共阴极数码管,IC3 为“叮咚”集成块。

工作原理是:当主持人发布抢答令后,如第四小组抢先按下“SB4”,则 IC2 的⑧脚(D4)为高电位,同时 VD1~VD8 构成的“或”门电路输出高电位,触发单向晶闸管 VT 导通,IC2 的⑪脚(时钟触发端 CK)的电位由低变高,上升沿触发 IC2,使 IC2 数据输入端上的数据送到数据输出端上。由于单向晶闸管一旦导通,控制极就失去控制作用,IC2 的⑪脚一直维持高电平,IC2 数字被锁存,故 IC2 的⑨脚与 IC1 的④脚也一直维持高电平,经 IC1 译码后,显示头 LED 便显示“4”。另外在单向晶闸管导通时,经 C_2 耦合,有一触发信号加到 IC3 的触发极,使得喇叭 B 产生音响提示。如果再按其它键,都不能使 IC2 输出数据发生变化,因此数码管显示不会改变,也不会再产生音响提示,从而实现优先抢答功能。按一下 SB0,电路便因电源终断而自动复位,显示熄灭,为下一道题的抢答作好准备。

26. 微波感应延时节电灯开关

这里介绍的微波型人体感应延时灯开关,用它控制的白炽灯泡有如下特点:当夜晚有人进入开关控制的区域内时,灯自动点亮;人走过去或静止不动时,灯亮一段时间后自动熄灭。当人在其控制范围内工作、活动时,照明灯则会始终点亮。白天,尽管人来人往,被控电灯绝不会点亮。

该开关适合于控制楼梯过道、卫生间、地下室、仓库、庭院及公共场所的照明灯,它不仅节电效果明显,而且还能有效延长灯泡的使用寿命。

微波感应延时节电灯开关的电路如图 1-26 所示,其中 H 是被控电灯。

开关前端由 V1、 C_1 、 $R_1 \sim R_4$ 等组成近微波段自激振荡电路,振荡频率主要由 C_1 决定,其工作频率约为 700~1000MHz,振荡电磁波通过天线 W 发身到周围空间。当有人在开关前移动时,根据电磁波的多普勒效应,人体的反射波就会通过天线使 V1 的自激振荡幅度和频率都发生变化,这会导致 C_2 正端的电压发生波动。该波动频率与人体活动快慢有关,而幅度与人体距 W 远近有关。这个波动信号经 C_2 、 R_5 、 R_6 加到运放 N1 的反相输入端②脚,由 N1 进行高增益放大,然后送入 N2 进行比较放大。N2 构成的比较器,对⑫脚输入的电压波动很敏感,可从其⑭脚输出 0~12V 大幅度变化的波动电压信号。该信号送入 N3 再次进行比较放

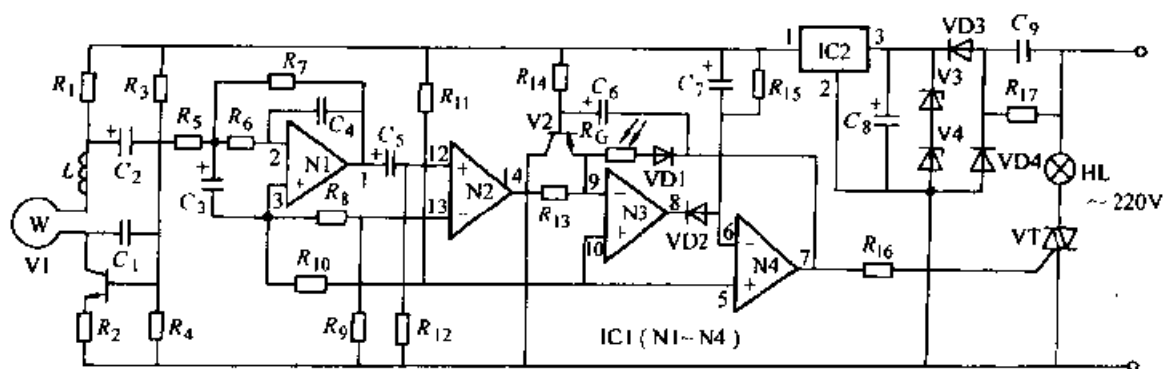


图 1-26 微波感应延时节电灯开关

R_1, R_{16} 1k Ω R_2 680 Ω R_3, R_{10}, R_{11} 7.5k Ω R_4 1.8k Ω R_5, R_6 10k Ω
 R_7 2M Ω R_8, R_{12} 15k Ω R_9 100 Ω R_{13}, R_{15}, R_{17} 1M Ω R_{14} 300k Ω
 R_L MG44-03 C_1 27 μ F C_2, C_7 47 μ F C_3, C_5, C_6 10 μ F C_4 0.01 μ F
 C_8 100 μ F C_9 1 μ F VD1、VD2 1N4148 VD3、VD4 1N4004
 V_1 9018 V_2 9015 V_3, V_4 1N4739 VT MAC94A4
 IC_1 (N1~N4) LM324 IC_2 78L12

大, 由于 N3 的同相输入端⑩脚电压固定为 2/3 电源电压 (约 8V), 故当反相输入端⑨脚电压超过⑩脚电压时, 其输出端⑧脚电平由高变低, 使隔离二极管 VD2 导通。于是 N4 的⑥脚电压变低, ⑦脚输出高电平, 触发双向晶闸管 VT 导通, H 通电发光。当人体远离 W 或停止活动后, N1 输出电压稳定为 6V, N2 输出低电平, N3 输出恢复高电平, VD2 反偏截止。由于 C_7 两端电压不能突变, 故通过 R_{15} 充电, N4 的⑥脚电压逐渐上升, 当超过⑤脚电压时, 其⑦脚输出低电平, VT 在交流电过零时关断, H 自动断电熄灭。这段时间为延迟时间, 其长短取决于 C_7 、 R_{15} 的时间常数, 按图选择数值为 15s 左右。

V_2 、 R_{14} 、 C_6 等组成晶闸管延迟触发电路。由于 VT 关断瞬间会引起 C_2 输出电压波动, 如无此电路, 会使电路产生误触发, 使 H 始终关不灭。有了此电路, 当 N3 的⑨脚在关灯脉冲到来时, 由于 C_6 瞬间可视为短路, 关灯脉冲通过 V_2 、 C_6 放电, 使⑨脚脉冲电压低于⑩脚电压, 保证 VT 顺利关断。VT 关断以后, R_{14} 给 C_6 充电, 只有当 C_6 电压升高后, V_2 才能截止, 人体活动信号才能通过 N3 触发后级。 R_{14} 对 C_6 的充电时间, 即为关灯到第二次开灯所需最短时间, 也就是等待时间, 这段时间内人体活动不能引起 VT 触发。通常该时间取 3~4s 为宜。

R_G 与 VD1 等组成光敏控制电路。白天, R_G 受外界自然光照呈低阻值, 由 N2 送来的人体探测电压信号经 R_G 、VD1 和 N4 的⑦脚形成回路, 使 N3 的⑨脚电压始终超不过⑩脚电压, N3 和 N4 输出状态不随人体探测信号改变, H 始终不会点亮; 夜晚, R_G 失去外界光照呈高阻, 它对 N3 的⑨脚“钳压”作用消失, N3 以后电路才会对人体探测信号作出反应。由于 R_G 通过 VD1 和 N4 输出端接地, 故 H 点

亮后, 虽然 R_G 受灯光照射也呈低阻值, 但由于 N_4 输出高电平使 VD_1 反偏截止, R_G 光控作用也无法发挥, 所以光控电路不会对 H 的光照作出反应。

IC1 ($N_1 \sim N_4$) 采用四运放集成电路 LM324, 它内部有 4 个相互独立的运算放大器, 芯片采用 14 脚双列直插塑封包装。此开关适合用来控制 100W 以上的普通白炽灯泡。

27. 用 BA3102 集成电路制作的多功能插座控制器

用一块 BA3102 电风扇控制集成电路制作一个十分理想的多功能插座控制器, 它具有随时开机、关机及 8h 定时开、关机功能, 其电路如图 1-27 所示。

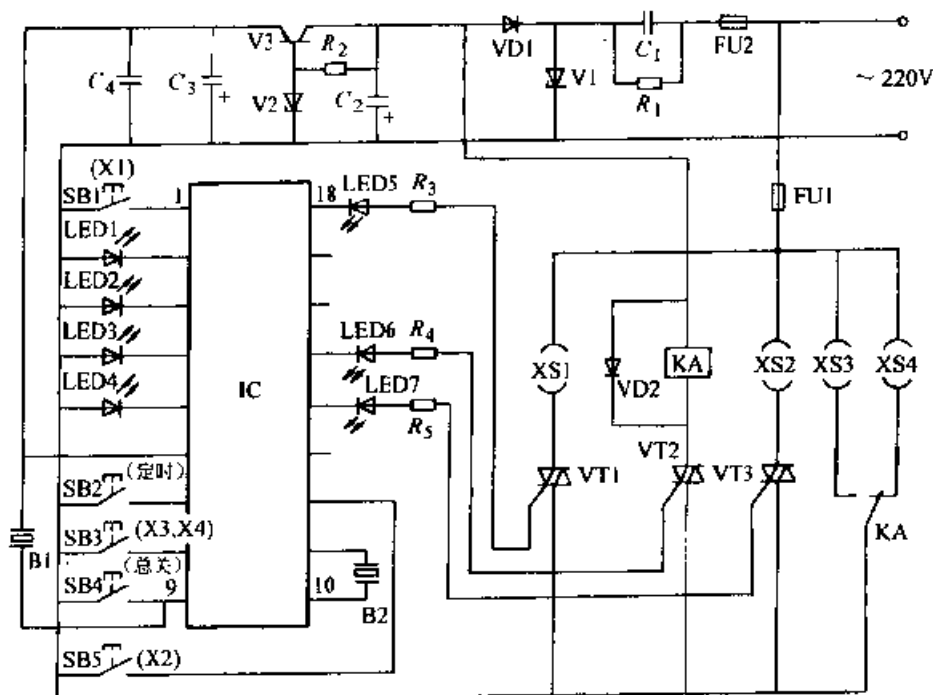


图 1-27 用 BA3102 集成电路制作的多功能插座控制器

R_1 1M Ω R_2 1k Ω R_3, R_4, R_5 300 Ω C_1 1 μ F C_2 100 μ F C_3 470 μ F

C_4 0.1 μ F VD_1 1N4004 VD_2 1N4001 V_1 (12V) V_2 (5.6V)

V_3 8550 VT_1, VT_2, VT_3 BCR3AM B_1 ($\phi 27$ mm)

B_2 (32768Hz) FU_1 (2A) FU_2 (1A) IC BA3102

220V 交流经 C_1 降压、 V_1 、 VD_1 整流稳压为 12V 电压, 一路为继电器 KA 提供所需的直流电压, 另一路再经由 V_3 、 V_2 等组成的电子稳压滤波器输出约 5.6V 直流电压供集成块 BA3102 使用。按钮 SB_1 可控制晶闸管 VT_1 开通与关断, 按一下 SB_1 , VT_1 开通, 插座 XS_1 对外送电, 同时 LED5 点亮, 再按一下 SB_1 , VT_1 关断, XS_1 停止对外送电。LED5 熄灭。 SB_5 则控制插座 XS_2 是否对外送电, 控制方式与上相同, LED7 可指示插座是否供电。BA3102 的 15 脚为弱风输出端 L, 现用来控制插座 XS_3 与 XS_4 。按一下 SB_3 , 首先中风输出端 M 输出控制信号, 3s 后

改由 15 脚的弱风输出端 L 输出控制信号, 此时晶闸管 VT2 开通, 继电器 KA 得电吸合, 插座 XS3 对外送电, 此时 LED6 光指示。按一下 SB2 可设置定时时间, 定时时间按 1h、2h、4h、8h、……循环设定。发光二极管 LED1~LED4 也跟着循环发光显示。定时时间一到, LED6 熄灭, VT2 关断, 继电器 KA 释放, 此时 XS3 停止对外送电。但 XS4 可对外送电, XS3 与 XS4 是互逆控制。在定时过程中, 我们可以随时按动 SB4, 使定时中断, XS3 停止对外送电。

28. 过电压和欠电压保护插座电路

本插座带有过电压和欠电压保护功能, 从而达到了电压双限的目的。电路见图 1-28。

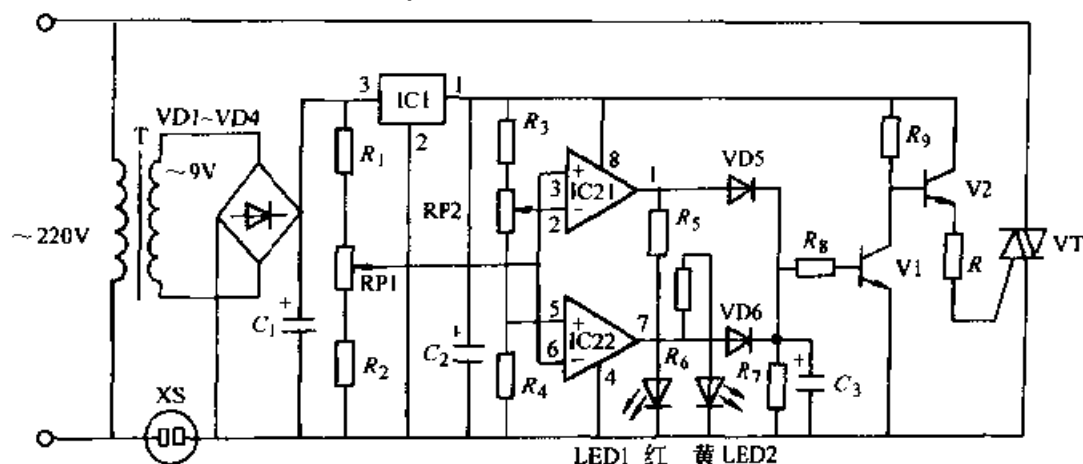


图 1-28 过电压和欠电压保护插座电路

R_1, R_7, R_8 2k Ω R_3, R_4 22k Ω R_5, R_6 470 Ω R_2 3k Ω R^* 47 Ω
 $RP1, RP2$ 10k Ω C_1 1000 μ F C_2 100 μ F C_3 10 μ F VD1~VD6 1N4001
 V1 9014 V2 9013 VT (3A) IC1 78L05 IC2 LM358

市电经变压器降压至 AC 9V 后, 整流滤波, 经三端稳压器稳压后输出 5V 给电路提供电源。IC2 是双运放 LM358, 在这里用作窗口电压比较器, 其中 IC21 组成过电压比较器, IC22 组成过、欠电压比较器。 $R_1, RP1, R_2$ 组成取样电路, $R_3, RP2, R_4$ 组成基准电路。欠电压时, 变压器二次电压下降, $R_1, RP1, R_2$ 组成的取样电路检测到欠电压信号, 即 RP1 的中心滑臂电位下降, 而基准电路因接在 IC1 后, 所以 IC22 同相输入端电位不变。当 IC22 的反相输入端电位低于同相输入端电位时, ⑦脚输出高电平、LED2 亮指示欠电压, V1 导通, V2 截止使 VT 也截止, 插座无输出, 实现欠电压保护。同理当过电压时, RP1 的滑臂电压升高, 当 IC1 的同相端电压大于反相端电压时, ③脚输出高电平、LED1 亮, 指示过电压, V1 导通, 重复上述过程, 插座无输出, 实现过电压保护。

电路焊好后, 用调压器将市电降至 180V, 调节 RP1, 使 LED2 刚好亮为止。

此时,插座应无输出,否则应重点检查 V1 是否导通,再将市电升至 260V,调节 RP2,使 LED1 也刚好亮为止,插座也应无输出,调解完成。如改变双限电压调节范围,重新设置 RP1、RP2 即可。

29. 双表定时电子开关电路

许多电器要求每天定时开、定时关。本电路采用电子表、双 D 触发器、双向晶闸管组成定时电子开关。其特点是使用灵活、方便,性能稳定、可靠,调试简单,成本低廉。只要一次性定好开与关的时间,以后不再需任何调整,每天都能在这一时间段开与关,可广泛用于各种时间性很强的场合。该开关电路工作原理见图 1-29。

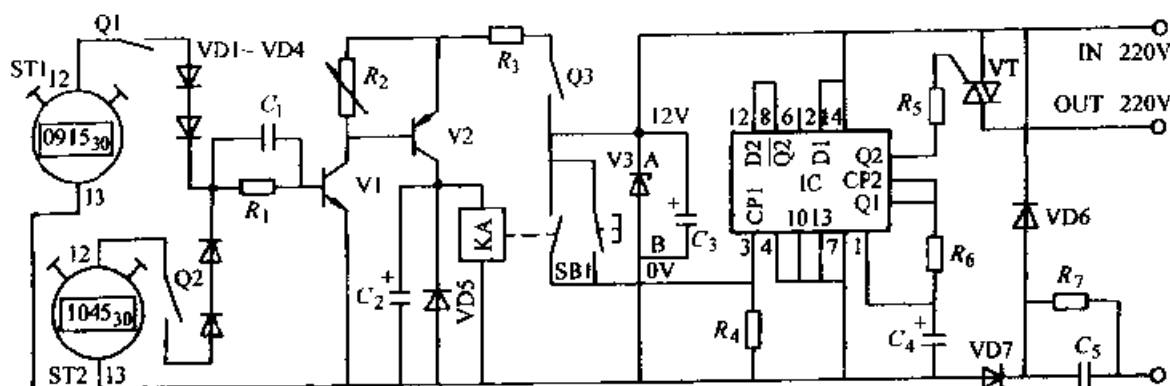


图 1-29 双表定时电子开关电路

R_1 560k Ω R_2 200 Ω R_3 680 Ω R_4 10k Ω R_5 510k Ω R_6 、 R_7 1M Ω

C_1 0.47 μ F C_2 25 μ F C_3 220 μ F C_4 0.68 μ F C_5 0.68 μ F

VD1~VD5 2CP10 VD6、VD7 1N4007 V1 3DG6 V2 3AX31

V3 2CW10 IC CO33 VT BCA3A/600V

电子表在显示“P”状态与“A”状态时,其⑫、⑬脚输出有 1V 与 2V 左右的交流电压,从⑫、⑬脚取出电子表在“P”-“A”转换瞬间的电压增加值作为定时信号,经整流放大后带动继电器 KA 动作,使集成电路 CO33 的③脚变为高电平。由于放大电路仅在“P”-“A”转换瞬间工作,平时处于截止状态,所以继电器是瞬间吸合。

集成电路 IC 采用双 D 触发器 CO33,其中 1/2 与 R_6 、 C_4 组成单稳电路,另外 1/2 组成双稳电路。D 触发器输出端 Q 的状态与 CP 端脉冲作用前 D 端的状态一致。电路中的 C_5 、 R_7 、VD6、VD7、 C_3 等元件构成电容降压、整流、稳压、滤波电路,使 A、B 两点间得到 12V 直流电压。在这里 D1 端接在 A 点高电平上,故③脚每当有一高电平时,即继电器 KA 吸合时,Q1 端便由“0”翻转为“1”,单稳电路的 Q1 端高电平通过 R_6 向 C_4 充电,经过 $0.7R_6C_4$ 时间后, C_4 端的电压达到 CO33 的①脚复位端的转换电平,Q1 端又由“1”翻转为“0”。因 Q1 端与双稳电

路的 CP2 端相连, D2 端有与 $\overline{Q2}$ 端相连, 故 CP2 端每有正脉冲作用一次, Q2 状态就翻转一次, 形成电路的双稳状态。

因电子表输出的是 32Hz 的方波电压, 会使继电器抖动, 因此用电容 C_3 来稳定继电器的吸合。而单稳电路的作用是, 能避免可能因继电器抖动而产生的多个不应有的脉冲进入双 D 触发器, 造成触发状态的不确定。因此, 加上“双保险”, 可在定时时间一到, 确保输出翻转一次。VT 为双向晶闸管, 当 Q2 端为低电平时 VT 导通, 当 Q2 端为高电平时 VT 截止。因此能实现继电器每吸合一次, 输出就翻转一次, 即输出达到接通或断开的目的。

调试时, 先断开继电器与 CO333 脚的接线, 接通电源。调电子表于“小时”状态, 改变 R_2 , 使电子表显示“T”时, 继电器不吸合, 在显示“A”时, 逐渐增大 R_2 使之吸合, 经反复调 R_2 直至显示“P”不吸合, 显示“A”时能吸合, 但只能瞬间吸合一次, 最后将断开的线接上。

使用方法分两种情况:

1) 当前时间与定时开/关时间超过 12h 的调整: 例如需要在明晨 2:40 定时开机, 在 4:20 定时关机, 而当前时间为今天上午 7:30, 则定时开、关机的时间与当前时间的间隔分别为 19:10 和 20:50, 此时断开 Q1, 调电子表 ST1 显示为 4:50 (24:00-19:10), 断开 Q2, 调电子表 ST2 显示为 3:10 (24:00-20:50), 且 ST1、ST2 中间小点一闪一闪的, 说明电子表在走时。然后调 ST1 小时显示“4:A”, ST2 小时显示为“3:A”最后合上 Q1 和 Q2 即可。

2) 当前时间与开/关时间在 12h 以内的调整: 例如需要在今天下午 14:10 开机, 在 16:50 关机, 而当前时间为上午 7:30。则定时开、关机的时间与当前时间的间隔分别为 6:40 和 9:20, 此时断开 Q1, 调电子表 ST1 显示为: “5:20” (12:00-6:40), 断开 Q2, 调电子表 ST2 显示为: “2:40” (12:00-9:40), 仍要中间小点一闪一闪的, 然后调 ST1 小时显示为“5:P”, ST2 小时显示为: “2:P”, 最后合上 Q1 和 Q2 即可。

如果不需要定时开与关, 则断开 Q3 即可, 利用 SB 按钮来实现手动开与关。每按一次按钮, 输出就会翻转一次, 实现开、关机。

如果只需定时开, 无需定时关; 或只需定时关, 无需定时开, 则只断开其中一只电子表即可。调试方法与前述相同。

30. 实现自动抽水控制器

本电路适用于由自备水井向水塔抽水的自动控制。电路如图 1-30 所示。

电路分检测控制及执行两部分。工作过程如下: 合上刀开关 QM, 市电经变压器 T 降压到 25V, 执行部分电源由 VD1~VD4 整流, C_1 滤波后形成约 30V 直流电, 一路经继电器线圈加到 V2 集电极, 另一路经 R_1 、LED1 加到光耦合器 IC2⑤

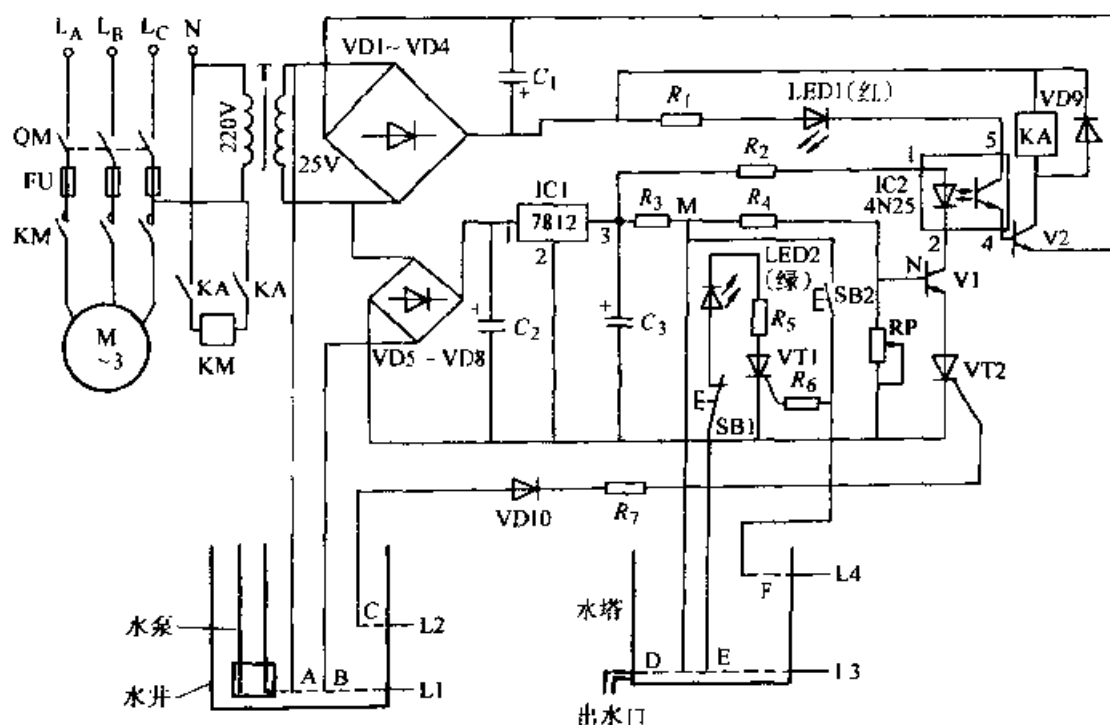


图 1-30 实用自动抽水控制器

R_1, R_2 2k Ω R_3 6.8k Ω R_4 20k Ω R_5 200 Ω R_6 10k Ω R_7 1.7k Ω RP 10k Ω

C_1, C_2 470 μ F C_3 100 μ F VD1~VD10 1N4001 V1, V2 3DG12

VT1, VT2 BT1690 IC1 7812 IC2 4N25 KA JTZ-229

脚。检测部分经 A 电极、水电阻、B 电极、VD5~VD8 整流、 C_2 滤波、IC1 稳压后，在 C_3 两端得到 12V 电压，一路经 R_2 、IC2 的①、②脚加到 V1 集电极，另一路经 R_3 、 R_4 与 RP 分压后加到 V1 基极 (N 点)。调整 RP，使 N 点电压为 1.8V。

当水塔中无水，水井中有水且水位达到或超过 L2 线时，A、B 电极点的脉冲电压经水电阻、C 电极、VD10、 R_7 加到 VT2 控制极，使 VT2、V1 导通，光耦合器发光管发光、光敏三极管导通，使 30V 电压经 R_1 、LED1 加到 V2 基极使 V2 导通、KA 得电，常开触点闭合，KM 得电，水泵向水塔加水。同时，红色发光管 LED1 点亮，指示灯正在加水。

当水塔中水位达到 L4 线触到 F 电极时， R_3 、 R_4 间 M 点电压 (约 9.4V) 经 D 电极、水电阻、F 电极加到 VT1 控制极，同时 M 点电压经 D 电极、水电阻、E 电极、LED2、 R_5 加到 VT1 阳极，由于 VT1 导通使 M 点电压被钳位到较低电平 (根据水电阻大小有所不同)，则 N 点电压降低使 V1、VT2 截止，光耦合器断电、LED1 熄灭，V2 截止，KA 释放，水泵停止抽水，同时绿色发光管 LED2 点亮，指示水塔内已加满水。

当用水后水位低于 L4 线时，因 VT1 维持导通，故 M 点仍维持低电位，电路仍处于停止抽水状态。只有当水用完，水位低于 L3 线时，D、E 电极间无水电阻，

相当于断开, M 点才恢复至高电位, 电路如前所述又开始抽水。当水位达到 L_3 线时, 因 VT_1 已截止, 故电路仍维持抽水状态, 直到水位达到 L_4 线, 接触 F 电极为止。

A 、 B 、 C 三电极针对枯水季节而设置, 其中 A 、 B 电极放置于水井底部高于水泵吸水口的 L_1 线处, 其作用是检测水是否被抽完。当水塔中水位未达到 L_4 线而井水已被抽干低于 L_1 线时, 整个检测控制部分断电使 KA 和 KM 释放、电动机断电, 防止电动机长时间空转。当水位回升到 L_1 线时, 虽然控制部分电源已接通, 但因 VT_2 截止, 执行部分仍不能工作。只有当水位升到比 L_1 高 $50\sim 100\text{cm}$ 的 L_2 线接触 C 电极时, VT_2 被触发导通, 电路才能重新工作, 防止了水位过低时电动机频繁起动。

D 、 E 、 F 三电极置于水塔中, 其中 D 、 E 电极在水塔底部的 L_3 线上, 检测水是否已用完。 F 电极置于水塔上部, 与 D 电极一起检测水塔中是否已蓄满水。因检测控制部分由 A 、 B 电极通过水电阻接至变压器二次侧提供电源, 故其所能提供的电流较小, 不足以吸合继电器, 为断电器单独设置了一路电源。两部分通过光耦合器耦合, 提高了可靠性。

为减小水电阻, 可采取增大电极表面积及减小 A 与 B 、 D 与 E 电极间距离等措施。

合上电源, 将 A 、 B 、 D 电极插电压约为 1.8V , 将电极取出再放入水中时, KA 应能迅速吸合, 否则应重新调整。将 D 、 E 电极放入另一盛水容器中, 用 F 电极碰触水面时 KA 应能释放, 同时 LED_2 点亮。拿出 D 、 E 电极, KA 应继续吸合。

电路中 SB_1 、 SB_2 为手控按钮, 当水未用完时接常闭。

二、照明控制电路

1. 半波延时熄灯开关

图 2-1 电路中,当开关 Q 闭合时,灯亮。同时,220V 交流经 R_1 、VD 整流对 C 充电,约 0.5min 充至 12V。断开 Q 时,C 上电压通过 R_2 、VT 门极放电,使晶闸管单向导通。灯在半波电压下继续点亮,直至电容 C 上电荷泄放完灯灭。延迟时间约 1min。在不超过稳压管 V 的最大电流条件下,酌情减小 R_1 阻值,可缩短 C 的充电时间。调整 R_2 大小,可改变延迟灯灭的时间。

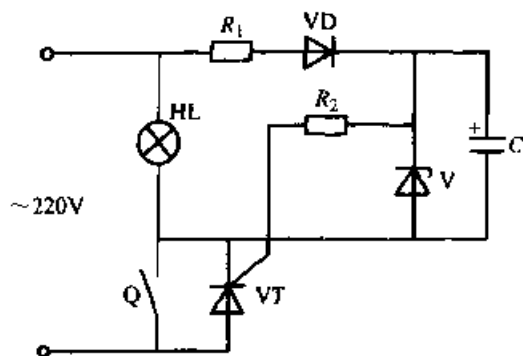


图 2-1 半波延时熄灯开关

2. 延时熄灯拉线开关

日常生活中常遇晚上熄灯离屋或关灯

上床就寝都要摸黑进行,颇感不便。一种新颖的延迟熄灯拉线开关,开灯时和普通拉线开关一样,拉一下灯就亮,关灯时,拉一下灯不是马上熄灭,而是变成暗光,再延迟数十秒钟才熄灭。电路原理见图 2-2。

二极管 VD1~VD4 和晶闸管 VT 组成开关主电路。三极管 V1、V2 等组成开关的延迟控制电路。平时三极管 V1、V2 因无基流而处于截止状态,晶闸管 VT 无触发而阻断,灯不亮。此时 220V 交流电经整流、 R_5 使发光二极管 V4 点亮,可用做夜晚指示开关位置。因电流过小,也不足以使灯泡发光。

需开灯时,只要用手触摸一下电极片,因人体的泄漏电流经 R_4 、 R_5 注入 V2 基极,使 V2 迅速导通, V1 随之导通,有触发电流注入晶闸管门极使之开通,灯亮。在 V2 导通瞬间,电容 C 经 V2 迅速充电至稳压管 V3 的稳压值约 12V。灯亮后人手离开电极片,三极管 V2 截止,但由于 C 储存电荷通过 R_1 向 V1 发射极放电,使 V1 继续保持导通状态,灯泡仍能正常发光。当 C 电荷放完后, V1 截止, VT 在电流过零时阻断,灯灭。延迟熄灯的时间主要由电阻 R_1 、 R_2 和电容 C 的数值决定。按图 2-2 所选参数,延迟时间约 30s,增加 R_1 、 R_2 阻值或 C 容量可增长延迟时间。另外,还与三极管的 β 值和晶闸管的触发灵敏度有关。电路中 R_5 、 R_6 两个高值电阻是为了保证使用者的安全。 R_5 插焊在线路板上, R_6 则紧贴在触摸片背后

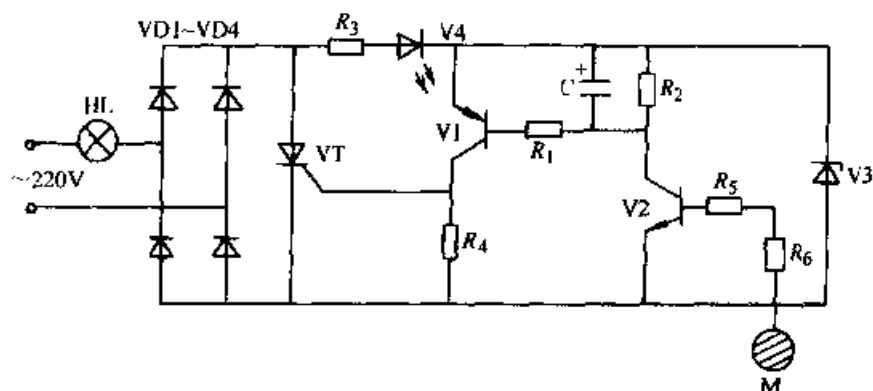


图 2-2 延迟熄灯拉线开关

R_1 110k Ω R_2 51k Ω R_3 10k Ω C_1 4.7 μ F C_2 47 μ F
 C_3 0.01 μ F VD1 1N4004 VD2 1N4148 V (25V)
 VT MC100-8 (1A/600V)

焊接，用环氧树脂封固，用以保证使用者的绝对安全。

3. 应用双 D 触发器的触摸开关电路

这里介绍一种应用双 D 触发器数字集成电路和晶闸管组成的触摸开关，可用来直接取代原有的普通接点开关。电路如图 2-3 所示。

开关主电路由 VD1~VD4 和 VT 组成，集成电路 IC 等组成开关的控制回路。 R_1 、V、 C_3 组成简单的电阻降压稳压电路，输出 12V 左右的直流电供控制回路用电。VD5 用作夜晚弱光指示。

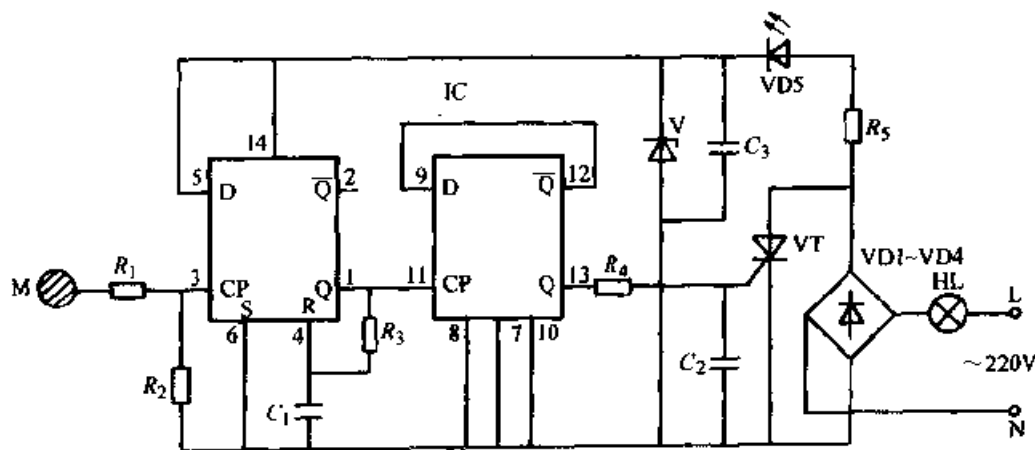


图 2-3 应用双 D 触发器的触摸开关电路

集成电路 IC 用 CD4013 型双 D 触发器，它采用 14 脚双列直插式塑封外型。将 IC 分别接成一个单稳态电路和一个双稳态电路。单稳态电路的作用是对触摸信号进行脉冲展宽整形，保证每次触摸动作都有效。双稳态电路用来驱动晶闸管 VT 的开通和关断。

用手触摸电极片,人体泄漏电流在电阻 R_2 上产生压降,其正半周信号进入 IC 的③脚即单稳态电路的 CP 端,使单稳态电路翻转进入暂态,其输出端 Q 即①脚由原来的低电平跳变为高电平。此高电平电流经 R_3 向 C_1 充电,使④脚即 R 端电位上升。当上升到复位电平时,单稳态电路复位,①脚恢复低电平。所以每触摸一次电极片,①脚就输出一个固定宽度的脉冲。此脉冲将直接加到⑩脚即双稳态电路的 CP 端,使双稳态电路翻转一次。当③脚为高电平时,VT 的门极通过 R_4 获得正向触发电流而开通,即电子开关闭合,电灯 H 点亮发光。这时电容 C_3 两端电压会跌到 3V 左右,发光管 VD5 熄灭,但 IC 仍能正常工作。当③脚输出低电平时,VT 失去触发电流,当交流过零时即关断,电灯熄灭。这时 C_3 两端电压又能恢复到 12V,发光管 VD5 点亮作弱光指示。

由此可见,每触摸一次电极片,就能实现“开”或“关”灯的动作。此开关电路接入照明电路,与普通开关接法一样,但要注意相线与零线接法必须按图所示,即相线进开关。

4. 声光双控延迟照明灯

声光双控延迟照明灯已广泛应用于楼梯、过道照明。它白天自动关闭,夜晚有人走动时,其脚步声或谈话声可使电灯自动点亮,亮后 30s 又自行熄灭。这种自动延迟照明灯可有效地消除长明灯,节约了宝贵的电能。

一种采用集成电路和晶闸管组成的声光双控延迟照明电路如图 2-4 所示。

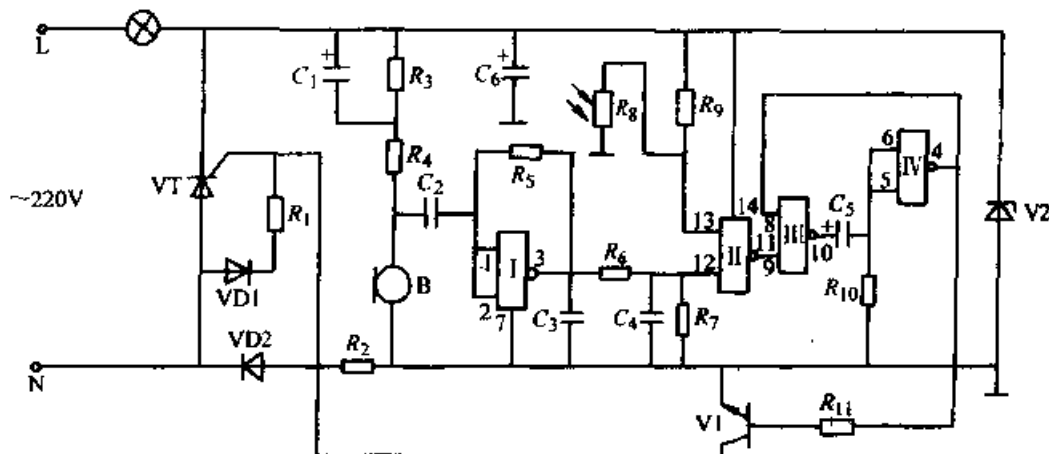


图 2-4 声光双控延迟照明灯

R_1 1M Ω R_2 75k Ω R_3 R_4 5.1k Ω R_5 2.5M Ω R_6 150k Ω
 R_7 270k Ω R_8 MG45 R_9 100k Ω R_{10} 5.1M Ω R_{11} 51k Ω
 C_1, C_5 10 μ F C_2 0.1 μ F C_3, C_4 1000pF C_6 220 μ F
 VD1、VD2 1N4004 V1 9013 V2 2CW13 VT MCR100-8

晶闸管 VT 构成照明开关的主回路,控制回路主要由二输入端四与非门集成电路 CD4011 构成。与非门 1 组成线性放大器,用来放大话筒 B 输入的音频信号

与非门Ⅱ组成光控开关,与非门Ⅲ/Ⅳ组成单稳态电路。与非门的逻辑功能是:“见0出1,全1为0”。白天室内光线较强,光敏电阻 R_8 受光照射呈低阻,使与非门Ⅰ的一个输入端⑬脚为低电平“0”,输出端⑪脚为高电平“1”,故⑨脚也为“1”。与非门Ⅳ两个输入端⑤、⑥脚因 R_{10} 接地为低电平“0”,所以输出④脚为“1”,⑧脚也为“1”。与非门Ⅲ两个输入端都为“1”,输出端⑩脚为“0”,电容 C_5 两端均为低电平无法充电而三极管V1因基极电阻 R_{11} 接高电平的④脚,故V1导通,V1的门极被V1接地而关断,电灯不亮。由于⑬脚为低电平“0”,所以不管其⑫脚电平如何变化,电子开关均被封死,电灯不可能被点亮。

晚上,光敏电阻 R_8 无光照射呈现高阻,其阻值远大于 R_9 ,所以⑬脚为高电平“1”。这就为开灯提供了条件。输出端⑪脚的电平高低还要看⑫脚电平情况。当有人走动时,拾取的声音信号经 C_2 耦合到与非门Ⅰ进行放大,然后经 R_6 向 C_4 充电(充电时间常数很小),使⑫脚也变为高电平“1”。根据与非门全1为“0”的逻辑关系,⑪脚输出低电平“0”,⑨脚也为“0”。由“见0出1”可知⑩脚为“1”,即⑩脚输出高电平,经 R_{10} 向 C_5 充电。根据电容两端电压不能突变的原理,⑤、⑥两脚为“1”,故输出端④脚为低电平“0”,V1截止,晶闸管VT的门极通过VD1、 R_1 获得正向触发电流而开通,电灯通电而发光。经过30s左右, C_5 充电完毕,⑤、⑥脚恢复低电平“0”,④脚输出高电平“1”,V1导通,VT失去触发电流,当交流电过零时即关断,电灯熄灭。在稳态时,⑩脚为低电平“0”, C_5 可通过 R_{10} 放电,为下次开灯做延迟准备。

VD2、V2和 R_2 、 C_6 等组成电阻降压半波整流稳压电路,输出6V左右直流电供集成电路用电。

与非门Ⅰ~Ⅳ是一块二输入端四与非门集成电路。 R_8 为光敏电阻,可用硫化镉光敏电阻器。B用CRZ2-113F型驻极体电容话筒。

全部元件在印制线路板上安装好后,放入一个塑料小盒内。盒面适当位置开一个透光小孔对准光敏电阻的受光面。对外的两根引出线与电灯串联后接入220V交流电即可。

组装与调试

此灯点燃时为软启动,点然后为半波交流供电,可大大延长灯泡使用寿命。灯泡点燃时间由 R_{10} 和 C_5 的时间常数决定。

5. 简易停电应急照明灯

这种简易应急照明灯平时由交流电源给灯泡供电,同时对蓄电池进行充电。一旦交流中断,它能自动转换为由蓄电池供电,待交流电源恢复后,又自动转换成交流电源供电,蓄电池重新再充电以备用。该电路如图2-5所示。

电源变压器的二次电压一路经二极管VD2、VD3全波整流后,给6V灯泡供电;

另一路径 $VD1$ 、 R_1 和 $VT1$ 半波整流后给蓄电池 GB 充电。 $VT2$ 的阴极由电容 C 保持较高电位，阳极则与蓄电池正极同电位，门极由 R_3 与 R_4 分压其电位低于蓄电池的正极电位。 $VT2$ 的阳极、门极都低于阴极电位，所以 $VT2$ 关断。交流中断时， C 上电荷通过灯泡释放，变为低电平，阳极、门极均高于阴极电位， $VT2$ 开通，蓄电池向灯泡供电。待交流电源恢复时， $VT2$ 就自动关断，蓄电池重新充电。

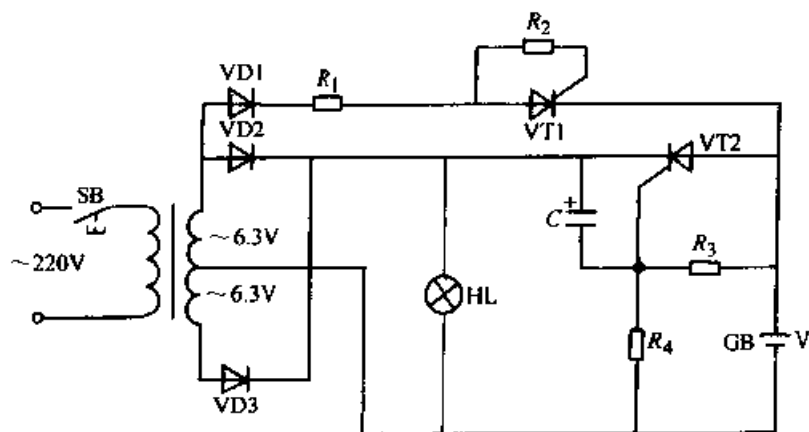


图 2-5 简易停电应急照明灯

R_1 300 Ω R_2 680 Ω R_3 1k Ω R_4 150 Ω C 100 μ F

$VD1$ (6V) $VD3$ 1N4001 $VT1$ 、 $VT2$ KP3A20V G

$VT1$ 组成蓄电池充电保护电路。在电池充电时，整流输出电压接近等于蓄电池的路端电压，这时充电电流将趋于零。当小于晶闸管的维持电流时， $VT1$ 就自行关断，蓄电池不会过充电。电源变压器可采用 220V/(2 $\times$ 6.3V) 8VA 收录机变压器。

6. 简单的应急照明灯

另一种简单的应急照明灯电路如图 2-6 所示。

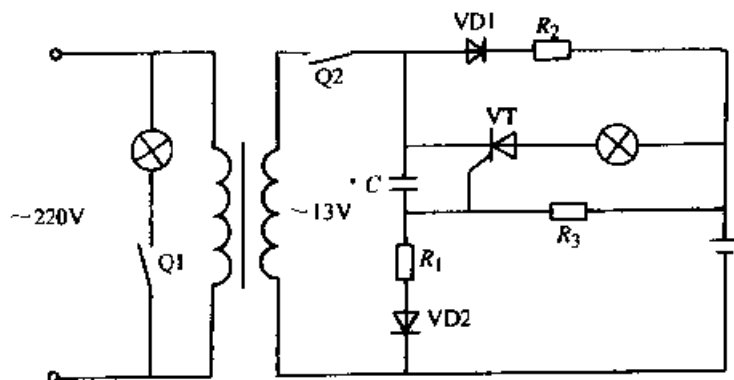


图 2-6 简单的应急照明灯

正常时，变压器二次侧提供 13V 交流电压经 $VD1$ 整流给蓄电池充电，晶闸管

VT 反向截止。同时, C 经 R_1 、VD2 充电, C 上电压可保证 VT 不被触发, 应急灯不亮。

断电后, C 经变压器二次侧、蓄电池、 R_3 放电。电池电压经 R_3 触发晶闸管导通, 灯亮。市恢复后, 又使 VT 关断, 自动复原。

7. 路灯自动控制开关

一种简单的路灯自动控制开关如图 2-7 所示。

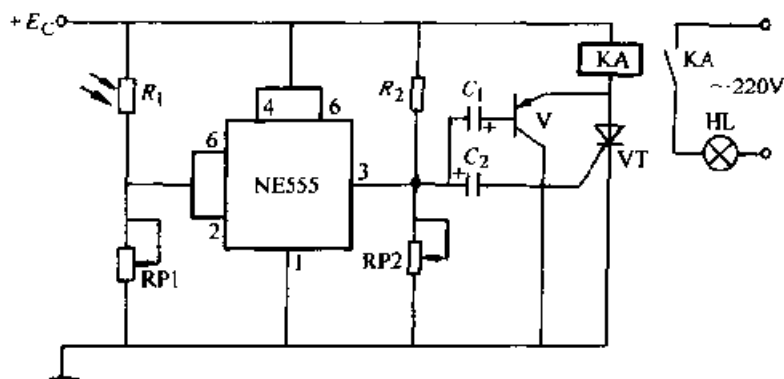


图 2-7 路灯自动控制开关

清晨, 当光线增强时, R_1 阻值变小, 端电压下降。调 RP1 使 R_1 端电压低于 $1/3E_c$ 时, 接成比较器形式的 NE555 定时器的输出由高变低。当光线渐渐暗下来时, R_1 端电压逐渐上升。一旦其电压高于 $2/3E_c$ 时, NE555 定时器输出由低变高。

当 NE555 定时器输出由高变低时, V 导通并使晶闸管 VT 的门极电位下跳, 使其可靠关断。当 NE555 定时器输出由低变高时, V 的基极电位上跳使其截止, 同时晶闸管 VT 的门极电位高跳, 使其可靠导通。VT 导通时, 接通继电器, 灯亮。 R_1 端电压只要大于 $1/3E_c$, 继电器保持得电, 如低于 $1/3E_c$ 则失电。开关电压幅值可由 RP2 调节, 使电路开关电压满足所要求的环境。

8. 简易照明延时开关

该电路可使房间内关灯后延时熄灭, 避免人们摸黑走路及上锁的不方便。图 2-8 所示。

开关 SB 关断后, 交流电压经 VD1~VD4 整流, 在晶闸管 VT 两端出现单相全波脉动电压。此时, 电容 C 经电阻 R_1 、VD5 和 VT 的门极充电, 晶闸管导通, 从而使灯泡仍与电源构成通路, 电灯仍亮。

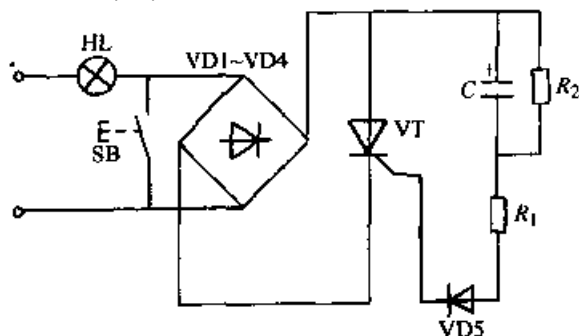


图 2-8 简易照明延时开关

随着电容的充电,晶闸管门极电流逐渐减小,经过一段延时后,晶闸管失去门极电流,在工作电流过零时截止,电灯熄灭。

9. 楼道节电灯

楼道节电灯原理电路见图 2-9。

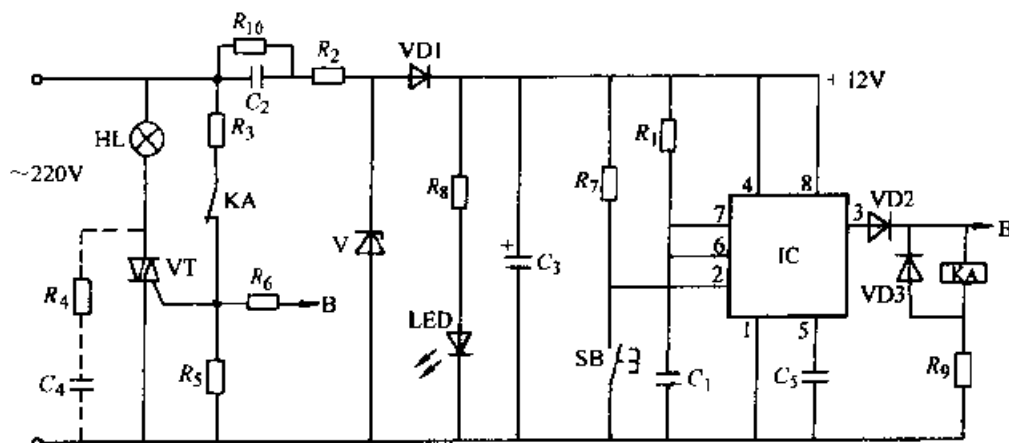


图 2-9 楼道节电灯

R_1 510k Ω R_2 100 Ω R_3 5k Ω R_4 200 Ω R_5 10k Ω R_6 580 Ω R_7 30k Ω R_8 1.2k Ω R_9 1k Ω R_{10} 510 Ω
 C_1 220 μ F C_2 0.47 μ F C_3 47 μ F C_4 0.1 μ F
 C_5 0.01 μ F VD1 1N4007 VD2、VD3 1N4001 V (12V) VT (3A/600V) IC NE555

电源由 C_2 降压、VD1 整流、 C_3 滤波等组成。V 稳压值 12V 且为整流负半周提供回路。 R_2 保护 V 免受冲击。

定时电路由 R_1 、 C_1 组成,由图电路数据定时时间 $T=1.1R_1C_1$ 约为 2min。正常时,NE555 的③脚输出低电平,VT 处于截止状态,灯不亮。当有人上楼触动一次 SB,定时开始,IC 的③脚输出高电平,继电器 KA 动作,VT 导通,灯亮。定时时间到,IC 的③脚输出低电平,KA 断开,VT 截止,灯灭。LED 与开关 SB 装在安装盒盖上,LED 可指示开关位置。如把灯改接成排风扇,SB 改接成其它控制,可构成可燃气体泄漏报警排风等装置。

10. 应用 IR2155 集成电路和 IGBT 制作的节能灯电子镇流器

IR2155 集成电路和 CMOS555 定时器功能类似,提供高电平输出和低电平输出,可以驱动两只 MOSFET 或 IGBT 管。制作节能灯电子镇流器的应用电路如图 2-10 所示。

IR2155 是一种高压快速、自振荡功率的 MOSFET 或 IGBT 的驱动器。封装方式为双列直插 8 脚塑封。① V_{CC} 脚为电源端,②脚 R_T 为定时电阻端,③脚 C_T 接定

时电容 C_T ，④脚 GND 或 COM 为公共端，③脚 LO 为低电平输出端，⑥脚 V_S 为悬浮电源端，⑦脚 HO 是高电平输出端，⑧脚 V_B 是高压悬浮端。

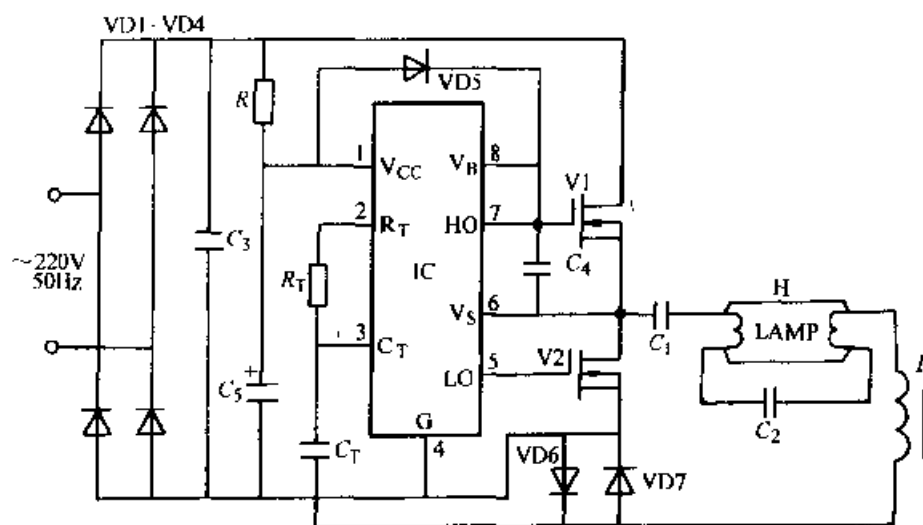


图 2-10 应用 IR2155 集成电路和 IGBT 制作的节能灯电子镇流器

R 91k Ω R_T 15k Ω C_T 0.001 μ F C_1 , C_2 , C_4 0.01 μ F C_3 10 μ F

C_5 4.7 μ F VD6、VD7 1N4007 V1、V2 IRF7202

IC IR2155 H LAMP

本电路电源直接由市电整流滤波，300V 直流电压经电阻 R 接到①脚，①脚和④脚间可接 16.5V 稳压管，改变 R_T 和 C_T ，就可以改变振荡频率，关系为

$$f = 0.714 / (R_T C_T)$$

⑦脚和③脚输出端分别驱动一只功率开关管 V1 和 V2。IR2155 内部电路在其两个输出之间可提供 1.2 μ s 的标称间隔时间，以便交替地给予高、低电平输出，避免两只功率开关管的共同导通。在电源低于 9V 时，具有欠电压保护的功能。电源通过自举二极管 VD5 对自举电容 C_4 充电，可充到 14.9V，给内部驱动级提供电源电压。两个反向并联的二极管是灯电流过零监测器。

本电路的特点是可以调光。只要适当的调节 R_T 或 C_T ，就可以改变振荡频率，扼流圈的感抗 $Z_L = 2\pi fL$ ，因而感抗也随之变化了。所以灯管的功率也就可以调节。而在 R_T 和 C_T 固定的情况下，只要改变扼流圈 L 的感抗，就可以带动不同功率的灯管了。

11. 应用 IR2151 集成电路的 40W 荧光灯电子镇流器

图 2-11a 是用集成电路 IR2151 和功率管 IRF720 等组成的有源功率因数校正的双 40W 荧光灯电子镇流器。其线路输入功率因数大于 0.95。图 2-11b 是一用 IR2151 的 70W 高压钠灯电子镇流器。元器件参数见图中注释。

图中 L_1 铁心：微金属 T106-26，18 匝双股 #18AWG， $L_1 = 2 \times 30\mu$ H。 L_2 铁

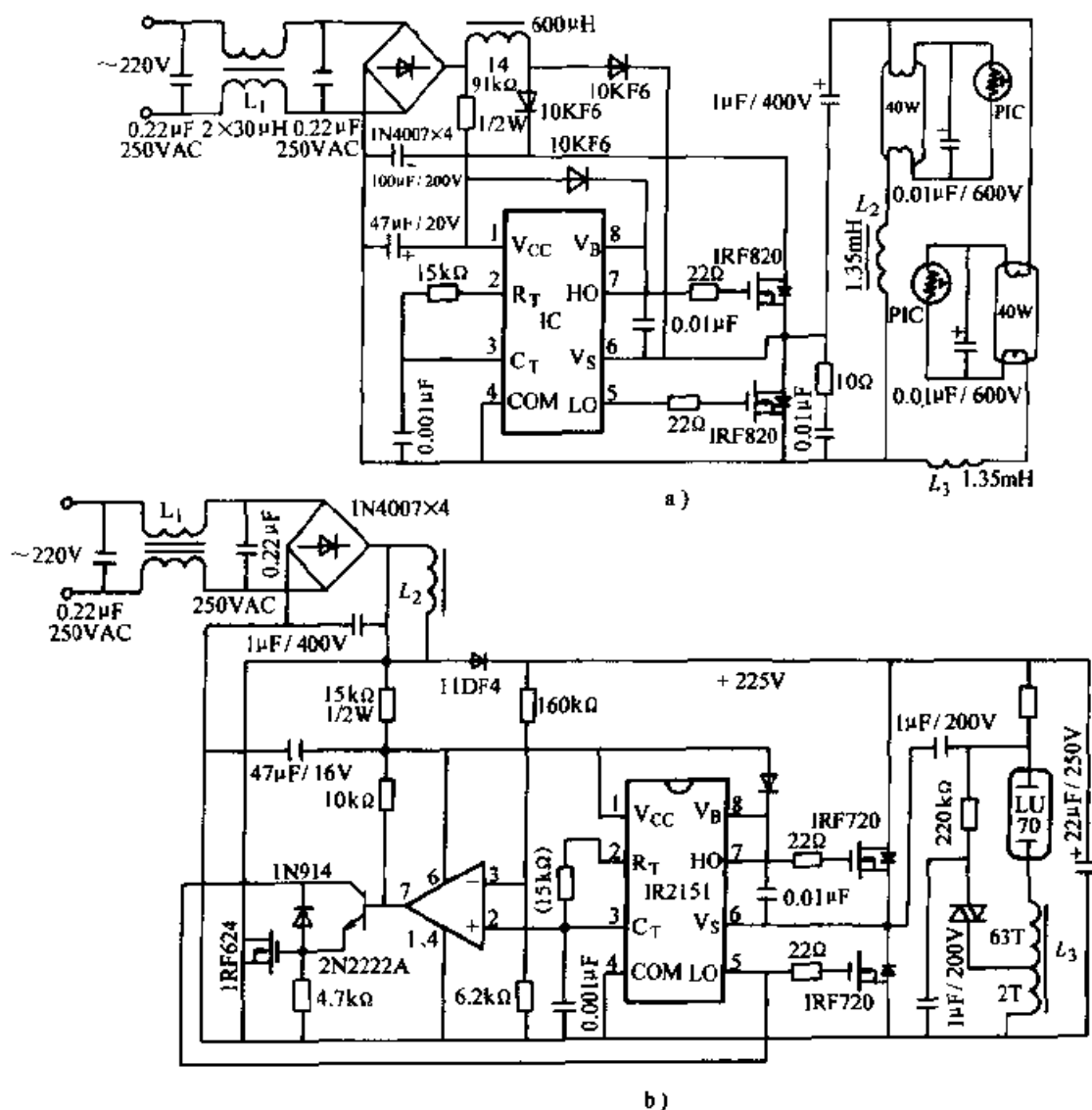


图 2-11 应用 IR2151 集成电路的 40W 荧光灯电子镇流器
IC IR2151

心 TDK #EE-302, 64 匝 #22AWG, $L_2 = 720\mu\text{H}$, 约有 0.035in 气隙垫片, L_3 铁心飞利浦 EC-35-3C81, 线圈架三槽, 绕制 63 匝, 每槽 21 匝, 用 #22AWG 绕过低压槽 (接近低电位), 使 63 匝绕组串联联接 2 匝绕组。

整流后直流电压限制在 225V。 L_3 有两项功能: ①对于灯的负阻特性电流起限制作用。②完成脉冲电压启动功能。3kV 脉冲电压来自 135V 双向触发二极管, 使 $1\mu\text{F}$ 电容器放电到 L_3 的 2 匝绕组。 L_3 的 30:1 的启动比可供给灯启动脉冲。此启动器热态再启动时间约 35s。

12. 声控延迟灯

晚上进入房间一片漆黑, 寻找电灯开关颇感不便。一种声控延迟开关, 只要

吹一声口哨或拍一下手掌，电灯就亮，延迟一段时间，又自动熄灭。电路原理见图 2-12。

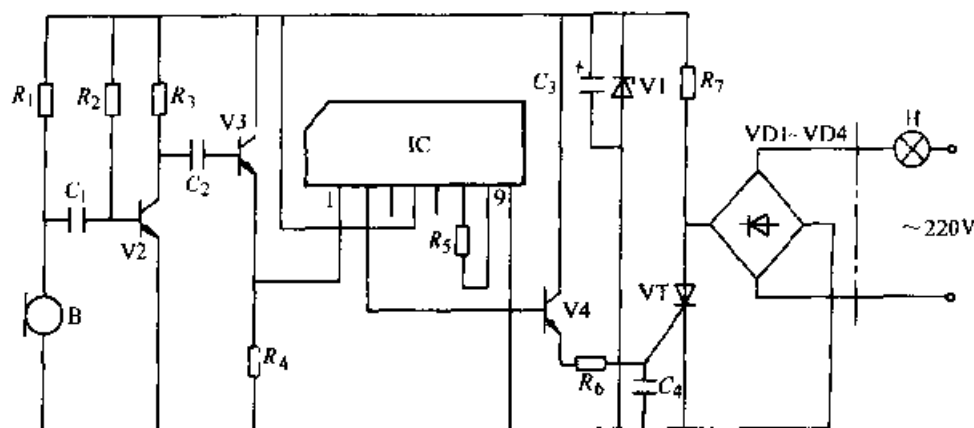


图 2-12 声控延迟灯

R_1 4.3k Ω R_2 2M Ω R_3 10k Ω R_4 、 R_7 100k Ω R_5 300k Ω R_6 1k Ω

C_1 、 C_2 0.22 μ F C_3 100 μ F C_4 0.022 μ F VD1~VD4 1N4004

V1 2CW52 V2、V3 9014 V4 9013 VT MCR100-8 IC CIC2851

图中 VD1~VD4、VT 组成延迟开关主电路。控制电路由音乐集成电路 CIC2851、晶体管、话筒以及其它一些分立元件组成。 R_7 、V1、 C_2 组成简单稳压电路输出 3V 左右直流电供整个控制回路使用。

平时 V1、V2 截止，VT 无触发处于关断状态，电灯不亮。需开灯时，拍一下手掌，话筒 B 接收到声波信号由 C_1 送到 V2 放大，其集电极电位输出正脉冲，经 C_2 耦合到 V3 基极，V3 瞬间导通，集成电路 CIC2851 被触发工作，其③脚输出一首乐曲信号注入 V4 基极，使 V4 导通，VT 获得触发电流也进入导通状态，灯发光。乐曲终了时 V4、VT 进入截止状态，灯熄灭。开关延时时间取决于音乐集成电路音符读出速率，可由 R_5 阻值调节，图示数据约 60s 左右。 R_6 、 C_4 用来平滑音乐信号，以消除灯光闪烁现象。此电路声控灵敏度适中，掌声和口哨声能可靠触发工作，而一般谈话、音响、电视播放的声音不会造成误触发。

13. 自动照明灯

本装置的功能特点为：①开门时，灯能自动点燃 20s 左右，便于寻找开关。②白天开关自动封闭，开关门时灯不会点亮。③接线简单，可直接并联在任何电灯开关两端，使电灯具有门控和光控功能。电路原理见图 2-13。

合上开关 Q，自动部分不起作用，与普通开关作用一样。打开 Q，自动部分起作用。VD1~VD4、VT 组成主电路，V1、V2 及集成电路 KD-9300 组成自动开关控制电路。干簧管安装在门框上，小磁铁安装在门上。当门关上时，磁铁正好对准干簧管，使它的接点磁化吸合，三极管 V1 截止，音乐集成电路因无触发信号

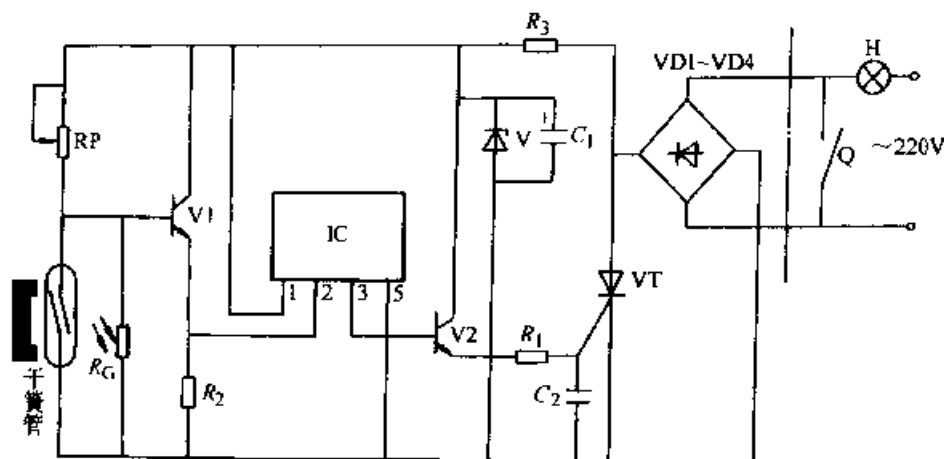


图 2-13 自动照明灯

R_1 1k Ω R_2 20k Ω R_3 100k Ω RP 100k Ω C_1 100 μ F

C_2 0.01 μ F VD1~VD4 1N4004 V1 9011 V2 9013

VT MCR100-8 IC KD 9300

而处于静态, V2 截止, 晶闸管 VT 处于关断状态, 灯不亮。当推开门时, 磁铁远离干簧管, 触点跳开, V1 因有 RP 正向偏置而导通, 音乐集成电路被触发工作, ③脚输出音乐信号, V2 导通, 因此有正向触发电流注入 VT 门极, VT 导通, 灯亮。乐曲信号终止时, V2 恢复截止状态, VT 关断, 电灯熄灭。如在灯亮时合上开关 Q, 电灯进入正常发光, 自动部分被短路不起作用。

白天因光线较强, 光敏电阻 R_G 呈低阻, V1 基极均为低电位, V1 始终处于截止状态, 电灯不会点亮, 除非合上 Q。晚上, 当门打开又关上, 干簧管接点跳开又闭合, 且灯亮后, 照在 R_G 上, 使其呈低阻, V1 又立即进入截止状态, 但由于音乐集成电路一旦触发后便输出一首完整的乐曲信号, 所以 V1 立刻截止不会影响灯亮的时间长短。

RP 用来调整白天开关的光控灵敏度, 使它在白天较弱的室内光线下可封死 V1, 只有在晚上开门时才能使 V1 进入导通态。C₂ 用来平滑音乐信号, 使灯亮后无闪烁, 同时具有抗干扰作用。

14. 应用 V-MOS 管的直流点燃日光灯电路

V-MOS 管, 即功率场效应晶体管, 属 N 沟道增强型。使用时, 源极 S 接电源负极, 漏极 D 接电源正极, 栅极 G 与输入信号相接。当 G 极电位为零或负时, D、S 极间无电流。当 G 极电位为正时, S、D 极间有电流, 与 NPN 型三极管放大情况相似。若在 V MOS 管的 G 极和 S 极间加交流信号, 则在 D 极与 S 极间可得到放大到数安培至数十安培的电流信号, 其输出的电压幅度要比输入电压的幅度大几百倍至数千倍, 达到了功率放大的目的。V-MOS 管的输入电容比晶体管小得

多,输入阻抗很高。V-MOS 管开关速度很快,可在数十纳秒内通断,故高频率特性好。V-MOS 管一度成为电力电子元件中的后起之秀。

应用 V-MOS 功率场效应晶体管组成的直流点燃日光灯逆变电路如图 2-14 所示。

两只功率场效应晶体管 V1、V2 组成推挽式振荡电路。在开关 Q 刚合上的瞬间, V2 栅极经 R_3 从电源正极获的正向偏置而导通。此时, V1 因无正偏而截止。但是, 由于 V2 导通后产生的电流 I_{V2} 流过变压器线圈 L_3 , 迫使原先导通的 V2 截止, 促使 V1 栅极获得正向偏置电压而导通, 其所产生的电流 I_{V1} 加到 L_2 上, 进而使 L_1 两端电位改变极性。此时, V1 又反偏截止, V2 正偏导通。如此周而复始形成振荡。振荡电压通过变压器升压, 在 L_4 两端逆变出 220V 电压, 将日光灯点燃。

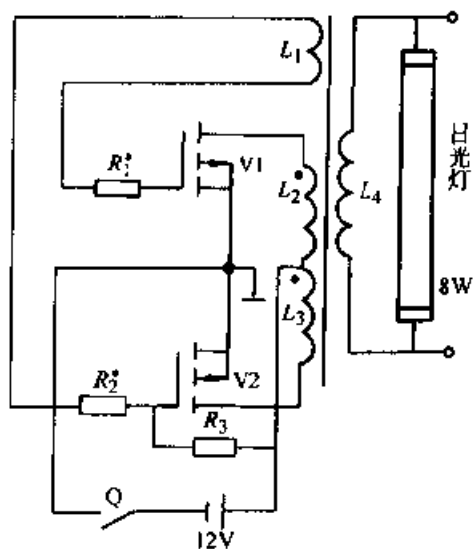


图 2-14 应用 V-MOS 管的直流
点燃日光灯电路

$R_1'、R_2' 300\Omega R_3 2M\Omega$

15. 光电传感器制作的节能灯控制器

图 2-15 为该控制器的工作原理图。

从图中可见, 市电经 C_5 、 R_5 降压、V2 稳压、VD 整流、 C_4 滤波获得约 6V 的直流电供 IC 正常工作。驻极体话筒 MIC 拾取声触发信号, 经 C_1 耦合输入 IC, ②、③脚外接光敏电阻 R_G 可改变 IC 内放大器的增益, C_2 决定了声控可重复触发单稳延时时间。 R_1 为话筒 MIC 的直流偏置电阻, C_2 为放大器高频滤波电容。白天, 光敏电阻 R_G 受光, 阻值 $200\sim 400\Omega$, 所以 IC 放大器增益小于 1, 这时, 任何声信号不足使 IC 的⑥脚输出电平改变, V1 截止, VT 无触

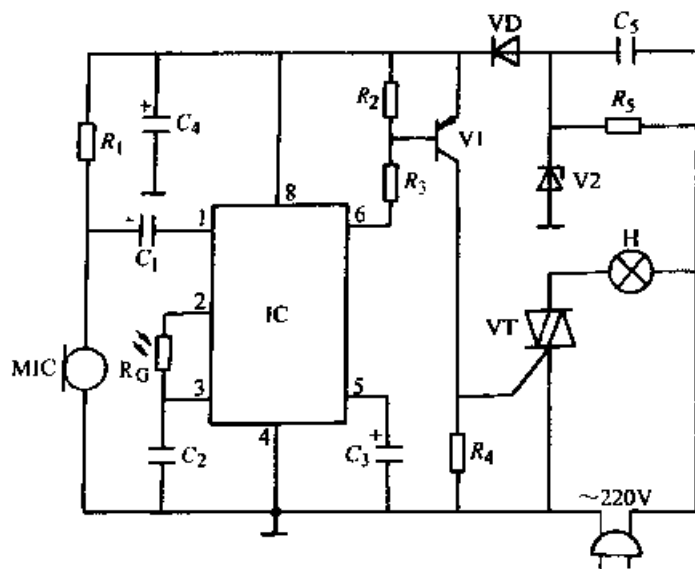


图 2-15 光电传感节能灯控制器

$R_1、R_2 10k\Omega R_3 2k\Omega R_4 1.5k\Omega R_5 1M\Omega$

$C_1、C_2 1\mu F C_3、C_5 470\mu F C_4 220\mu F V1 CS8550$

$V2 (6V) VD 1N4004 VT 1A/400V IC NJM20725$

发,灯不亮;但在夜晚 R_G 阻值很大,它几乎不影响 IC 内部放大器的增益,若有声信号被 MIC 拾取,则经 IC 放大使其⑥脚由高电平转换为低电平, V_1 导通, R_G 上的电压使 VT 导通, H 点亮。

NJM20725 为 8 脚双列直插扁平塑封。其内部包括放大器、模拟开关、施密特触发器、输出缓冲器和恒流源等电路。

16. 光敏电阻制作的日光灯启辉器

用光敏电阻制作的日光灯启辉器电路如图 2-16 所示。

图中光敏电阻 R_G 和电阻 R 组成一个分压电路。在灯管未被点燃之前,光敏电阻 R_G 因无强灯光照射而呈高阻值,且远大于 R 的阻值。因此当交流电压为正时,在光敏电阻上取得的分压较大,当稳压二极管 V 击穿时,触发晶闸管 VT 导通,对灯丝进行预热。当交流电压变为负半周时,晶闸管反向截止,这时镇流器产生一个很高的自感电动势并与电源电压叠加后加到灯管的两端,同时对电容器充电。上述过程在极短时间内反复多次,当灯丝预热到一定程度后,在晶闸管反向截止而使灯管两端产生很高的电压时,灯管被点燃。此后两端电压下降,同时光敏电阻因受到强灯光的照射而呈低阻值,且比 R 的阻值小得多。因此当交流电压为正半周时,光敏电阻上所取得的分压很小,不能触发晶闸管导通,灯管正常发亮。

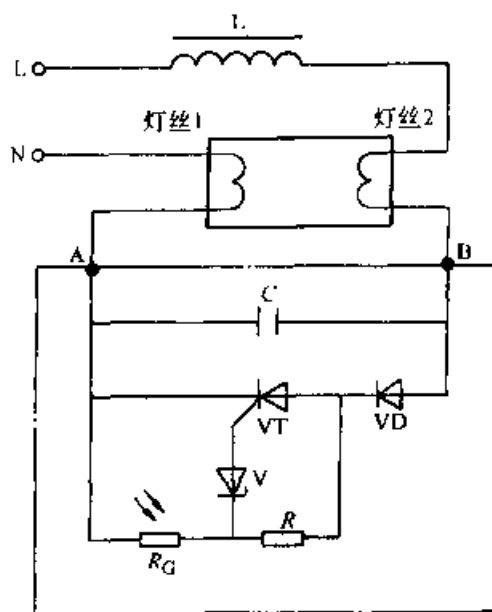


图 2-16 光敏电阻制作的日光灯启辉器

R 360k Ω C 0.01~0.015 μ F VD
1N4007 V (10~15V) VT MCR100-6

17. 照明灯的多开关控制电路

日常生活中,人们常需在不同位置控制一盏电灯或一台电器的通断,旅馆、医院病房、走廊等场所尤其需要。用两个开关控制的电路容易连接,三个以上开关控制的电路较为麻烦。采用本电路开关数可以无限增加。电路见图 2-17。

交流 220V 经降压、整流、滤波、稳压后,在 C_2 上得到 9V 电压作 IC 的电源。IC 是一块双主从 D 触发器 C043, IC-a 构成单稳电路, IC-b 构成双稳电路。单稳电路的 D1 端接电源正端,故按动 $SB_1 \sim SB_n$ 中的任一个开关都有 $Q_1 = D_1 = "1"$, Q_1 端高电平经 R_3 对 C_3 充电,当 IC-a 的复位端 R_1 达到复位转换电平时,便有 $Q_1 = "0"$ 。 Q_1 高电平同时加到 IC-b 的 CP2 端,使 $Q_2 = "1"$,双向晶闸管 VT 受触

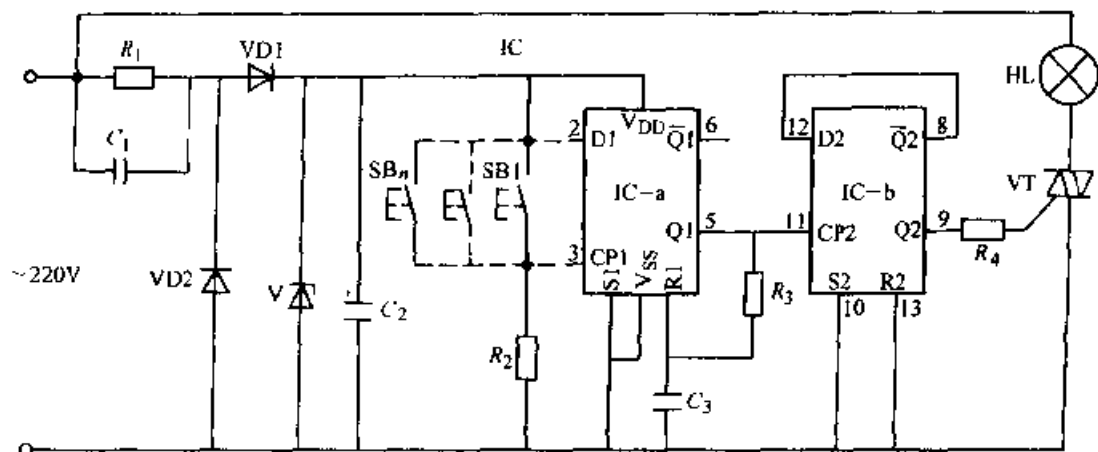


图 2-17 照明灯的多开关控制电路

R_1 、 R_2 1M Ω R_3 10k Ω R_4 680 Ω C_1 0.33 μ F C_2 220 μ F

C_3 0.1 μ F VD1、VD2 1N4004 V 2CW16 IC C043

发导通，灯亮。再按任一个按钮，Q1 又输出“1”（以后自动恢复为“0”），CP2 又受触发一次，Q2=“0”，晶闸管关断，灯熄。

单稳电路的作用是避免开关触点抖动引起触发状态的紊乱，使按钮的作用准确可靠。双向晶闸管的选型视负载大小而定。

18. 拍手亮方便夜灯

日常生活中，夜间下床和摸黑上床非常不便，一种拍手即亮延时关灯方便夜灯电路如图 2-18 所示。

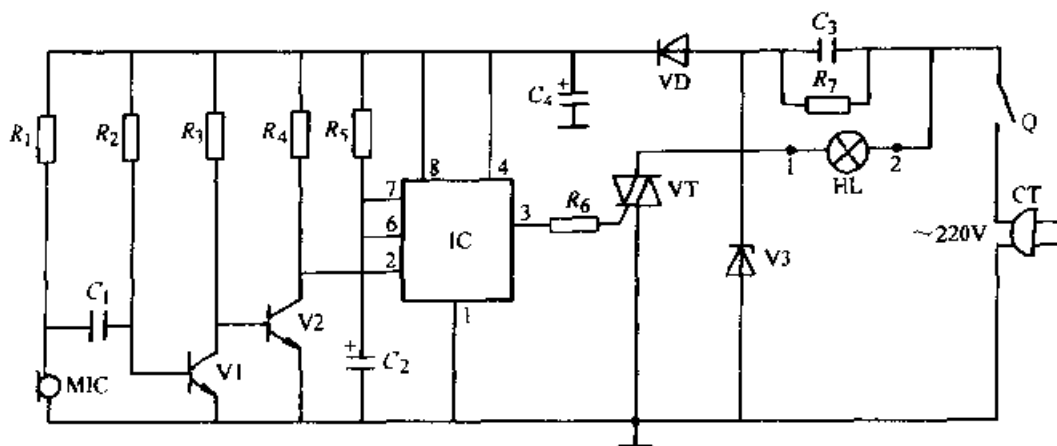


图 2-18 拍手亮方便夜灯电路

R_1 10k Ω R_2 2.4M Ω R_3 33k Ω R_4 1.5k Ω R_5 520k Ω R_6 20 Ω R_7 470k Ω

C_1 12nF C_2 100 μ F C_3 0.047 μ F C_4 100 μ F

VD 1N4007 V1、V2 C9013 V3 2CW1 IC NE555

夜间需灯亮时拍手后声波传入驻极话筒 MIC，话筒将声波转换成交变电压信

号通过电容 C_1 耦合到三极管 V1, 经 V1、V2 两级电压放大后将交变信号送到 IC 的低触发端②脚, 信号的负半周使电路翻转, IC 由稳态进入暂态, 即 IC 被置位, ③脚输出高电平使双向晶闸管 VT 导通, 灯泡发光。

与此同时, 电路中接在 IC 内部②脚、①脚间的三极管 V2 的 c、e 间呈高阻状态, 直流电源经 R_5 向电容 C_2 充电。大约经过 $\tau=1.1R_5C_2$ 时间, C_2 两端电压 (即⑥脚电位) 上升到 $2/3$ 电源电压, IC 又被复位, 暂态结束, 电路回到稳态, 灯泡熄灭。电容 C_2 储存的电荷通过 IC 内部三极管放电, 为下次开灯做准备。直流电源由 220V 交流电通过 C_3 降压、VD 半波整流、V3 稳压、 C_4 滤波后得到。 R_7 为 C_3 提供放电回路, 以避免维修线路板时受到电击。改变 R_5 阻值可改变灯泡点亮时间。

19. 触摸式延时熄灭小灯

一种触摸式延时熄灭小灯, 平时放于床头, 夜里需要照明时, 只要触摸灯具外壳的金属片, 小灯就会发出红光, 4min 后自动熄灭, 为人们的生活提供了便利。其电路如图 2-19 所示。

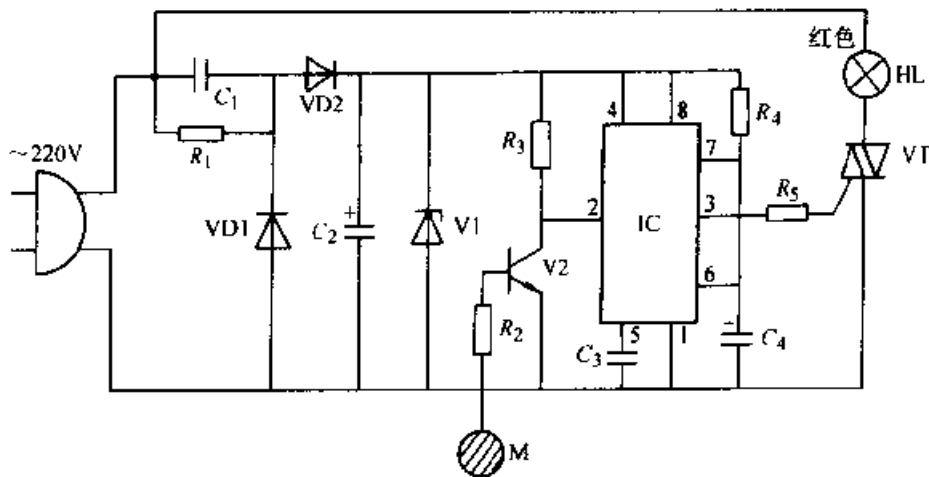


图 2-19 触摸式延时熄灭小灯电路

R_1 1M Ω R_2 3M Ω R_3 22k Ω R_4 2.1M Ω R_5 3.9k Ω

C_1 0.47 μ F C_2 220 μ F C_3 0.01 μ F C_4 100 μ F

VD1、VD2 1N4007 V1 (9V) V2 C9013

VT MAC97A6 IC NE555

220V 交流经 C_1 降压, VD1、VD2 整流, C_2 滤波, V1 稳压得到 9V 直流电供给控制电路工作。NE555 与外围元件一起组成单稳定时电路。夜里需要照明时, 触摸一下金属片 M, 人体感应的杂波信号正半周使三极管 V2 导通, NE555 的②脚得一低电平脉冲, ③脚输出高电平, 使得双向晶闸管 VT 导通, 灯泡发光。NE555 的③脚输出高电平后, 直流电源通过 R_4 向 C_4 充电, 经过一段时间, NE555 的⑥脚变成高电位使电路复位, ③脚变为低电平使 VT 截止, 灯泡熄灭。按图 2-20 电

路数据, 灯泡约发光 4min 熄灭。

20. 用 IGBT 制作的 CFL 电子镇流器

利用一种低功率 IGBT 制作的紧凑型荧光灯 (CFL) 电子镇流器电路如图 2-20 所示。

图中 V1、V2 采用摩托罗拉公司的 IGBT, 型号为 MMG05N60E, 击穿电压高达 600V, 集电极电流 (连续) I_c 达 0.4A。IC 振荡器频率主要由 R_2 和 C_3 决定。负载 CFL 为 11~13W 的 2U 或 3U 型灯管。V1 和 V2 的集-射极之间连接的续流二极管已集成于 IGBT 之中, 无需外接。 L 的电感值为 3.7~3.9mH, 可采用 EE25 磁芯及配套骨架, 用 $\phi 0.18\text{mm}$ 漆包线绕制。

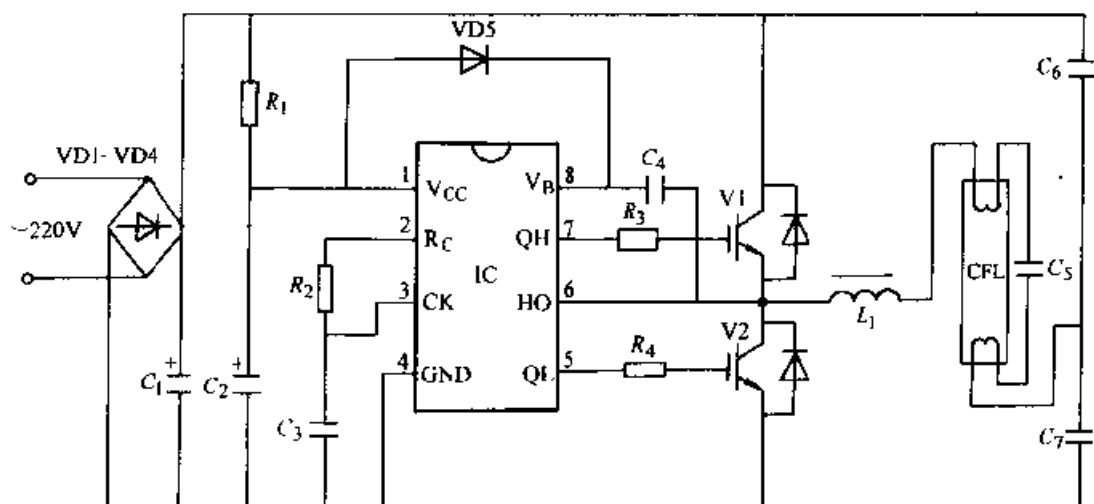


图 2-20 用 IGBT 制作的电子镇流器电路

R_1 47k Ω R_2 15k Ω R_3 、 R_4 10k Ω C_1 、 C_3 1 μF C_2 、 C_4 、 C_6 、 C_7
100 μF C_5 4.7 μF VD1~VD5 1N4007 V1、V2 MMG05N60E IC
MPIC2151 CFL 11~13W2U3U

21. 按键式无级调光控制器

此无级调光器采用两只按键控制, 当按动其中之一个按键时, 光线由暗逐渐变亮; 而按动另一只按键时, 光线则由亮逐渐变暗, 直至熄灭。调光器电路见图 2-21。

该电路通过运算放大器去控制晶闸管的导通角以达到控制负载电压的目的。

运算放大器 F081 在这里作比较放大器, 在其反向输入端接一只大电容 C_3 , 作为基准比较电压, 通过两只按钮 SB1、SB2 进行充放电, 从而改变 C_3 的两端电压。从变压器二次电压 10V 绕组引入的交流电压经 VD5~VD8 桥式整流、V 削波后, 对 C_2 、 R_3 组成的充电电路进行充电。当脉动直流电压为零时, C_2 通过 VD9 及 R_2 放电, 在 C_2 上便形成锯齿波电压, 该电压加到运算放大器的同向输入端。VD9 又

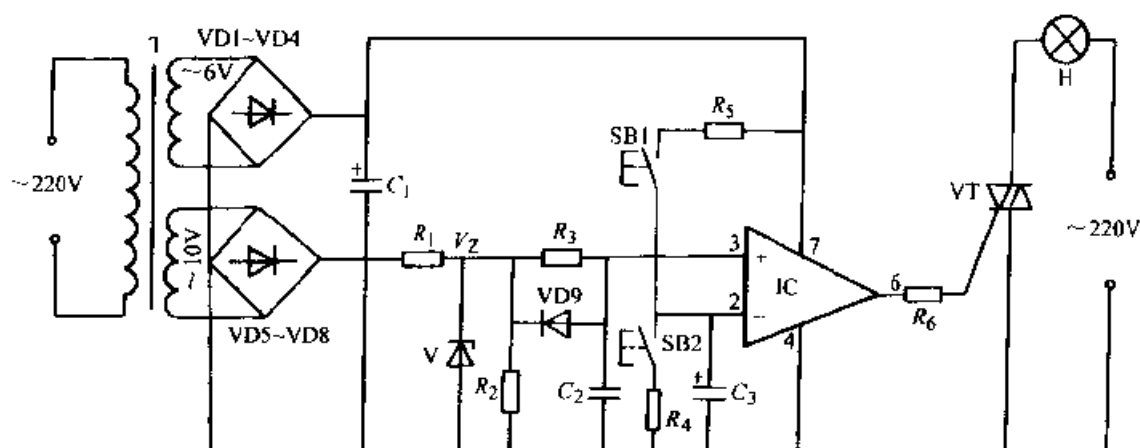


图 2-21 按键式无级调光控制器

$$R_1 = 2\text{k}\Omega \quad R_2 = 5.1\text{k}\Omega \quad R_3 = 620\text{k}\Omega \quad R_4, R_5 = 22\text{k}\Omega \quad R_6 = 1\text{k}\Omega$$

C_1, C_3 220 μ F C_2 0.01 μ F VD1~VD4 1N4001

VD5~VD8 1N4001 VD9 2AP9 V 2CW54 VT (1A/400V) IC F081

是一只泄放二极管,以使晶闸管 VT 的每个周期均有相等的导通延迟角。当运算放大器的同向端电压 V_+ 大于反向端电压 V_- 时,运放输出端第⑧脚输出高电平,使 VT 开通;当 V_+ 小于 V_- 时,输出为零,VT 关断。

该电压可以通过按钮 SB1、SB2 来改变。控制 SB1 与 SB2 可以使运算放大器的基准比较电压在 $0 \sim V_z$ 之间变化 (V_z 是稳压管 V 的稳压值), 晶闸管 VT 的导通角可在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间变化, 从而控制灯泡的亮度。

22. 应用 IR2130 和 IGBT 的 1kW 高压汞灯镇流器

IR2130 是 MOS 功率器件专用栅极驱动集成电路, 可用来驱动工作在母线电压不高于 600V 的电路中的功率 MOS 器件。其可输出的最大正向峰值驱动电流为 250mA, 而反向峰值驱动电流为 500mA。它的内部设计有过电流、过电压和欠电压保护, 封锁和指示网络, 可方便地保护被驱动的功率 MOS 管。加之内部自举技术的巧妙运用, 使它可用于高压系统。它还可对同一桥臂上下两功率 MOS 器件的栅极驱动信号产生 $2\mu\text{s}$ 的互锁延时时间。它自身工作电源电压范围较宽, 为 3~20V, 在它的内部还设有与被驱动的功率器件所通过的电流成线性关系的电流放大器。电路设计保证了内部的三个通道中的高压侧驱动器与低压侧驱动器可单独使用, 既可用其内部的三个高压侧驱动器, 亦可只用其内部的三个低压侧驱动器, 并且输入信号与 TTL 及 CMOS 电平兼容。

IR2130 是一标准的双列直插式 28 脚集成电路, 其引脚排列和内部原理框图见图 2-22-1。

IR2130 各引脚名称、功能如下:

输入端有: ②⑧ (V_{B1})、②④ (V_{B2})、②⑩ (V_{B3}) 是悬浮电源连接端, ② ($HIN1$)、

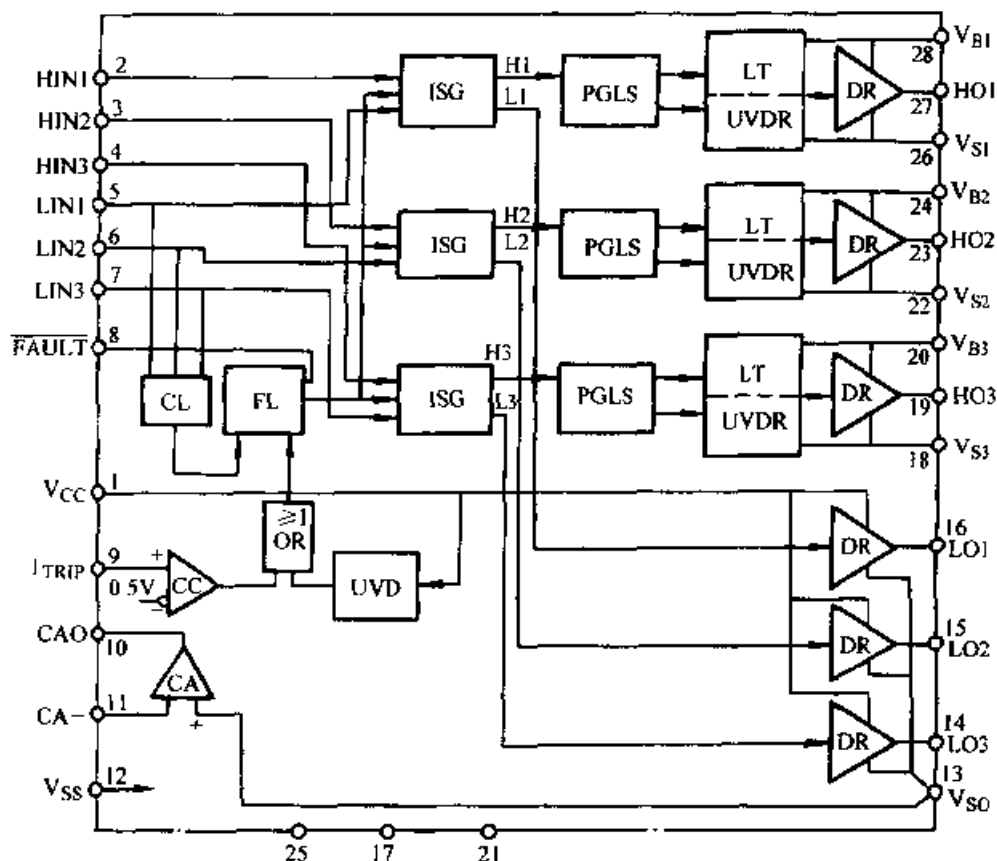


图 2-22-1 IR2130 引脚排列和内部原理框图

③ (HIN2)、④ (HIN3) 是驱动变流器中三个高压侧功率管的对应信号输入端, ⑤ (LIN1)、⑥ (LIN2)、⑦ (LIN3) 是驱动变流器中三个低压侧功率管的对应信号输入端, ⑨ (I_{TRIP}) 是过电流信号检测输入端, ⑪ (CA-), ⑬ (V_{SO}) 是电流放大器信号检测输入端。

输出端有: ⑲ (HO1)、⑲ (V_{S1})、⑲ (HO2)、⑲ (V_{S2})、⑲ (HO3)、⑲ (V_{S3})、⑲ (LO1)、⑲ (LO2)、⑲ (LO3)、⑲ (V_{SO}) 是六路驱动器输出端。⑧ (FAULT) 是过电流、直通短路及过电压、欠电压保护输出端, ⑩ (CAO) 是内部电流放大器的输出端。

电源端有: ① (V_{CC})、⑫ (V_{SS}) 是电源连接端。

由图 2-22-1 可见, 其内部集成有一个电流比较器 CC、一个电流放大器 CA、一个自身工作电源欠电压检测器 UVD、一个故障逻辑处理单元 FL 及一个封锁逻辑 CL。此外, 其内部还集成有三个输入信号处理器 ISG、三个脉冲处理和电平移位器 PGLS、三个高压侧驱动信号锁存器 LT、三个高压侧驱动信号的欠电压检测器 UVDR 及六个低阻抗输出驱动器 DR 和一个或门电路 OR。

IR2130 在 1kW 高压汞灯镇流器系统中的应用见图 2-22-2。

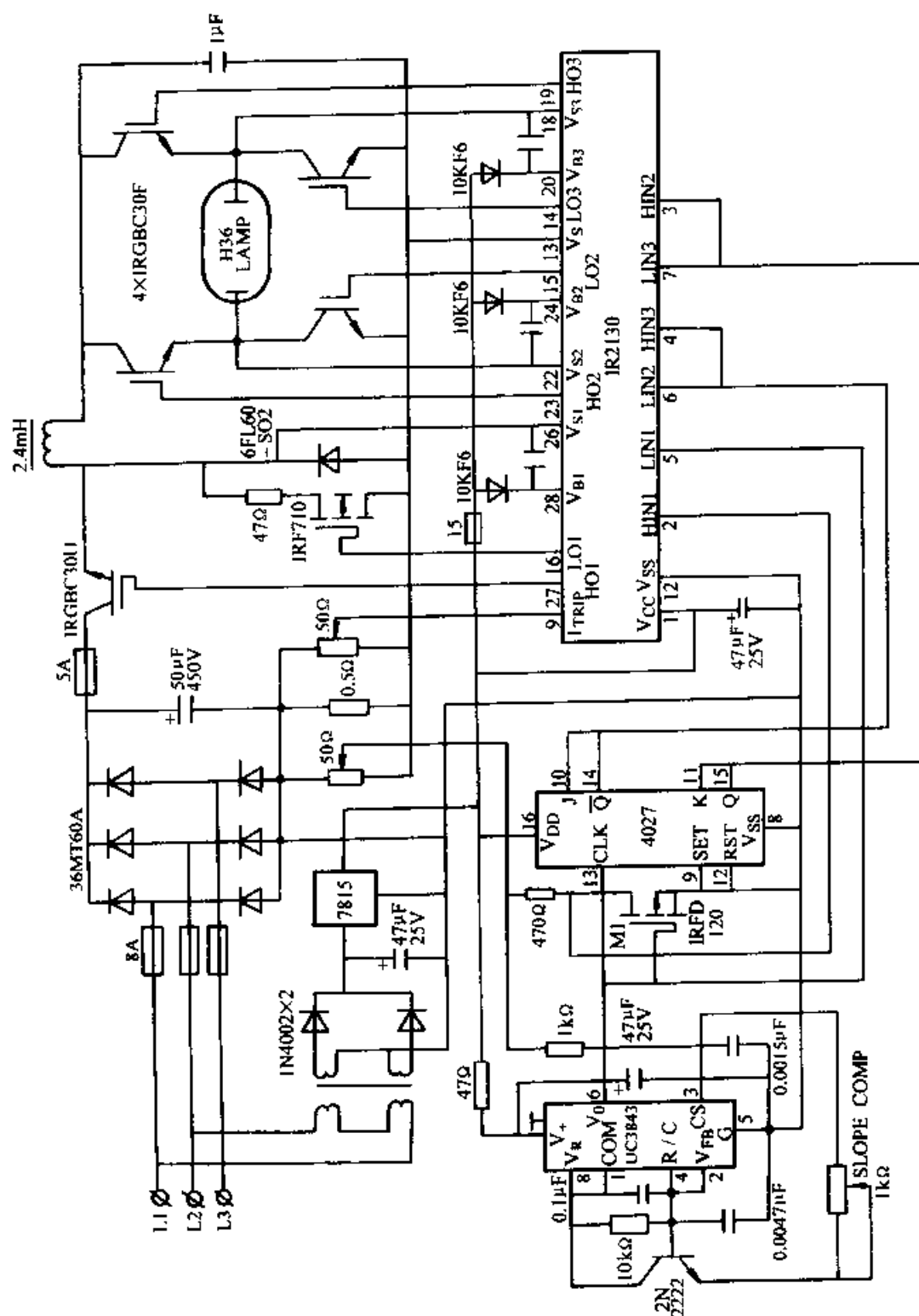


图 2-22-2 IR2130 用于 1kW 高压汞灯镇流器系统原理图

图中, IR2130 不仅用来驱动一个单向全桥逆变器中的四个 IGBT 管, 而且也用来驱动高压侧的斩波器, 三相交流输入经不控整流后变为 510V 直流电压, 经此斩波器斩波并滤波后提供给后续电路, 单相逆变器的输出直接驱动 1kW 灯泡。该系统中 IGBT 的工作频率均为 25kHz, 由于正常工作时高压汞灯需要恒流源, 故 UC3843PWM 集成电路工作为电流型, 图中, 场效应晶体管 VF1 是为了满足 IR2130 的负逻辑工作需要而添加的。该系统中, 因斩波后的滤波电容仅为 $1\mu\text{F}$, 所以全桥逆变器的输入电压实际的占空比为 50% 的方波。这样带来一个很大的优点在于, 虽然 IR2130 内部的最大互锁时间仅为 $2\mu\text{s}$, 即使发生瞬时负载短路, 也会因主电路工作为恒流源而不致烧坏功率管 IGBT。

23. 白炽灯软启动延寿电路

白炽灯的热态电阻与冷态电阻差别较大, 在通电瞬间灯泡所消耗的功率大大超过额定值, 使灯丝承受不住强电流冲击, 因而经常在开灯瞬间烧坏。

图 2-23 所示的白炽灯软启动延寿电路, 可有效解决这一问题, 从而对延长白炽灯的使用寿命起到关键作用。

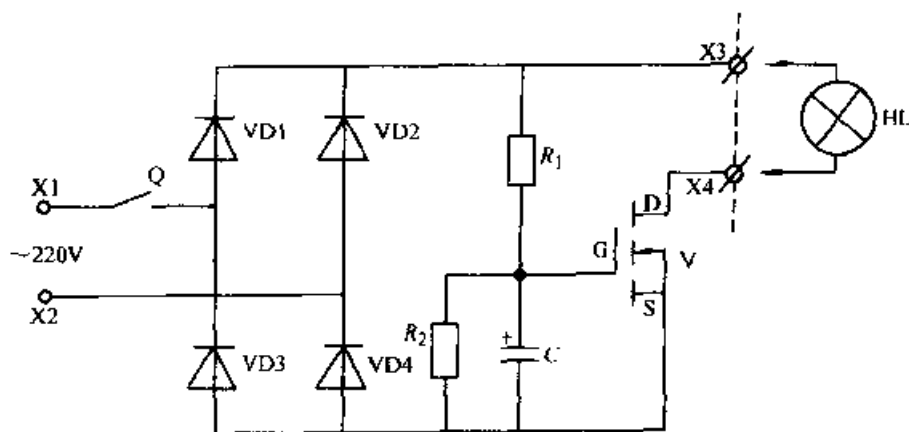


图 2-23 白炽灯软启动延寿电路

R_1 300k Ω R_2 22k Ω C 33 μF VD1~VD4

1N4004 V IRF821 HL (<100W)

电路由普通电灯开关 Q 和软启动电路两部分组成。大功率场效应晶体管 V 、电阻 R_1 和 R_2 、电容 C 组成限制起动电流电路。由于 VT 必须工作在直流电压状态下, 所以由二极管 $VD1 \sim VD4$ 构成桥式整流电路, 将 220V 交流电变成全波直流脉动电压, 然后供给 VT 工作。闭合 Q , 由于 C 两端电压为零且不能突变, 所以 V 处于截止状态, 电灯 H 不马上亮。随着时间的推移, C 通过 R_1 被逐渐充上电压, V 的栅极 G 和源极 S 之间电压由 0V 起逐渐上升至 R_2 最大分压值 13.5V, V 也随之由截止区经放大区转向饱和状态, 其漏极 D 的电流由 0 逐渐增大至灯泡额定电流, 从而避免了开灯瞬间。由于灯丝冷态电阻很小 (如 40W 灯泡实测电阻约为正

常照明时的 $1/10$), 因而造成的强电流的冲击, 使电源电压随着灯丝温度的逐渐升高而慢慢加到灯泡两端上去。

电路中, V 由截止变饱和的时间, 即为软起动时间。按图选用阻容元件, 实测时间约为 1.5s 。电灯正常发光后, 由于 V 处于深度饱和状态, 其管压降实测值为 1.5V , 加之 $\text{VD1} \sim \text{VD4}$ 产生的管压降也不足 4.4V , 故开关电路自身耗电甚微, 灯泡亮度与直接接在 220V 交流电两端一样。灯泡功率不宜超过 100W 。

24. 用 SNS9201 控制的延时开关灯

SNS9201 是一种新型红外专用器件, 将其用在开关电路中具有电路简单、功耗小、性能可靠等优点。根据 SNS9201 的功能和实际需要可制作有如下功能的延时开关: ①连续触发功能, 即当人体进入到红外探测区内时, 如果红外探测器 GSD 连续收到红外信号则开关一直接通, 电灯一直被点亮。②光控功能, 即当光照度低于 10lux 时, 开关才有可能被接通。③延时自关闭功能, 即当开关接通, 探测器不再接收到红外信号时, 经过一定时间, 开关自动断开, 电灯熄灭。

实现上述功能的延时开关电路如图 2-24 所示。整个电路由电源、红外探测与处理、电灯控制三部分组成。

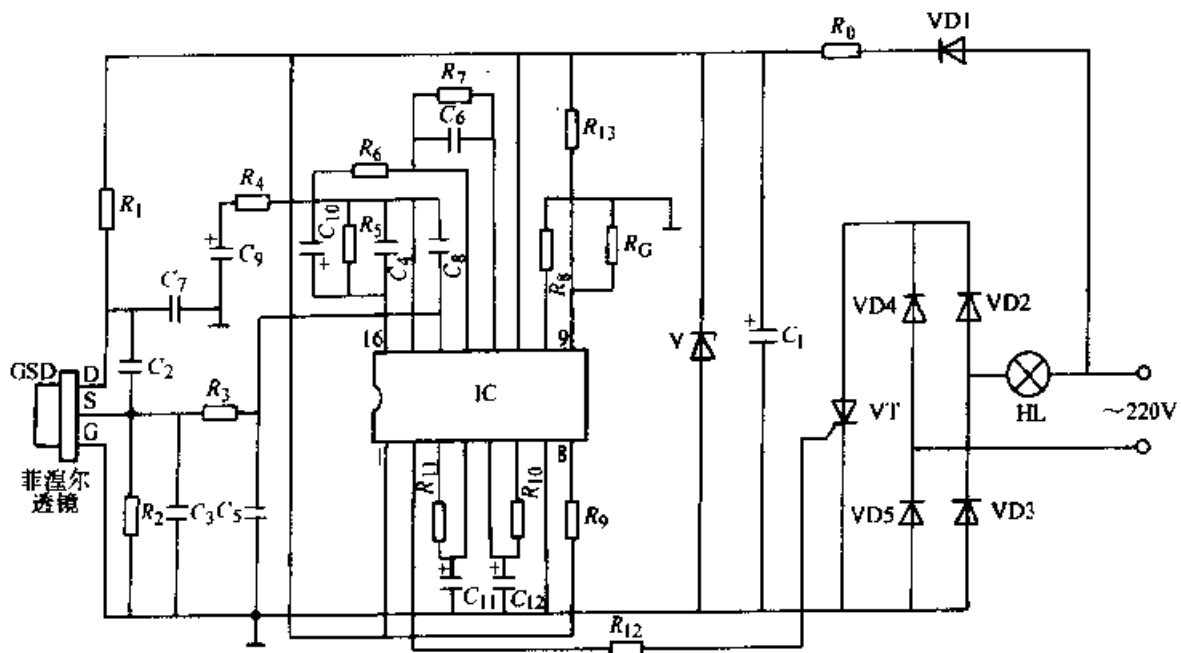


图 2-24 用 SNS9201 控制的延时开关灯电路

R_0 $100\text{k}\Omega$ R_1, R_3, R_4 $33\text{k}\Omega$ R_2 $47\text{k}\Omega$ R_5, R_8 $2\text{M}\Omega$ R_6 $10\text{k}\Omega$
 R_7, R_{13} $1\text{M}\Omega$ R_9 $200\text{k}\Omega$ R_{10} $510\text{k}\Omega$ R_{11} $11\text{k}\Omega$ R_{12} $500\text{k}\Omega$
 C_1 $220\mu\text{F}$ $C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_8$ $10\mu\text{F}$ C_7 $100\mu\text{F}$ C_9, C_{10} $47\mu\text{F}$
 C_{11}, C_{12} $0.1\mu\text{F}$ $\text{VD1} \sim \text{VD4}$ 1N4007 V (5.1V) IC SNS9201

电源部分由 R_0 、 VD1 、 C_1 、 V 组成, 主要给红外探测部分和 SNS9201 提供稳

定的电源电压。红外探测与处理由红外传感器、SNS9201 及外围元件组成。主要是探测人体红外信号是否存在以决定是否驱动电灯控制电路。电灯控制部分主要由晶闸管 VT、二极管 VD2~VD5 组成,控制电灯的熄灭与点亮。

为了实现连续触发功能,把 SNS9201 的①脚与 5V 电压接在一起,使电路处于重复触发状态。

为了实现光控功能,把 SNS9201 的第⑨脚接一光敏电阻 R_G ,并且 R_G 阻值较小,⑨脚处于低电平,SNS9201 处于禁止触发状态,此时有无红外人体信号,开关都不会导通。当光线暗到 10lm 以下时, R_G 阻值变大,⑨脚呈高电平,SNS9201 处于可触发状态,如果此时接收到红外信号,则开关接通,电灯点亮。

为了实现延时功能,利用 SNS9201 的延时器输出的高电平信号触发晶闸管 VT,当延时结束时延时器输出低电平,晶闸管 VT 关闭,电灯自动熄灭,延时时间即为是灯点亮时间,由 R_{11} 、 C_{11} 的大小决定,其值为 $T_x=49152R_{11}C_{11}$ 。

开关工作过程如下:当光线亮度低于 10lm 时,如红外探测器探测到人体红外信号,则送到 SNS9201 的⑭脚,经内部放大,鉴幅后超过鉴幅器窗口电平的信号启动延时器,输出高电平,此高电平触发晶闸管 VT 使之导通,电灯得电而亮。如果此时红外探测器不再探测到红外信号,经过一定的时间,SNS9201 输出低电平,晶闸管 VT 断开,电灯熄灭,等待下一次启动。

25. 热释电红外楼道照明灯开关电路

此照明开关装于楼道出入口,夜晚,行人由楼道出人时,照明灯自动点燃一段时间后熄灭。白天,照明灯自动停止工作。

感应开关的主要元件是一片新型热释电红外探测模块 HN911L 和一只 V-MOS 管。HN911L 内电路包括高灵敏度红外传感器、放大器、信号处理电路、输出电路等。热释电红外传感器遥测移动人体发出的微热红外信号,送入 HN911L,在输出端得到放大后的电信号。V-MOS 场效应晶体管输入阻抗极高,接在栅源间的电容充电后,电容电压可保持很长时间,在此期间,V-MOS 管导通。利用这一特点,可实现延时功能。该开关电路原理如图 2-25 所示。

220V 市电经 C_1 降压、VD1 整流、V1、V2 稳压、 C_2 滤波后得到 12V 直流电压。此电压除供给三极管 V4 电源外,经 R_2 降压、V3 稳压、 C_3 滤波后得到 6V 电压,作 IC 电源。当 IC 未探测到红外信号时,输出端②脚为高电平。V4 无基极偏置而截止,灯泡 H 不亮。有人进入楼道口时,移动人体发出的红外线被红外传感器接收,经 IC 处理后,②脚输出低电平,V4 导通。12V 直流电压经 V4、VD3 给电容 C_4 充电,V5 迅速饱和导通,灯泡 H 亮。人走过后,IC②脚恢复高电平,V4 截止。这时, C_4 放电期间仍维持 V5 继续导通。随着 C_4 上电压的下降,V5 由饱和区进入放大区直到截止区,H 亦相应地由亮逐渐变暗,直到熄灭。

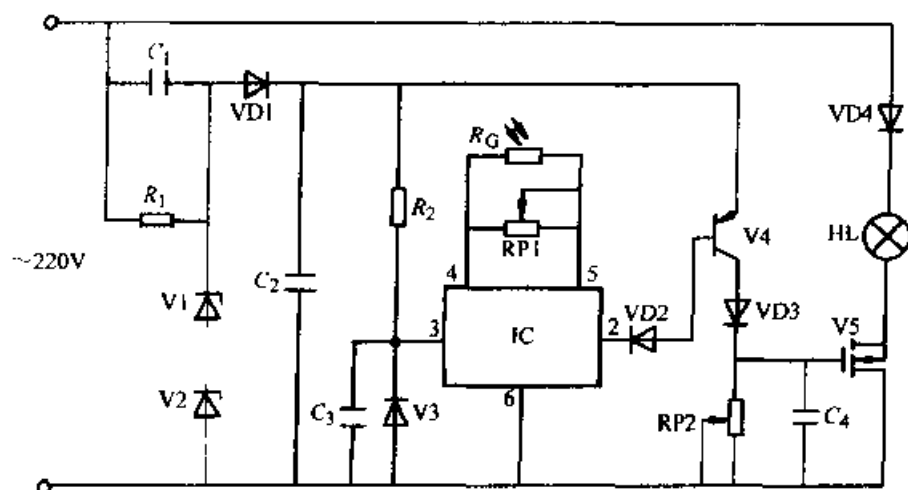


图 2-25 热释电红外楼道照明灯开关电路

R_1 470k Ω R_2 200 Ω RP_1 1M Ω RP_2 470k Ω C_1 0.47 μ F

C_2 220 μ F C_3 、 C_4 100 μ F VD_1 、 VD_3 1N4007 VD_2 1N4148

VD_4 1N5408 $V_1 \sim V_3$ 2CW54 V_4 9012 V_5 BUZ358 IC HN911L

电路中, RP_1 为 IC 的增益调节电阻, RP_2 为照明延时时间调整电位器。 R_G 为光敏电阻, 白天受光照, 电阻极小, 使 IC 增益极低, ②脚不输出电平, 夜晚 R_G 阻值很大, IC 恢复工作。 R_G 可暴露于灯光下, 因为 V_5 一旦导通, 即使 V_4 立即截止, V_5 仍可由 C_4 放电来维持工作。

26. 教室照明灯时控开关

学校教室照明灯平常只在学生上晚自习时使用, 每天开、关灯时间是很准确规律的, 如采用自动时控开关来实现无人控制, 可以杜绝工作人员不能保证按时开、关灯, 而确保学校晚上作息时间不受影响, 又具有一定节电效果。此种时控开关也同样可用于公园、广场、机关单位的路灯, 广告箱、阅报栏照明灯等。教室照明灯时控开关电路见图 2-26。

由晶闸管 VT_1 、 VT_2 构成了双稳态触发器, 利用图中点划线框内带有报闸功能的两只电子表 I 和 II 所产生的闹铃信号分别作为 VT_1 、 VT_2 的触发信号, 进而通过继电器 KA 控制交流接触器 KM, 最后由交流接触器触头 KM 完成对教室照明灯 $H_1 \sim H_n$ 的开闭控制。

闭合电源开关 SA1, 220V 交流电经电源变压器 T 降压、二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 桥式整流和电容 C_5 滤波后, 输出 12V 直流电压, 供控制电路工作用电。此时, VT_1 、 VT_2 因无触发信号均处于截止状态, KA 和 KM 均无电不动作, $H_1 \sim H_n$ 不亮。晚上当电子表 I 按预定的时间报闸时, 取自表内电压蜂鸣片 HA1 两端的部分报闸电信号经 C_1 耦合至 VT_1 触发端直接触发 VT_1 导通, 一方面使 C_3 、 C_4 串联构成的无极性电容器充上右正左负的约 12V 直流电压; 另一方面使 KA 通电动作,

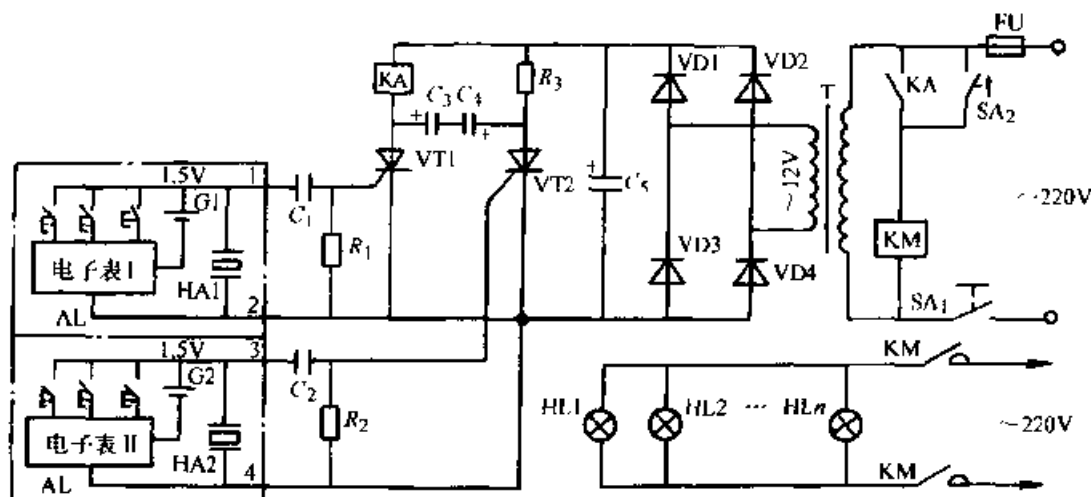


图 2-26 教室照明灯时控开关

R_1, R_2 10k Ω R_3 4.7k Ω C_1, C_2 0.022 μ F C_3, C_4 22 μ F C_5 470 μ F

VD1~VD4 1N4001 VT1, VT2 MCR100-1 KA JZC-22FA-DC12V 3A

SA1, SA2 KNX 2W1D FU 1A/250V T 220V/12V3W

其常开触点接通 KM 电源,使 KM 两触头自动接通照明灯电路, $H_1 \sim H_n$ 点亮。待熄灯时间到后,电子表 I 报警,其部分报警信号经 C_2 耦合至 VT2 触发端,使 VT2 导通, C_3, C_4 所充电压反向加至 VT1 阳极与阴极之间,使 VT1 阳极电位瞬间过零,于是 VT1 关断, KA 及 KM 先后断电释放, $H_1 \sim H_n$ 熄灭;与此同时, C_3, C_4 被充上左正右负的约 12V 直流电压。当次日晚上电子表 I 再次报警时, VT1 导通, C_3, C_4 反向充电, VT2 因阳极电位瞬间过零而关断……如此反复,实现灯光无人定时开关控制。

电路中, SA1 作为控制电路电源开关,可以在节假日打开它,使被控灯不再定时通电工作。SA2 为人工辅助控制开关。当遇阴雨天或其它特殊情况需开灯时,闭合 SA2,可开亮灯;断开 SA2,则灯熄灭。

27. 列车照明灯光控开关

本开关在每节火车车箱都可以安装一个,它可控制照明灯天亮自动关灯,人夜自动开灯。白天,哪节车箱先进(出)隧道,哪节车箱就先自动开(关)灯。当列车穿过不长的涵洞、桥拱或遇到闪电、路灯等短促亮暗光时,不会误开关电灯。使用该开关,可有效避免列车员不及时开关电灯而造成的车箱内漆黑一团或电力浪费。

列车照明灯光控开关电路如图 2-27 所示。

图中 HL 表示被控电灯(日光灯或白炽灯)。整个电路以国产 JEC-2 集成电路为核心元件构成。JEC-2 是一种多功能集成电路触发器,其外形为 14 脚双列排列。从逻辑功能看, JEC-2 是一个反相器,或称“非门”,所以在电路符号的输出端有

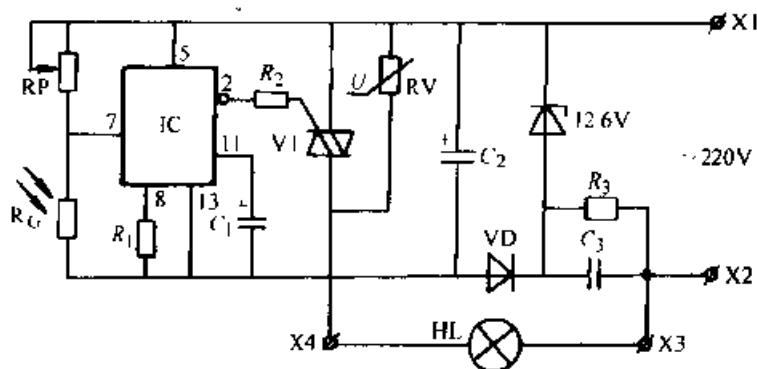


图 2-27 列车照明灯光控开关电路

R_1 560 Ω R_2 820 Ω R_3 510k Ω RP 1M Ω RV MYG471
 R_4 MG42-03 C_1 470 μ F C_2 220 μ F C_3 0.68 μ F VD
 1N1001 VT TLC335A IC JEC-2

一个小圆圈“。”，但又有别于通常的 TTL 非门电路，所以它的符号别出一格的标上了⑤、⑧、⑩、⑬等功能脚。JEC-2 主要技术参数为：工作电压 2~15V，静态功耗电流约 5mA，负载电流小于等于 30mA，触发电流大于等于 10mA，触发电平小于等于 2.5V。JEC-2 电路具有触发灵敏度高、抗干扰能力强、工作稳定等特点，可广泛用于鉴幅与整形电路、单稳及双稳电路、定时电路、自动控制系统等。图 2-28 中，JEC-2 的⑧脚接上了电阻 R_1 ，使之与外围元件构成了光控式施密特触发器。白天有光照时，光敏电阻 R_G 阻值很小，JEC-2 的第⑦脚输入低电平，其第②脚输出高电平（约 11.5V），使双向晶闸管 VT 无触发电流而截止，HL 断电不发光。一旦 R_G 失去光照呈高阻值，则 JEC-2 第⑦脚便输入高电平，其第②脚输出低电平（ $\leq 2V$ ），使 VT 通过 R_2 获得合适触发电流而导通，HL 得电发光。

由于 JEC-2 接成的施密特触发器具有稳定的触发电平和一定的触发回差，所以能有效的消除 HL 在开关临界状态下的频繁闪亮。当 $R_1=560\Omega$ 时，其回差电压约为 0.8V，这就是说，当⑦脚电压上升到大于等于 3.3V 时，②脚输出低电平；当⑦脚电压下降到小于等于 2.5V 时，②脚才输出高电平。另外，在⑩脚与⑬脚之间跨接了电容 C_1 ，其作用是对闪电等瞬间光亮信号或短促黑暗信号有较好的抑制作用，保证电路工作状态不受干扰。压敏电阻 RV 是 VT 的过电压保护元件，对于感性负载（日光灯），此元件不宜省去。

使用时应使电路中的 R_G 能够良好感受车窗外自然光线。电灯安装好后只需调试光控灵敏度电位器 RP。在夜幕降临后，由大往小缓慢（以排除 C_1 延时作用影响）调节 RP 阻值，使被控灯刚好发亮为止。

28. 声光控延时节电灯开关

此开关白天控制灯不亮，晚上有声音自动点亮，延时一段时间自动关断。适

宜安装在楼道、走廊、厕所等需要自动照明的地方。其工作原理见图 2-28。

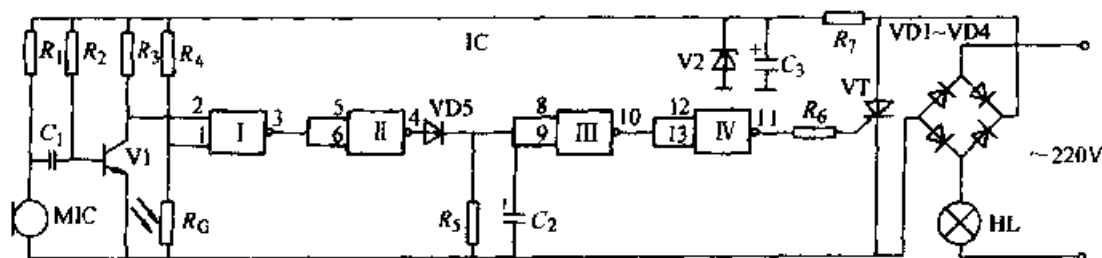


图 2-28 声光控延时节电灯开关

R_1 22k Ω R_2 2.7M Ω R_3 33k Ω R_4 100k Ω R_5 4.7M Ω

R_6 56k Ω R_7 270k Ω R_8 MC42-03 C_1 0.1 μ F C_2 10 μ F C_3 100 μ F

VD1~VD4 1N4007 VD5 1N4148 V1 9014 V2 (7.5V) VT MCR100-6

IC CD4011 H (60W)

220V 市电通过灯丝、VD1~VD4、降压整流后，经过 R_7 限流、 C_3 滤波、V2 稳压管稳压，为电路提供稳定的 7.5V 工作电压。 R_4 、 R_8 组成分压电路，后面由于光照 R_8 阻值变小，IC I ①脚电位被拉低，由与非门的逻辑关系可知此时 IC I ③脚输出为高电平，经过 IC I 反上变为低电平，VD5 截止，后级电路不动作。晚上光线暗 R_8 阻值变大，IC I ①脚电位升高，如果此时有声音被 MIC 接收，经 C_1 耦合 V 放大，在 R_3 上形成音频电压，此电压如高于 1/2 电源电压，则 IC I ③脚输出低电平，经反相，④脚输出的高电平经 VD5 向 C_2 瞬间充电，使 IC II 输入端接近电源电压，⑩脚输出低电平，IC IV 反相缓冲后经 R_6 触发晶闸管 VT 导通，电灯正常点亮（此时则由 C_3 向电路供电）。如此后无声音被接收，则 IC I 输出恢复为高电平， C_2 通过 R_5 缓慢放电，当 C_2 电压下降到低于 1/2 电源电压时（图中参数约 1min）IC II 反转、IC IV 反转，晶闸管 VT 截止，电灯关闭，等待下次触发。

三、装饰灯光控制电路

1. 简单的音乐彩灯控制器

一种结构十分简单、效果也不错的音乐彩灯控制器，它与音响设备不必用任何导线连接，直接采用声波进行控制，就能使彩灯随一般家用音响播放的音乐节奏而闪烁，增光添彩。电路如图 3-1 所示。

220V 交流经 R_1 、 R_2 分压，VD 半波整流，在电容 C 两端获得约 3V 左右的直流电压。调整电位器 RP，使三极管 V 正好处于导通状态。此时晶闸管 VT 的门极与阴极间被三极管 V 的 c-e 极短路，VT 无触发电流而关断，彩灯不亮。压电陶瓷片 B 接收到环境声波信号后即输出相应的电信号，此信号加到 V 的基射极间，信号负半周使三极管退出导通状态，其集电极即 VT 门极电位上升，VT 导通，彩灯点亮。RP 用来调节声控灵敏度。H 可用市售彩灯串。

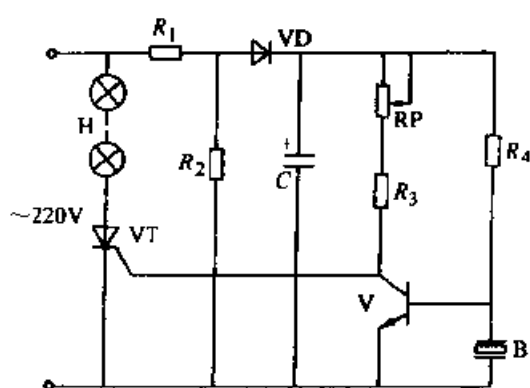


图 3-1 简单的音乐彩灯控制器

R_1 82k Ω R_2 、 R_3 2k Ω R_4 1M Ω

C 22 μ F RP 22k Ω VD 1N4148

V 9013 VT MCR100-8 B FT-27

2. 家用简易闪烁壁灯控制器

本电路可用于改造一种市售双头壁灯，使两灯轮流发光，适于生日、节日、婚礼等喜庆场合。电路原理见图 3-2。

VD1、V、 R_3 、 C_2 组成简易电阻降压半波整流稳压电路，输出约 12V 直流给集成电路 IC 供电。I、II 组成多谐振荡器，通过调节 RP1、RP2 可改变振荡频率。VD2 起隔离作用，防

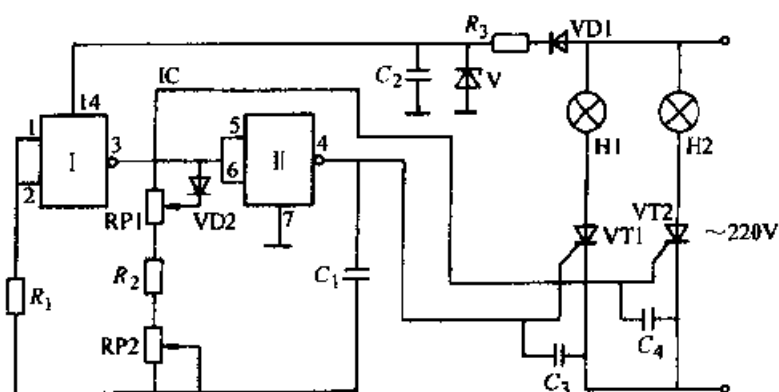


图 3-2 家用简易闪烁壁灯控制器

R_1 10k Ω R_2 220k Ω R_3 82k Ω RP1 470k Ω RP2 470 Ω

C_1 22 μ F C_2 100 μ F C_3 、 C_4 0.01 μ F VD1 1N4004

VD2 1N4148 VT1、VT2 MCR100 IC CD4011 V (12V)

止调整 RP1 时影响 RP2 设定的时间。电路起振后, 与非门输出端就交替输出高电平和低电平。当③脚输出高电平时晶闸管 VT2 触发导通, H2 灯亮, 此时①脚为低电平, H1 灯不亮。当③脚输出低电平时, 晶闸管 VT2 关断, H2 灯灭。此时①脚为高电平, 晶闸管 VT1 触发导通, H1 灯亮。 C_3 、 C_4 的作用是消除干扰, 防止误触发。

调试可依自己的爱好先调节 RP2, 设定一个时间, 再调节 RP1 使两灯闪烁周期相同。

3. 家庭卡拉 OK 灯光控制器

家庭卡拉 OK 灯光控制器具有四路灯光输出, 采用鸳鸯跳跃循环方式, 其跳跃速度随演唱者歌声和音乐响度而变化, 能有力渲染演唱气氛和美化环境。控制器电路如图 3-3 所示。它由电源电路、控制电路和音频放大器三大部分组成。

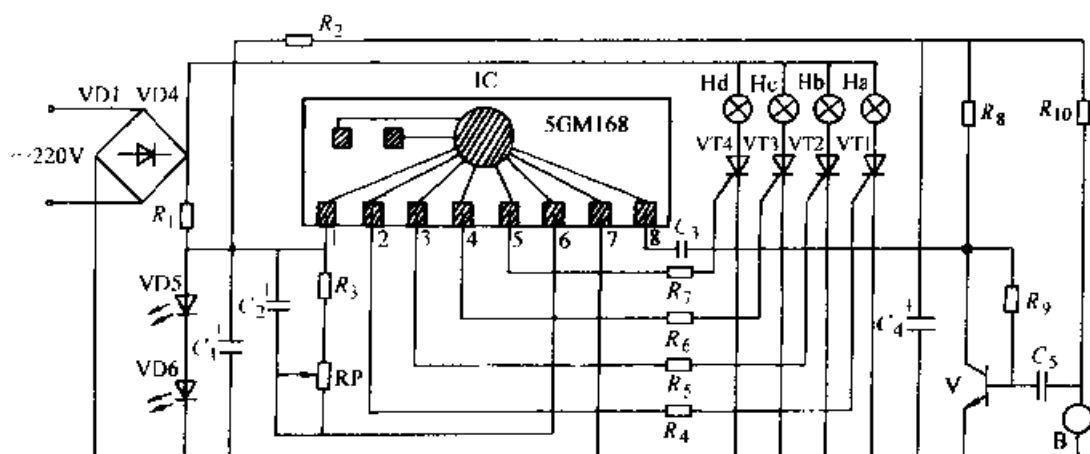


图 3-3 家庭卡拉 OK 灯光控制器

R 82k Ω R_2 1k Ω R_3 30k Ω $R_4 \sim R_7$ 51k Ω R_8 1.5M Ω

R_9 、 R_{10} 5.1k Ω RP 2M Ω C_1 22 μ F C_2 1.7 μ F

$C_3 \sim C_5$ 1 μ F VD1~VD4 1N4004 VD5、VD6 (2×1.6 V) V 9014

VT1~VT4 MCR100-8 IC 5GM168

电源电路由 VD1~VD4、 R_1 、 C_1 、VD5 和 VD6 等组成。220V 交流电经 VD1~VD4 桥式整流后输出全波脉动直流还经过 R_1 降压限流使 VD5、VD6 发光。发光管一是作控制器电源; 二是利用其导通时正向压降 2×1.6 V 经 C_1 滤波后输出稳定的直流电供集成电路 IC (5GM168) 用电。

控制电路主要由集成电路 IC 和晶闸管 VT1~VT4 等组成。5GM168 是彩灯专用控制集成电路, 对外有 8 个引出脚。音频放大器由三极管 V 等元件组成。其电源取自 C_1 两端约 3.2V 直流电压, R_9 、 C_4 组成退耦电路以减小电源的纹波系数。话筒 B 拾取环境声波信号后由 C_5 送入 V 的基极进行放大。放大后音频信号由集电极输出经 C_3 送入集成电路 IC 的音频信号输入端脚。集成电路 5G168 内含整流

放大、压控振荡器、脉冲分配器和 4 个开漏输出端②~⑤脚。此时, 4 个输出端两两依次出现高电平“1”, 其时序见下表:

②脚 a	③脚 b	④脚 c	⑤脚 d
1	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	1
1	0	0	1

此变化电平通过 $R_1 \sim R_4$ 加到 VT1~VT4 的门极, 当门极为高电平“1”时, 晶闸管导通, 该路彩灯点亮。当门极为低电平“0”时, 晶闸管在阳极供电电压过零时关断, 该路彩灯熄灭。四路彩灯按上表时序二亮二灭循环, 称鸳鸯式步进跳跃。跳跃速度随⑧输入的信号强弱而变化, 即随话筒 B 拾取的声音信号强弱而变化。调节 RP 可改变彩灯的循环频率。

4. 多花样节日彩灯控制器

一种功能齐全、花样新颖的多花样彩灯控制器电路如图 3-4 所示。

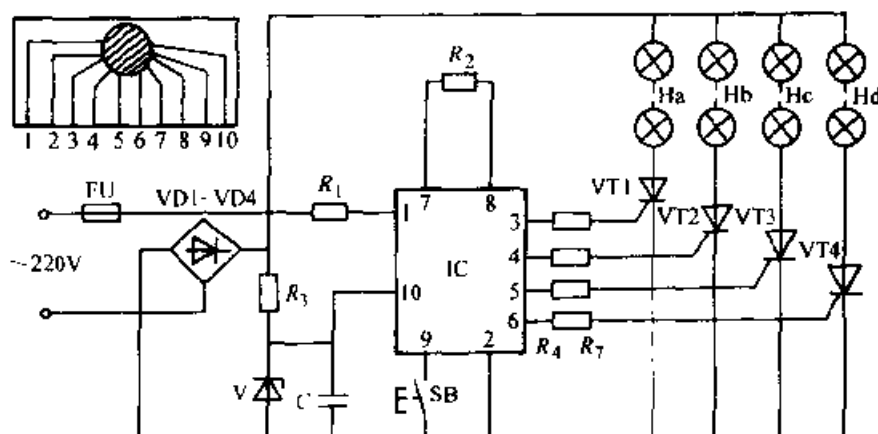


图 3-4 多花样节日彩灯控制器

R_1 1M Ω R_2 180k Ω R_3 120k Ω C 22 μ F

VD1~VD4 1N4004 V 2CW53 VT1~VT4 MCR100-8

IC SH-804

电路的核心器件是一块专用节日彩灯电脑程序控制集成电路 SH-804。它是一种单片大规模 CMOS 电路, 具有渐明、渐暗、跑马、跳跃、顺流水、倒流水、波浪翻滚等多种循环变化方式及多种调光变光速度。SH-804 采用软封装, 即硅芯片用黑膏直接封装在一小印制板上, 其外形和引脚编号见图左上角。SH-804 对外有 10 个引出脚, 其功能分别为: ①电源同步信号输入; ②电源负端; ③输出端 1, 触发 VT1; ④输出端 2, 触发 VT2; ⑤输出端 3, 触发 VT3; ⑥输出端 4, 触发 VT4; ⑦振荡输入; ⑧振荡输出; ⑨触发控制端; ⑩电源正端, $V_{DD}=2 \sim 5V$ 。

电路图中 VD1~VD4 组成桥式整流, R_3 、VD5 和 C_1 构成简单的电阻降压稳

压电路, 输出 5V 直流电压加到集成电路 IC 的⑩与②脚间。同步信号经 R_1 降压限流取得。 R_2 是 SH 804 的外接振荡电阻, 增减 R_2 阻值大小可以改变花样循环速度。③、④、⑤、⑥脚输出的 4 路控制信号经电阻 $R_4 \sim R_6$ 加到晶闸管 VT1~VT4 的门极, 改变其导通角以控制 Ha、Hb、Hc、Hd 四路彩灯的点亮、熄灭或调光。SB 为程序选择控制按钮, 按一次 SB, 即可改变一次程序控制方式。具体程序有: ①全亮; ②自动变速跳跃; ③自动变速倒顺调光跳跃; ④自动变光波浪翻滚等, 其自动变化花样有 10 种之多。FU 是为防止彩灯可能发生短路故障而设置的熔断器。

负载的合理配置相当重要。小功率输出一般在 100W 左右, 宜采用节日灯串或发光二极管。如用 7V 彩泡串联而成的 4 路 140 头彩灯和 12V 彩泡串联而成的 4 路 80 头彩灯以及满天星等, 组成四路彩灯链。

5. 多功能灯光控制器

这是一种具有 8 种灯光控制方式, 即 3 种追逐方式, 3 种调光方式、1 种自动混合方式和 1 种功能锁定方式的多功能灯光控制器。可用于商店橱窗、舞厅、广告、圣诞树及家庭客厅及卧房等处。

电路如图 3-5 所示。其核心器件是一块多功能灯光控制集成电路 VH5163。

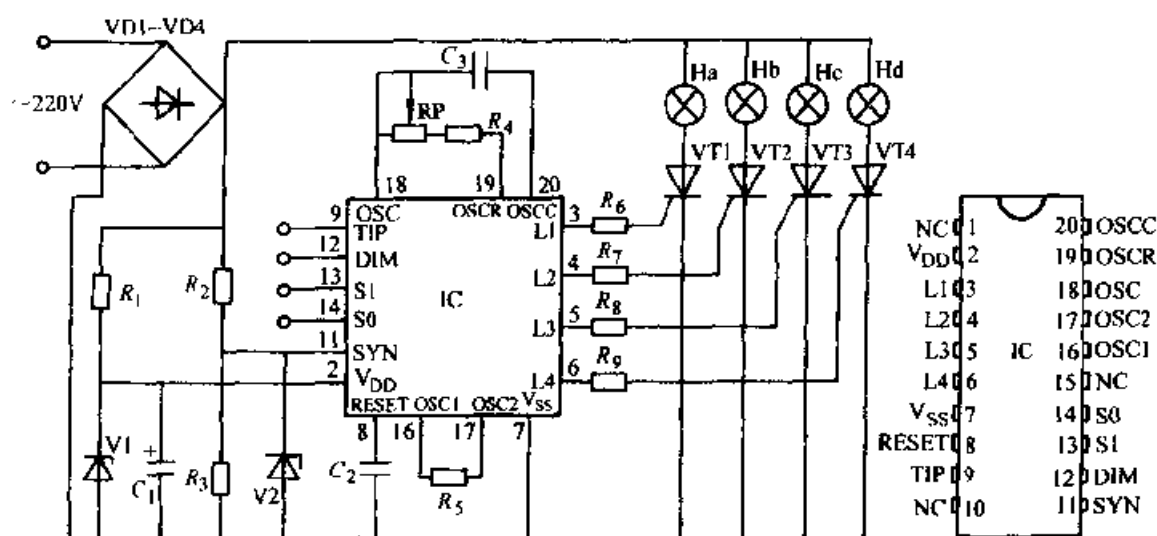


图 3-5 多功能灯光控制器

R_1 82k Ω R_2 560k Ω R_3, R_4 100k Ω R_5 470k Ω
 $R_6 \sim R_9$ 20k Ω C_1 100 μ F C_2 0.01 μ F C_3 0.1 μ F
 RP 560k Ω VD1~VD4 1N4004 V1、V2 2CW53
 VT1~VT4 MCR100-8 IC VH5163

VH5163 采用 20 脚双列直插式塑封结构如图右所示。其各脚功能为: ①、⑩、⑪脚为空脚 NC; ②为电源正端 V_{DD} ; ③、④、⑤、⑥脚为控制输出端 L1、L2、L3、

L4, 输出控制脉冲用来触发晶闸管; ⑦脚为电源负端 V_{SS} ; ⑧脚为复位端 RESET; ⑨脚为锁定功能控制端 TIP; ⑩脚为同步信号输入端 SYN; ⑫、⑬、⑭脚分别为控制方式选择端 DIM、S1、S0; ⑮、⑯脚为调光振荡器外接电阻端 OSC1 和 OSC2; ⑱脚为振荡公共端 OSC; ⑲脚为振荡电阻端 OSCR; ⑳脚为振荡电容端 OSCC。

VD1~VD4、 R_1 、 C_1 组成桥式整流简易稳压电路输出 5V 直流电供集成电路 VH5163 用电。IC 的同步信号由电阻 R_2 取得。接通电源后, 输出端 L1~L4 即③、④、⑤、⑥脚输出控制脉冲经 $R_6 \sim R_9$ 加到晶闸管 VT1~VT4 的门极, 去控制它们的导通角, 从而使 Ha、Hb、Hc、Hd4 组彩灯按我们需要的控制方式点亮、熄灭或调光。

彩灯的控制方式取决于 TIP、DIM、S1、S0 端即第⑨、⑫、⑬、⑭脚的电平高低, 详见下文:

方式 1: 正向追逐。彩灯按 Ha—Hb—Hc—Hd……轮流点亮, 产生向前追逐效果, 调节 RP 可以改变追逐效果速度。

方式 2: 正反向追逐。先正向追逐, 20 个周期后反向, 依次循环。

方式 3: 复合追逐控制。先以 4 种不同速度执行方式 1, 然后以 4 种不同速度执行方式 2, 交替进行。

方式 4: 不追逐只调光。4 组灯泡同时由暗渐变为亮, 再渐变为暗, 连续不断实现调光。

方式 5: 正反向追逐并调光。4 组灯泡在向前追逐同时并进行调光, 然后改变追逐方向, 每追逐 4 个循环后改变一次方向, 波浪式调光。

方式 6: 鸳鸯式步进调光。先 Ha、Hb 两组灯泡调光, 再 Hb、Hc 两组灯泡调光, 再 Hc、Ha 两组灯泡调光, 再 Hd、Ha……, 4 循环后变向。

方式 7: 自动循环控制。6 种方式循环重复。

方式 8: 功能锁定控制。在执行方式 7 时, 循环到所需方式, 将 TIP 脚接 V_{DD} , 即被锁定。

实际使用时, 可将控制方式选择⑨、⑫、⑬、⑭按上表所示接相应电平即可。也可利用 4 个 1×2 小开关切换, 就组成了多功能控制器。

6. 十六功能集成控制电路的彩灯电铬

SH805 是十六功能彩灯专用集成电路, 采用 10 脚软封装。其控制功能包括: 依次亮、同时灭; 四灯渐亮渐暗; 四灯追逐, 自动变速; 全亮、间隔闪光; 16 段功能大轮流, 逐个亮, 依次灭; 星星闪烁, 跑马式自动变化; 四灯大闪烁; 二次一组, 交替闪烁; 逐个点亮, 群灯慢灭; 全亮; 倒顺流水, 波浪式前进后退; 星星闪亮; 按 AB—BC—CD—DA 倒顺流水自动变化; 跑马式前进后退, 星星闪烁自动变化; 相邻两灯一亮一暗依次向前。

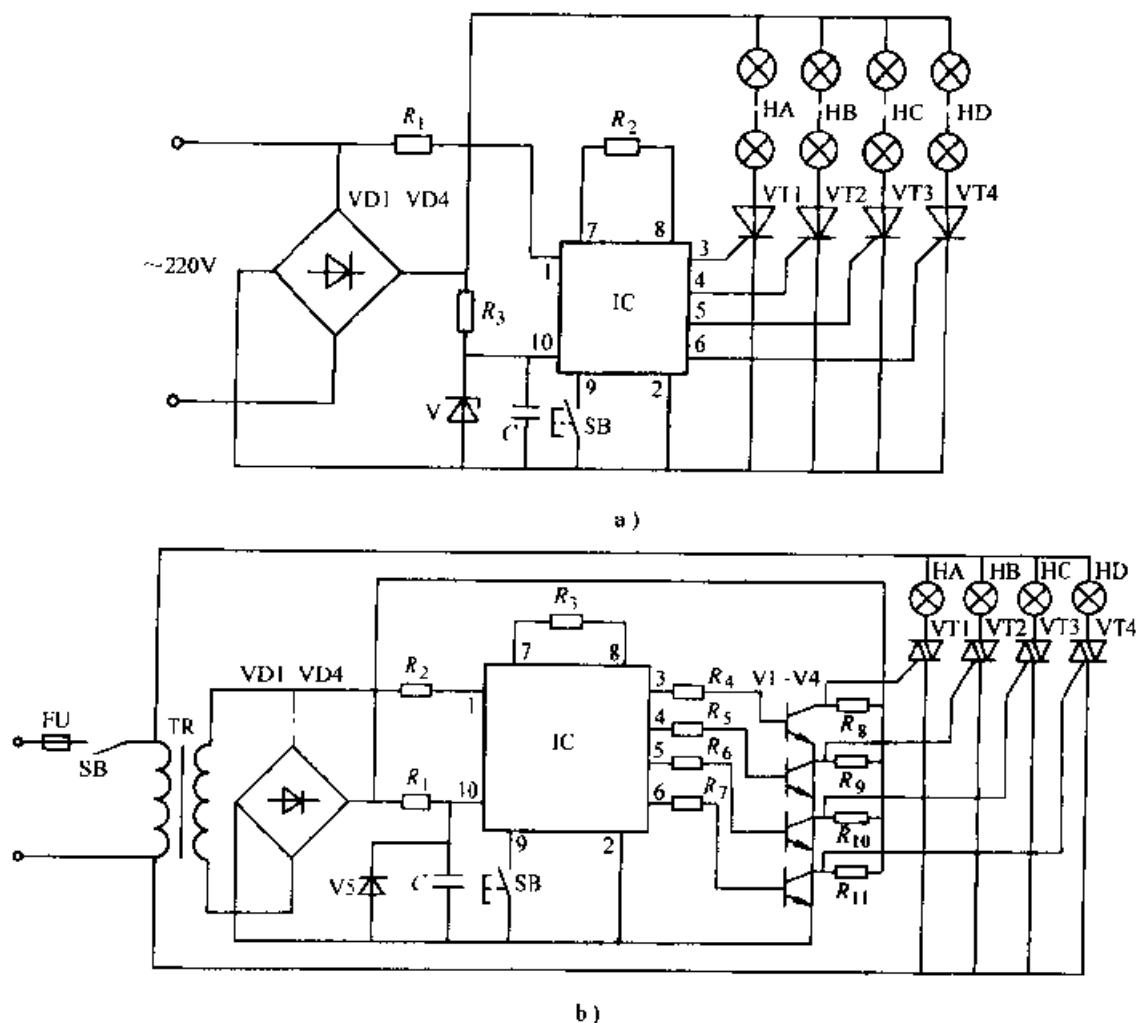


图 3-6 十六功能集成电路控制的彩灯电路

a)

b)

R_1 1M Ω R_2 210k Ω R_3 75k Ω
 C 17 μ F VD1~VD4 1N1004
 V 2CW21A VT1~VT4 MCR100-6
 IC SH805

R_1 5.1k Ω R_2 1M Ω R_3 180k Ω
 $R_4 \sim R_7$ 1k Ω $R_8 \sim R_{11}$ 510 Ω
 $V1 \sim V4$ 9011 $V5$ 2CW21A
 $VT_1 \sim VT_4$ MCR100-6 IC SH805

应用电路见图 3-6a。电源为整流、降压、稳压、滤波向 SH805 提供 4.5V 工作电压。 R_2 为振荡电阻，同步信号取自 50Hz 工频。SH805 的大功率应用见图 3-6b，需增加三极管作电流放大并改用双向晶闸管由 220V 市电直接带动负载 (4×100 W)。

7. 用 BH9201 控制的彩灯电路

BH9201 是新推出的彩灯控制专用集成电路，它采用低功耗的 CMOS 工艺制造，双列 8 脚直插封装。①脚接地端 V_{SS} ；②脚为振荡电容端 OSC1；③脚为振荡电阻端 OSC2；④脚接地电源正端 V_{DD} ；⑤—⑧脚为输出驱动端 Q1~Q4。

典型应用电路见图 3-7。它由振荡器、分频器、输出驱动组成。外接电容、电

位器、输出, 连接晶闸管门极使之导通, 可以控制四组彩灯, 调节电位器呈现不同速度的跳跃、流水、全亮三种状态。

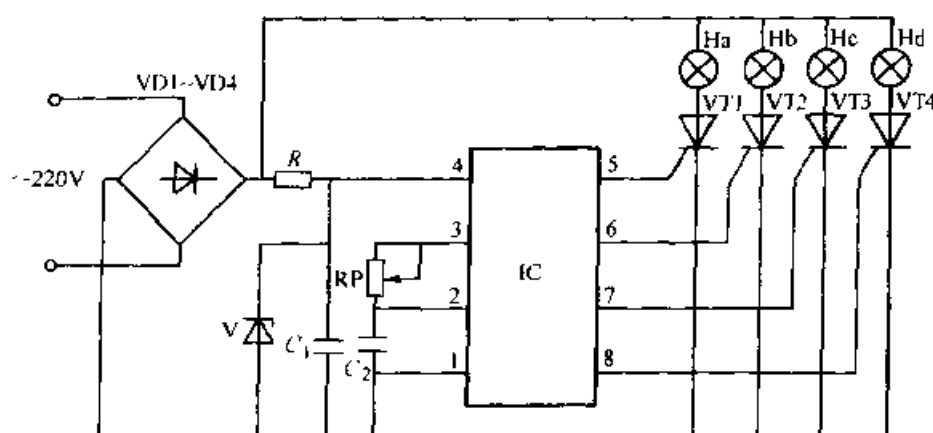


图 3 7 用 BH9201 控制的彩灯电路

R 100k Ω RP 1M Ω C_1 20 μ F C_2 0.1 μ F $VD1 \sim VD4$ 1N4004
 V 2CW21A $VT1 \sim VT4$ MCR100-6 IC BH9201

8. 双音 25 曲多功能彩灯控制器

SH816 是目前较先进实用的音乐彩灯控制专用集成电路。它采用片状黑胶封装, 15 个引脚, 见图 3-8。其中①~④脚为输出端, ⑤脚为锁定键; ⑥脚为选择键; ⑦脚为正电源 V_{DD} ; ⑧脚为滤波电容端; ⑨脚为反锁端; ⑩、⑪脚为音频端; ⑫脚为同步输入端; ⑬脚为电源负端 V_{SS} ; ⑭、⑮脚为外接电阻端。

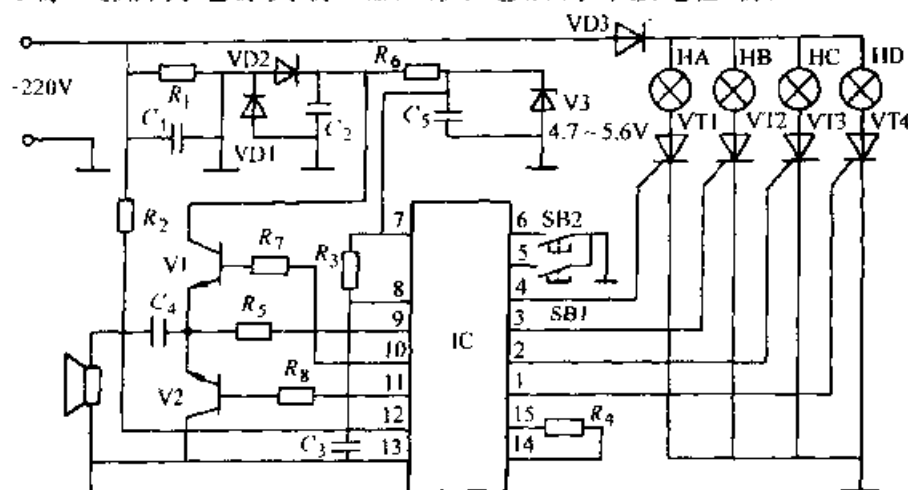


图 3 8 双音 25 曲多功能彩灯控制器

R_1 200k Ω R_2 4M Ω R_3 1M Ω R_4 75k Ω R_5 35k Ω
 R_6 1.5k Ω R_7, R_8 7.5k Ω C_1 1 μ F C_2 470 μ F C_3 0.01 μ F
 C_4, C_5 47 μ F $VD1, VD2$ 1N4004 $VD3$ 1N4007
 $V1, V2$ 9015 $VT1 \sim VT4$ (1A/400V)

SH816 的工作电压由 R_1 、VD2、VD3、 C_1 等组成整流、稳压、滤波电路提供，故 4~6V。彩灯分四路输出，音频分两路互补输出。集成电路内存 1536 个音符，合成 25 首世界名曲，复合成双重音，音质优美动听。电路 IC 还内置四种加八种的花样跳法程序，采用双键控制集成电路 IC 的⑤脚和⑥脚。

彩灯四种花样跳法为：四灯同时随音乐节拍闪烁；两灯一组随音乐节拍闪烁；单灯流水式随音乐节拍闪烁；四灯随韵节拍逐个闪亮，又依次熄灭。按动 SB2 可实现五种控制功能，即：音量大加四种跳法；音量中加四种跳法；音量小加四种跳法和无声进入八种花样灯跳跃方式；还可使灯全亮。

八种花样方式为：单灯依次闪烁；顺流水倒流水交替变化；星星闪烁，跑马自动化；四灯依次逐个点亮，又依次熄灭；渐明渐暗自动变化；相邻两灯一暗一亮向前移动；四灯同时渐明渐暗；星光闪烁。

为提高音质，低放采用互补输出，三极管的 β 值均应大于 150，配对使用。 R_5 为负反馈电阻， R_7 、 R_4 为限流电阻，用以调整静态工作点。音频输出使用阻抗 32Ω 喇叭。灯光输出也可采用 1A/400V 的单向晶闸管。

9. 变色吊灯电路

此种吊灯为五只乳白色灯罩里分别装有红、绿、蓝三种颜色的灯泡，利用光的三色混合原理可以调配出多种颜色光，新颖别致。其控制电路如图 3-9 所

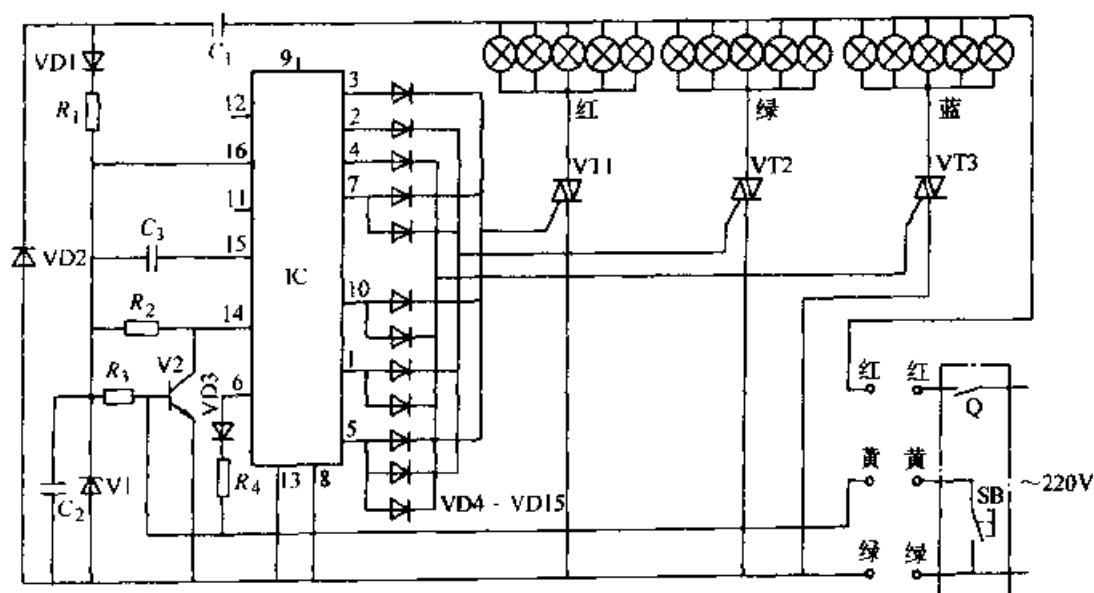


图 3-9 变色吊灯电路

R_1 10 Ω R_2 、 R_3 10k Ω R_4 100k Ω R_5 C_1 0.47 μ F C_2 100 μ F
 C_3 0.1 μ F VD1、VD2 1N4007 VD5~VD15 1N4001 V1 2CW22F V2 9014
 IC CD4017 VT1~VT3 (2A/600V)

示。

开关 Q 接通后, 220V 交流电经 C_1 、VD1、VD2 整流, 再由 C_2 滤波和 V1 稳压后, 供给十进制计数/分配器 CD4017 工作电压。同时, 9V 电压经 C_3 向 IC 的第⑤脚输入一个正脉冲, 使电路清零。所以, 其③脚输出正电压脉冲触发 VT1 导通, 使五只罩内的红色灯泡发光, 这是一个稳态。若按动开关盒内的按钮 SB, 三极管 V2 的基射极短路, V2 截止。此时 IC 的⑭脚电压上升, 触发其内部电路使之计数, 由此②脚输出高电平, VT2 导通, 对应的五只绿灯亮。再按动 SB 又可使蓝灯点亮。当继续按动 SB, 使 IC 的第⑦脚输出高电平时, 红灯和绿灯同时点亮, 从而对外表现为黄光。以后 IC 各脚的输出和灯光颜色将现出丰富多彩的变化。

二极管 VD3 是使⑥脚输出时, 电路复位到初始状态, 即红灯亮。VD4~VD15 为隔离二极管。彩色灯泡可选 25W 的, 双向晶闸管用 2A 的。

该灯部分电路可装在灯具内, 与灯架、灯座、灯罩等合为一体, 引出三根导线红、黄、绿, 在与所配开关对应连接, 有别于普通的灯具控制。

10. 采用 SMC5618 专用电路的彩灯控制器

一种彩灯控制专用电路 SMC5618, 可广泛用于门面灯光装璜、节日彩灯装饰、午厅餐厅灯饰、大型彩灯广告及做摩托车尾灯、汽车尾灯等的灯光装饰。它内存有八种花样: ①单点右旋; ②单点左旋; ③卷箱式; ④闪烁加一次灭; ⑤弹性涨缩闪烁; ⑥星星闪烁; ⑦拉幕式闪光; ⑧单点交叉追逐。经四个编程端编程后, 即可得 27 种不同花样的组合。

SMC5618 采用双列直插式 18 脚塑封形式, 其各引脚功能为: ⑮、⑯、⑰、⑱、①、②、③、④脚分别为 1~8 路输出端。⑬脚是复位端, 在多片集成电路级联时, 作为同步控制端用。⑦脚外接振荡电阻。⑭脚接负电源。⑧、⑨、⑩、⑪脚分别为四个花样编程端。⑤脚接正电源。SMC5618 的工作电压 DC3~6V, 静态电流 50 μ A, 每路输出电流大于 20mA。

SMC5618 可单片使用, 也可多片级联。多级应用电路如图 3-10 所示。

从 SMC5618 输出端 Q0~Q7 输出的高电平使三极管 V0~V7 相应导通, 对应发光二极管 LED0~LED7 闪亮以作监视。三极管射极输出电流经电阻 R_0 ~ R_7 、二极管 VD0~VD7 触发双向晶闸管 VT0~VT7 导通, 从而驱动负载 H0~H7。这八路彩灯群随编程不同作不同的花样闪光。如果是驱动霓虹灯, 将 H 换成脉冲升压变压器即可。调 RP 可改变闪光速率。集成电路的所有复位端均要联在一起, 通过开关 Q 接于电源, 启动电路工作时, 按动 Q, 全部复位以达同步。多级使用时, 各块电路的花样控制可以单独设定, 这样可以构成一系列不同的闪光图案, 用于不同场合。该控制器的负载可接节日灯串、彩色塑料霓虹灯带及霓虹灯管等。SMC5618 的四个编程控制端 K0、K1、K2、K3 分别接“1” (V_{DD}) 或接“0”

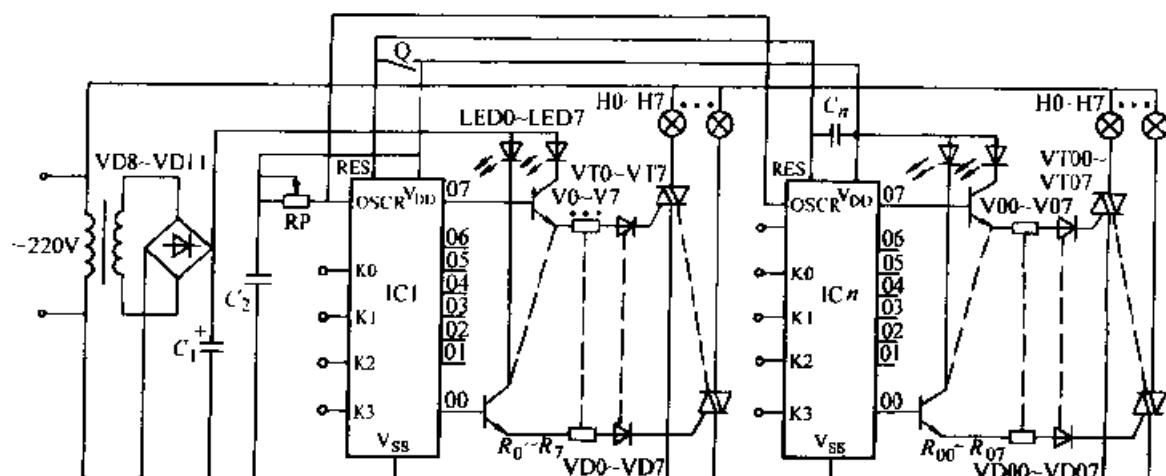


图 3-10 采用 SMC5618 专用电路的彩灯控制器

$R_{00} \sim R_9$, $R_0 \sim R_7$: 150Ω R_P : $5.1k\Omega$ C_1 : $470pF$ C_2 : $30pF$ LED0~LED7 (红)

VD00~VD07, VD0~VD7 1N4007 VD8~VD11 1N4001

V00~V07, V0~V7 9013 IC1~ICn SMC5618 H0~H7 (1kW)

(V_{SS}) 的 27 种组合, 即可得到的 27 种不同花样。

11. 追逐式循环彩灯控制器

Y997A 为专用闪光集成电路, 采用标准 8 脚双列直插塑料封装。其静态电流小于 $5\mu A$, 电源电压为 $1.8 \sim 7V$, 输出端在电压 $3V$ 时, 输出 $15mA$ 电流, 电压为 $5V$ 时输出电流为 $50mA$ 。输出端 MOSFET 击穿电压高于 $18V$ 。

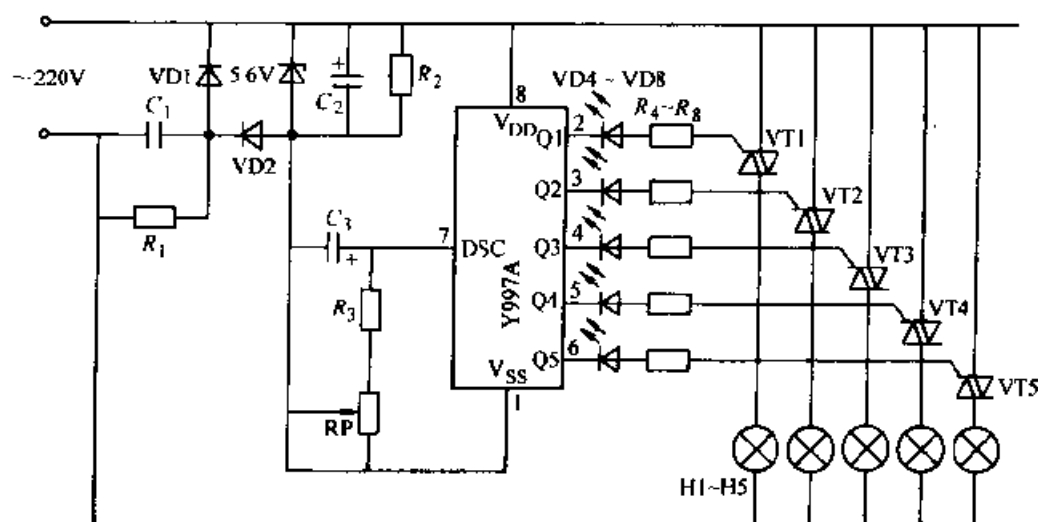


图 3-11 追逐式循环彩灯控制器

R_1 : $510k\Omega$ R_2 : $47k\Omega$ R_3 : $100k\Omega$ $R_4 \sim R_8$: 510Ω

C_1 : $0.68\mu F$ C_2 : $330\mu F$ C_3 : $1\mu F$

VD1, VD2 1N4007 VT1~VT5 (1A/400V)

Y997A 的各脚功能如下：⑧脚 V_{DD} 电源正；①脚 V_{SS} 电源负；⑦脚 DSC 为振荡输入端，改变外接阻容数值，即可改变闪光频率；②～⑥脚为 Q1～Q5，即 5 路闪光输出端。Y997A 为追逐式闪亮，即 Q1-Q2-Q3-Q4-Q5-Q1-Q2 等依次闪光，周而复始，任何时刻只有一路闪光显示输出。Y997A 的应用范围很广，图 3-11 为应用电路之一。

5 路输出接双向晶闸管，当选用 1A/400V 的晶闸管时，每路可带 100W 负载，若需增大功率，可改变大功率晶闸管或继电器，闪光速度可调节 RP 来设定。

12. 微电脑彩灯控制器

本控制器用单片机控制，电路简单，制作容易，成本低。采用矩阵式输出，使单片机的 15 根口线可以控制 56 路彩灯。在电路不变的情况下，通过更改软件，能极方便实现各种不同的花样控制。控制器可用于广告灯箱、大形广告牌背景灯、各种跑灯、流水灯等场合。原理如图 3-12 所示。

IC1 为 AT89C2051 型单片机。 C_3 和 R 组成 IC1 的上电复位电路， C_1 、 C_2 为 +5V 电源滤波电容。IC2 是驱动器。本电路可以驱动 56 组彩灯，且控制规律灵活多变。图 3-14 中执行器件是光耦合器 B1～B56（也可选用晶闸管或继电器）。单片机的控制输出信号由两个 I/O 完成。采用矩阵式输出方式。由 P1 口（P1.0～P1.7）输出 8 个行驱动信号，由 P3 口（P3.0～P3.6）输出 7 个列驱动信号。如果在 P3.0 口线上输出高电平时，经过 IC2 反向为低电平。此时，为光耦合器 B1～B8 导通做好了准备，其中哪一只光耦合器导通取决于 P1 口的状态。当 P1 口输出 00 时，B1～B8 全部熄灭，当 P1 口输出 01H 时，在 P1.0 口线上处于高电平的 B1 导通，由 B1 控制的彩灯 H1 被点亮；当 P1 口输出 02H 时，P1.1 口线上处于高电平的 B2 导通，由 B2 控制的彩灯 H2 被点亮，依此类推。通过编制软件，改变 P1 口和 P3 口的状态，达到对彩灯的不同控制效果。不同软件功能不同，读者可灵活变通使用。

将源程序输入 PC 机以后，以“L, ASM”文件名存盘。运行‘MCS51.EXE’调试软件，待屏幕显示调试窗口以后，按〈F3〉键，调入“L, ASM”，按〈F9〉键进行汇编，然后按〈F7〉键单步运行。在调试窗口的右下角观察 P1 和 P3 的状态与软件设计完全一致时，软件调试结束。

按〈ALT〉+〈F〉键将“L, ASM”转换成编程器需要的格式的文件。方法之一为：选择“Save OBJas……”项，按回车键出现选择窗口后，按〈Esc〉键确定文件名和文件格式。文件格式选“（.）ROM”，然后存盘。按〈Esc〉前退一步。按〈ALT〉+〈X〉键返回 DOS 系统。

将“LROM”格式的文件固化在 AT89C2051 中，将 AT89C2051 插入电路中的 IC 插座上，接通电源即可工作。

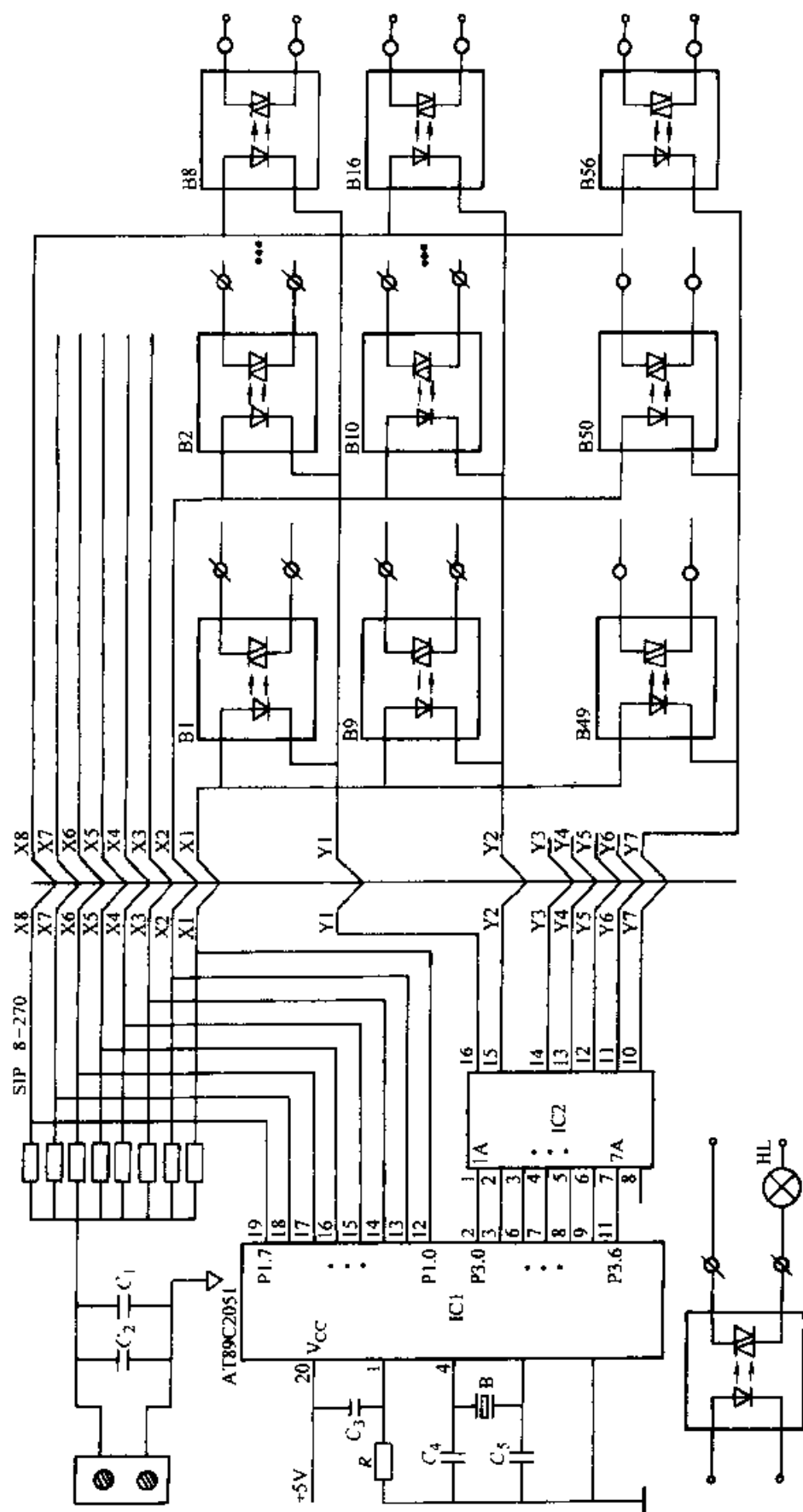


图 3-12 微电脑影灯控制器

C_1 0.1μF C_2 100μF C_3 20μF C_4, C_5 30pF
 IC1 AT89C2051 IC2 5G1413

13. 巧用 LM386 做双色彩灯控制器

本电路经巧妙设置使 LM386 能同时控制红、绿两组彩灯随环境声波强弱闪烁发光。控制电路的原理电路如图 3-13 所示。

VD、V、 C_1 和 C_2 组成简单的电容降压半波整流稳压电路，输出约 12V 左右的直流电压供 LM386 用电。声波控制信号仍由接在同相输入端③脚的压电陶瓷片 B 拾取，放大后信号由第⑤脚输出，经电容 C_4 直接加到晶闸管 VT 的控制极去控制其导通角。XS1、XS2 是红、绿两组彩灯的插座，要求红灯的总功率大于绿灯的总功率。由图分析可知，当环境音乐声波信号较弱或音乐声间断时，VT 触发信号较弱，VT 处于关断状态，红、绿两组彩灯串联在 220V 市电中，由于红灯功率大于绿灯功率，所以 220V 交流市电电压大部分降落在 XS2 插座上，即绿色彩灯正常发光，红色彩灯仅发出微弱的红光。当环境声波信号较强时，VT 因触发信号较强而导通，这时插座 XS2 被短接，220V 交流市电主要降落在 X1 插座上，即红色彩灯组正常发光，绿色彩灯组不发光。随着音响设备播放的优美乐曲旋律，红、绿两组彩灯就交替闪烁发出不同颜色的光。

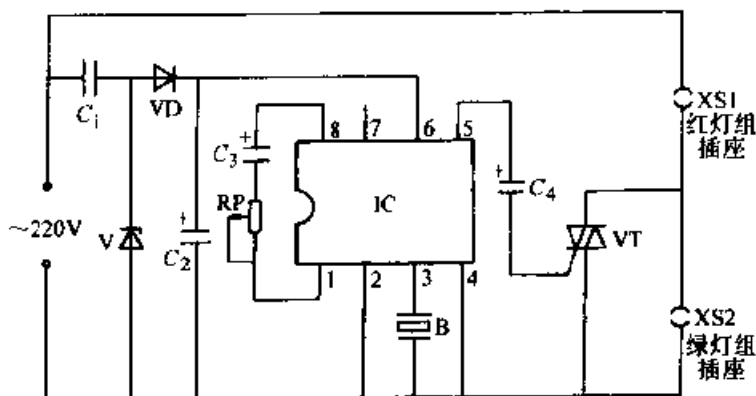


图 3-13 巧用 LM386 作双色彩灯控制电路

C_1 1 μ F C_2 220 μ F C_3 10 μ F C_4 100 μ F

VD1 1N4001 V 2CW60 IC LM386 VT (3A/400V)

接在①、⑧脚的电位器 RP 用来调解 LM386 的电压增益，V 为 12V 稳压二极管。VT 用 3A/400V 塑封双向晶闸管。

14. 新型转动广告灯箱电路

一种新型广告灯箱内部装有多幅彩色高分辨率喷绘画。通过电路控制，两只步进电动机带动画面转动。灯箱内用日光灯照明，非常美丽。控制电路如图 3-14 所示。

市电 220V 经变压器转换成 15V 交流，再经整流滤波后，一路经电阻 R_0 供给步进电动机。另一路经 IC0 (7805) 三端稳压器降成 +5V 给控制电路供电。

控制部分由时基电路 IC1 (NE555) 提供画面的定时运转、停止时间。时间常数由 R_1 、 R_2 、 C_1 决定，可改变运转、停止时间（本电路参数约为 15s）。NE555 的③脚为输出，低电平时控制运转启动信号。可在③脚接一只发光二极管，亮时为高电平，灭时为低电平。画面停止时间为时间常数减去运转一幅画面所需时间，低电平应控制在 1s 之内。

IC3 (CD4011) 为二输入四与非门, 用四组与非门组成两组 R-S 触发器, R-S 触发器有两组输入端, 两个输出端, 它有两个稳定状态。由 IC3 的⑧~⑬脚两组与非门组成的 R-S 触发器控制步进电动机的启动、停止; 另一组由 IC3 的①~⑥脚两组与非门组成的 R-S 触发器完成画面的左右终点换向功能。

启动运转 IC4 的③脚为低电平时, IC3 的②脚通过 VD1 向 IC4 的③脚放电而成为低电平, IC3 的⑨、⑪脚变为高电平。此高电平有两条通路: 一路经电阻 R_5 向 IC5 的⑩脚提供步进电动机运转信号; 一路经 R_4 和 IC2 的一组反相器提供继电器 KA1 的吸合电流。

步进电动机的停止和换向 停止信号是由位置传感器得到的, 另外两个为左右换向传感器。其功能是画面运转到左、右终点时通过继电器 KA2 动作, 使转向由原来的方向改变成相反的方向, 原来的主动电动机变成被动电动机, 两只步进电动机共用一套驱动电源。

换向控制部分 在接到左、右终点传感器的信号时, VD2 或 VD3 的负极出现低电平, IC3 的⑨、⑪脚也出现低电平, 控制停止的 R-S 触发器翻转, IC3 的③、⑥脚改变电平的高低, 经 R_3 控制 IC2 改变继电器 KA2 的吸或合, 达到左、右终点换向的同时步进电动机停止运转。

光控信号 为应用反射型红外收发一体传感器拾得信号, 经过 IC1 (CD4069 六反相器) 的一组反相器整形, 输至 IC2 反相器, 得到一个符合 R-S 触发电路需要的开关电平。光控传感器装在画面的反面, 画面基础材料为白色塑料纸是良好的反光材料, 红外发射管发出的红外光经反射被装在一起的接收管接收, 使其在输出端为高电平, 在需要停止的区域用黑色反光面, 当画面移动色块至传感器位置时, 使红外光不被反射, 从而使输出端从原来的高电平变为低电平, 经两次反相, 使 R-S 触发器翻转。

步进电动机电路 IC5 (L297) 为步进电动机专用控制集成电路, 图中 A、B、C、D 为环形脉冲输出部分, AB 为一组, CD 为另一组, 不可搞错。L297 主要引脚功能如下: ④、⑥、⑦、⑨脚为环形脉冲输出, ⑪脚为正反转, ⑬脚为速度控制, 电机速度由此输入的脉冲频率控制。由 IC1 (CD4069) ⑩、⑪、⑫、⑬脚的两级反相器组成简单的振荡器, 振荡信号由⑩脚输出至 L297 的⑬脚。⑭脚控制整步、半步运转, 高电平时半步, 低电平时整步。⑮脚为脉冲输出开关, 高电平时脉冲开 (运转), 低电平时脉冲关。⑯脚为复位。

输出部分 IC6~IC9 为中功率达林顿管 TIP122, VD5~VD12 为续流二极管, 可用普通二极管。在未通电和停止灯箱运转的时候, KA1 继电器因用常闭触点, 使两只步进电动机的绕组同时短接, 其中一组因步进电动机内的磁性材料为钕铁硼, 磁性极强, 短接造成很大的阻尼面相当于制动装置。通过启动运转的高电平可控制 KA1 在运转时吸合, 停止运转时释放。

灯箱结构尺寸和其它机构可根据需要设计制作。线路部分只要安装无误，一般很少调试，适合爱好者自制。电源变压器功率 20W，输出部分的功率管和三端稳压器需散热。

15. 5GM168 节日彩灯控制电路

5GM168 是专为圣诞树彩灯设计开发的专用集成电路。采用 PMOS 工艺制造，现有片状黑膏软封装和双列直插式塑料硬封装两种形式。塑料硬封装又有三路输出和四路输出两种，型号分别为：5GM168-3 和 5GM168-4。

5GM168 集成电路内部集成了整流放大电器、压控振荡器、脉冲分配器和四个开漏输出器。芯片通电后，四个开漏输出端 A、B、C、D 将二二出现高电平循环（即“鸳鸯跳跃”式循环），其跳跃速率由压控振荡器振荡频率决定。改变压控振荡器外接阻容元件值或改变输入到整流放大器的音频信号幅值都可以改变振荡频率。5GM168 输出端真值表如下：

	A	B	C	D
G=1（即 G 端悬空）	1	1	0	0
四路输出	1	1	1	0
	0	0	1	1
	1	0	0	1
G=0（即 G 端与	1	1	0	D 端悬空
GND 端短接）	0	1	1	
三路输出	1	0	1	不输出

上表中当输出端电平为“1”时，该路彩灯亮，当输出端电平为“0”时，该路彩灯熄灭。5GM168 输出驱动电流大于等于 15mA，可以直接驱动发光二极管闪烁，也可通过晶闸管驱动彩灯闪烁。有于芯片内含有稳压源，外电路只需降压限流电阻，可以省去稳压二极管。5GM168 的典型应用电路见图 3-15。

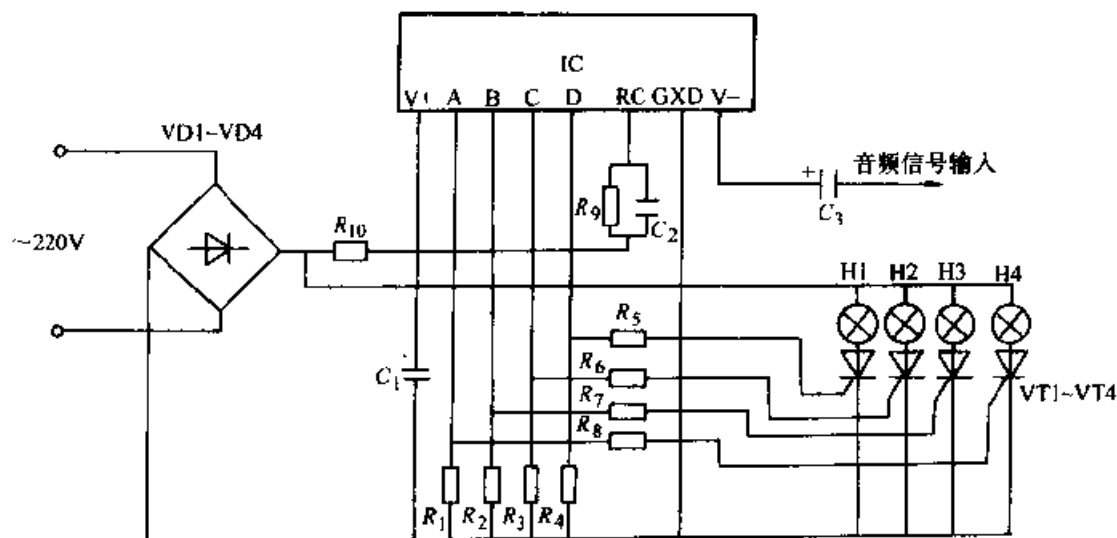


图 3-15 5GM168 的典型应用电路

$$R_1 \sim R_4 \quad 20\text{k}\Omega \quad R_5 \sim R_8, R_{10} \quad 51\text{k}\Omega \quad R_9 \quad 1\text{M}\Omega$$

C_1 10 μ F C_2, C_3 4.7 μ F VD1~VD4 1N4007 IC 5GM168

16. 应用 MS51C61 和晶闸管的彩灯电路

MS51C61 是典型的 CMOS 电路, 采用片状黑膏封装, 对外共 11 个引脚, 各脚功能为: ① (TRP) 手动控制端, ② (V_{DD}) 电源正端, ③ (REST) 复位端, ④ (OSC) 振荡端, ⑤ (OSCC) 振荡电容器, ⑥ (OSCR) 振荡电阻端, ⑦ (V_{SS}) 电源负端, ⑧ (L1) 输出端 1, ⑨ (L2) 输出端 2, ⑩ (L3) 输出端 3, ⑪ (L4) 输出端 4。

MC51C61 的典型工作电压为 3V, 最低 1.5V, 最高可达 5V。振荡频率典型值为 4kHz。最大电流为 300 μ A。其典型应用电路见图 3-16。

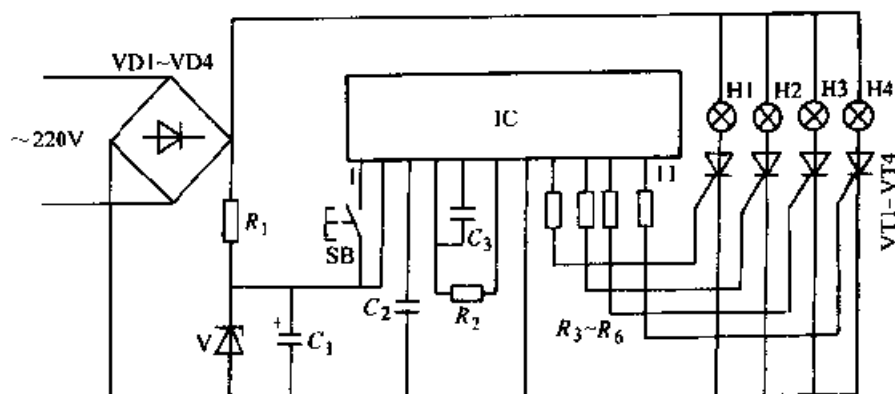


图 3-16 MS51C61 和晶闸管控制的彩灯电路

$$R_1 \quad 75\text{k}\Omega \quad R_2 \quad 150\text{k}\Omega \quad R_3 \sim R_6 \quad 10\text{k}\Omega \quad C_1 \quad 47\mu\text{F}$$

C_2, C_3 1000pF VD1~VD4 1N4004 IC MS51C61

17. 制作简单的节日彩灯控制器

这款控制器使节日彩灯具有动感, 交替闪亮好似流水, 其制作也很简单。电路原理见图 3-17。

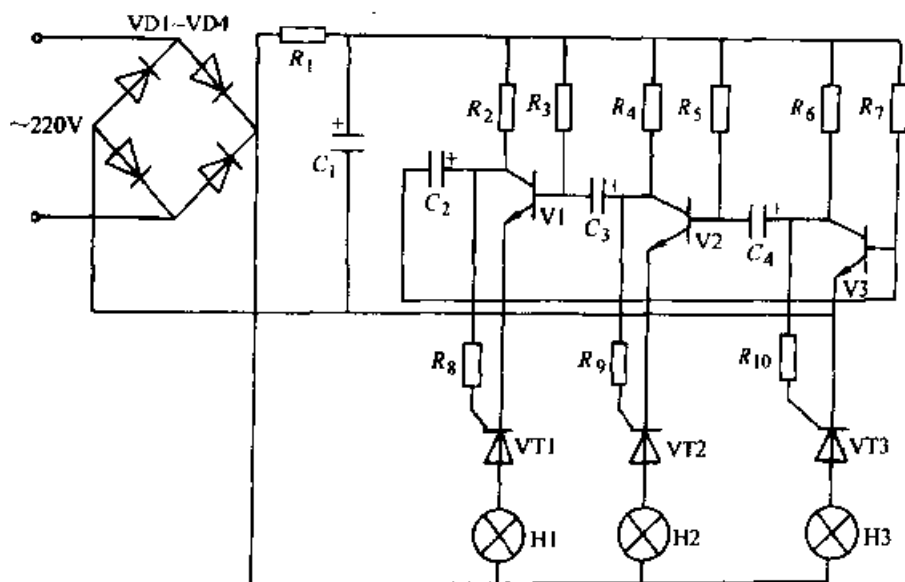


图 3-17 制作简单的节日彩灯控制器

R_1 62k Ω R_2 、 R_4 、 R_6 5.6k Ω R_3 、 R_5 30k Ω R_7 27k Ω

R_8 、 R_9 、 R_{10} 1k Ω C_1 100 μ F C_2 、 C_3 、 C_4 22 μ F

VD1~VD4 1N4004 VT1~VT3 MCR100-8

电路的核心是一个由三只三极管和外围电路组成的循环振荡器。当电源接通后, 三只三极管争先导通, 如果三只三极管的参数基本相同, 那么三极管 V3 会先导通, 因为 V3 的基极偏置电阻的阻值比其它两只三极管的基极偏置电阻都小。当 V3 首先导通并饱和后其集电极电压接近于零, 由于电容 C_4 两端电压不能突变, 所以 V2 的基极也被拉到接近于零, 使 V2 不能再导通。V2 的截止使它的集电极电压接近于电源电压。通过 C_3 的耦合作用使 V1 的基极为高电压, V1 因此而处于饱和导通状态。上述过程很快完成。此时 V1 和 V3 处于饱和导通状态, 而 V2 处于截止状态。

此后, 电源电压通过 R_5 对 C_4 充电, 使 V2 的基极电压不断升高, 达到一定程度 V2 开始导通, 并由截止状态变为饱和导通状态。V2 的集电极电压随之下降, 通过电容器 C_3 的耦合作用, 使 V1 的基极电位也下跳。这样, V1 由饱和变为截止。V2 和 V3 都处于饱和导通状态。

紧接着又开始了 C_3 的充电, 使 V1 的基极电压升高, V1 开始导通并由截止变为饱和导通状态。如此循环下去。每一时刻, 电路中总有一只三极管处于截止状态, 而另外两只三极管处在饱和状态。与截止状态三极管相对应的晶闸管的门

极通过电阻得到高电压，触发晶闸管导通，其控制的一路彩灯就点亮。四只二极管 VD1~VD4 组成桥式整流电路，经 R_1 降压、 C_1 滤波提供电源。

如三只晶闸管采用 MCR100-8，则每一路灯泡功率不要超过 100W，可用数十只低电压串灯组成。

18. 一款实用的灯光控制器

本控制器用于家庭居室能产生灵活多变的灯光效果，再加绚丽的灯光点缀，更加丰富多彩。控制器有两组输出，每组控制四路彩灯式串灯。每路灯有独立的开关，可指定某一路灯常亮或按程序闪光。彩灯有 8 种闪光模式，用轻触开关选择。LED 数码管显示序号，闪光速度可调，也用轻触开关选择，共有 8 种速度。有声控方式，即在有闪光的同时，还受音乐声控制，以加强节奏感。另有“静光”功能，即在乐曲间隔或停顿时，灯光全熄。灯光控制器电路见图 3-18。

闪光电路 IC1 采用 TWH9104，通过对编码控制端 S1、S0 和 DIM 进行二进制编码产生 8 种调光模式，通过改变 R_1 的阻值达到调速的目的。TWH9104 的输出通过 VD2~VD5 隔离后由 V1~V4 射极输出，驱动 VT1~VT4 带动彩灯组。

调光模式可由 DIM、S0、S1 组合搭配出七种。其控制电路由 IC4 和 C_5 组成。IC4 是可预置数二进制计数器 CD40193。手按 S1 后 IC4 输出端点③、②、⑥脚可由 000~111 循环计数，输出分两路，一路给 IC1 编程控制端，一路加到 IC5 (BCD-锁存/7 段译码/驱动器 CD4511)，驱动 LED 数码管显示 0~7 号模式。

闪光速度调节电路由 IC6、IC7 组成计数、显示电路，原理同上。IC8 是四双向模拟开关 CD4066，它与 IC6 配合组成速度调节电路。IC8 的三个模拟开关分别在 3 个串联的电阻上，电阻值按二进制位权关系选择，按 S2 可取得 8 种不同的电阻值并送到 IC1 的 g、h 两端，这样就可以实现 8 种闪光速度的控制。

静光及其控制电路：声音信号由 e、f 端引入，RP1 控制输入电平，VD10 做输入信号指示，IC2 (4N25) 用做隔离，其输出送到 IC2 和 IC3，IC2、IC3 是两个不同的比较器，平时输出端均为低电平。IC3 输入门限在 $1/9V_{cc}$ 左右，当有声音信号时，因 IC3 输入门限很低，IC3 立即输出高电平，经 VD13 和 C_5 使电压平滑后，由射极输出器 V5 触发 VT5 导通，使 VT1~VT4 阴极接地，提供闪光条件，当无声音信号时，或乐曲间歇时，使 VT5 截止，使 VT1~VT4 阴极离地，这样就达到静光的目的。IC2 输入门限电压可调，用作声控，一般调在较高电压点，当声控开关 SB3 闭合时，输入声音信号中的强音超过 IC2 的门限电压，IC2 瞬间输出高电平，经 VD6~VD9 加到 V1~V4 的基极使 VT1~VT4 导通。VD11 作为声控电平指示。

输出控制与指示电路：VT1~VT4 的输出加到 8 只单刀双掷开关组成的两组控制回路上，A 组与 B 组并联，每组控制四路灯，如黄、红、蓝、绿，每路灯对

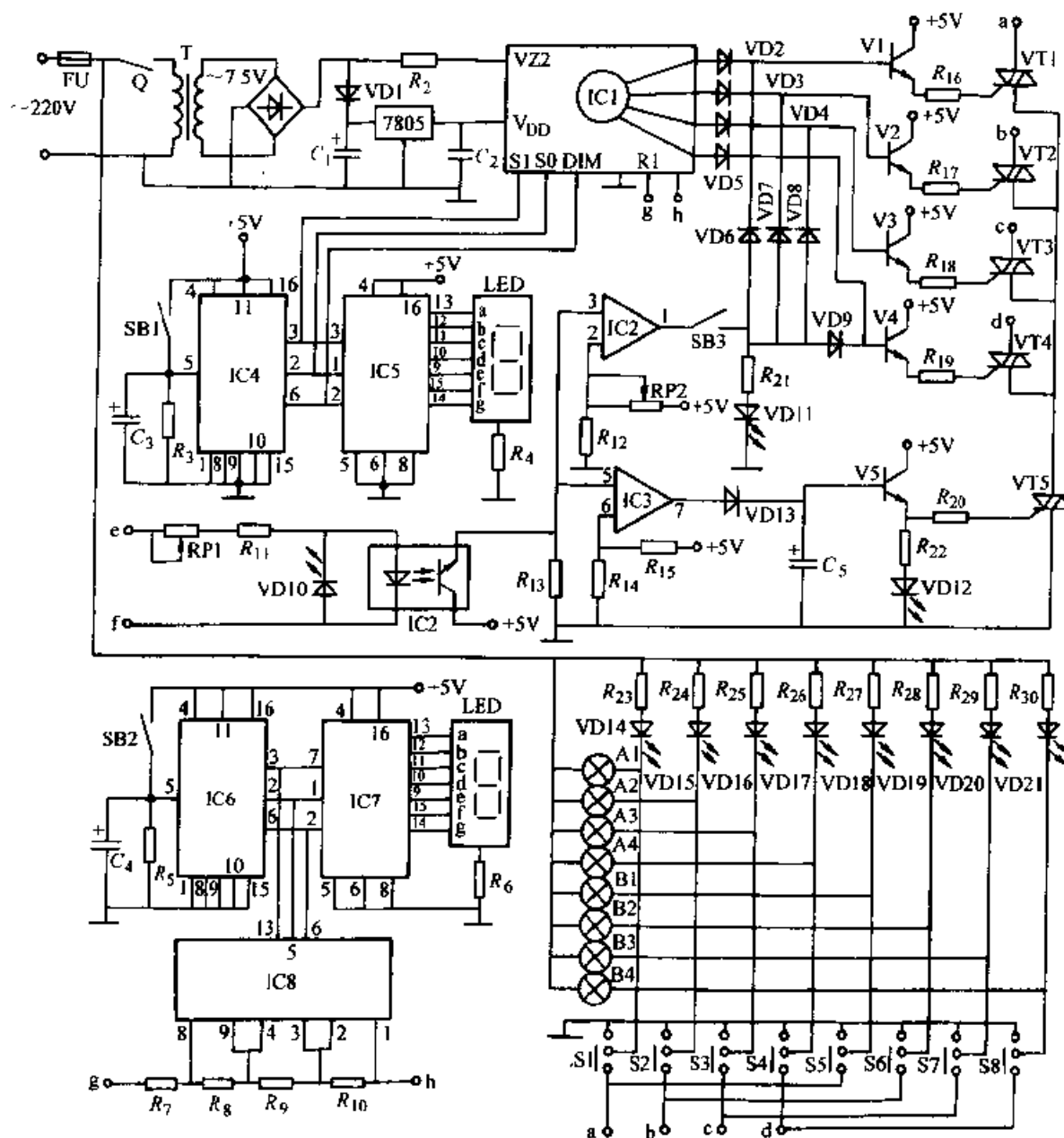


图 3-18 一款实用的灯光控制器

R_1, R_2 82k Ω R_3, R_5, R_{10} 10k Ω R_4, R_6 150 Ω R_7 51k Ω

R_8, R_{15} 47k Ω R_9 22k Ω R_{11} 100 Ω R_{12} 300 Ω R_{13} 22k Ω

R_{14} 550 Ω $R_{16} \sim R_{20}$ 220 Ω R_{21}, R_{22} 1k Ω $R_{23} \sim R_{30}$ 100k Ω

C_1 2200 μ F C_2 0.1 μ F C_3, C_4 1 μ F C_5 10 μ F

IC1 TWH9104 IC2 4N25 IC3 LM324 IC4, IC6 CD40193

IC5, IC7 CD4511 IC8 CD4066 VT1~VT5 (3A/600V)

应一只开关，这样就可以指定任意一路闪动或常亮，具有很大灵活性。每路灯有相应的发光管作状态显示。

声音控制信号可由功放输出端或音箱输入端引入，调解 RP1 使 VD12 在有声

音时亮而无声音时灭。将声控开关 SB3 闭合, 调 RP2 使 VD11 在强音时亮即可。按 SB1 选择 8 种调光模式, 按 SB2 选择 8 种闪光速度。

19. 用 SE9518 制作的装饰彩灯

多功能程控闪光专用集成电路 SE9518 功能齐全, 花样新颖, 可广泛用于霓虹灯控制、摩托车前头尾箱装饰、门面灯光装饰、节日灯光装饰、舞厅酒吧间装饰、广告宣传等。

SE9518 为双列直插 18 脚封装, 或软封装。SE9518 可实现 8 种基本花样, 由花样控制端 K0、K1、K2、K3 编程控制, 可有 27 种组合。SE9518 具有工作电压低, 驱动能力强, 适合于自己组装或批量生产。其应用电路见图 3-19。

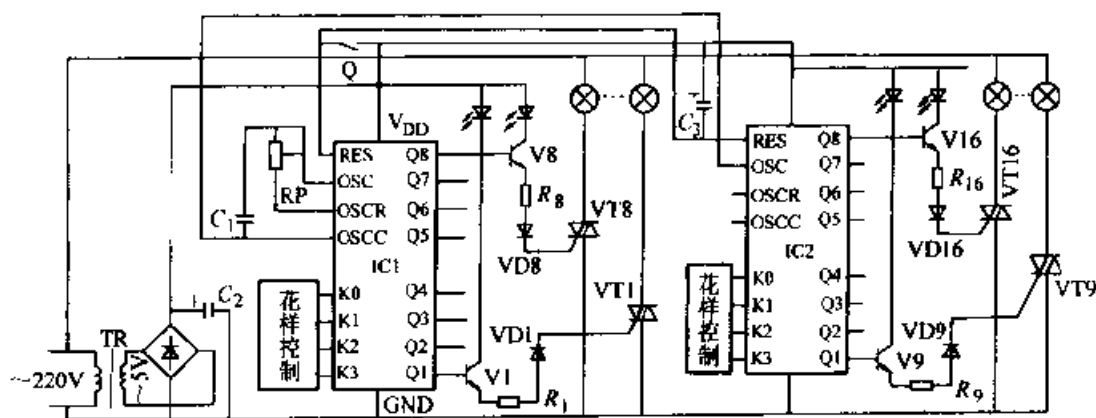


图 3-19 用 SE9518 制作的装饰彩灯

$R_1 \sim R_{16}$ 150 Ω C_1 0.47 μ F C_2 470 μ F C_3 4.7 μ F RP 1M Ω

VD1~VD16 1N4007 V1~V16 9013 VT1~VT16 MCR100 IC1, IC2 SE9518

对该电路仅做简要说明如下: 第一振荡电路产生的时钟从 IC 输出接到下一块振荡公用端。所有电路的同步控制端要连在一起, 通过开关 Q 接于电源。刚启动时要按一下, 以达到同步。单块使用时, 此端可接地或悬空。多块电路使用时, 各块电路的花样控制方式各自设定, 从而组成一组不同的花样图案。

20. 舞台频闪灯控制器

舞台频闪灯是一种在舞台、舞厅或者晚会上用于渲染强烈、明快艺术效果的辅助性装饰灯光。它能烘托表演气氛, 使观众看到绝妙的动画式表演。图 3-20 为制作容易、成本低、效果好, 适合中小舞厅及家庭舞会用的舞台频闪灯控制器电路原理图。

电路由电源变换、脉冲发生和闪光触发三部分电路组成。

接通电源, 220V 交流电一路经 VD1 半波整流、 R_1 限流和 C_1 滤波后, 输出约 310V 直流电压, 供闪光电路用电; 另一路经 VD2 半波整流、 R_2 限流、V1 稳压和

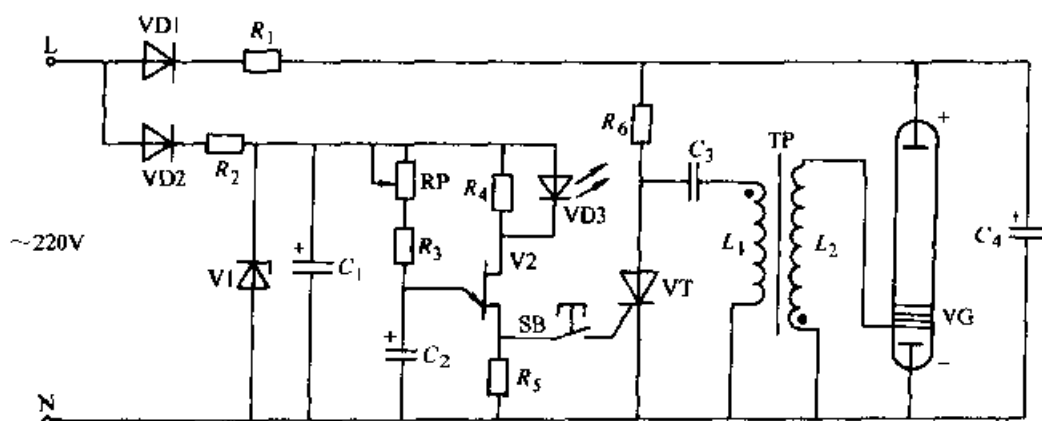


图 3-20 舞台频闪灯控制器电路

$R_1, R_3, 470\Omega$ $R_2, 220k\Omega$ $R_3, 10k\Omega$ $R_4, 360\Omega$ $R_5, 1.5k\Omega$ $RP, 100k\Omega$

$C_1, 47\mu F$ $C_2, 10\mu F$ $C_3, 0.022\mu F$ $C_4, 22\mu F$

$VD1, VD2, 1N4007$ $V1, 2CW62$ $V2, BT31$ $VT, BT169D$

C_1 滤波后, 输出约 15V 直流电压, 供脉冲发生电路用电。单结晶体管 $V2$ 和 RP 、 $R_3 \sim R_5$ 、 C_2 组成了一个弛张振荡器, 在 R_5 两端产生一系列上正、下负的脉冲电压。当按下按钮 SB 时, R_5 两端输出的脉冲电压便会触发晶闸管 VT 导通, 此时早就经 R_3 充上 310V 电压的 C_3 通过 VT 和 L_1 放电, 在 L_2 上感应出近万伏瞬时高压, 直接激发闪光管 VG 内部氙气电离, 使 VG 导通, C_4 通过 VG 快速放电, 将所储存的电能以极短暂的闪光形式释放出来。随着 C_1 、 C_3 的不断的充放电, VT 不停的导通和截止, VG 便按一定的频率连续发出耀眼的蓝白闪光来。电路中, $VD3$ 做闪光频率指示灯。 C_2 、 R_3 、 RP 和 $V2$ 的分压比数值大小决定 VG 的闪光频率。调节 RP 可改变弛张振荡器的工作频率, 实现频闪灯管 VG 在一定范围内闪光频率的连续改变。

VG 是一根 $\phi 4mm \times 55mm$ 的管状万次闪光管, 照相器材商店可购。脉冲变压器 TP 可用与闪光管配套的市售成品。联接时需注意 L_1 、 L_2 极性, 若不闪光, 可将 L_1 或 L_2 的两根引线对调一下再试。

21. 霓虹灯循环发光控制器

一种制作容易、工作稳定的霓虹灯循环发光控制器电路如图 3-21 所示。

其控制程序为: 灯 1 亮—灯 2 亮—灯 3 亮—灯 4 亮—停留片刻全熄灭, 然后又开始从头重复工作。它非常适合用来控制四个文字构成的霓虹灯组, 如“××大厦”、“××宾馆”、“新华书店”、“欢度春节”等等。

控制器电路是由电源变换、程序控制信号发生器和光电耦合交流无触点开关三部分组成。

接通电源, 220V 交流市电经电容 C_1 降压限流、 $VD10 \sim VD13$ 桥式整流、稳

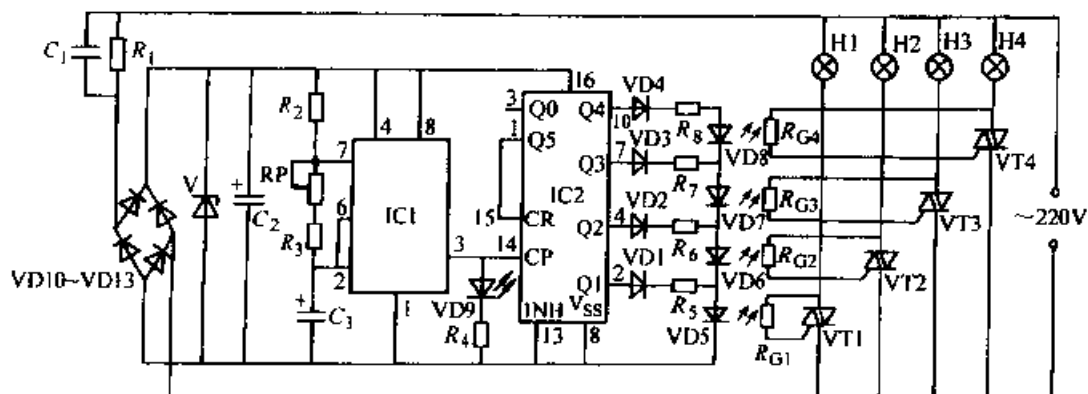


图 3-21 霓虹灯循环发光控制器电路

R_1 510k Ω R_2 、 R_3 1.5k Ω R_4 1k Ω R_5 360 Ω R_6 240 Ω R_7 150 Ω

R_8 75 Ω RP 470k Ω $R_{G1} \sim R_{G4}$ MG45-52 C_1 0.68 μ F C_2 220 μ F C_3 10 μ F

VD5~VD8 1N4148 VD9 (0.5W 12V) VD10~VD13 1N4004

VT1~VT4 T0810 (8A/1000V) IC1 NE555 IC2 CD4017 H1~H4 (<1kW)

压和 C_2 滤波后，输出 12V 直流电压，向 IC1、IC2 构成的程序控制信号发生电路供电。IC1 与 RP、 R_2 、 R_3 、 C_3 组成超低频振荡器，由 IC1 第③脚输出的时钟脉冲进入十进制计数器/脉冲分配器 IC2，使其输出端 Q0~Q5（第③、②、④、⑦、⑩、①脚）顺序输出高电平。当 Q0 输出高电平时，H1~H4（代表霓虹灯组）全部处于熄灭状态；当 Q1~Q4 顺序输出高电平时，发光二极管 VD1~VD4 依次点亮，所以对的光敏电阻 $R_{G1} \sim R_{G4}$ 将顺序由高阻值变为低阻值，使 VT1~VT4 随之由阻断变为开通，控制 H1~H4 顺序点亮；当 Q5 输出高电平时，VT1~VT4 因失去光电触发信号而在交流电过零时全部关断，H1~H4 同时熄灭，Q5 输出的正脉冲信号直接送入清零端 CR（第⑮脚），使 IC2 自动清零。随后，上述过程又从头开始重复进行。

电路中，每路灯顺序点亮时间及全熄停留的时间均相同，可通过调节电位器 RP 在 0.5~6.5s 间连续选择。VD9 为该时间显示灯。

VD1~VD4 与对应 $R_{G1} \sim R_{G4}$ 在焊入线路板前，应首先组装成四个光耦合器。可先用透明胶带纸将发光二极管与光敏电阻对顶卷好，然后套上一段黑色塑料管，两段用胶粘好即成。

22. 霓虹灯光控定时开关

众所周知，现代城市中的霓虹灯广告牌，大多数只在夜里 12 点前起作用，子夜一过，街上行人稀少，就失去广告的意义。本装置能在天黑时自动接通霓虹灯广告牌的电源，同时开始计时，隔 4h（夏季）或 6h（冬季）后，自动切断电源，直到第二天夜幕降临后再次通电循环，从而实现全自动无人控制，具有良好的节电和延长灯具使用寿命的功能。

霓虹灯光控定时开关的电路如图 3-22 所示, 为便于说明原理绘出电灯 H 表示被控霓虹灯原有电路。整个开关电路由电源变换、光控开关、定时开关和交流无触点开关四部分组成。要使交流无触点开关接通(即 H 亮), 必须满足光控和定时两个控制开关都接通这个条件, 缺一不可。

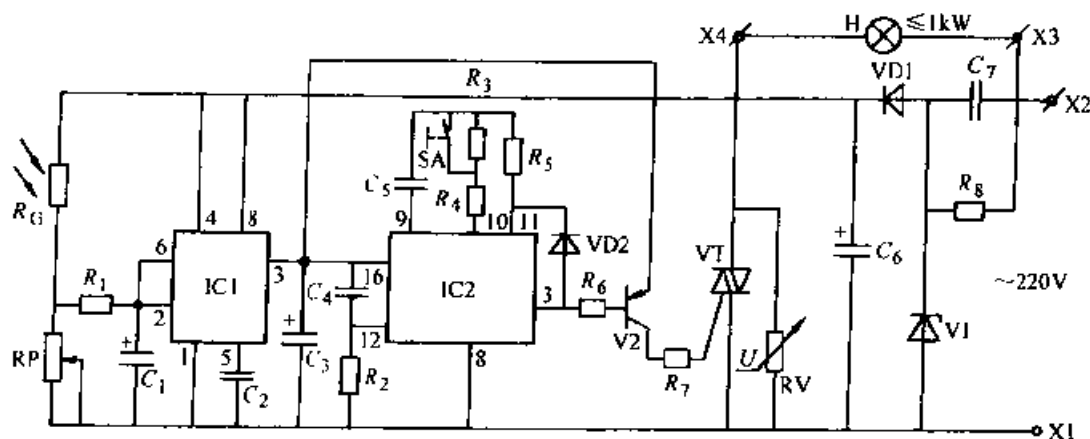


图 3-22 霓虹灯光控定时开关

R_G MG44 03 R_V MYG471 R_1 100k Ω R_2 15k Ω R_3 1M Ω R_4 2M Ω

R_5 5.1M Ω R_6 30k Ω R_7 510 Ω R_8 470k Ω R_P 220k Ω C_1 100 μ F

C_2 0.01 μ F C_3 47 μ F C_4 0.68 μ F C_5 0.39 μ F C_6 470 μ F C_7 0.68 μ F

VD1 1N4001 VD2 1N4148 V2 9015 VT BT137 IC1 NE555 IC2 CD4080

接通电源, 220V 交流市电经 C_7 降压限流、 V_1 稳压、 VD_1 半波整流和 C_6 滤波后, 输出约 8.4V 直流电压, 向 IC1、IC2 构成的光控和定时开关电路供电。“NE555” 时基集成电路 IC1、光敏电阻 R_G 等元件组成了光控开关, 这里 IC1 实际上接成了典型光控施密特触发器。白天, 外界光线较强, R_G 呈低电阻, IC1 的第②、⑥脚输入电压 $> 2/3V_{CC}$ ($V_{CC} \approx 8.4V$), 其第③脚输出低电平, 使后面的 IC2 和 V_2 无电不工作, VT 无触发电流而阻断, H 不亮; 晚上, R_G 失去外界光照呈高阻, 使 IC1 输入端电压 $< 1/3V_{CC}$, 其输出端跳变为高电平, IC2 及 V_2 才得以通电进入工作状态。

IC2 是一片带振荡器的 14 位二进制串行计数/分频器集成电路, C_4 、 $R_3 \sim R_5$ 与 IC2 内部电路构成振荡电路产生时钟脉冲。IC1 第③脚输出高电平瞬间, C_4 、 R_2 在 IC2 第 12 脚 (复位信号输入端) 产生一正尖脉冲, 使 IC2 自动清零, 计数开始。此时, IC2 第③脚输出低电平, V_2 获得偏流导通, VT 经 R_7 获得合适触发电流而开通, H 通电发光。经过一段时间 (定时时间), IC2 计数达到 $2^{13} = 8192$ 个脉冲后, 其第③脚输出的高电平经隔离二极管 VD_3 加至脉冲输入端第⑪脚, 使该端恒为高电平, 振荡停止, 电路状态一直保持到天亮 IC2 断电为止。

电路中, R_1 、 C_1 组成抗光干扰延迟电路, 以防止夜晚短瞬光线 (雷电闪光、车辆灯光等) 干扰被控灯正常工作。由于 IC1 构成的施密特触发器具有 $1/3V_{CC}$ 的回

差电压,从而有效避免了被控灯在开关临界状态下的闪亮。霓虹灯每晚延时点亮的时间由公式 $t \approx 2.3N(R_4 + R_1)C_5$ 进行估算, N 为定时系数。本电路 IC2 输出端选第③脚为 8192。这样,当定时选择开关 SA 断开时,每次定时时间约为 6h,适合冬季夜晚;当 SA 闭合时,每次定时时间约 4h,适合夏季夜晚。压敏电阻 RV 并联在 VT 两端,它能有效地消除电网中各种尖峰和霓虹灯升压变压器产生的感应电压,保护 VT 不因过电压而击穿损坏。

此开关除用于控制霓虹灯外,还可用于控制普通广告灯、阅报栏照明灯和机关单位的路灯等。如作“家庭迷惑性灯光”控制,即使主人长期外出,小偷总以为家里每天有人,而不敢贸然入室行窃。

23. 多花样大功率编程彩灯控制器

一种类似功能的大功率彩灯控制器,它的 8 种基本花样,经编程端编程后,可得到 27 种不同的组合花样,其控制彩灯功率 $\leq 1\text{kW} \times 8$,可广泛用于控制商场、酒店、歌舞厅的门面装璜灯、建筑物的轮廓和巨型广告灯等。

多花样大功率编程彩灯控制器的电路如图 3-23 所示,它由电源变换电路、花样控制电路、双向晶闸管驱动电路等三大部分组成。

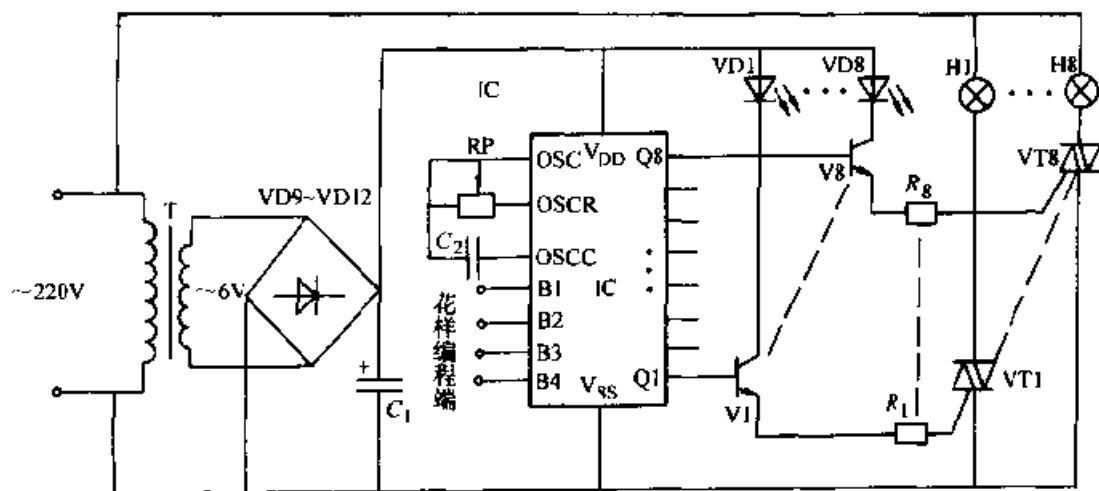


图 3-23 多花样大功率编程彩灯控制器电路图

$R_1 \sim R_8$ 150 Ω RP 1M Ω C_1 470 μF C_2 0.47 μF VD1~VD8 (5mm, 红)

VD9~VD12 1N4001 V1~V8 9013 VT1~VT8 T0810 IC SE9201A

花样控制电路主要由新型多功能程控彩灯专用集成电路 SE9201A 构成。SE9201A 采用双极 CMOS 工艺制作,标准双列直插 18 脚塑封,它的各引脚功能为:①脚接电源正极 (V_{DD}),⑩脚接电源负极 (V_{SS}),⑥、⑦、⑧、⑨、⑪、⑫、⑬、⑭脚 (Q1~Q8) 为花样输出端,⑮、⑯、⑰、⑱脚 (即 B1~B4) 为花样控制端,③脚为振荡公共端,④脚为外接振荡电阻端,⑤脚为外接振荡电容端,②脚是复位端,在多片集成电路级联时,作为同步控制端用,这里未用 (悬空),故

未画出。

SE9201A 具有较强的驱动能力,共有 8 路输出,可产生的 8 种基本花样是:四点追逐;弹性张缩;跳马右旋;跳马左旋;依次亮同时灭;依次灭同时亮;8 种花样自动循环左右扩展;全亮间隔闪光。通过 4 个花样控制端 B1~B4 编程,可实现上述 8 种基本花样的单循环、双循环和 8 种花样自动转换,共计有 27 种不同的组合花样。用户可根据需要选择控制端 B1~B4 接线,文后附表给出了 27 种花样不同的控制方式。8 种花样自动转换,每种花样闪光的次数除全亮间隔闪光 4 次外,其它花样都是 8 次,而双循环的每种花样闪光的次数却为自动转换次数的一半。

接通电源,220V 交流电经电源变压器 T 降压、二极管 VD9~VD12 桥式整流、电容 C_1 滤波后,输出约 6V 直流电压,供控制电路用电。SE9201A 获电后开始工作,其 Q1~Q8 端输出编程高电平信号,使与之相接的三极管 VT1~VT8 同步导通,串入集电极回路的发光二极管闪亮,以作监视用;三极管射极输出的电流经限流电阻 $R_1 \sim R_8$ 后,触发双向晶闸管 VT1~VT8 导通,从而驱动大功率交流彩灯 H1~H8 闪光。这 8 路彩灯群随 SE9201A 编程的不同,而产生出不同的花样闪光。调整 RP 阻值,可改变 SE9201A 内部振荡器工作频率,从而使彩灯闪光速率得以调节。

本控制器输出功率可达 $1\text{kW} \times 8$,被控彩灯可以是钨丝灯泡,也可以是霓虹灯。如果驱动霓虹灯,则将 H1~H8 换成霓虹灯脉冲升压变压器即可。在控制感性负载时,可在 VT1~VT8 的第一阳极与第二阳极间跨接压敏电阻器,以保护管子不被感应电压击穿损坏。

27 种花样控制方式见下表。

27 种花样控制方式

次序	花样控制端接法				变光花样
	B1	B2	B3	B4	
1	V_{SS}	V_{SS}	V_{SS}	悬空	4 点追逐
2	V_{DD}	V_{SS}	V_{SS}	悬空	弹性张缩
3	V_{SS}	V_{DD}	V_{SS}	悬空	跳马右旋
4	V_{DD}	V_{DD}	V_{SS}	悬空	跳马左旋
5	V_{SS}	V_{SS}	V_{DD}	悬空	依次亮同时灭
6	V_{DD}	V_{SS}	V_{DD}	悬空	依次灭同时亮
7	V_{SS}	V_{DD}	V_{DD}	悬空	8 种花样自动循环
8	V_{DD}	V_{DD}	V_{DD}	悬空	全亮间隔闪亮
9	V_{SS}	V_{SS}		B3B4 连	次序 1 和 5 双循环

(续)

次序	花样控制端接法				变光花样
	B1	B2	B3	B4	
10	V _{DD}	V _{SS}		B3B4 连	次序 2 和 6 双循环
11	V _{SS}	V _{DD}		B3B4 连	次序 3 和 7 双循环
12	V _{DD}	V _{DD}		B3B4 连	次序 4 和 8 双循环
13	V _{SS}		V _{SS}	B2B4 连	次序 1 和 3 双循环
14	V _{DD}		V _{SS}	B2B4 连	次序 2 和 4 双循环
15	V _{SS}		V _{DD}	B2B4 连	次序 5 和 7 自动转换
16	V _{DD}		V _{DD}	B2B4 连	次序 6 和 8 双循环
17		V _{SS}	V _{SS}	B1B4 连	次序 1 和 2 双循环
18		V _{DD}	V _{SS}	B1B4 连	次序 3 和 4 双循环
19		V _{SS}	V _{DD}	B1B4 连	次序 5 和 6 双循环
20		V _{DD}	V _{DD}	B1B4 连	次序 7 和 8 双循环
21	V _{SS}			B2B3B4 连	次序 1 为主和 7 转换
22	V _{DD}			B2B3B4 连	次序 2 为主和 8 循环
23		V _{SS}		B1B3B4 连	次序 1 和 6 双循环
24		V _{DD}		B1B3B4 连	次序 3 和 8 双循环
25			V _{SS}	B1B2B4 连	次序 1 和 4 双循环
26			V _{DD}	B1B2B4 连	次序 5 和 8 双循环
27				B1B2B3B4 连	次序 2 和 8 双循环

24. 通用数字电路控制的装饰照明电路

该电路主要由两个集成块组成, 一个是 NE555, 产生二进制变化、且频率可调的方波; 另一个是 CD4017, 将二进制转换为十进制的数字编码器, 按十进位的原则循环。该电路分为四个部分, 即电源电路、振荡电路、译码电路和光源电路。电路原理见图 3-24。

电源电路是由 R_1 、 C_1 、 V 、 VD 、 C_2 组成电容降压半波整流电路。为集成块提供直流工作电源。

振荡电路是由一块时基电路集成块 NE555 和 C_3 、 C_4 、 R_2 、 RP 组成 (其中 C_3 为延时充电电容, C_4 为抗干扰隔离电路, R_2 、 RP 为延时充电电阻, 而 RP 又为放电电阻)。通电后, 因电容 C_3 两端的电压不能突变, 第②脚的电压为低电平, 集成

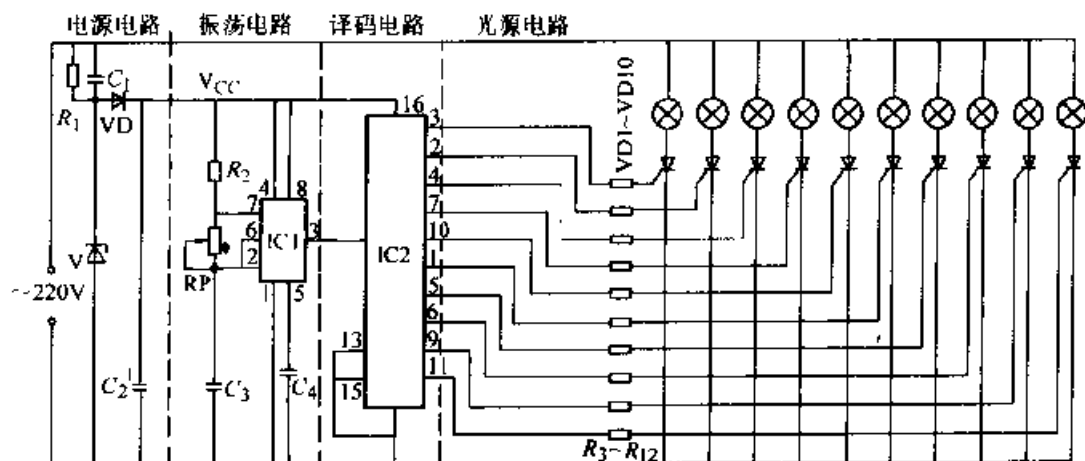


图 3-24 通用数字电路控制的装饰照明电路

R_1 100k Ω R_2 2k Ω $R_3 \sim R_{12}$ 1k Ω RP 680k Ω

C_1 0.68 μ F C_2 100 μ F C_3 3.3 μ F C_4 0.1pF

VD 1N4007 VT1~VT10 (3A/400V) IC1 NE555 IC2 CD4017

块 NE555 的内部触发器被置位, 第③脚输出高电平。同时, 由于电源经电阻 R_2 和 RP 向 C_3 充电, 使第⑥和②脚的电压不断提高, 当电位上升到 V_{CC} 的三分之二时, 集成块 NE555 的内部触发器被复位, 第③脚的输出电压翻转为低电平。同时集成块 NE555 内部的放电管导通, 即第⑦脚通过内部的放电管和第①脚相通, C_3 上储存的电荷就通过 RP、⑦脚放电, 使第⑥和②脚的电压不断下降, 当电位降低到 V_{CC} 的三分之一时, 集成块 NE555 的内部触发器被置位。同时, 集成块 NE555 内部的放电管截止, 第⑦脚被悬空, 电源又通过 RP、 R_2 向 C_3 充电, 使第⑥和②脚的电压不断提高……, 如此周而复始, 形成振荡。

输出端的高电平维持时间取决于电容 C_3 的充电时间常数。输出端的低电平维持时间取决于电容 C_3 的放电时间常数。由于 $R_P \gg R_2$, 故可认为 $f_{\text{高}} \approx f_{\text{低}}$, 目的是减小彩灯熄亮交替的时间间隔的差异。如用作其它情况, 可按需要调整 R_2 、RP、 C_3 的参数。综上分析, 第③脚始终处于高电平和低电平的二进制变化状态, 故此电路又称为无稳态电路。

译码电路是由一块 CD4017 集成块组成。该集成块有三个输入端(两个时钟输入端 CP 第⑭脚和 EN 第⑬脚与复位端 Cr 第⑮脚)。有十个输出端 Q0~Q9 依次为第③、②、④、⑦、⑩、①、⑤、⑥、⑨、⑪脚。还有一个进位端 C0。第⑫脚。其功能是: 当复位端 Cr 加上高电平和正脉冲时, 输出端 C0 为高电平, 其余九个输出端 Q1~Q9 均为低电平。时钟输入端 CP 对输入时钟脉冲的上升沿计数。EN 则对时钟脉冲的下降沿计数。Q0~Q9 这十个输出端的输出状态分别与输入的时钟个数相对应。如从 0 开始计数, 则输入第一个时钟脉冲时, Q1 就变成高电平。输入第二个时钟脉冲时, Q2 变成高电平……直到输入第十个时钟脉冲, Q0 变为

高电平。同时,进位端C0就输出个进位脉冲,作为下一级计数的时钟信号。Cr为复位端,也称为清零端。当Cr输入高电平时,电路复位,即输出端Q0为高电平,Q1~Q9为低电平。如此反复,只要集成块NE555第③脚送来的二进制信号不消失,CD4017将二进制信号转换成为十进制信号的计码工作就会反复进行下去。

光源电路主要由灯和晶闸管组成。工作时,晶闸管的控制脚由CD4017的十个输出端控制。当晶闸管的控制脚得到高电平时,晶闸管就触发导通,使灯通电发光。

译码电路和光源电路之间串接一个 $1\text{k}\Omega$ 电阻的目的是,一旦出现电源波动较大的情况,可以防止CD4017输出端的电压和电源过大,而造成晶闸管损坏。如果发光较暗,可将图中的单向晶闸管改成双向晶闸管。因为交流电在半波工作状态,电压会降低。

电路中,市电未经过变压器转化而采用电阻、电容直接降低电压。所以电路安装好后,通电前一定要检查线路正确无误。最好用万用表检查电源电路输入端没有断路情况时再通电,且人体不要接触线路板,以免触电。

四、保护报警控制电路

1. 简易磁控式防盗报警器

安装在门、窗、抽屉上的一种简易磁控式防盗报警器电路如图 4-1 所示。

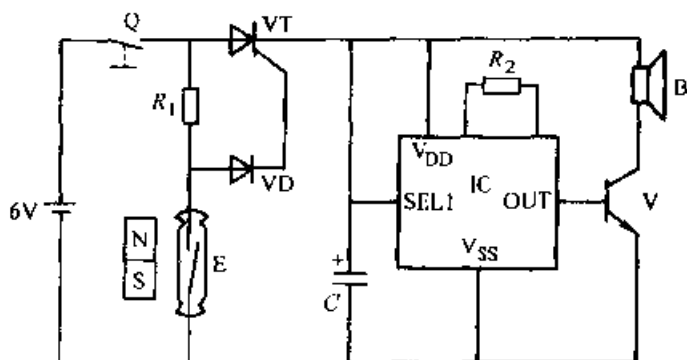


图 4-1 简易磁控式防盗报警器

R_1 68k Ω R_2 240k Ω C 10 μ F VD 1N4148 V 8050 B (8 Ω 5W)

VT MCR100 1 IC KD-9561 E JAG-3

图中 IC 为四模拟声报警集成电路 KD-9561。第一选声端 SEL1 接高电平 V_{DD} ，可产生警车电笛声响。将一条形小磁铁置于门窗或抽屉边框处，常开干簧管 E 安装在对应处，当门窗或抽屉关闭时，令小磁铁紧靠干簧管使其吸合，VT 无触发而阻断，IC 不工作。一旦门窗或抽屉打开，小磁铁随之远离干簧管使其依靠内部弹性跳开，VT 通过 R_1 和 VD 获得触发电流而导通，IC 得电工作，经 V 放大，B 即发出响亮的报警声。VT 导通后能自保。关闭门窗后仍继续报警，直至切断暗装开关 Q。

2. 贵重物品防盗报警器

贵重物品防盗报警器电路如图 4-2 所示。

利用彩电、录像机、展品等贵重物品的重量使开关 SB 常开触点断开，则 VT 因无触发电流而阻断，报警器不工作。一旦提起贵重物品，SB 闭合，VT 门极经 R_1 从电源正极获得触发电流，VT 导通，IC 通电工作。其输出端反复输出内储“捉贼呀”的语言信号，经 V 放大后，驱动扬声器 B 发出响亮的报警声。

图中 IC 采用四合一语言片 LQ46，仅用其常闭触点。SA 选用小型微动开关。如需同时保护数件贵重物品，可并联数个微动开关。

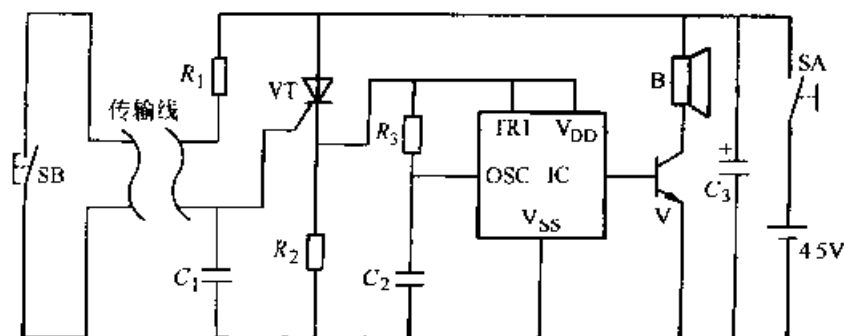


图 4-2 贵重物品防盗报警器

R_1 10k Ω R_2 1k Ω R_3 390k Ω C_1 0.01 μ F C_2 51pF C_3 47 μ F
 V 9013 B (8 Ω 0.5W) VT MCR100-1 IC LQ46

3. 摩托车防盗报警器

图 4-3 为摩托车防盗报警器电路。

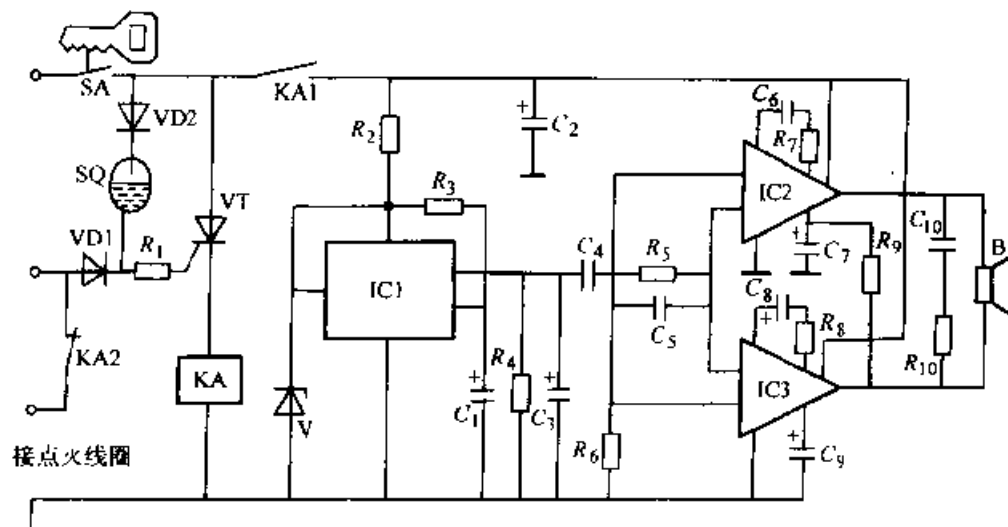


图 4-3 摩托车防盗报警器

R_1 3k Ω R_2 , R_3 1k Ω R_4 360k Ω R_5 470 Ω R_6 470k Ω R_7 , R_8 470 Ω R_9 2.2k Ω
 R_{10} 10 Ω C_1 47 μ F C_2 100 μ F C_3 1 μ F C_4 0.01 μ F C_5 100pF $C_6 \sim C_9$ 10 μ F
 C_{10} 0.047 μ F $VD1$, $VD2$ 1N4148 2CW52 VT MCR100-1 KA 4099A
 $IC1$ LQ46 $IC2$, $IC3$ LM386 SQ KG-101

当摩托车放好后，闭合锁控开关 SA，报警器进入警戒状态。有人动车或用钥匙打开点火开关，晶闸管 VT 会由水银开关 SQ 或点火开关得到一个触发电流而导通，驱动继电器 KA 吸合，其常闭触点 KA2 切断点火线圈使发动机无法起动。常开触点 KA1 则接通报警发声电路，IC1 语音报警集成电路反复输出“捉贼呀”电信号，经 R_4 、 C_1 低通滤波后，送入由 IC2、IC3 组成的 OCL 功率放大器进行音频功率放大，推动喇叭 B 发声。此时，即使再关上点火开关也无济于事，“抓贼呀”喊声使窃贼心慌意乱，只有弃车而逃。如想解除报警声，主人用钥匙开关一次动

作锁控开关即可。

SQ 用 KG-101 型水银开关, SA 可用话机锁控开关。整个装置焊装在一个密封、防水的铁制机壳内, 固定于摩托车的某一部位即可。

4. 遥控式摩托车防盗报警器

该报警器的功能: 盗贼打开车头锁, 发射机立即向远处的主人发出警报信号, 同时发动机点火电源被切断, 使摩托车无法启动, 如盗贼企图将锁死的摩托车放到其它车辆上拉走, 发射机同样会发出报警信号。

报警器由无线发射机和接收机两部分组成, 电路见图 4-4。

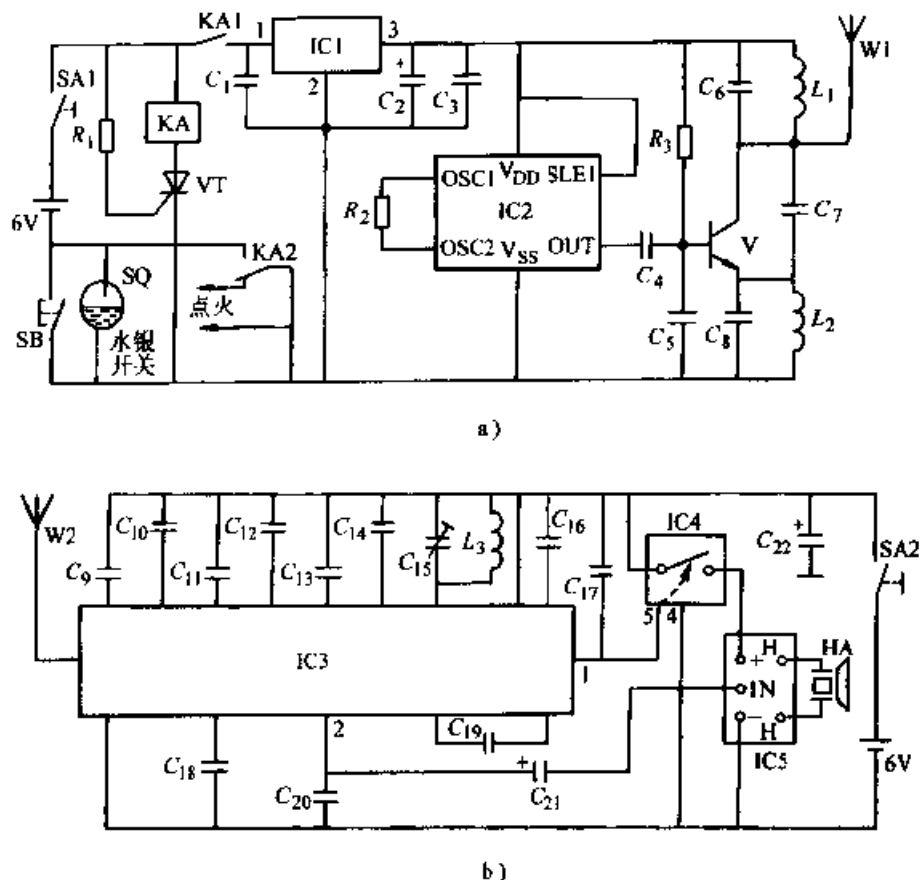


图 4-4 遥控式摩托车防盗报警器

R_1 30k Ω R_2 210k Ω R_3 10k Ω C_1 0.1 μ F C_2 47 μ F C_3 , C_5 1000pF C_4 , C_{17} 0.01 μ F
 C_6 6.8pF C_7 18pF C_8 6.8pF C_9 , C_{18} 220pF C_{16} 330pF C_{11} , C_{20} 0.1 μ F C_{12} ,
 C_{14} 180pF C_{13} , C_{15} 3300pF C_{15} 7/25pF C_{16} 0.02 μ F C_{21} 4.7 μ F C_{22} 100 μ F VT
MCR100-1 V D50 KA JZC-22F HA TWH15 IC1 CW1930-5 IC2
KD-9561 IC3 TDA7010T IC4 TWH8778 IC5 TWH68

图 4-4a 为发射机电路。继电器 KA 和晶闸管 VT 组成开关电路, 用来控制发射机电源。IC2 和 R_2 组成警笛声信号源。V、 C_6 、 L_1 等组成高频振荡电路, 以便发射报警信号。闭合 SA1, 因 SB、SQ 均处于断开位置, 故电路不耗电。当车头

锁被窃贼打开时, 与之联动的 SB 接通, VT 被触发导通, KA 吸合。其常开触点 KA1 接报警信号发射机电源。于是, IC2 通电工作, 其输出信号经 C_1 耦合至 V 的基极, 经放大调制后由天线 W1 发射出去。在 KA 吸动时, 其转换触点 KA2 也发生变动, 一方面将 SB 短接, 即使窃贼又重新锁上车头锁 (断开 SB), 电源仍保持接通状态, 另一方面自动切断发动机点火电路, 使摩托车无法起动。如窃贼搬动摩托车, 随着玻璃水银导电开关 SQ 瞬间接通, 发动机同样工作报警。

图 4-4b 为接收电路。它主要由调频接收机集成电路 IC3 和开关集成电路 IC4、功放兼升压电路 IC5 组成。IC3 内包含了高放、本振、混频、二级有源中频滤波、限幅中放及鉴频等功能。通过微调 C_{15} 可稳定接收所需调频信号。平时, 天线 W2 未收到报警信号时, IC3 的①脚输出低电平, IC4 截止, 整个电路处于静音等待状态。一旦 W2 收到发射机送出的报警信号, IC3 的①脚就输出高电平, IC4 导通, IC5 工作, 由 IC3 ②脚输出的报警信号经 IC5 放大升压后, 驱动 HA 发出响亮的警笛声。

IC1 用 CW1930-5 低压差三端固定集成稳压电路, IC2 用 KD-9561 报警专用模拟声集成电路, IC3 用 TDA7010T 型功率开关集成电路, IC4 用 TWH8778 型功率开关集成电路, IC5 用 TWH68 升压功放固态电路, V 用 D50 专用微型发射管。线圈 L_1 、 L_2 和 L_3 均在 $\phi 4\text{mm}$ 的圆棒上分别绕 5 匝、10 匝和 5 匝, 然后脱胎而成。

发射机和接收机分别焊装在体积适合的两个绝缘盒内。发射机隐装在摩托车车体内, W1 尽量远离车身金属件 (如穿入车座内), 所有连线布设隐蔽, 增强防破坏功能。调试应避开当地调频广播或电视伴音。控制距离视环境场所而定, 应在 100~1000m 之间。

5. 车用大功率报警发生器

车用大功率报警发生器电路如图 4-5 所示。

电路由四模拟声集成电路 KD-9561 和大功率场效应晶体管 V40AT 等元件组成。图中 IC 有四个选声端, 现将选声端 SEL1 接电源正端 V_{DD} , 可发出消防车电笛声响。如需其它报警声响, 只要改接其它选声端 SEL2、SEL3 即可。

RP 为图中场效应晶体管 V2 建立适合的栅偏电压, 使 V2 处于良好的线性放大状态 R_1 、V1 组成稳压电路, 输出 3~4V 直流电压供集成电路 IC 用电。 C_3 、 C_4 和 R_2 构成 π 形滤波

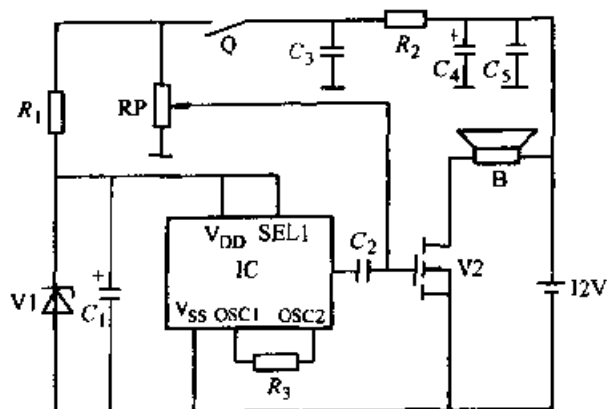


图 4-5 车用大功率报警发生器

R_1 680 Ω R_2 200 Ω R_3 240k Ω RP 220k Ω C_1 22 μF
 C_2 0.33 μF C_3 0.1 μF C_4 470 μF V1 2CW52 V2
 V40AT B (8 Ω 5W) IC KD-9561

器，用来消弱汽车发动机对电路的干扰。

电源可采用汽车蓄电池。

6. 袖珍瓦斯报警器

一种携带方便的瓦斯报警器可直接安装在煤矿工人的矿帽内。当瓦斯超标时，它便发出响亮的警笛声，防止事故的发生。

袖珍瓦斯报警器原理电路见图 4-6。

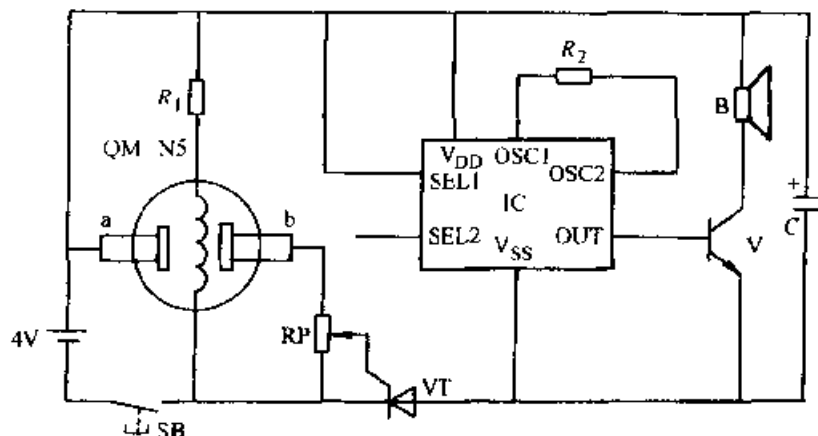


图 4-6 袖珍瓦斯报警器

R_1 10 Ω R_2 240k Ω RP 4.7k Ω V 9013 C 47 μ F VT MCR100-A

IC KD-9561 B (8 Ω 5W) QM -N5 气敏器件

气敏器件 QM -N5、 R_1 、 RP 组成瓦斯气体检测电路。当瓦斯浓度很小时， QM -N5 的 a 、 b 之间电导率很小， RP 滑动触点输出电压不足以触发晶闸管 VT ， IC 无电压不工作，报警器不发声。

当瓦斯气体超过安全标准时， a 、 b 之间电导率迅速增大， RP 滑动触点输出电压大于 0.7V 电压， VT 导通， IC 得电工作，其输出经 V 功放推动扬声器 B 发出响亮的报警声。

报警器安装在矿帽适当位置。探头固定在矿帽边沿，其余电路装在矿帽内并做密封防爆处理。报警灵敏度用 RP 调整。

7. 光控闪烁式路障指示灯

城建施工常需在临时开挖的沟道坑穴上方设警示路标灯。这种自动闪烁路障指示灯，不需专人管理，白天灯灭，夜间自动点燃。其电路如图 4-7 所示。

220V 交流电经 C_1 降压限流、 V 稳压、 $VD1$ 半波整流和 C_2 滤波后输出约 3V 直流电压供电路工作。 IC 接成单一频率振荡器，其互为反相的两个控制输入端①与②脚分别通过光敏电阻 R_G 和电位器 RP 接电源正极。入夜，照在 R_G 上的自然光减弱， R_G 阻值增大。当 R_G 阻值大于 RP 时， IC 的②脚电位高于①脚电位， IC

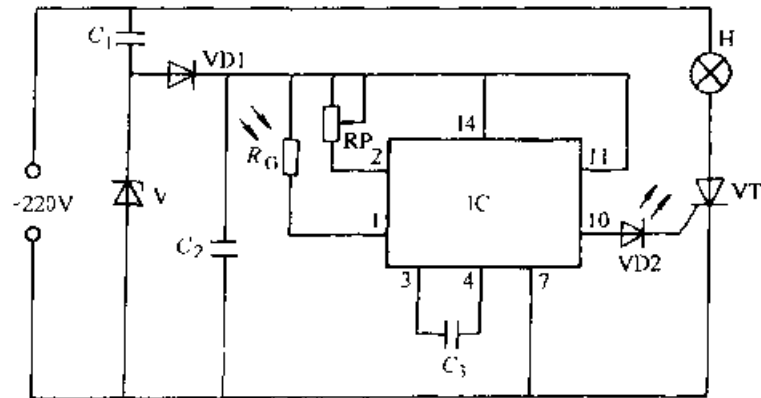


图 4-7 光控闪烁式路障指示灯

R_g MG45 RP 10k Ω C_1 0.47 μ F C_2 220 μ F C_3 33 μ F

V 2CW21 VD1 1N4001 VD2 (红) VT 2N6565

内部第一振荡器起振,从⑩脚输出正脉冲信号,指示发光二极管 VD2 发光。VT 不断导通与截止,控制灯泡 H 闪烁发光。

8. 玻璃破碎报警器

玻璃破碎报警器可广泛应用在保管文物、贵重金饰和其它商品柜台等场合。其电路见图 4-8。

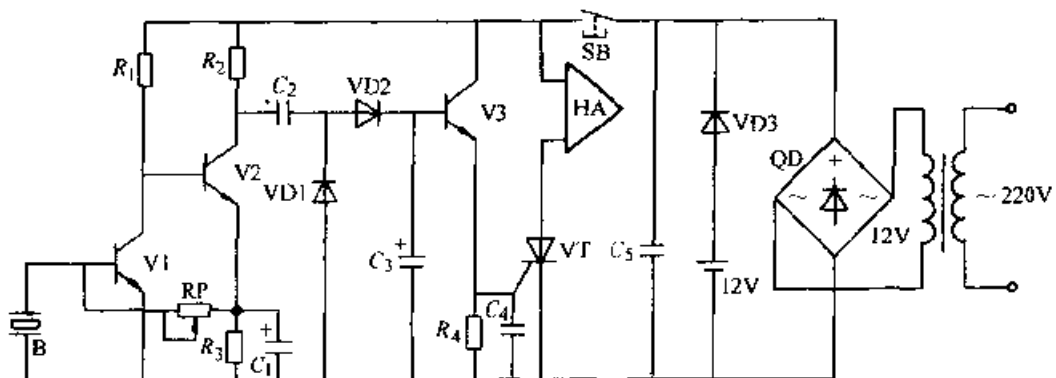


图 4-8 玻璃破碎报警器

R_1 、 R_2 4.7k Ω R_3 、 R_4 1k Ω RP 470k Ω C_1 4.7 μ F C_2 、 C_3 1 μ F

C_4 0.01 μ F C_5 1000 μ F VD1~VD3 1N4001 V1~V3 9014

VT MCR100 1 QD QL-1A50V B HTD27A 1

压电陶瓷片 B 将猝发的振动信号或响声转换成电信号,经三极管 V1 和 V2 构成的直耦式放大器放大后,由 C_2 取出,后经 VD1、VD2 倍压整流使 V3 导通。在 R_4 上产生压降使晶闸管 VT 导通并锁存。于是内含语音电路的语言电警笛 HA 通电反复发出“捉贼呀”喊声。只有按下 SB,报警声才解除。

该装置电源由变压器将 220V 市电降为 12V 取得,经 QD 全桥整流, C_5 滤波后供整机工作。为防止交流电源中断,还增加了 12V 电池组。如此,报警电路始

终处于准备状态。

9. 断线式防盗报警器

此报警器为断线触发方式，一旦触发，即使再接通导线也不起作用。原理电路如图 4-9 所示。

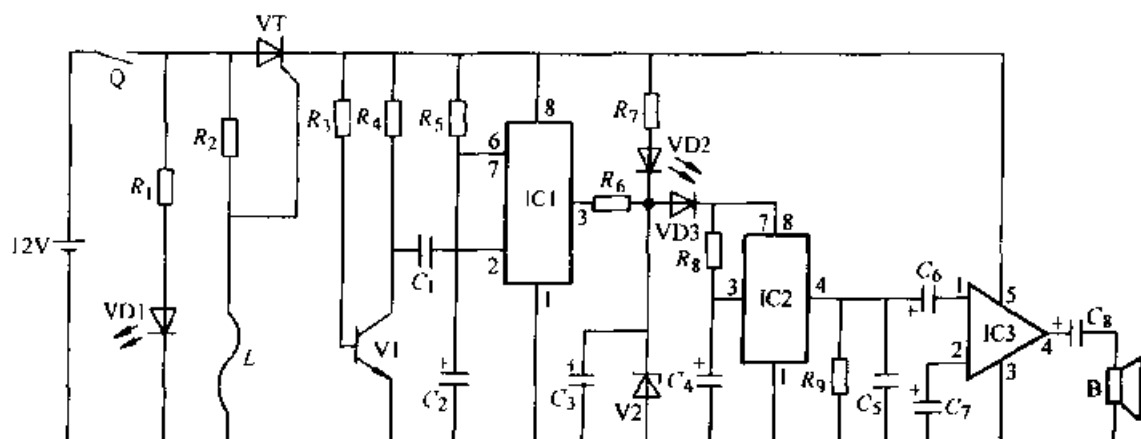


图 4-9 断线式防盗报警器

$$R_1: 1.2\text{k}\Omega \quad R_2, R_3: 100\text{k}\Omega \quad R_4: 47\text{k}\Omega \quad R_5: 1.1\text{M}\Omega \quad R_6: 330\Omega \quad R_7: 1\text{k}\Omega \quad R_8: 470\text{k}\Omega \quad R_9: 220\Omega$$

$C_1, C_2: 0.1\mu\text{F}$ $C_3 \sim C_4: 100\mu\text{F}$ $C_5: 10\mu\text{F}$ $C_6: 33\mu\text{F}$ $C_7: 470\mu\text{F}$ VD1, VD2

($\phi 5\text{mm}$ 高亮) VD3 1N4001 V1 9014 V2 2CW21A VT MCR100-1A

IC1 NE555 IC2 LQ46 IC3 TDA2003

平时将开关 Q 合上, 电路不工作, 处于监守状态。无盗情时, 防盗线 L 将 VT 门极触发电流对地短路, VT 截止。一旦盗者将线 L 碰断, VT 门极经 R_2 获得触发电流而导通, 为工作电路供电。三极管 V1 导通, 负脉冲信号经 C_1 触发 IC1 的②脚后, ③脚输出高电平, 经 V2 稳压的 4.5V 电压使 IC2 工作, 发出“捉贼呀”的报警信号。此信号经 C_2 耦合至 IC3 作功率放大后, 扬声器发出响亮的报警声。

当 IC1 触发后, C_2 经 R_5 充电, 约 2min 后, ⑥脚为高电平, ③脚输出低电平, 报警电路停止工作。这时, 指示灯 VD2 点亮, 表示报警器已经工作过一次。主人可将电源开关断开, 连接好防盗线后, 再合上开关 Q, 电路又进入监守状态。发光二极管 VD1 做电源指示。

IC1 为 NE555 时基电路, IC2 选用 LQ46 语言集成电路芯片, IC3 选用 TDA2003 功放集成电路。

防盗线采用漆包线，长度视需要而定。防盗线的设置可根据设防要求灵活安排。如用竹木钉固定于墙头、门框、窗框及重要物品周围等处。要使防盗线不易碰断为宜。

10. 人体感应报警器

人体感应报警器电路见图 4-10。

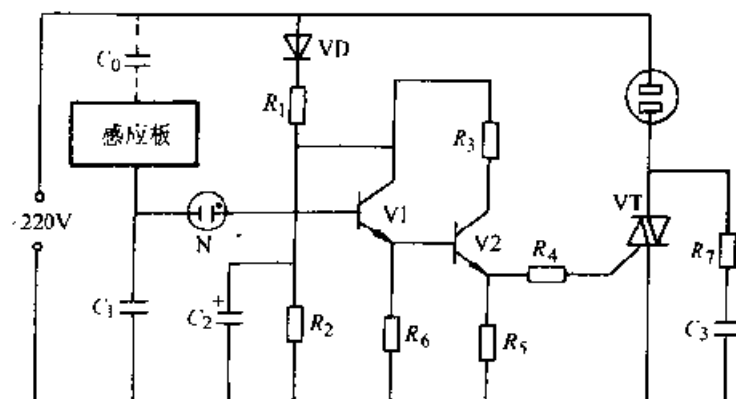


图 4-10 人体感应报警器

R_1 10k Ω R_2 、 R_3 30k Ω R_4 、 R_5 100 Ω R_6 510 Ω R_7 2k Ω C_1 50pF
 C_2 100 μ F C_3 0.1 μ F V1、V2 9014 VD 1N4007 VT MCR100-1

利用人体与感应板产生的电容 C_0 和电路中的 C_1 对电源进行分压，促使氖管 N 导通，其点燃电流又驱动复合管 V1 和 V2 导通，再触发 VT，插座上即有 220V 交流电压带动外加负载工作。

电路中 VD、 R_1 、 R_2 和 C_2 组成降压滤波电路对 V1 和 V2 供电。 R_6 保证 V2 静态时可靠截止不至于造成误报警。

感应板可用铝板，尺寸由感应距离而定，一般在 300mm $\times$ 300mm 以上。家用防盗时，夜间把感应板放在盗者易进入的地方。自身电源插座插上电铃或其它各种 220V 工作的呼叫设备。感应板放置时应与无关接触处绝缘。

11. 便携房门报警器

出差在外居住，携带一台便携式报警器有一定防盗作用。其电路如图 4-11 所示。

将三极管 V 的基极同房门内侧金属手柄连在一起。当小偷在门外使用金属工具或手直接碰触门锁时，V 即导通，晶闸管 VT 被触发，接通报警集成电路 IC 电源，发出音响报警声。

V 用功率较大的 9014 三极管，VT 用负载电流为 200mA 的晶闸管，IC 用报警专用的模拟声集成电路如 KD-9561 等。Q 用微形开关。整个装置装入一只小塑料盒内，V 的基极用较粗铜导线接上一只鳄鱼夹以便夹到门把手上。

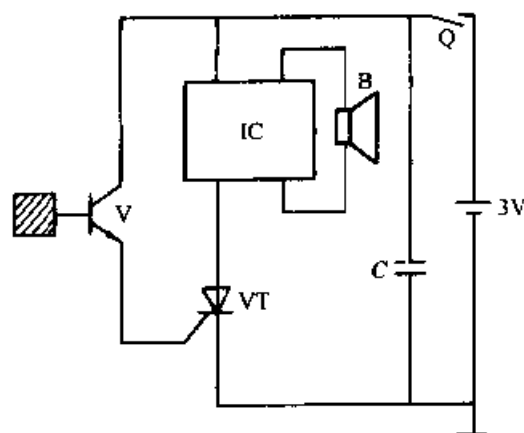


图 4-11 便携房门报警器

V9014 IC KD-9561

12. 夜间警示电路

用多功能报警集成电路 Y976 组成用于各种施工场地、危险场所和高空设施的夜间警示电路如图 4-12 所示。

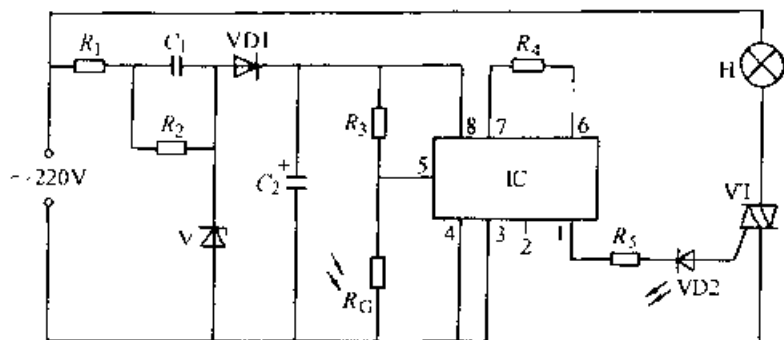


图 4-12 夜间警示电路

R_1 100 Ω R_2 470k Ω R_3 100k Ω R_4 220k Ω R_5 510 Ω C_1 0.47 μ F C_2 220 μ F

VD1 1N4004 VD2 ϕ 5mm (红色) V (6V) VT 1A400V IC Y976

集成电路 Y976 为八脚双列直插式。其②、③脚悬空时输出每秒四声的 BP 机效果音。②脚接地时输出每秒二声的 BP 机效果音。③脚接地时输出每秒一长声的“嘟”声。⑥、⑦脚外接电阻可改变频率和间隔长短，一般可取 47k Ω ~1M Ω 。

图中光敏电阻 R_G 与 R_3 分压控制 IC 的⑤脚电平。夜幕降临后 Y976 有信号输出，从而触发 VT 工作，达到使灯泡 H 每秒亮一次的警示。VD2 可用于装置的工作指示。振荡电阻 R_4 可取值大些。

13. 语言报警式密码电子锁

一种语言报警式密码电子锁，由十个按钮组成数码键，其中五个码开锁，另五个码做报警用。知道密码，只要顺序或同时按下其中五个按钮，可很快打开电子锁。如不知密码错按报警按钮，电子锁就会发出长达 30s 的“抓贼呀”喊声。同时电子锁闭锁。

电子锁电路见图 4-13。

该电路由普通晶闸管等元件构成编码开锁电路、延时语言报警及闭锁电路三部分组成。当依次按动 SB1~SB5 后，电磁锁就会动作开锁，按动 SB1，VT1 得到触发电压并导通，电流流经 R_1 ；再按下 SB2，VT2 获得触发电流导通，电流流经 R_2 ；一直到按下 SB5，VT5 触发导通，YA 通电，锁被打开。锁打开后，IC、 R_6 、 C_2 、SB6~SB10、KA 和 HA 组成了延时语言报警及闭锁电路。

如果错按了 SB6~SB10 中的任意一个按钮，电容 C_2 就会快速充上 12V 直流电压，通过 R_6 和大功率驱动开关集成电路 IC 的控制端第五脚形成放电回路，使 IC 内部开关电路延时导通 30s，语言报警喇叭 HA 发出响亮的“抓贼呀”喊声；与

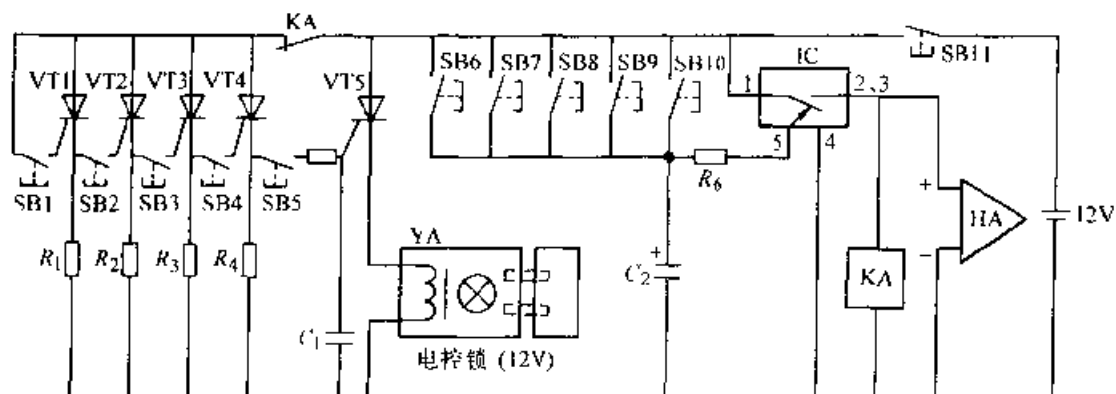


图 4-13 语言报警式电子锁

$R_1 \sim R_4$ 1k Ω R_5 10k Ω R_6 100k Ω C_1 0.01 μ F C_2 100 μ F VT1~VT5 MCR100-6

SB KWX KA JRC 21F-012 HA LQ16-85D IC CWH8778

此同时，并接在 HA 两端的小型电磁铁也通电动作，其常闭触点 KA 切断了锁控电路的电源，在响警报时间内，电子锁自动闭锁，对外不再做出反应。万一窃贼在响警报前已试按了 5 位开锁密码中的几个数码钮，随着 KA 的断开，已碰运气按中的密码就会全部自动消除记忆，恢复到初始状态。

电控锁可选用中山华达电子厂的多功能电控锁，它同时具备四棱防盗钥匙开锁功能，工作电压 12V 时的开锁电流小于 1A。除 SB1~SB10、HA 和电控锁外，其余元器件焊接到一个体积合适的绝缘密闭盒中。SB1~SB10 装在用有机玻璃或塑料板粘制的密码键盘上，固定在开锁方便的地方。

14. 公用设施标识灯控制电路

城镇公用电话亭、指路标识牌、临时施工工地、小型交通路口等夜间不易识别的场所需要一种标识灯光照明。该标识灯白天熄灭，晚上当光线暗到一定程度时以一定的节奏闪亮，引起行人注意。该标识灯控制电路原理见图 4-14。

电路由环境光强检测电路、超低频多谐振荡器和直流电源电路组成。环境光强检测电路由光敏电阻 R_G 、可变电阻 RP 和三极管 V1 组成。超低频多谐振荡器由 R_1 、 R_2 、VD1、 C_1 和 IC 组成，其工作状态受环境光强检测电路的控制；直流电源电路由

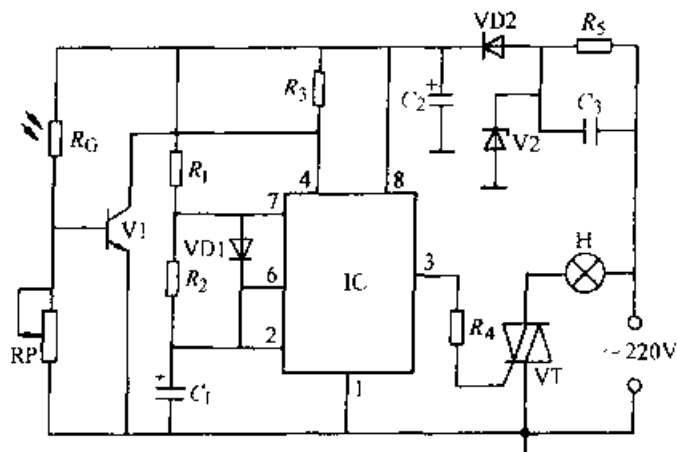


图 4-14 公用设施标识灯控制电路

R_1 68k Ω R_2 、 R_3 3k Ω R_4 170 Ω R_5 270k Ω RP 22k Ω

R_G MG45 C_1 47 μ F C_2 470 μ F C_3 0.47 μ F

VD1 1N1001 VD2 1N4007 V1 9014 V2

2DW9 VT (1A/100V) IC NE555

V_2 、 C_2 、 VD_2 和 R_5 、 C_3 组成。白天时, 由于环境光线较强, R_G 呈低阻, V_1 导通, IC 的④脚为低电平, 晶闸管 VT 一直关断, 标识灯不亮。晚上当环境光线暗到一定程度时, R_G 的阻值较大, V_1 截止, IC 的④脚变为高电平, IC 输出的正半周使晶闸管 VT 导通, 标识灯点亮; IC 输出为零时晶闸管 VT 截止, 标识灯熄灭。这样, 标识灯就不停地闪亮。调解 RP 可以改变标识灯开始闪烁时的起始光强。

15. “空城计”防盗器

本防盗器能在主人外出、家中无人居住看守时, 每日天黑后自动开灯、开音响等电器, 到预先设定的就寝时间后又自动关掉灯光和音响。以此模拟晚上有人在家的情形。防盗器电路原理如图 4-15 所示。

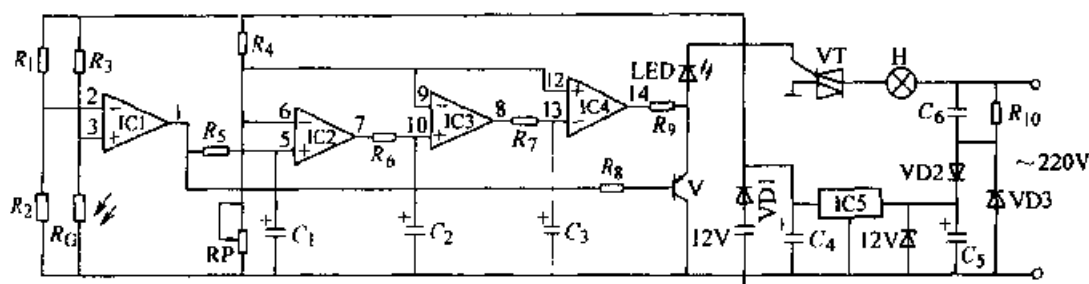


图 4-15 “空城计”防盗器电路

R_1 39k Ω R_2 、 R_3 、 R_{10} 1M Ω R_4 18k Ω R_5 、 R_6 、 R_7 2.2M Ω R_8 3.9k Ω R_9 1k Ω
 RP 47k Ω $C_1 \sim C_3$ 、 C_5 1000 μ F C_4 470 μ F C_6 1 μ F VD1 1N4001 VD2、VD3
 1N4004 V 9012 VT (3A/600V) IC1 LM324 IC2 7812

集成电路 LM324 中四只相同的运放都工作在电压比较器状态。运放 IC2、IC3 的反相输入端和 IC4 的同相输入端都接入一个基准电平 (9V)。白天刚接通电源时, 由于光敏电阻阻值较小, 运放 IC1 输出低电平, 导致 IC2、IC3 输出低电平, IC4 输出高电平, 同时由于 IC1 低电平的作用, 使三极管 V 饱和导通, 则发光二极管 LED 不亮, 晶闸管也不导通, 故白天所接电灯等电器不工作。

天黑以后, 光敏电阻阻值增大。IC1 输出高电平, IC2 和 IC3 由于 C_1 、 C_2 的作用, 继续输出低电平, IC4 输出仍为高电平, 但此时由于 IC1 输出高电平导致三极管 V 由饱和导通转为截止, 使 IC4 输出的高电平通过 LED 触发双向晶闸管 VT, 电灯等电器则得电工作。同时, IC1 的高电平通过 R_5 向 C_1 缓慢充电, 则 IC2 同相输入端电位缓慢升高。经一个多小时后, IC2 输出端由低电平转为高电平。同理, 再经一个多小时后, IC3 输出端也变为高电平, 对 C_3 充电。大致经同样时间后, IC4 输出端高电平转为低电平, LED 熄灭, 晶闸管关断, 则全部停止工作。

第二天天亮以后, IC1 输出端再次变为低电平, V 饱和导通, 电器因不工作, 同时 IC2、IC3 和 IC4 在白天通过各 2.2M Ω 电阻和运放本身顺次缓慢放电。大致经过比电器充电稍长的时间后, 电容 C_1 、 C_2 、 C_3 放电完毕, 又为第二天晚上重复

工作做好了准备。

为预防市电偶而停电,造成电器在晚上预设的时间外工作,可按图 4-15 接入 12V 直流电源。通过调整 R_1 阻值可改变电器夜晚工作的起始时间,调 RP 可以改变电器晚上工作时间的长短。RP 调到最大时,约四个多小时,最小时可为几秒。

16. 简单摩托车防盗报警器

为保护摩托车安全,介绍一种最简单的摩托车防盗报警电路,见图 4-16。

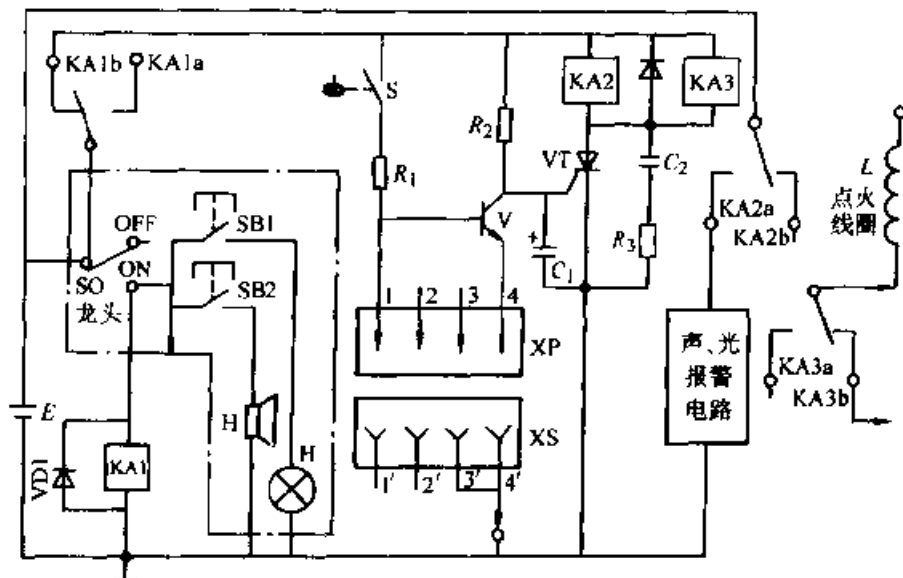


图 4-16 简单摩托车防盗报警电路

R_1 1M Ω R_2 5.1k Ω R_3 100 Ω C_1 6.8 μ F C_2 0.1 μ F

VD1、VD2 1N4148 VT MCR100

在摩托车起动时,“龙头”开关 S0 置“ON”位,车喇叭、灯和其它车用电子电路被接通,同时继电器 KA1 动作吸合,其常闭触点 KA1b 被切断,使其后接报警电路无电源而终止工作。继电器 KA2、KA3 亦处于无电源供电的释放状态,相应触点 KA2a 维持常开,声光电路不能工作。KA3b 维持常闭,使点火线圈接通而正常供电。摩托车停放时,车主关闭电源(S0 开关置“OFF”位),继电器 KA1 因失电而释放,常闭触点 KA1b 恢复通态,报警电路 V、VT、KA2、KA3 等得电而进入“警戒状态”。水银开关 S 为“倾斜”和“振动”一“器”两用传感器。电子锁由四芯电缆和四芯圆形金属插头座 XP/XS 组成。摩托车停稳后将锁线穿过前轮或后轮,之后将插头座 XP/XS 插紧即可。S 需在摩托车身垂直地面时调为“临界通态”,并保证车身左倾(放边踢)时不断开。只有当右晃(约 10°)或较大振动(如盗贼偷车放倒车架时的振动)时, S 才可能瞬态断开,从而使 V 失去偏置而截止。于是晶闸管被触发导通,KA2/KA3 动作吸合,相应的 KA2a 接通,报警电路同时发出声、光报警信号。KA3b 断开使点火线圈失电而不能发动点火。

此外, 盗贼要想偷车, 必须把锁链电缆弄断或拨开插接头。此时, V 的发射极随即被切断, VT 被触发报警。既使想先短路锁线电缆再剪线盗车, 但剪线时分清线号也是十分困难的。需注意摩托车放稳后应先用电子锁锁车, 后关 S0 开关。

17. 光控自动闪烁灯

在城建施工中, 为防止夜间行人与车辆跌入坑沟, 需悬挂警示灯。图 4-17 为无需专人管理的光控自动闪烁灯电路。

电路由 M5232L 报警集成电路、光敏器件及电源电路等几部分组成。

VD、V、 C_1 、 C_3 等组成简单的电容降压半波整流滤波电路, 输出约 12V 直流电压供整个电路用电。 R_G 为光敏电阻, 白天受光照射呈低阻, 所以 M5232L 的⑦脚输入电压高于集成电路内部 1.31V 的基准电压, 内部振荡器停振, ③脚为低电平, 晶闸管 VT 处于关断状态, 灯不亮。夜幕来临时, R_G 无光照射呈高电阻, 集成电路⑦脚电压下降, 当降至 1.3V 以下时, 内部振荡器起振, ③脚就输出方波脉冲, 使晶闸管 VT 间歇开通与截止, 灯就闪闪发光。灯的闪烁频率由⑤脚外接电容 C_1 决定, 图示数据闪烁频率约 1.8Hz。调解电位器 RP 可改变光控灵敏度, 使警示灯在需要时点亮。

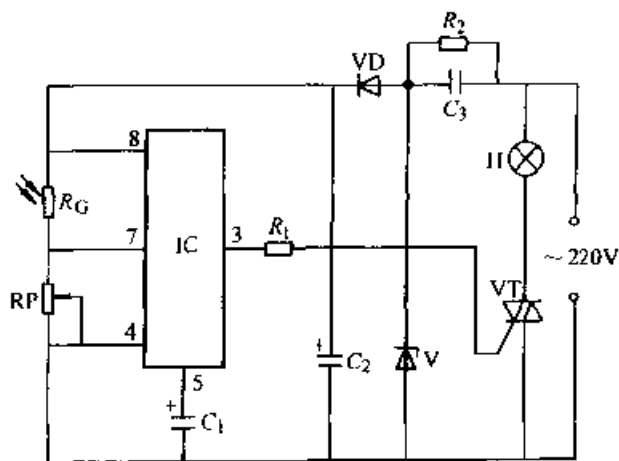


图 4-17 光控自动闪烁灯电路

R_1 220 Ω R_2 1M Ω RP 300k Ω R_G MG-5
 C_1 4.7 μ F C_2 220 μ F C_3 0.47 μ F VD 1N4001
 V (12V) VT MAC94A4 IC M5232L

18. 十字路口交通灯自动控制器

城市十字交叉路口为确保车辆、行人安全有序地通过, 都设有指挥信号灯。这里介绍一种线路简单、成本低、可靠性高、体积小、寿命长的指挥信号灯控制器, 它适合在中小城市的交通十字路口推广使用。

该控制器的工作程序如下: 红灯亮 30~60s (表示人、车停行信号) — 黄灯闪亮 1~5s (表示预备通行或停行信号) — 绿灯亮 30~60s (表示人、车通行信号)……如此循环, 实现了交通指挥灯的全自动控制。

十字路口交通灯自动控制器电路如图 4-18 所示, 它主要是由 NE555 时基集成电路构成的程序控制延时循环电路组成, 其中 H1~H12 是为便于说明原理而绘出的被控信号灯。

闭合开关 SA, 电路通电工作。首先假设 V1 截止, 则 IC2 第④脚获高电位

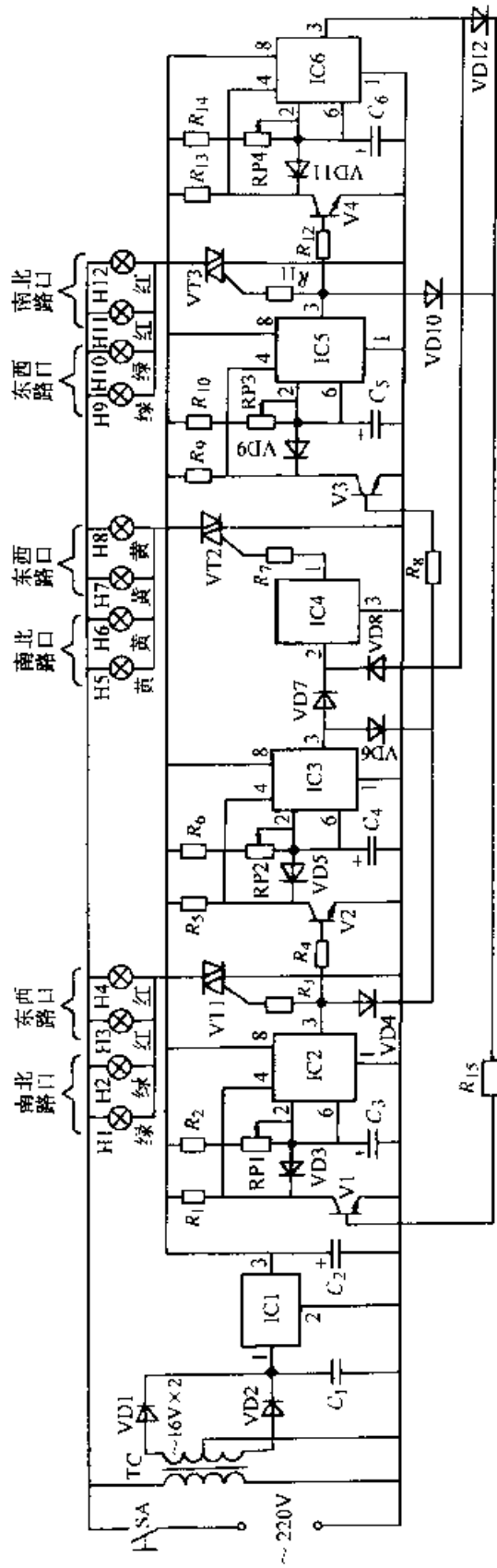


图 4-18 十字路口交通灯控制器电路

$R_1, R_5, R_6, R_{13} \sim R_{15}, 10k\Omega$ $R_2, R_4, R_7, 820k\Omega$ $R_3, R_7, R_{11}, 580\Omega$ $R_1, R_4, R_5, R_{12}, 100k\Omega$
 $RP1, RP3, 1M\Omega$ $RP2, RP4, 360k\Omega$ $C_1, 220\mu F$ $C_2, 100\mu F$ $C_3, C_5, 33\mu F$ $C_4, C_6, 10\mu F$
 $VD1, VD2, 1N4001$ $VD3 \sim VD12, 1N4148$ $V1 \sim V4, 9011$ $VT1 \sim VT3, BT137$
 $IC1, 78M12$ $IC2, IC3, IC5, IC6, NE555$ $IC4, HY-F512$

($\geq 0.7V$), VD_3 反偏不导通, IC_1 输出的 $12V$ 直流电开始通过 R_2 、 RP_1 对 C_3 充电。因 C_3 两端电压不能突变, 与 C_3 正端相联的 IC_2 第②脚为低电位 ($\leq 1/3V_{CC}$), 其第③脚输出高电平, VT_1 导通, 南北路口绿灯 H_1 、 H_2 亮, 表示允许车辆和行人通行; 东西路口红灯 H_3 、 H_4 亮, 表示禁止车辆和行人通行。与此同时, V_2 、 V_3 正偏导通, $IC_3 \sim IC_5$ 均输出低电平, $H_5 \sim H_{12}$ 均不亮。

当 C_3 经延时 $1.1(R_2 + R_P)C_3$ 约 $30 \sim 60s$ 后, 其正端电压升高至 $2/3V_{CC}$ 时, IC_2 复位, IC_2 第③脚输出变为低电平, VT_1 关断, 灯 $H_1 \sim H_4$ 全灭。同时, V_2 因无偏压而截止, VD_5 反向不通, C_4 开始充电, IC_3 第④脚获得高电位 ($\geq 0.7V$), 其第③脚输出高电平, 使闪光报警集成电路 IC_4 通电工作, 产生频率为 $1.3 \sim 5.2Hz$ 方波信号, 控制 VT_2 断续导通, 黄灯 $H_5 \sim H_8$ 闪亮, 表示南北路口人车预停行, 东北路口预通行。与此同时, 因 V_3 基极通过 VD_6 仍获得正向偏压, V_3 继续导通, VT_3 保持关断状态, 灯 $H_9 \sim H_{12}$ 仍不亮。

当 C_4 经延时 $1.1(R_4 + R_{P2})C_4$ 约 $1 \sim 5s$ 后, 其正端电压升高至 $2/3V_{CC}$ 时, IC_3 复位, IC_3 第③脚输出变为低电平, IC_4 断电停止工作, VT_2 关断, 黄灯 $H_5 \sim H_8$ 全灭。同时, V_3 因无偏压而截止, VD_9 反向不通, C_5 开始充电, IC_5 因第④脚获得高电位 ($\geq 0.7V$) 而置位, 其第③脚输出高电平, VT_3 导通, 东西路口绿灯 H_9 、 H_{10} 亮, 表示允许车辆和行人通过; 南北路口红灯 H_{11} 、 H_{12} 亮, 表示禁止车辆和行人通过。与此同时, V_4 、 V_1 导通, C_6 通过 VD_{11} 、 V_4 放电, C_3 通过 VD_3 、 V_1 放电, 分别为下一步 IC_6 和 IC_2 进入置位状态做好准备。

当 C_5 经延时 $1.1(R_{10} + R_{P3})C_5$ 约 $30 \sim 60s$ 后, 其正端电压升高至 $2/3V_{CC}$ 时, IC_5 复位, IC_5 第③脚输出变为低电平, VT_3 关断, 灯 $H_9 \sim H_{12}$ 全灭。同时, V_4 因无偏压而截止, VD_{11} 反向不导通, C_6 开始充电, IC_6 因第④脚获得高电位 ($\geq 0.7V$) 而置位, 其第③脚输出高电平, 使 IC_4 通电产生脉冲方波, VT_4 断续导通, 控制黄灯 $H_5 \sim H_8$ 闪光, 表示东西路口人车预停行, 南北路口预通行。与此同时, 因 V_1 通过 VD_{12} 获得偏流而继续导通, 故 VT_1 仍关断, 灯 $H_1 \sim H_4$ 仍不亮。

当 C_6 经延时 $1.1(R_{14} + R_{P4})C_6$ 约 $1 \sim 5s$ 后, 其正端电压升高至 $2/3V_{CC}$ 时, IC_6 复位, IC_6 第③脚变为低电平, IC_4 断电停止工作, VT_2 关断, 黄灯 $H_5 \sim H_8$ 全灭。同时, V_1 失去偏压而截止, VD_3 反向不通, C_3 再次开始充电, 从头重复以上过程……如此反复循环, 即实现了对交通指挥信号灯 $H_1 \sim H_{12}$ 的全自动程序控制。

电路中, $VD_3 \sim VD_{12}$ 为隔离二极管, 起导流和隔流的双重作用。 $RP_1 \sim RP_4$ 为可调电阻 (位) 器, 改变其阻值, 可调整对应 “NE555” 时基集成电路每次置位时间长短, 即对应被控信号灯点亮时间。

因不同的路口在同一时间内通过的车辆不一样多, 需开绿灯的时间有长短, 故可适当调节 RP_1 或 RP_3 阻值在 $30 \sim 60s$ 的范围内加调配。黄灯闪光时间通过调节

RP2、RP4 阻值在 1~5s 范围内任意选定。

19. 一种光控闪烁警示灯驱动电路

本警示灯控制电路具备了闪烁和光控两种功能，在天黑后该电路能控制警示灯自动开启并使其工作在闪烁状态，而天亮后又能将警示灯自动关闭，适合作道路施工警示灯具。

警示灯驱动电路原理如图 4-19 所示。

本电路采用一只单结晶体管 V1 组成频率可调的张弛式超低频振荡器，其振荡频率可由 RP 进行调节。在 V1 的发射极对电源负端接有一只光敏电阻 R_G ，使之构成了环境光线检测电路，可以实现光电自动控制。光电耦合双向晶闸管芯片 IC 的输入控制端串接在 V1 的基极回路中，由 V1 来控制 IC 是否工作，通过 IC 又控制驱动大功率双向晶闸管 VT 的导通与截止，VT 则直接控制着多盏警示灯的亮、

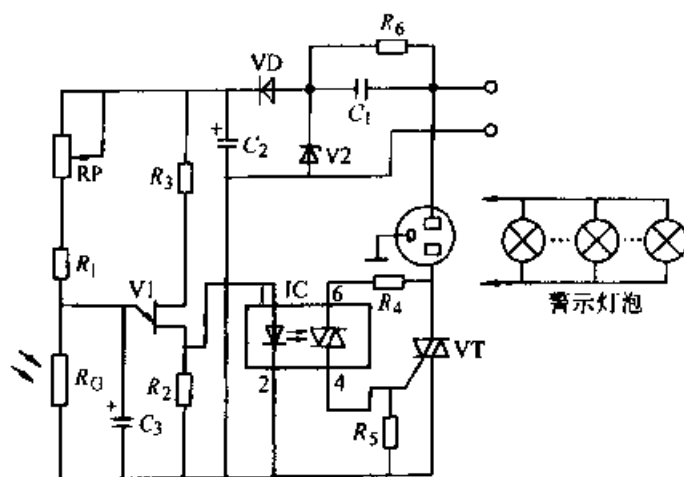


图 4-19 一种光控闪烁警示灯驱动电路

R_1 50k Ω R_2 、 R_3 330 Ω R_4 100 Ω R_5 56 Ω R_6 1M Ω RP 50k Ω
 C_1 1 μ F C_2 100 μ F C_3 22 μ F VD 1N4001 V1 BT33B
 V2 (5V) VT (6A/400V) IC MOC3041

灭。 C_1 、V2、VD 等元件构成了一个典型的电容降压式供电电路，可为整个电路提供 5V 的直流工作电源。

在白天时，由于环境光线较亮， R_G 受光照射，阻值较小，使 V1 的发射极电压恒定在低电位，则由 V1 组成的振荡器停振，此时 R_2 两端电压约为 0V，故 IC 不工作，VT 截止，警示灯不亮，整个电路处于静止状态。当天黑后，由于 R_G 无光照射，其暗阻较大（约为 1M Ω ），失去对 V1 发射极的控制能力，则由 V1 组成的振荡器起振工作， R_2 两端的电压开始周期性地发生高、低变化。当其电压变高时，使 IC 触发工作并驱动 VT 导通，使插座中外接的警示灯点亮，当其电压变低时，IC 又停止工作，VT 恢复截止，警示灯又熄灭。这样，警示灯的亮灭就被超低频振荡器所控制，工作于闪烁状态，达到闪烁警示的目的。

本电路调试时，可先用黑胶布遮住 R_G 的受光面，以模拟夜间无光环境状态，此时，超低频振荡器应能起振工作，表现在警示灯能闪烁，其闪烁频率能通过 RP 进行调节。摘除遮挡 R_G 的黑胶布，此时，超低频振荡器应该停振，警示灯熄灭，说明光控电路工作正常，整个电路可投入正常使用。

20. 地震声光报警器

人类在长期的观察中发现,地震活动会产生两种波:一种是纵波,它从震中以最快速度传出,伴以低沉的隆隆声,一般无破坏作用;另一种是剪切波,它比纵波慢约 30s,其冲击力可毁灭地面上的一切。这里介绍的地震声光报警器,就是利用纵波和剪切波的时间差设计出来的,只要将它安装在居室内就可安心睡觉,如一有地震活动,首先到来的纵波便会触发声光报警器工作。这时,人们可争取在剪切波到来前的 30s,迅速逃生,将伤亡降低到最小程度。

地震声光报警器的电路见图 4-20。

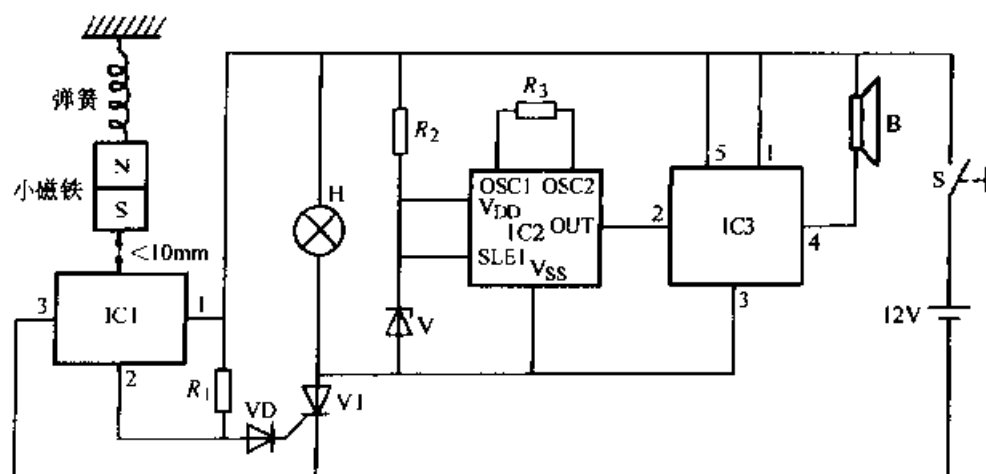


图 4-20 地震声光报警器

R_1 100k Ω R_2 2k Ω R_3 240k Ω VD1 1N4148 V 2CW52 VT MCR100-1

IC1 CS6839 IC2 KD-9561 IC3 TWH8751 B (8 Ω 3W)

霍尔传感器 IC1 和小磁铁构成了地震纵波检测电路。IC1 和 IC3 等构成了警报声发生电路。平时, IC1 受小磁铁磁力线的作用, 其输出端第①脚处于低电平, VT 无触发电流而阻断, 声、光报警电路不工作。当有地震活动时, 小磁铁会首先感受到纵波的冲击, 当冲击力超过 2N 时, 即可使小磁铁作上下运动。在小磁铁远离 IC1 瞬间, IC1 第③脚输出高电平脉冲, VT 经 R_1 和隔离二极管 VD 获得触发电流导通, IC2、IC3 得电工作, B 发出刺耳响亮的警笛声, 唤醒主人从睡眠中醒来; 与此同时, H 发出亮光, 为黑暗中的人们照亮逃生道路。

电路中, 利用 TWH8751 具有增益高及其输入特性与 CMOS 数字电路兼容之特点, 把 KD-9561 的输出信号(用示波器观察波形变频方波信号, 可认为是逻辑电路中的数字信号)直接送给该器件进行开关放大, 然后推动 B 发声。经实际应用证明这种方案切实可行, 且具有结构简单、效率高等突出的优点。

IC1 选用 CS6839 或 CS6835 等型开关式霍尔传感器, 与它配合使用的小磁铁体积不宜太大, 可用一块尺寸约为 10mm $\times$ 10mm $\times$ 15mm 永久性磁铁; IC2 用

KD-9561 型报警专用集成电路, IC3 用 TWH8751 型大功率开关集成电路。安装时注意小磁铁的 S 极一定要正对着霍耳传感器的有字标平面 (即磁敏感面), 两者间距离调在 10mm 以内。小磁铁通过一段细绳和一段小弹簧固定在室内不易人为干扰的墙壁或窗框上, 调节弹簧的长度, 使灵敏度最佳。

21. 电动机防盗报警器

电动机防盗报警器的电路见图 4-21。

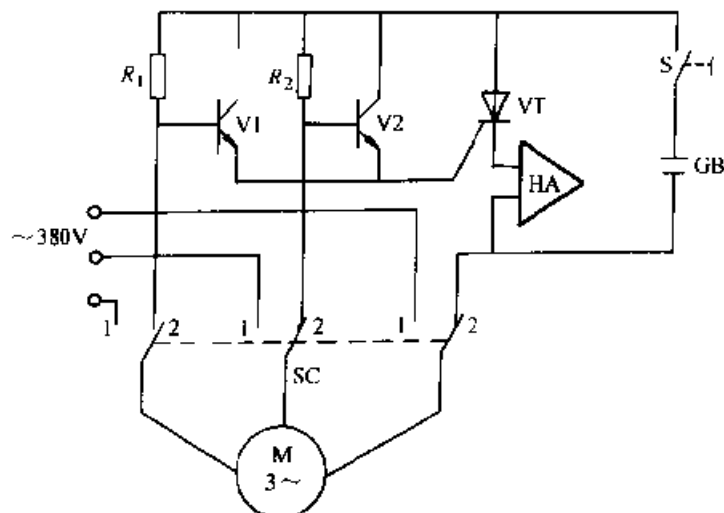


图 4-21 电动机防盗报警器

R_1, R_2 100k Ω V1、V2 9014 VT MCR100-1 HA LQ46 88D GB (6~12V)

当 SC 扳至位置“1”时, 电动机 M 通电正常工作。当 SC 扳至位置“2”时, M 断电停止工作, 闭合 S, 报警器通电进入防盗监视状态。这时 V1、V2 的基极经 M 内部线圈接地, 所以 V1、V2 截止, VT 亦截止, 带语音的报警器 HA 断电不工作。当有不法之徒行窃时, 只要断开 M 三根接线中的任意一根, 都会使得 V1、V2 同时或其中一个进入饱和状态, 从而触发 VT 导通, HA 通电反复发出响亮的“抓贼呀——”喊声, 使小偷闻声丧胆, 逃之夭夭。这时, 即使心虚的小偷把断线按原样接好也无济于事, 因为 VT 会一直导通下去直到有人断开 S 为止。

22. 高灵敏度触摸报警器

TWH8778 是一种新颖大功率高速开关集成电路, 它采用场效应晶体管与双极晶体管混合工艺制作而成, 具有低功耗和高增益等优点。同时芯片内还设有过电压、过热、过电流等保护电路, 能忍受极为苛刻的工作环境和负载条件, 它通用性强, 可以在各种自控系统中做高速大电流驱动开关使用。

TWH8778 采用 TO-220 封装, 有 5 个引出脚, 各引出脚功能为: ①脚为输入端 IN; ②与③脚在芯片内部是并联的, 为输出端 OUT; ④脚为接地端 GND; ⑤

脚为控制端 EN。其管引脚排列如图 4-22 所示。TWH8778 基本功能是：当控制端⑤脚 EN 为高电平 ($\geq 1.6\text{V}$) 时，输入 IN 与输出 OUT 即相通，反之则断开。在实际使用过程中，加到控制端 EN 的控制电平 V_{EN} 应小于 6V 。TWH8778 内部设有保护电路，当输入端 IN 电压 V_{EN} 超过 30V 时，输出负载电流会被自动切断，待 V_{EN} 下降时，开关电路自动恢复。

本节介绍一个采用 TWH8778 开关集成电路制作的高灵敏度触摸式报警器，可用于金属物品防盗报警或用做门锁报警，其电路见图 4-22 所示。

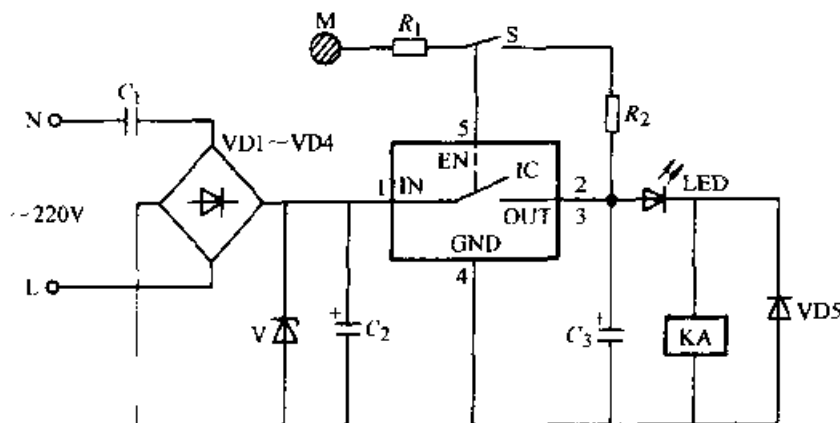


图 4-22 高灵敏触摸报警器

R_1 4.7MΩ R_2 100kΩ C_1 0.47μF C_2 100μF C_3 47μF

VD1~VD4 1N4004 VD5 1N4148 V 2CW60 IC TEH8778

图中二极管 VD1~VD4 和电容 C_1 组成简单的电容降压桥式整流稳压线路，输出 12V 左右的直流工作电压为集成块 TWH8778 提供开关电压，平时控制端⑤脚因处于低电平，开关断开即输入端 IN 与输出端 OUT 不连接，继电器 KA 不工作，报警电路不动作。若有人触摸到电极片 M 时，就有泄漏电流经人体及电阻 R_1 注入到控制端 EN 即⑤脚，使⑤脚为高电平，电子开关闭合，即集成块输入端①脚与输出端②、③脚相通， 12V 工作电压就经过 TWH8778 加在继电器 KA 的两端，使其通电吸合，其常开接点闭合可接通后级报警电路工作（如使警铃通电鸣叫等）。同时发光二极管 LED 也通电发光作报警指示。

电阻 R_2 的作用是将此时输出端的高电平反馈到控制端⑤脚，这样即使人体离开电极片 M 时，由于 R_2 的反馈作用，控制端⑤脚仍为高电平，所以 TWH8778 始终保持开通状态，报警声不止。只有当保安人员赶到后按动解警开关 S 时，控制端⑤脚恢复低电平，集成块关断，LED 熄灭，继电器 KA 释放，报警电路才停止工作。

VD1~VD4 用 1N4004 型普通硅整流二极管；V 为 12V 、 $1/2\text{W}$ 稳压二极管，如 2CW60 型等；VD5 为 1N4148 型硅开关二极管。LED 可用红色发光二极管。 C_1 要求采用 CBB-400V 型聚丙烯电容器。 R_1 为高阻值电阻器，最好采用 RJ- $1/4\text{W}$ 型

金属膜电阻器。如将 R_1 改用两只 $2.7\text{M}\Omega$ 电阻串联,则安全性更好。 S 用常闭按钮。 KA 用 JZC-22F、DC12V 小型中功率电磁继电器。

在实际制作时, M 为要防盗报警的金属物品, 只要用软导线将需防盗报警的金属物品与电路中电阻 R_1 的左端相连即可。解警开关 S 应安装在较为隐蔽的地方, 如距离不远的话, 可将 S 安装在保安人员的值班室内。为使电路能够可靠触发工作, 220V 交流市电的相线与零线必须按图示位置连接, 接错了电路不能正常工作。本电路在工作时是带电的, 除电极片 M 外, 其它地方均不可触摸, 以免发生触电事故。可将电路安装在一个绝缘良好的塑料小盒里。

23. 大功率触摸报警器

图 4-23 是一个利用 TWH8751 做功率放大器的大功率触摸报警器, 电路由时基集成电路、模拟音效集成电路、功率开关集成电路及电源等几部分组成。

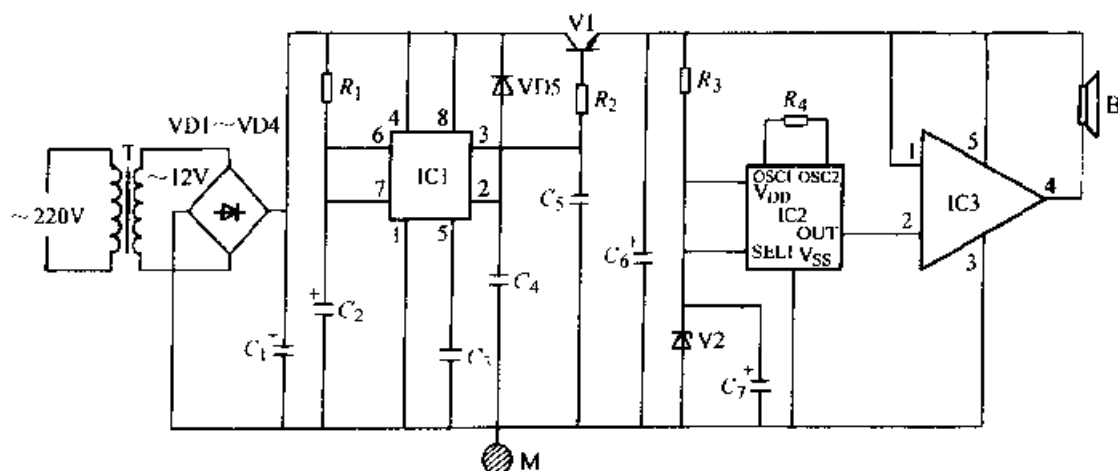


图 4-23 大功率触摸报警器

R_1 $1\text{M}\Omega$ R_2 $1\text{k}\Omega$ R_3 $2\text{k}\Omega$ R_4 $210\text{k}\Omega$ C_1 $470\mu\text{F}$ C_2 $100\mu\text{F}$ $C_3 \sim C_5$ $0.01\mu\text{F}$ C_6 $220\mu\text{F}$
 C_7 $10\mu\text{F}$ $VD1 \sim VD4$ 1N4001 $VD5$ 1N4148 $V1$ 8050 $V2$ (3V) $IC1$
 NE555 $IC2$ KD-9561 $IC3$ TWH8751 B (8 Ω 3W)

电源电路由变压器 T 、二极管 $VD1 \sim VD4$ 及电容 C_1 组成, 通电后可输出 12V 左右的直流电压供整个电路用电。时基电路 $IC1$ 构成典型的单稳态触发器, 平时因阈值端⑤脚处于高电平, ②脚被 $VD5$ 反偏也为高电平, 所以电路处于稳定态, ③脚输出低电平, 三极管 $V1$ 截止, 后续电路失电不工作。若有人触碰电极片 M , 人体感应的杂波信号经 C_4 耦合、 $VD5$ 整流, 相当于给时基电路 $IC1$ 的②脚送入一个负脉冲触发信号, 单稳电路翻转置位进入暂稳态, 输出端③脚输出高电平, $V1$ 获得基极偏流导通, 后续电路得电工作。后续电路由音效集成电路 $IC2$ 及功率开关集成电路 $IC3$ 构成, R_5 、 $VD6$ 、 C_7 组成简单稳压电路, 为 $IC2$ 提供工作所需的 3V 直流电压, $IC2$ 的第一选声端 $SEL1$ 与电源正端 V_{DD} 相连, 故输出端 OUT 输出最

能引人注意的消防车电笛声响。此音效信号直接送入开关集成电路 IC3 选通端②脚, 经内部电路处理后由④脚输出, 推动扬声器发出响亮的报警声响。IC1 的暂态时间由 R_1 、 C_2 时间常数决定, 图示数据约 2min。即每触摸一次电极片 M, 警声可响 2min 左右。再次触摸再次发声。

IC1 可用 NE555、SL555、 μ A555 等时基集成电路, IC2 用 KD-9561 四声模拟声音效集成电路, IC3 为 TWH8751 型功率开关集成电路。V1 用 8050 型等 $I_{cm}=1A$ 的硅 NPN 中功率三极管, $\beta \geq 100$ 。VD1~VD4 可用 1N4001 型等硅整流二极管, VD5 为 1N4148 型硅开关二极管, V2 用 3V 左右的稳压二极管。B 可用 8 Ω 、3W 号筒扬声器。T 可用 220V/12V、8VA 小型电源变压器。本电路不用调试, 通电后即能正常工作。若想改变电路的每次触碰后警声的持续时间, 只需更改 R_1 或 C_2 的数据即可。

24. 液化气熄火自动点燃报警器

采用本装置, 一旦液化气中途熄火, 它立即发出音乐报警声, 并且能自动再次点燃液化气, 从而有效地防止了燃气的漏泄。液化气熄火自动点燃报警器如图 4-24 所示。图中开关 Q 与液化气灶开关联动, 当旋开液化气开关点火后, 火焰光辐射照射到光敏电阻器 R_G 上, 使其阻值变小, 三极管 V1 因基极电位升高而导通, 音乐集成电路 IC 的触发端 TR1 为低电平, 集成块不工作, 整个电路处于静止状态。

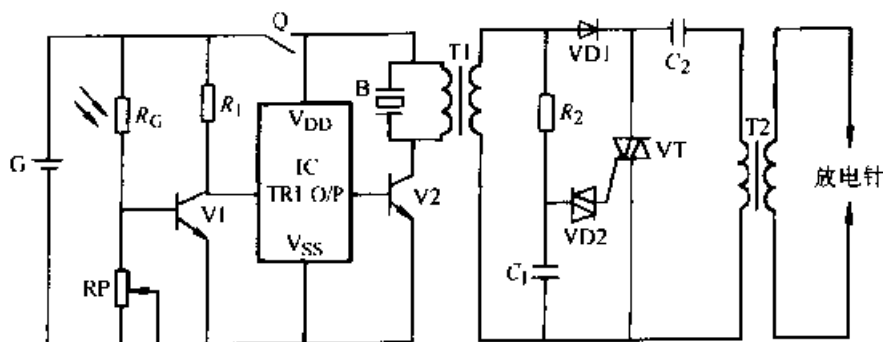


图 4-24 液化气熄火自动点燃报警器

R_G MG45 R_1 1k Ω R_2 4M Ω RP 100k Ω C_1 0.1 μ F C_2 0.47 μ F

VD1 1N4001 V1 9011 V2 9013 VT MAC94A4

IC HFC-930C B FT-27

如果液化气因某种意外原因熄火, R_G 因失去火焰光辐射而呈现高电阻, V1 因基极电位下降而截止, 其集电极输出高电平, 集成块 IC 的触发端 TR1 获得正向触发信号而工作, 其输出端 O/P 输出音乐信号经 V2 放大后, 一路驱动压电陶瓷片 B 发出音乐报警声, 另一路经变压器 T1 升压得到一峰值为 120V 的脉冲电压, 经 R_2 向 C_1 充电, 并经 VD1 给 C_2 充电。当 C_1 充到一定电压时, 触发管 VD2 导通,

双向晶闸管 VT 开通,使已充电的 C_2 经 VT 向变压器 T2 的二次线圈放电,结果可使 T2 的二次侧感应出高达 5~10kV 的高压,由放电针尖端放电产生火花点燃液化气。由上面分析可知,如刚开液化气开关打火时,如一次没有点燃,该电路也会产生连续电火花迫使液化气迅速点燃。

T1 可用小型晶体管收音机里的输出变压器,将原 8Ω 端接 V2 集电极回路,原输入端接 R_2 与 C_1 。T2 可用 12in 黑白电视机里的行输出变压器改制,去掉原低压部分,用 $\phi 0.35\text{mm}$ 高强度聚酯漆包线在原骨架上绕 15 匝,二次侧采用原高压包,去掉速流管即可。放电针用自行车辐条钢丝自制,将辐条一端磨尖,两放电针之间以 0.5mm 为宜。将开关 Q 与液化气开关联动,光敏电阻器 R_c 应采用金属罩保护,受光面应开有透光孔,使其对准液化气火焰方向进行固定。点燃液化气后调整电位器 RP 使音乐报警声刚好停止,这样当液化气熄火时,线路就会自动报警和点火。本电路除了可用于液化气灶外,也适用于其它燃气灶具。

五、家用电器电路

1. 电能表节电装置

电能表的电压线圈不论负载接地或者断开都并在电路中。这样一来，当负载断开后仍要耗电。每月白白浪费一度电（1度电=1kW·h）。一座百万人口的城市则浪费百万度电。一种电能表节电装置原理如图 5-1 所示。

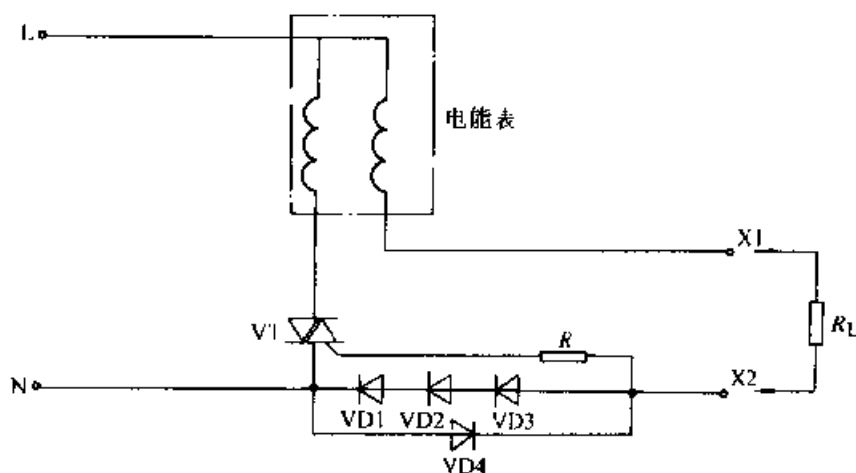


图 5-1 电能表节电装置

R 20 Ω VD1~VD4 1N5404 VT TLC336B

该装置在断电后将晶闸管 VT 的门极触发信号断开，从而切断了电压线圈。当负载接通时，VT 门极接通，电压线圈接入电路，正常运行。

2. 模拟自然风电路

图 5-2 为模拟自然风电路。

该电路是以时基电路 NE555 为核心以及外围电路组成时基振荡电路。由③脚输出振荡信号触发 VT。VT 间歇导通，于是电风扇间歇运转，产生类似自然界的阵阵凉风。调节 RP1 和 RP2 可以改变振荡周期以及间歇时间，从而改变电风扇运转和停转时间。

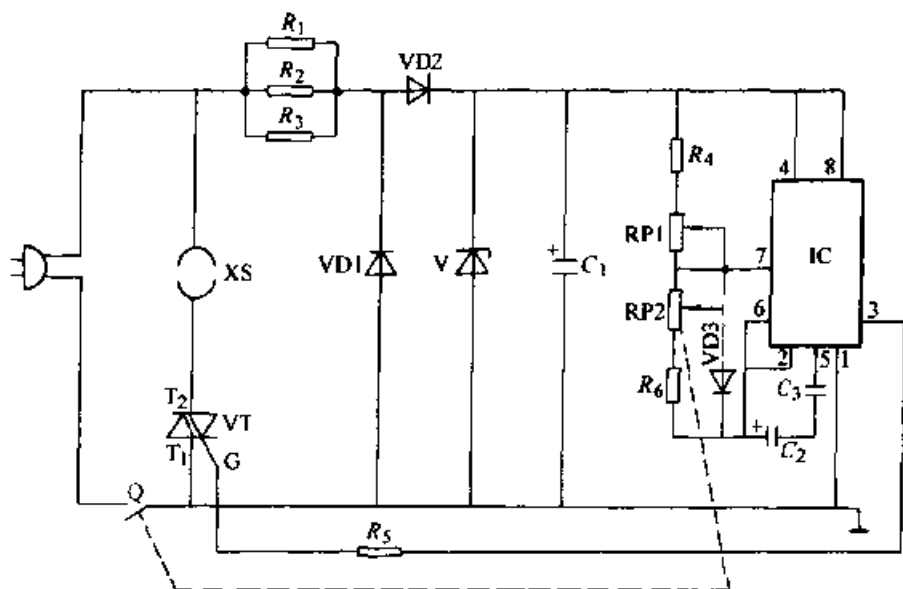


图 5-2 模拟自然风电路

$R_1 \sim R_3$ 27k Ω R_4 68k Ω R_5 510 Ω R_6 150k Ω $RP1$ 、 $RP2$ 470k Ω C_1 220 μ F C_2 47 μ F C_3 0.022 μ F
 $VD1$ 、 $VD2$ 1N4007 $VD3$ 1N4005 IC NE555 V 5 V

3. 程控电风扇

由 MF9905 专用电路控制的程控电风扇电路如图 5-3 所示。

该电路采用 32768H 的晶振工作时基，定时根据晶振频率分频获得，精度较高。装置采用全电子轻触开关控制。

电路中，高、中、低风速控制由联接电风扇相应调速绕组实现并分别由 $VD3$ 、 $VD2$ 、 $VD1$ 三只红色发光管发光显示。风型选择分睡眠风、自然风、连续风三种，分别由 $VD12$ 、 $VD11$ 、 $VD10$ 发光显示。三种风型与三种风速控制组合可输出 9 种不同类型，适合不同场合需要。

电路有定时关机功能，电路中由 $VD5$ 、 $VD6$ 、 $VD7$ 、 $VD8$ 四只红色发光管显示，最长定时分 4h（16 脚悬空）和 7.5h（16 脚接 V_{SS} ）两种。另有轻触关机、轻触开机功能，绿色的 $VD9$ 为电源指示。

电路焊好后应先检查输出是否正常。79L05 输出应为一 5V。如正常，按 $SB1$ 风速控制开关检查风速是否正常。按 $SB2$ 设定风型，按 $SB3$ 进行定时设置。 $SB4$ 是关机开关，按下后所有的功能显示二极管均熄灭，定时取消。再按下风速选择开关即可重新开机。还可选择安装 $VD4$ 和 $VT4$ ，控制电风扇附带的摇头电动机或照明灯或加热器，需另接继电器和晶闸管。

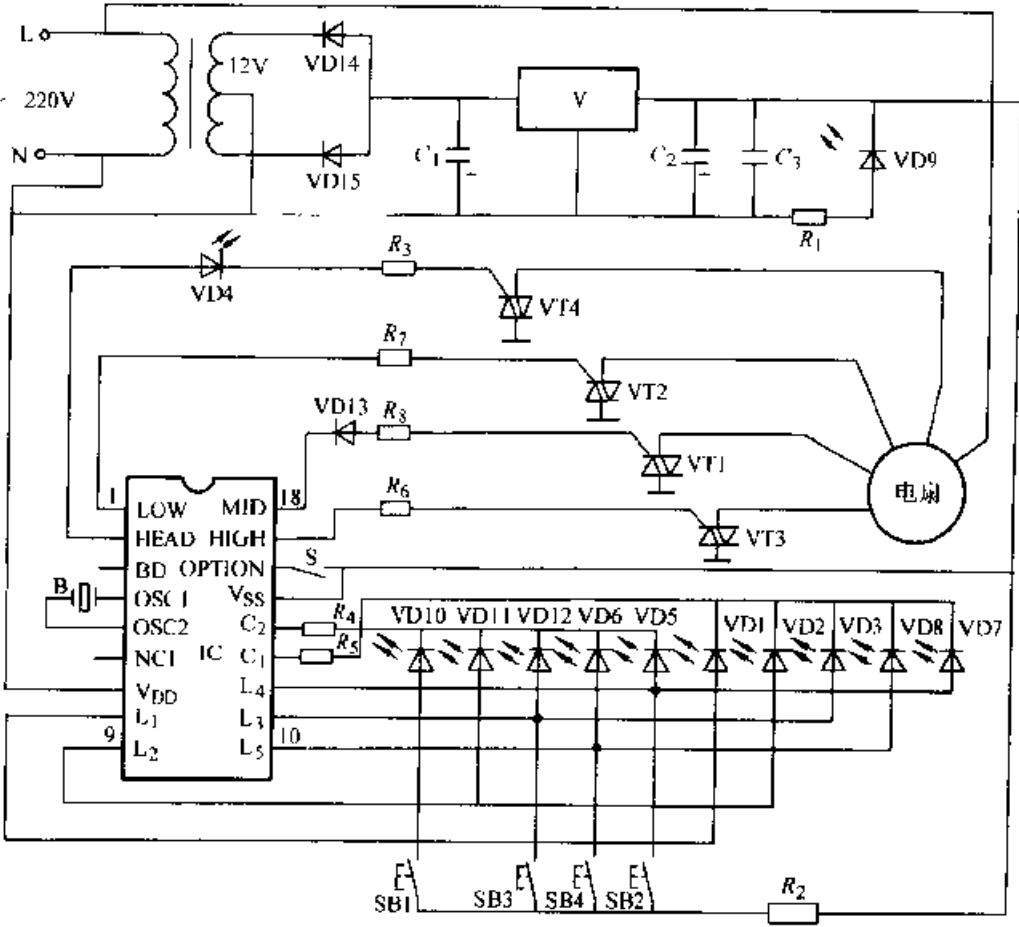


图 5-3 程控电风扇

R_1 2.7k Ω R_2 10k Ω R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 、 R_8 1k Ω R_1 、 R_2 100 Ω C_1 100 μ F C_2 47 μ F C_3 103pF B 32768Hz
VD1~VD8、(红) VD9 (绿) VD10~VD12 (黄) VD13~VD15
1N4004 VT1~VT4 336A IC MF9905 V 79L05

4. 单机电风扇模拟自然风控制器

该控制器硬件电路如图 5-4 所示，其核心是 PIC12C508 单片机。

本应用中各引脚功能及外围接线见下表：

引脚号	名称	引脚类型	功能及外围
1	V _{DD}	电源	电源正极—2.5~5.5V
2	GPS	输入	电网取样，经 R_2 、 R_3 接电网 L 线
3	GP2	输出	控制输出，经 R_1 控制晶闸管 VT
4	GP3	输入	未用
5	GP2	输入 输出	自然风/非自然风模式选择，接 SB2 自然风/非自然风模式指示，接指示灯
6	GP1	输入 输出	定时时间设置，接定时选择开关 SB1 定时时间指示，接指示灯(绿)
7	GP0	输出	定时时间指示，接指示灯(红)
8	V _{SS}	电源	逻辑地和 I/O 引脚的参考地

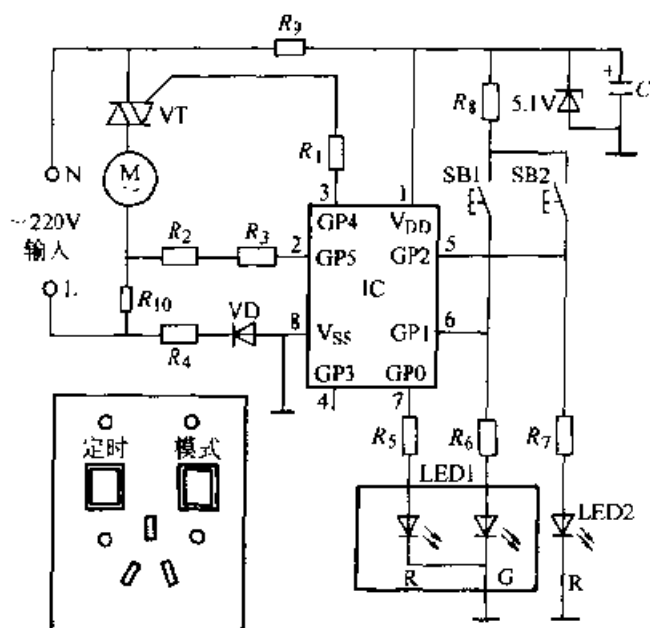


图 5-4 单片机电风扇模拟自然风控制器

R_1 200 Ω R_2 、 R_3 5.1M Ω R_4 39k Ω $R_5 \sim R_7$ 1k Ω R_8 910 Ω R_9 500 Ω

R_{10} 5 Ω C 100 μ F VD 1N4004 VT 335 IC PIC12C508

在软件控制下改变 GP4 的输出状态，可控制输出插座上是否有电压输出。通过 GP5 对电网取样，使晶闸管在电网电压过零时通断以消除干扰。电阻 R_4 、整流管 VD 和稳压管、电容 C 构成 5.1V 稳压电路，给单片机提供电源。

上电后初始化，将控制器置于不定时非自然风且有电压输出状态。判别 TIME 是否在 3~10s 内，如不是则调整。若在自然风模式，则在本次延时结束时改变控制器的输出状态并产生新的延时时间。如此周而复始间断给电风扇通电。若设定时，则在定时时间到后关断输出并使定时指示灯红/绿交错闪亮，直到按下任一按键。在控制器工作期间不断扫描两个按键开关是否按下。若定时按下，则定时功能按不定时——0.5h、定时——1h、定时——2h、定时——不定时……的顺序循环改变，同时，定时指示灯的状态也相应改变。若按下“模式”按键，则控制器以非自然风——自然风——非自然风……的顺序循环改变。同时，“模式”指示灯的状态也会作相应改变。

控制器的功能是靠软件来保证的。OPT（一次可编程）芯片是空白的，必须用编程器编程后方可使用。因程序要反复修改，最好采用窗口型 EPROM 可改写芯片进行调试，待软件调试合格后再改用 OPT 批量生产。

图中左下角为面板布置图。由于控制器与 220V 电网直接相连，需注意按键和发光管的绝缘问题。

5. 电冰箱保护器

图 5-5 为电冰箱保护器电路。

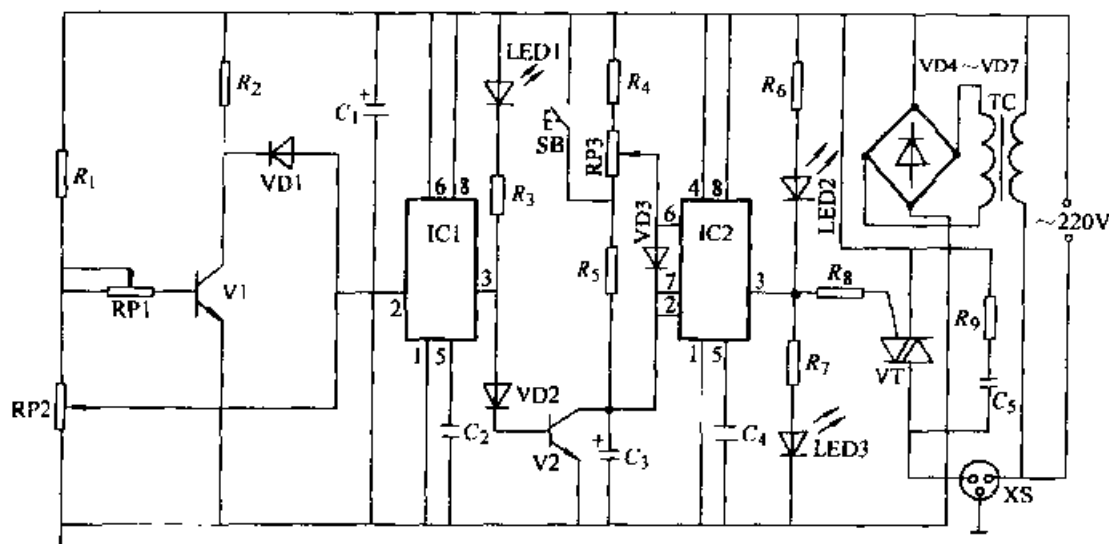


图 5-5 电冰箱保护器

R_1 4.7k Ω R_2 75k Ω R_3 、 R_6 、 R_7 100 Ω R_4 1.5M Ω R_5 100k Ω R_8 56 Ω R_9 200 Ω $RP1$ 100k Ω
 $RP2$ 10k Ω $RP3$ 2.2M Ω C_1 、 C_3 100 μ F C_2 、 C_4 0.1 μ F C_5 0.01 μ F $VD1$ 2CK
 $VD2$ 、 $VD3$ 1N4001 $VD4 \sim VD7$ 1N4004 LED1~LED3 (3A/400V)
 $V1 \sim V3$ 3DG12B IC1、IC2 NE555

保护器电路由电压鉴别器、无稳态振荡器和晶闸管控制电路以及降压整流电路组成。电压鉴别器电路由分压网络和 IC1 等组成。IC2 和 R_4 、 $RP3$ 、 R_5 、 C_3 等组成无稳态多谐振荡器。

保护电路工作原理：在市电电压正常时，由分压网络得到高电平输入 IC1 的②脚，IC1 复位，V2 截止。此时 IC2 组成的多谐振荡器以 $f=1/(\tau_{充}+\tau_{放})$ 自由振荡。其振荡频率可由 $RP3$ 来调节。当电位器触点调至最上位置时，电冰箱的通断电时间分别为 5min 和 25min。当触点调至最下端时，通断时间为 27min 和 30min。可根据季节、天气变化及电冰箱的具体制冷目的来调节 $RP3$ 。当市电电压低于冰箱正常工作电压 175V 时，由于分压网络的分压低，加于 IC1 的②脚电压低于 NE555 的触发电平 $1/3V_{DD}$ ，IC1 电路翻转，③脚输出高电平使 V2 饱和导通。IC2 的②脚为低电平，③脚为高电平，VT 因无触发电流而截止。当市电电压高于 235V 时，由于分压网络正好使 V1 饱和导通，亦使 IC1 复位。③脚为高电平，V2 饱和导通，VT 亦截止。这样，就达到了市电电压过高或过低时电冰箱自动断电从而得到保护的目。

整定时，用自耦变压器调供电电压为 175V，再调 $RP2$ 使 IC1 的③脚为高电平。然后将供电电压调至 235V，调 $RP1$ 使 V1 饱和导通。

6. 电冰箱断电保护器

图 5-6 为电冰箱断电保护器原理电路。该电路使电冰箱每次开机后延时 5min 左右才得电工作，避免了断电后又立即通电对电冰箱压缩机带来危害。

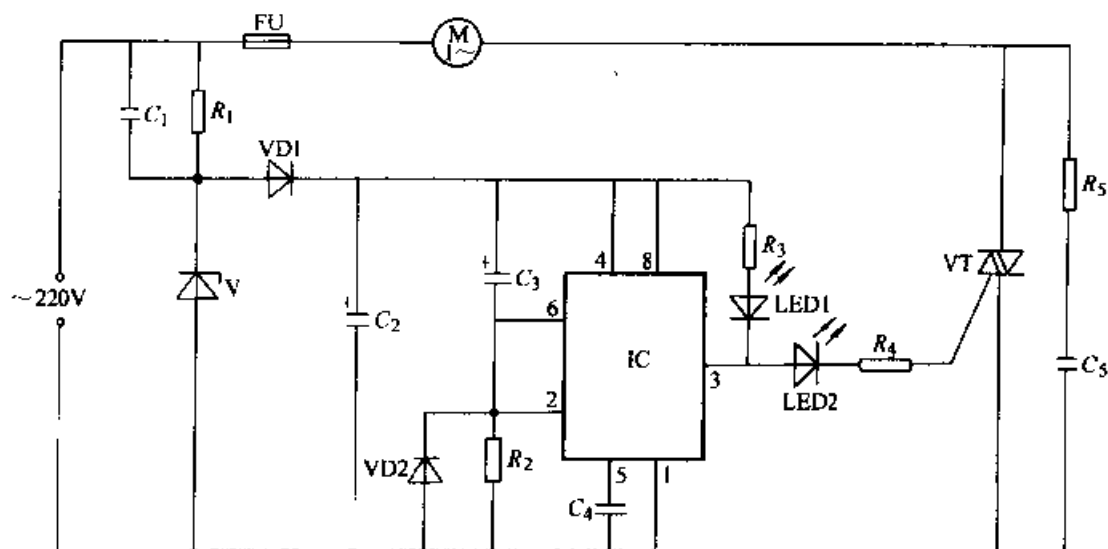


图 5-6 电冰箱断电保护器

R_1 1M Ω R_2 5M Ω R_3 1k Ω R_4 300 Ω R_5 100 Ω C_1 0.68 μ F C_2 200 μ F C_3 47 μ F
 C_4 0.1 μ F C_5 0.022 μ F V 2CW58 VT KS3A IC NE555 LED1、LED2 ϕ 5mm

该电路的工作原理是：断电后， C_3 通过 VD2 迅速放电。接着通电后， C_3 通过电阻 R_2 慢速充电。这时 NE555 的②、⑥脚为高电平，③脚为低电平，LED1 发光，LED2 熄灭，VT 因无触发电流而截止，压缩机电动机 M 因不通电而停转。当经过延时时间 $t \approx 1.1C_3R_2$ 后 C_3 上充电到电源电压的 $2/3V_{DD}$ 时 (10V)，NE555 的②脚为低电平，③脚为高电平，LED1 熄灭，LED2 亮，VT 被触发导通，电动机 M 通电工作。按照元器件参数，延时时间约为 5min。

7. 电热毯节电器

图 5-7 为电热毯节电器电路。

该电路是由降压整流电路、无稳态多谐振荡器电路及晶闸管控制电路组成。RP、 R_1 、 C_3 、VD2 及 NE555 等组成无稳态多谐振荡器。当 NE555 输出高电平时，VT 导通，输出插座有电。NE555 输出低电平时，VT 关断，插座无电。这样，插在插座上的电热毯就间歇通电，达到了节电的目的。

调节 RP 可以改变通断的时间比。调节范围 0.5%~99.5%。本电路周期为 12min。

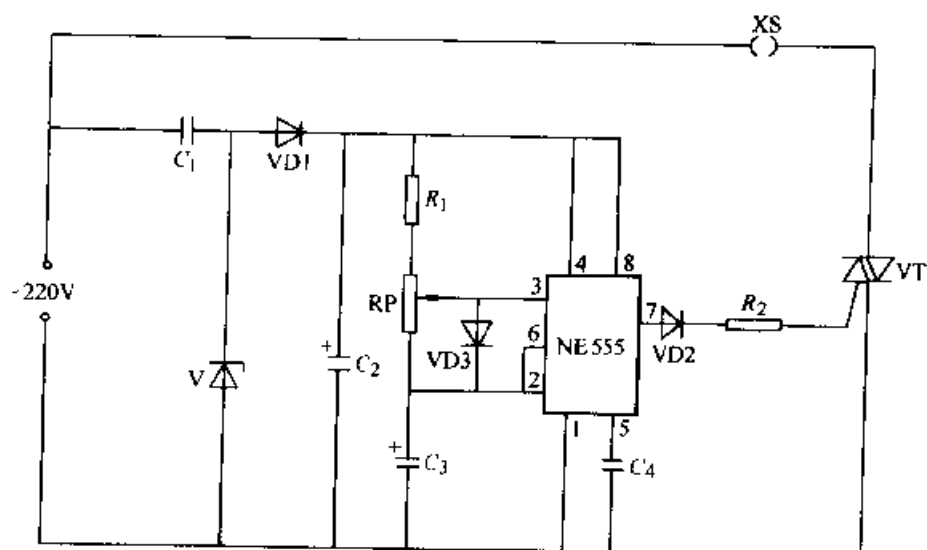


图 5-7 电热毯节电器

R_1 10k Ω R_2 510 Ω C_1 0.68 μ F C_2 200 μ F C_3 47 μ F C_4 0.1 μ F
 VD1、VD3 1N4001 VD2 LED VT KS1A/400V

8. 电饭煲功率自动调节器

图 5-8 为电饭煲功率自动调节器。

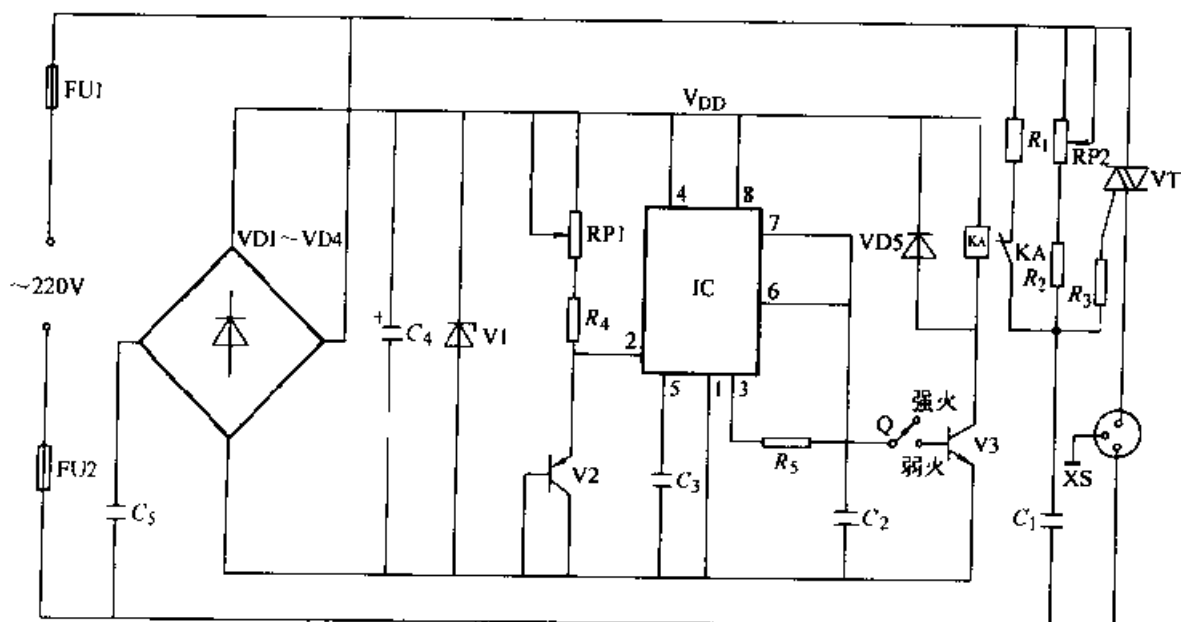


图 5-8 电饭煲功率自动调节器

R_1 、 R_7 3k Ω R_2 2k Ω R_3 1k Ω R_4 47k Ω C_1 、 C_3 0.1 μ F C_2 0.01 μ F C_4 100 μ F C_5 1 μ F
 RP_1 470 Ω RP_2 680 Ω V1 2CW11 V2 3AX31 V3 3DC12
 VT 6A/100V IC NE555 VD1~VD5 1N4004

VD1~VD4 和 C_1 构成降压整流电路, 经 C_1 滤波, V1 稳压获得 13V 电压。将开关 Q 置于强火位置时, V3 截止, KA 失电, 常闭点 KA 闭合; R_1 与 RP2、 R_2 并联和 C_1 组成阻容移相触发电路; VT 被触发导通; XS 有近 220V 电压输出。当水煮沸后将开关 Q 拨至“弱火”位置, 此时温度传感器 V2 处于热导通状态; NE555 的②脚处于低电平, NE555 置位, ③脚输出高电平, V3 导通, KA 得电吸合, 常闭触点断开。移相角改变可使 VT 的导通角改变。调节 RP2 可使 XS 输出电压在 150~220V 范围内选定, 对电饭煲进行文火加热。

9. 电风扇温控开关

盛夏闷热, 有人通宵开着电风扇, 很易受风和感冒。一种温控开关, 只需预置在适合自己的睡眠温度上, 当高于预置温度时, 电扇运转, 低于预置温度时, 电扇停转。电风扇温控开关电路如图 5-9 所示。

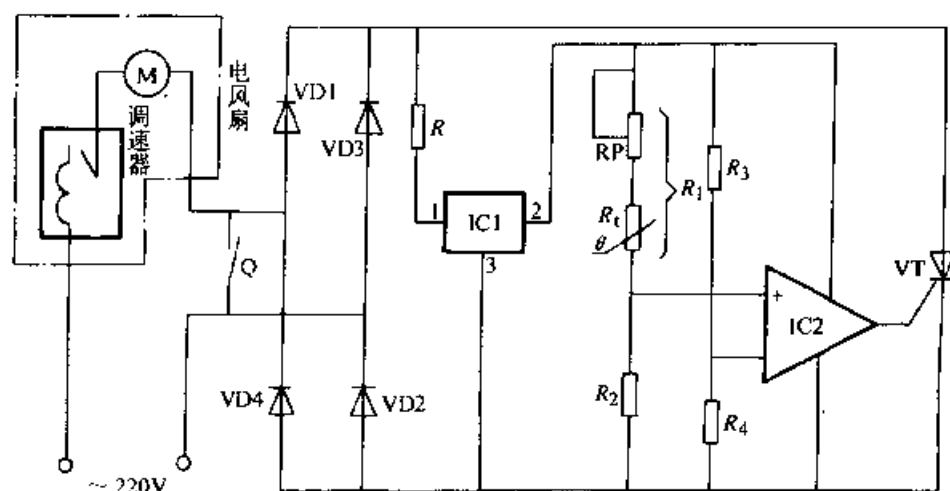


图 5-9 电风扇温控开关电路

R 5W15k Ω $R_1 \sim R_4$ 、 R_t 1.5k Ω RP 0.5W1k Ω VD1~VD4 1N4007

VT (1A400V) IC1 7812 IC2 LM324

图中二极管 VD1~VD4 组成的桥式整流电路和晶闸管 VT 构成主电路。运算放大器 IC2 作为温控电路的比较器, IC2 输入电阻 $R_1 \sim R_4$ 组成单臂电桥。VT 的控制极连接 IC2 的输出端, 受 IC2 的输出控制。降压电阻 R 和电源集成块 IC1 组成简单电源, 为电桥和比较器提供直流工作电压。桥臂 $R_2 \sim R_4$ 阻值固定且相等, 桥臂 R_1 是个动态阻值, 由电位器 RP 和负温度系数的热敏电阻 R_t 组成。 R_t 为温控电路的温度传感元件, 其阻值随环境温度而变化, RP 为温度预置电位器, 调节 RP 可将温度预置在某一温度状态。当环境温度低于预置温度, R_t 阻值增大, 同相输入端电压低于反相输入端电压, 使 IC2 输出低电平不能触发 VT。随着环境温度的不断上升并高于预置温度, R_t 阻值减小, 同相输入端电压升高, IC2 输出高电平

触发 VT 导通,串接在主电路上的电风扇在正负半周有交流信号通过,即电风扇接入市电开始运转,如此周而复始。电路中的开关 Q 为温控选择开关,如果 Q 断开,温控电路将起作用。Q 闭合,温控电路不起作用。

10. 新型可调温控器

本温控器线路简单、无机械触点、温控范围宽、使用安全方便、控温效果理想并有超温指示。电路原理见图 5-10。

图中 TC620 是一种新型智能温度传感器,它的感温元件设置在芯片的内部。其内部主要由感温元件、放大器、比较器所构成。TC620 的基本功能是:当温度超过设置的下限控温点时,⑦脚输出高电平,直到温度回落到下限控温点时,才输出低电平。在②脚和③脚与正电源端分别接上两个可调电阻,可设置下限控温点和上限控温点。

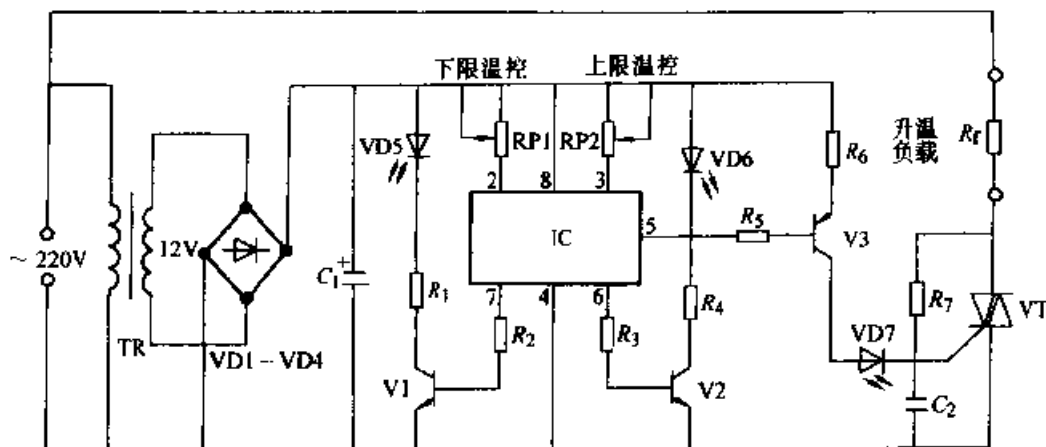


图 5-10 新型可调温控器

R_1 、 R_4 820 Ω R_2 、 R_3 、 R_5 1k Ω R_6 51 Ω R_7 68 Ω RP_1 、 RP_2 1M Ω C_1 470 μ F C_2 0.22 μ F
VD1~VD4 1N4001 VD5~VD7 BT201A V1、V2 9013 V3 9015 IC TC620 VT 800V

平时, IC 的⑤脚输出低电平,使得 V3 导通,且 VD7 被点亮,则 VT 开通,故使升温负载通电工作。当环境温度高于上限控温点时, IC 的⑤脚跳变到高电平,使得 V3 截止, VD7 熄灭, VT 关断,所以使负载断电停止工作。这时, IC 的⑤脚将一直保持高电平,只有当环境温度降到下限控温点时,才输出低电平,从而又使负载通电工作。这样,不断地周而复始重复以上控制过程,致使环境温度始终保持在一定的范围内。

TC620 型智能温度传感器集成电路采用标准的⑧脚双列直插塑料硬封装,其外引出脚功能:①脚为悬空;②、③脚分别为下限控温点和上限控温点调整端;④脚为负电源端;⑤、⑥、⑦脚均为输出端;⑧脚为正电源端。调整 RP1 和 RP2 可

分别改变下限和上限控温点。VD5 点亮表示环境温度超过下限控温点。VD6 点亮表示环境温度超过上限控温点。双向晶闸管 VT 额定工作电流的选取,可根据实际被控负载功率大小而定。

11. WOCTRON2820 型闪光灯原理电路

该闪光灯原理电路见图 5-11。

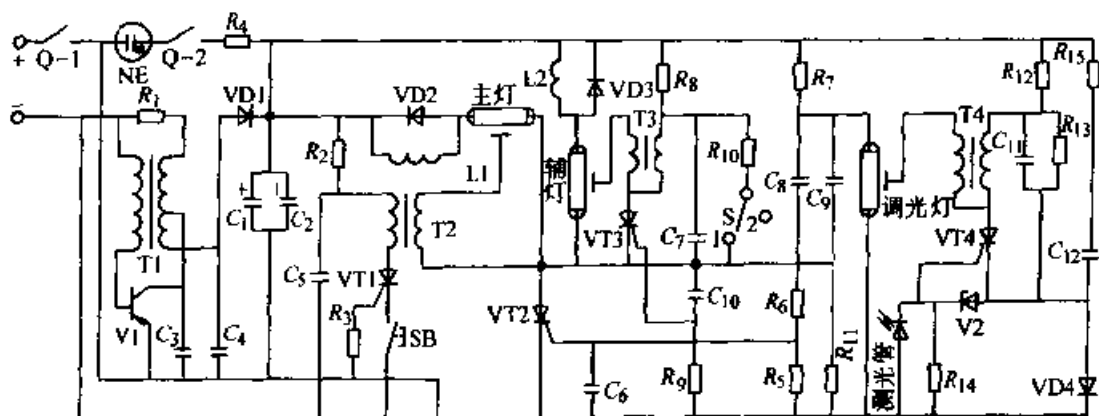


图 5-11 WOCTRON2820 型闪光灯原理电路

图中当电源开关 Q-1、Q-2 由 OFF 推向 ON 时,电路接通。由于正反馈的作用使由 V1、T1、R₁、C₃ 组成的振荡电路起振, T1 二次侧输出脉冲电流经 VD1 整流向电容 C₁、C₂ 充电,当 C₁、C₂ 两端电压达到 300V 时,氖灯 NE 发光,表示充电结束,等待闪光。

闪光电路包括主灯、VD2、L1、VT2、C₆、C₈、C₉、R₅、R₆ 等。触发电路由 T2、R₂、C₅、VT1、R₃、SB 组成。当按下 SB 时,储能电容 C₅ 两端的 170V 左右的激励电压通过变压器 T2 的一次侧放电,在其二次侧产生高压脉冲,加至主灯的触发极上,使灯内的氙气电离并导通,与此同时电流经 C₈、R₆ 向 C₉ 充电,当 C₉ 的电压升至使晶闸管 VT2 触发并导通时,电容 C₁、C₂ 的能量通过主灯释放,此时主灯发出极强的光,供底片曝光。

辅灯电路同样由闪光、触发两部分构成,其中 VD3、L2 和辅灯组成闪光回路, T3、VT3、R₈、R₉、R₁₀、C₇、C₁₀ 组成触发回路。当选择开关 S 处于“2”时,储能电容 C₇ 通过 R₈ 充电,在主灯被激发导通的同时,电流也瞬间通过 C₁₀ 在 R₉ 两端形成电位差,使 VT3 触发。C₇ 通过 T3 的一次侧放电,并在其二次侧产生脉冲高压,此电压加至辅灯的触发极,使辅灯与主灯电流同时通过晶闸管 VT2,也就是与主灯同时闪光。当 S 处于“1”时, C₇ 的能量通过 R₁₀ 释放掉。此时辅灯不工作,只有主灯闪光。

调光电路主要由控制电路和触发电路组成,其中 R_7 、 C_9 、 R_{11} 和调光灯组成控制回路;由 T_4 、 VT_4 、 C_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 V_2 、 VD_4 和测光二极管组成触发回路。 C_9 是调光灯的储能电容,通过 R_7 充电; C_{11} 通过 R_{12} 充电。在主辅闪光灯闪光的同时,通过晶闸管 VT_2 的浪涌电流使电路的地端电位升高,在 R_{14} 两端形成电位差。当被摄物反射回来光的强度达到使测光管导通时,则触发 VT_3 导通, C_{11} 通过 T_4 一次侧放电,同时在二次侧产生高压脉冲,加到调光灯的触发极,使该灯触发导通。此时存储在 C_9 的能量迅速通过调光灯释放,在 R_{11} 的下端形成高电位,给 VT_2 加上了反向电压,故 VT_2 截止,主灯与辅灯停止闪光。当被摄物反射回的光越弱,测光管越不能导通,闪光灯闪光时间就越长,反之光越强,测光管导通越早, VT_2 导通时间越短,闪光时间也就越短,以此达到调光的功能。

12. 家用系列红外遥控装置

本装置将红外接收、解码、触摸调光等全部电路做在一个标准墙壁开关盒内,使用时既可用手触摸操作,也可用配套的 8 键红外遥控器进行远距离控制。此遥控器可分别控制最多达 6 个类似的调光装置和 2 个开关装置,而且互不干扰,使用方便。

家用系列红外发射器电路如图 5-12-1 所示。

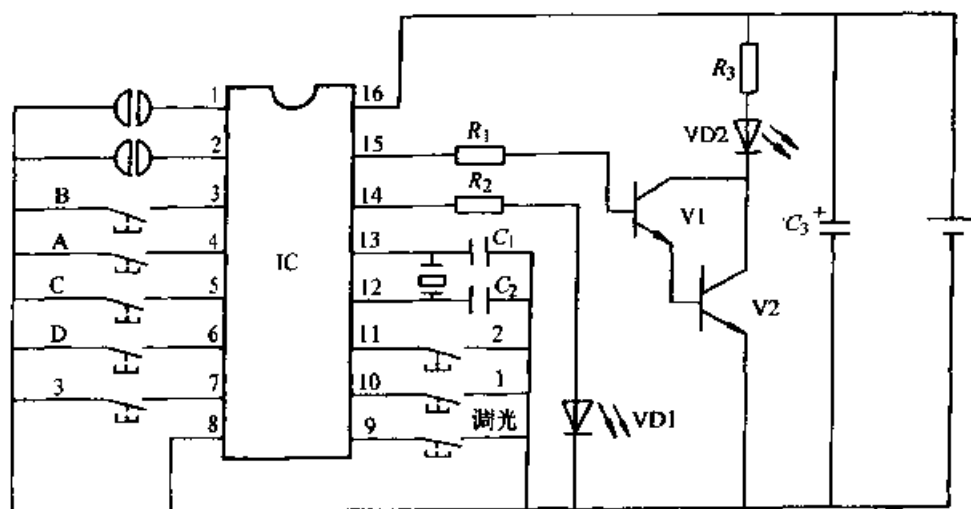


图 5-12-1 家用系列红外遥控装置红外发射器电路

R_1 10k Ω R_2 1k Ω R_3 1 Ω C_1 、 C_2 100pF C_3 47 μ F

V1 9013 V2 8050 IC BA5104

电路采用 BA5104 专用编码 IC, ①脚②脚为客户码选择端, 当①、②脚分别或全部悬空或接地时, 要求 BA5204 解码 IC 的①、②脚也须对应悬空或接地。②、③脚外接 455kHz 陶瓷振子, ③~⑩脚为 8 个控制按键, 按某一键可使 BA5204 相应脚电平发生变化, 其对应关系见下表:

按键代号	B	A	C	D	3	调光	1	2
BA5104 脚	③	④	⑤	⑥	⑦	⑨	⑩	⑪
BA5204 脚	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
BA5204 脚功能分类	非保持功能						保持功能	

⑭脚为发射指示灯端，编码信号从⑮脚输出，经 V1、V2 组成的复合管放大后由 VD2 红外发射管变成光信号发射出去。

遥控触摸调光开关电路如图 5-12-2 所示。

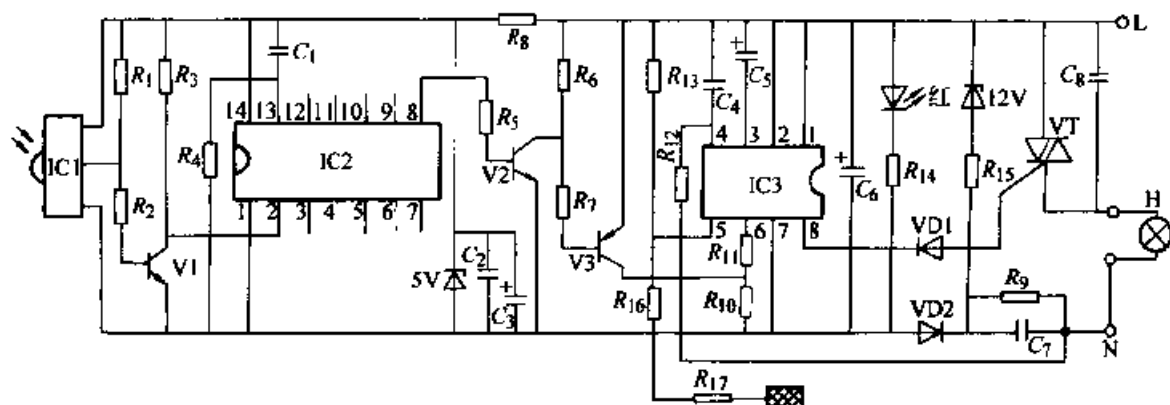


图 5-12-2 家用系列红外遥控装置遥控触摸调光开关电路

$R_1, R_2, R_6, R_{15}, 22k\Omega$ $R_3, 10k\Omega$ $R_4, R_5, 47k\Omega$ $R_7, R_{10}, 100k\Omega$ $R_{11}, 200k\Omega$ $R_8, 560\Omega$
 $R_{12}, R_{13}, R_9, 1M\Omega$ $R_{14}, 3k\Omega$ $R_{16}, R_{17}, 4M\Omega$ $C_1, 102\mu F$ $C_2, 103\mu F$ $C_3, 47\mu F$ $C_4, 470pF$
 $C_5, 1\mu F$ $C_6, 100\mu F/25V$ $C_7, 684pF$ $C_8, 104\mu F$ $VD1, VD2, 1N4004$ $V1, V2, 9013$
 $V3, 9015$ $IC1, IC2, BA5204$ $IC3, LS7232$

解码 IC (BA5204) 是与 BA5104 配套使用的。工作电压为 5V，⑬脚为内部振荡器定时端，外接 C_1 、 R_4 网络，③~⑩脚为控制输出端。从上表可以看出：它的 6 个端口 (3~8) 为非保持端，即当 BA5104 按住 3~9 中某一键时，对应的 BA5204 的某一端口输出高电平，当抬起按键时，该端口即恢复低电平，维持高电平的时间与按键时间保持一致。本装置用这种功能来控制调光电路。BA5204⑨、⑩两脚为保持端，即刚通电时为低电平，当按一下 BA5104 相应控制键时输出高电平，即使抬起按键，它继续维持高电平。只有再按一下此键，此端口的电平才又恢复低电平，这个功能非常适宜作遥控开关装置。

电路的红外接收 IC1 采用最新超小型一体化 IC，它将红外接收放大、解调等都做一个芯片里，只有三个引脚，即 +5V、地、RC 信号输出。它将遥控器发出的红外信号还原成解码 IC 可以识别的编码负脉冲串，即脉冲头朝下。而 BA5204 要求正极性脉冲输入，因此，再经 V1 倒相放大后送入 BA5204②脚。本电路的调光输出控制端为⑧脚，其输出经 V2、V3 进行电平转换和倒相放大后送入调光电路 LS7232⑥脚进行运动调光控制。

LS7232 为 PMOS 大规模 IC, 它有三个输入控制端, 本电路用其中的两个, 将②脚置于高电位, ⑥脚为远动控制端, ⑤脚为灵敏触发端 (触摸), ③脚为锁相电路滤波端, 需外接一个 $1 \sim 2.2\mu\text{F}$ 漏电小的电解电容。④脚为同步信号引入端, 由 R_1 电阻接至零线, ⑧脚为晶闸管触发脉冲输出端, 其最大负载电流能力 (输出负脉冲) 为 25mA , 可直接驱动千瓦级晶闸管。

当按遥控键, 或触碰触摸板的时间小于 0.4s 时, 电路可以完成开或关的作用 (即灯的亮和灭), 当触摸或遥控按键时间大于 0.4s 时, 电路处于调光状态, 如一直摸下去, 灯就不断处于亮—暗—亮—暗过程。当调定某一亮度值时, 松开触摸键即可将亮度调定, 关灯后下次再开时 (电源不能断) 灯的亮度仍能保持在前次调定的亮度上。

本电路电源采用电容降压, 由于 BA5204 供电为 5V , 而 LS7232 为 12V , 所以电路中采用 12V 和 5V 两次稳压。触摸隔离电阻一定要选用两只 $3.9 \sim 4.7\text{M}\Omega$ 的电阻串联使用, 不可用一只电阻代替。如需在一个场地内按装多个调光装置, 可将发射器上第⑧脚输出切断, 接到③~⑦任一脚上, 即可用一只遥控器控制多个调光装置。本装置最大可控制 300W 以下白炽灯 (不能控制日光灯、节能灯), 如需增大负载功率, 应另接更大功率的晶闸管, 并加相应的散热装置。

13. 换气扇延时开关

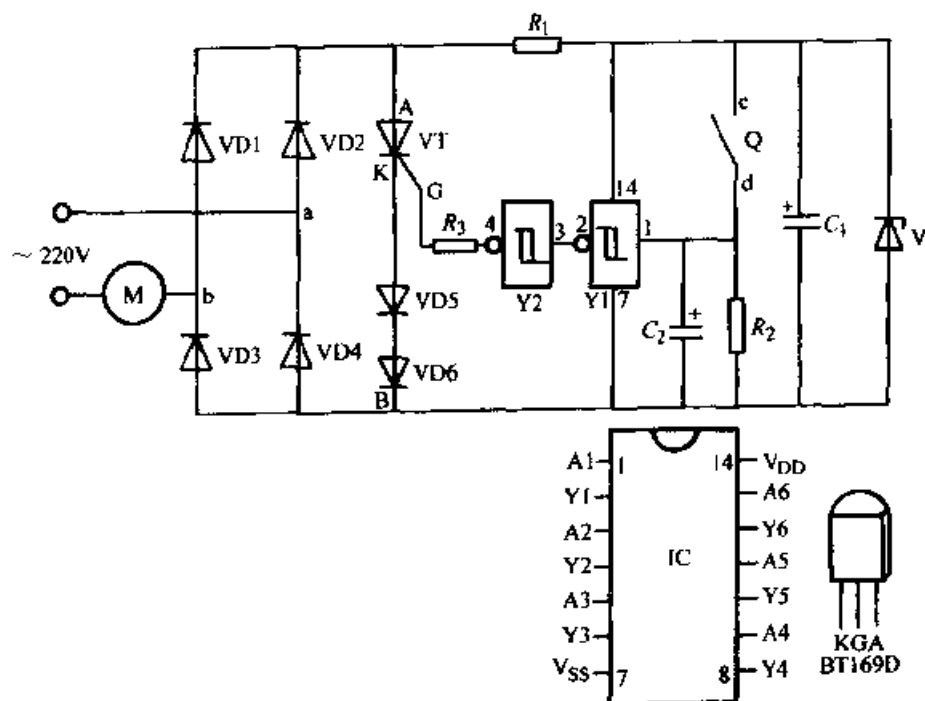


图 5-13 换气扇延时开关电路

R_1 $500\text{k}\Omega$ R_2 $10\text{M}\Omega$ R_3 200Ω C_1 $47\mu\text{F}$ C_2 $22\mu\text{F}$

VD1~VD6 1N4007 IC 74HC14 VT BT169D

换气扇主要用于排除异味,当人离开时换气扇应延时一段时间关闭。图 5-13 为换气扇延时开关电路。

图中 VD1~VD4 用于整流, R_1 、 C_1 及 V 给控制电路提供 3V 左右的直流电压。换气扇的通断由晶闸管 VT 完成。当开关断开时,非门 Y1 输入低电平,VT 截止,换气扇不工作。Q 闭合, Y1 输入高电平, Y2 输出高电平, VT 导通, 换气扇工作。当人离开时将 Q 断开, 此时 C_2 上电压经 R_2 放电, 约经 3min 延时后, 才使 Y2 输出低电平, 从而达到延时关闭换气扇的目的。改变 R_2 或 C_2 的值可改变延时时间。

VD5、VD6 的作用有两个: Y2 输出的门极触发电压经 R_3 、VT 门极及 VD5、VD6 形成回路, 因此, Y2 只有输出较高的触发电压才能使 VT 触发导通, 电路工作可靠性提高。另外, VD5、VD6 与 VT 串联, 增加了主回路导通时 AB 之间的电压降, 保证控制电路能得到足够的工作电压。

14. 用 DZS-01 驱动的程控电风扇

生活中常需对家用电器根据需要定时打开或关断。集成电路 DZS-01 宽范围定时器与双向晶闸管结合可实现对电风扇的程序控制。

DZS-01 是一片 16 脚双列直插式塑料封装专用定时 CMOS 集成电路。其功耗小 (典型值为 $10\mu\text{A}$), 工作稳定可靠。该集成电路有以下特点: ①有两组独立的开关控制。②具有三档电子定时开关控制功能, 定时时间可在几秒至十几小时范围内连续可调。③具有开关记忆功能: 即关机前两组开关的状态信息将由内部电路寄存, 可以免去再次开机重新设定的麻烦。

DZS-01 的内部电路框图如图 5-14-1 所示, ①脚 OSC 端为时基信号输入端, 采用单端振荡线路, 工作原理如下: 电路电源接通后, 由于电容 C_x 上的电荷为零, 电路施密特门输出为“1”电平, 使得 PMOS FET 导通, 开始对 C_x 充电, 当 C_x 上的电荷电平高于施密特门的高阈值电平时, 施密特门输出为“0”电平, PMOS FET 管子截止, C_x 上的电荷对电阻 R_x 放电, 当 C_x 上的电荷电平通过放电低于施密特门的低阈值电平时, 施密特门输出为“1”电平, PMOS FET 导通, 又开始对 C_x 充电, 周而复始形成振荡。改变其外接电阻 R_x 及电容 C_x 的值即可改变时基的振荡频率, R_x 的取值范围为 $100\text{k}\Omega\sim 1\text{M}\Omega$, C_x 的范围为 $0.01\sim 22\mu\text{F}$ 。②脚 RE 为上电自清零端, 外接电容后电路可以实现开机自动清零。③脚 ON/OFF 为电源的开/关控制输入端, 其可以控制电路的打开和关断。④脚 TI 为定时设定输入端, 其可以设定不定时, 定时 1T, 定时 3T, 定时 6T 四档工作状态, 定时时间的计算为: $1T = K \times (3000) \times R_x \times C_x$, 式中 K 为常数, 一般取值为 $0.5\sim 0.6$; 3000 为电路的分频系数; R_x 的单位为 Ω , C_x 的单位为 F。如果设定定时工作模式, 定时时

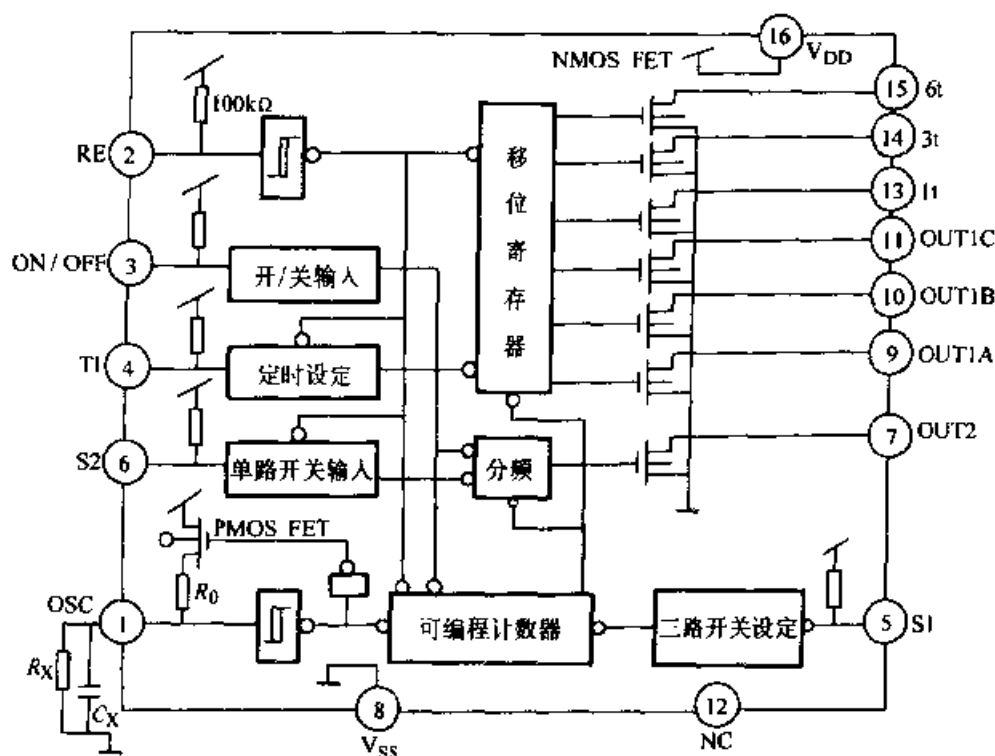


图 5-14-1 DZS-01 的内部电路框图

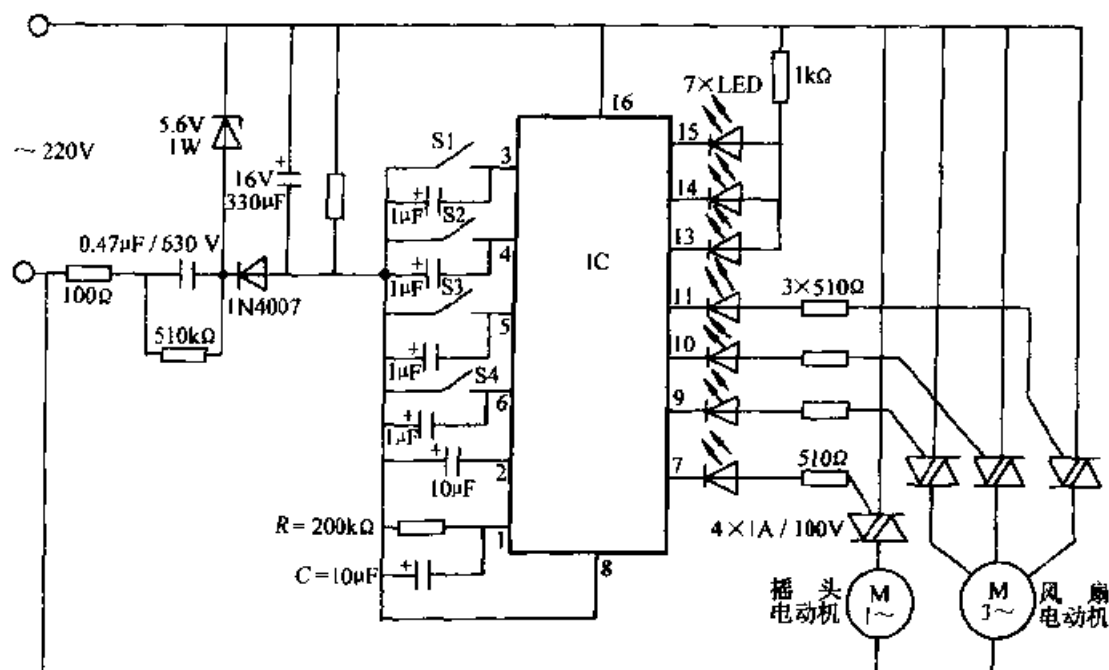


图 5-14-2 用 DZS-01 驱动的程控电风扇电路

间到电路自动关断输出。⑤脚 S1 为开关 1 的控制输入端，其可以控制第⑨脚 OUT1A，⑩脚 OUT1B，⑪脚 OUT1C 的输出状态，使其输出按 OUT1A-OUT1B-

OUT1C-OUT1A……规律变化。⑥脚 S2 为开关 2 的输入端,它可控制⑦脚 OUT2 的输出状态。③、④、⑤分别为三档定时时间显示输出端,其定时时间之比为 1T:3T:6T。⑥和⑧脚分别为直流电源的正、负输入端。⑫脚为空脚。

由于 DZS-01 内部设有开关状态的记忆电路,所以接通电源后,预置的 S1 及 S2 的工作状态信息在关机后将被储存,这样再次开启电源后,该电路将按关机前预设的状态工作,不需要重新设定程序,使用非常方便。

图 5-14-2 为 DZS-01 在程控电风扇中的应用线路,参数见图中所注。它可实现电风扇的三档风速(强风、中风、弱风)的无触点调节,以及三档电子定时(定时 1h,定时 3h,定时 6h)和不定时的四种状态控制,它同时还可以实现一组摇头电动机(M2)或照明灯的开关控制。

15. 报警型恒温控制器

一种体积小、控制灵敏度高、成本低,设定温度连续线性可调并具有多种报警功能的自动恒温控制器见图 5-15。

该电路主要由温度控制电路和报警电路组成:

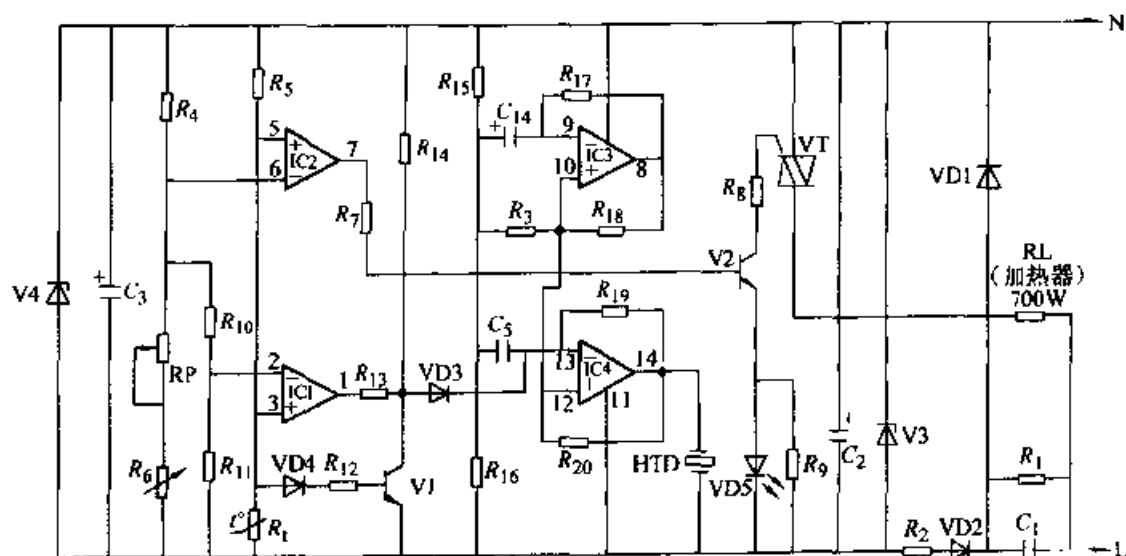


图 5-15 报警型恒温控制器电路原理图

R_1 910k Ω R_2 51 Ω R_3, R_5, R_6 10k Ω R_4 30k Ω $R_7, R_9, R_{10}, R_{14} \sim R_{16}$ 27k Ω R_8 300 Ω R_9 200 Ω
 R_{11}, R_{17} 120k Ω R_{12} 100k Ω R_{13} 4.7k Ω $R_{18} \sim R_{20}$ 17k Ω RP 4.7k Ω C_1 0.33 μ F $\times 2$ C_2 470 μ F
 C_3 220 μ F C_4 47 μ F C_5 4700pF VD_1, VD_2 1N4001 VD_3, VD_4 1N4148 HTD $\phi 27$ mm
 V_1, V_2 9314 V_3 (9V) V_4 (6V) VT BCR6AM $IC_1 \sim IC_4$ CD4017

温度控制电路:它由 IC2、V2、VT 及测温电桥等组成。 R_4, R_5, RP, R_6, R_7 组成测温电桥, R_1 是负温度系数热敏电阻,安装在被控对象处。当被测温度低于

RP 设定温度时, 则 IC2 同相端的电位高于反相端, 输出为高电平, V2 饱和, VT 导通, 加热器 RL 工作, 红色发光管 VD5 点亮。当温度升高使 IC2 同相端电位下降到小于或等于反相端电位时, IC2 输出低电平, V1 与 VT 截止, 加热器停止加热, 从而实现了恒温控制。

报警电路: 由 IC1、IC3、IC4、V1 及 VD3 等组成。IC3、IC4 均为方波发生器, IC4 作振荡器又是一个比较器。IC3 从⑩脚输出的优点是峰峰值摆动小且在 4.5V 左右变化, 是 IC4 作比较器时理想的输入信号, 有 R_{18} 为 IC3 与 IC4 共用, 简化了电路。正常加温时, IC1 同相端电位比反相端高, 输出高电平, VD3 导通, 迫使 IC4 反相端为高电平, IC4 输出低电平, HTD 不发声。

该电路能对几种异常情况进行报警。当温度超出额定温度 2~4℃ 时, IC1 同相端电位低于反相端, 输出低电平, VD3 截止, IC4 振荡器输出, HTD “都都” 报警; 当 R_t 短路时, IC1 同相端电位比反相端低, 相当于超温, 产生报警; 当 R_t 开路时, V1 导通, VD3 截止, HTD 报警。

R_t 选用负温度系数热敏电阻, 它在 25~45℃ 范围内阻值与温度近似为线性规律。用一个电解电容外壳作金属筒, 将 R_t 密封其内作感温头。调试时, 将感温头浸入 25℃ 温水中, RP 滑至下端, 调整 R_6 使红发光管点亮, 这样温控范围在 25~45℃ 之间, 此时便可按线性刻度标出 RP 不同位置时的刻度值。最后对几种报警功能进行检验。

16. 格力程控转叶扇电路

格力牌 KY 系列程控转叶扇电路主要由双向晶闸管和电脑程控控制 IC 等构成。整个控制线路简单易行。图 5-16 为其电路原理图。

图中 RTS501-1B 是较常用的风扇电脑程控控制 IC, 也可用 BA3105 等型号代换。风扇接通电源后应用风速键来启动。为增加启动力矩, 风扇以强风启动, 即控制 IC 的 H 端输出低电平, 触发电动机高速档晶闸管, 风扇电动机高速运转, 3s 后恢复的弱风状态, 即 H 端恢复高电平, L 端输出低电平, 触发电动机低速档晶闸管, 风扇电动机低速运转。若继续按此键, 可循环选择风速。

按一下转叶键, HEAD 端输出低电平, 触发同步电动机的晶闸管, 使放射状转叶轮运转, 实现导向送风功能, 即转叶轮运转时, 风向被不断改变, 避免直吹。

定时键可在 0.5~7.5h 内随意设定关机时间, 共有 15 种选择, 一经设定, 风扇将严格按照设定时间结束工作。定时过程中, 发光二极管能显示剩余工作时间。

通过风类按键, 可分别实现普通风、自然风、睡眠风等功能。用关机键只能使程控 IC 停止工作, 但电源仍在工作。所以不用电风扇时, 最好拨开电源。

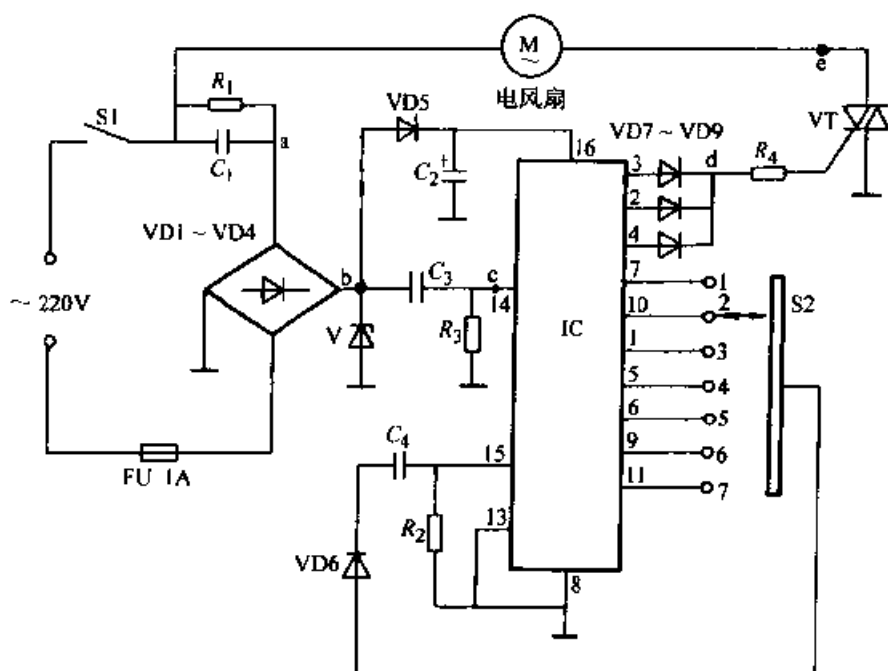


图 5-17-1 无干扰电风扇调速器电路原理图

R_1 1M Ω R_2 、 R_3 100k Ω R 100 Ω C_1 1 μ F C_2 220 μ F C_3 、 C_4 0.01 μ F VD1~VD5 1N4004
VD6 1N4148 V 2CW60 VT (3A/600V) IC CD4017

交流市电经 C_1 降压、VD1~VD4 整流，V 稳压， C_2 滤波为 CD4017 提供直流工作电压，经 V 削波的近似方波的电压经 C_3 耦合为 CD4017 的时钟输入端 CP 端即⑭脚提供 100Hz 的计数脉冲。由于微分电路 C_3 、 R_3 作用使交流电压每过零时产生一个正脉冲，故集成电路输出端②、③、④脚依次输出略窄于标准矩形波的脉冲，去触发晶闸管 VT 的控制极。又由于②、③、④脚输出的方波与交流电每个周期的正负半波同步，所以只要某个周期的半周期内存在②、③、④脚的输出方波，则 VT 的控制极将受到触发，VT 导通，且通过 VT 每个半周期内的交流电波形基本完好，故不会产生干扰。当调速开关 S2 拨至位置 2 时，其电路中各点的电压波形如图 5-17-2 所示。

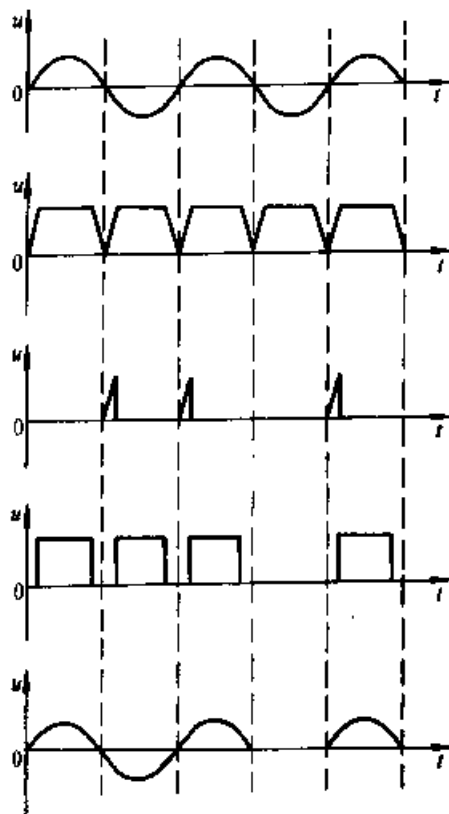


图 5-17-2 各点电压波形

18. 气敏传感器制作的抽油烟机

抽油烟机电路工作原理图如图 5-18 所示。它是由 IC 集成电路、电源电路、双向晶闸管开关电路、报警发声电路、气敏半导体传感器、手动按钮、显示器以及少量阻容元件等构成。220V 市电经电源变压器 T 降压后, 由二极管 VD1~VD4 构成的桥式整流电路整流, C_1 滤波后作为整机电路电源。为了使传感器工作更加稳定, 由三极管 V1 及稳压管 V、 C_2 、 C_3 等构成简易稳压电路供给。

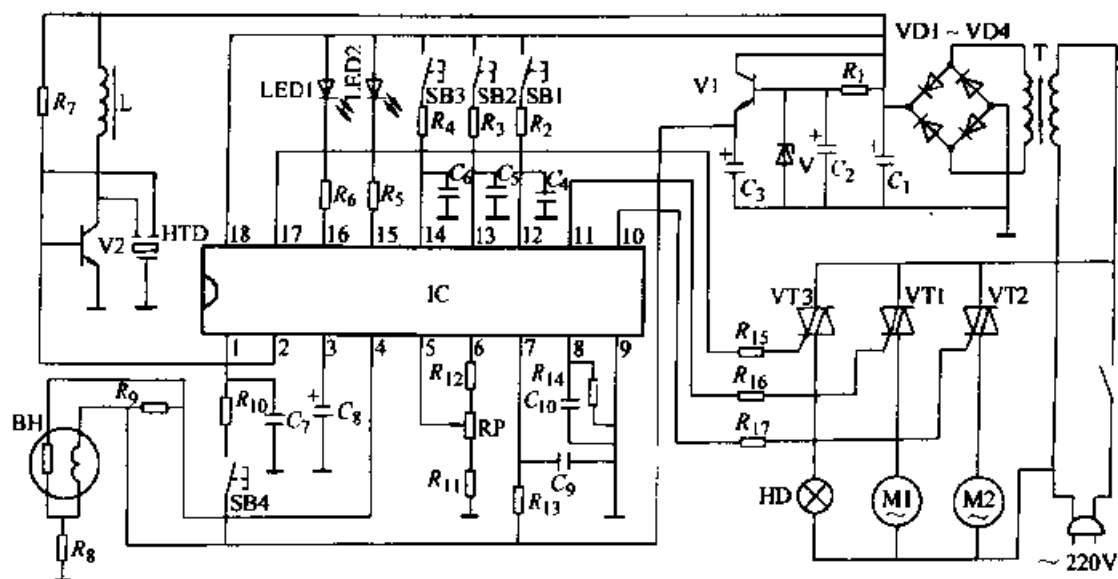


图 5-18 气敏传感器制作的抽油烟机电路

R_1 、 R_3 、 R_6 200 Ω $R_2 \sim R_4$ 20k Ω R_7 240k Ω R_8 5 Ω R_9 、 R_{11} 5.1k Ω R_{10} 20k Ω R_{12} 2k Ω
 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{17} 1k Ω C_1 470 μ F C_2 47 μ F C_3 100 μ F $C_4 \sim C_7$ 0.022 μ F C_8 10 μ F C_9 、
 C_{10} VD1~VD4 1N4002 V1、V2 9013 V3 2CW55 VT1~VT3 (1~3A/400V)
 BH QM-N5 IC LC227 V 2CW55

当接通电源时, IC 内部电路自动清零, 这时 IC 的⑩脚输出低电平, 自动工作指示器 LED1 点亮, 表明电路工作于自动模式。IC 的⑦脚通过电阻 R_{13} 对电容 C_9 充电, 延迟一段时间后, 电压充到转换电平时, IC 的⑥脚输出高电平, 经过 R_{12} 、RP 及 R_{11} 的分压产生基准电压, 通过 RP 的中心触点供给 IC 内部电压比较器 V_- 端。如果此时室内没有油烟、煤气等有害气体时, 气敏半导体传感器 BH 以高电平方式将电压加到内部电压比较器的 V_- 端, 由于 $V_- > V_+$, 内部电压比较器输出低电平, 故报警器不报警, 同时电动机也不运转。一旦 BH 检测到油烟、煤气等, BH 的输出电压下降, 当下降到小于 V_- 电压时, 内部电压比较器翻转, 此时输出高电平, IC 的②脚输出报警信号, 经三极管 V2 放大后, 推动压电陶瓷片 HTD 发出报警声。其报警声的工作频率可通过调整 C_8 来确定。在报警的同时, IC 的⑧脚高电平对电容器 C_{10} 充电, 当 C_{10} 上的电压上升到自动、手动选择控制转换电平值时, IC

的⑩、⑪脚同时输出低电平，导致双向晶闸管 VT2、VT1 同时导通，左、右电动机 M2、M1 同时运转，开始排风抽气。工作一段时间后，油烟或煤气排除干净，BH 的输出电压又回升，当升到 V_{-} 以上时，IC 内部电压比较器翻转，输出低电平，这时报警器立即停止工作，自动关机延时电路通过 R_{14} 放电，然后左、右电动机自动关机。其延迟时间由 C_{10} 、 R_{14} 的放电时间决定。

按动自动、手动控制选择按钮 SB3 时，即输入一个高电平脉冲，这时由自动方式转为手动方式，其指示器 LED2 点亮，表明整机处于手动控制状态。按动 SB1 时，IC 的⑪脚即输出低电平（内部 N-MOS 管导通），VT1 导通，右电动机工作；再次按动 SB1，IC 的⑪脚呈高阻态（内部 N-MOS 管截止），VT1 截止，右电动机停止运转。同理，按动 SB2 时，IC 的⑩脚输出低电平，VT2 即导通，左电动机运转；再按动 SB2 时，IC 的⑩脚呈高阻态，VT2 截止，左电动机停止运转。SB4 是照明灯控制按钮，按动一下按钮，IC 的⑦脚导通，输出低电平，VT3 触发导通，照明灯 HD 点亮；再次按 SB4，VT3 截止，HD 熄灭，如此反复循环。

六、调压调光控制电路

1. 简易调光电路

图 6-1 为大范围内简易调整灯光亮度电路。

电位器 RP 和电容器 C_2 及电阻 R_1 和电容 C_1 组成两个移相网络，它能控制负载电流由额定值的 5% 变化到 95%。当改变 RP 时，灯光亮度随即变化。当 RP 数值大于某一值时，可能 C_2 充电电压在电源半个周期内，达不到晶闸管的触发电压，故只能把灯泡亮度控制在一定范围。但增加 R_1 和 C_1 后，除了增加移相之外， C_1 充电电压通过 R_2 可以提高 C_2 两端电压，从而扩大了移相范围，即扩大了最低亮度范围。

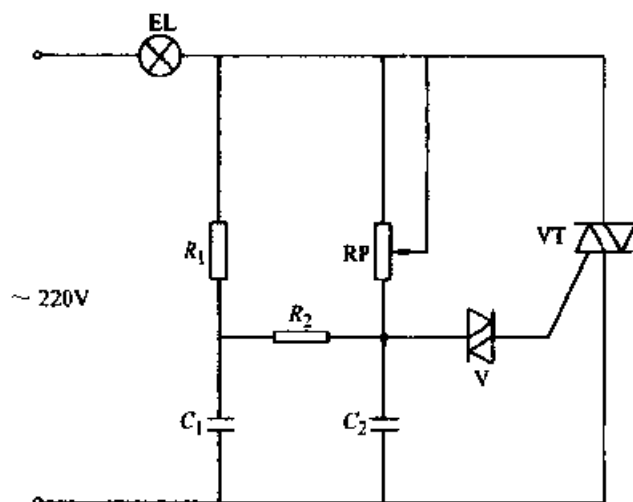


图 6-1 简易调光电路

R_1 68k Ω R_2 47k Ω RP 250k Ω C_1 、 C_2 1 μ F VT BCR1AM V DB3

2. 用单结晶体管触发的调光电路

图 6-2 为单结晶体管触发的调光电路。

接通电源后，经桥式整流电路输出双半波脉动直流电压，再经稳压管 $V1$ 削成梯形波电压。 RP 和 C 为定时元件，当单结晶体管 eb_1 导通时，输出尖脉冲，通过脉冲变压器使双向晶闸管导通，灯泡亮。当 RP 改变时可以改变脉冲产生的时刻，从而改变晶闸管的导通角，达到调节的目的。当电源电压过零时，双向晶闸管重新阻断。如此，周而复始，双向晶闸管就起到了一个交流无触点开关的作用。

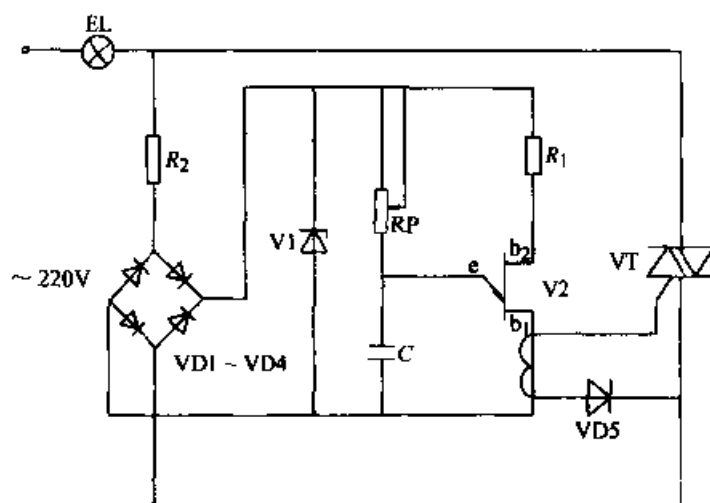


图 6-2 用单晶体管触发的调光电路

R_1 330 Ω R_2 7.5k Ω RP 50k Ω C 0.22 μ F

V1 2CW21K V2 BT33D VD1~VD4 2CP24 VD5 2CP12 VT KS15

3. 亮度稳定的台灯调光电路

该电路不仅亮度可调，而且调整后的亮度不受电网电压波动的影响。电路如图 6-3 所示。

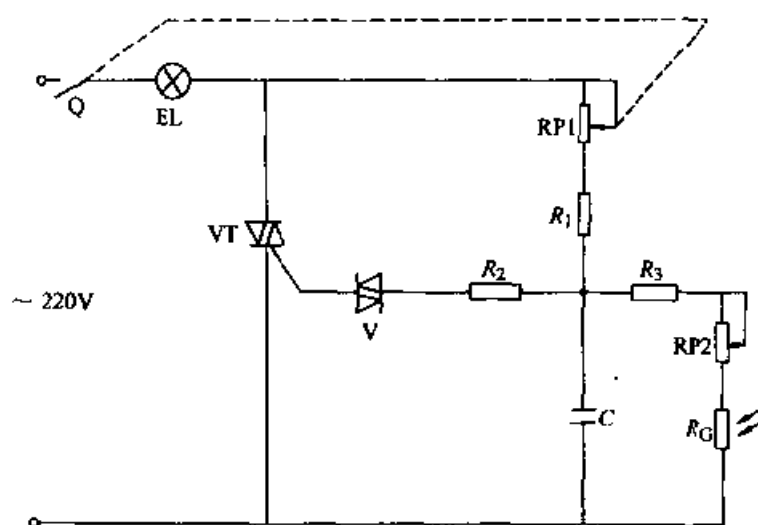


图 6-3 亮度稳定的台灯调光电路

R_1 6.8k Ω R_2 5.1k Ω R_3 47k Ω RP1 47k Ω RP2 470k Ω C 0.47 μ F

V DB3 R_G MG45-12

由 RP1、 R_1 、C 组成的电容移相电路决定双向晶闸管的导通角。调节 RP1 可改变 C 的充电时间，即可改变双向晶闸管在交流正负半周的导通角，从而得到所需要的亮度。

图中电阻 R_3 、电位器 RP2、光敏电阻 R_G 串联后与电容 C 并联。RP2、 R_3 固定的情况下，分流的大小由光敏电阻 R_G 的值来决定。当电网电压上升时，灯光亮

度增加。光敏电阻 R_G 受到的照度增大, R_G 阻值减小, 分流增大, C 两端电压上升缓慢, 晶闸管导通角减小, 灯光亮度下降。反之, 当电网电压下降, 灯光变暗, 光敏电阻受到照度减小, R_G 阻值增加, 分流减小, C 两端电压上升加快, 晶闸管导通角增大, 输出电压升高, 灯光亮度也相应增加, 这样就自动将输出电压稳定在所需要的值, 保证了灯光亮度不变。

4. 触摸调光电路

HT7712B 和 HT7713B 是低功耗调光专用集成电路, 采用 8 脚封装, 用于白帜灯亮度调节。它是用人体触摸感应信号作为控制信号输入。典型应用电路见图 6-4。

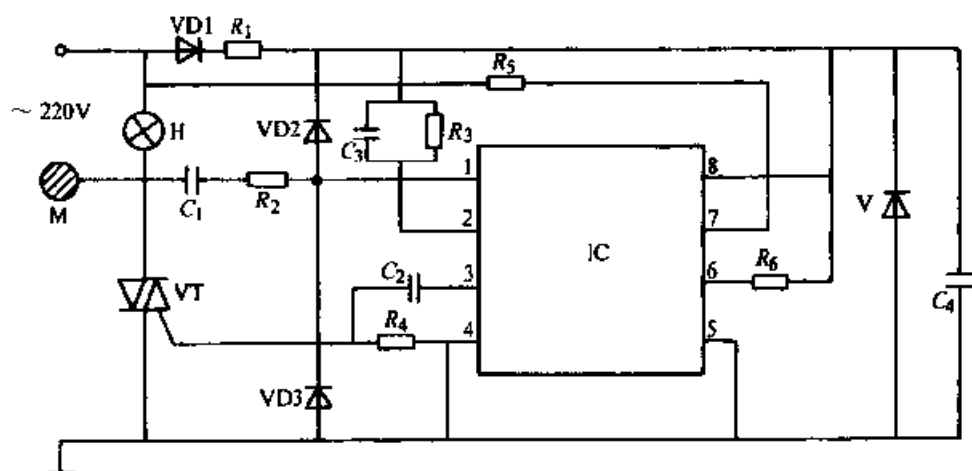


图 6-4 触摸调光电路

R_1 20k Ω R_2 1k Ω R_3 3.3M Ω R_4 10k Ω R_5 2M Ω R_6 100k Ω

C_1 560pF C_2 0.047 μ F C_3 10 μ F C_4 100 μ F

VD1 1N4004 VD2, VD3 2N4148 V 2CW21G VT5A/600V

M 触摸点 IC HT7712B/HT7713B

两种芯片的内部结构、封装形式、引脚排列均相同。芯片内包括: 振荡器、分频器、过零检测器、相位比较器和上电复位电路 5 个部分。HT7713B 可用做三步调光控制电路, HT7712B 可用做触摸感应开/关灯光控制电路。

5. 用 KTM03 触发的无级调压电路

KTM03 是一种多功能的无级调功模块, 它既可工作于移相触发控制方式, 也可工作于过零触发控制 (比例控制) 方式, 它还具有闭环稳压功能, 从而可使输出电压稳定在所调定的电压上。

KTM03 具有调相触发和零触发两种功能, 并可提供一组直流电源。该模块输出级采用了光电隔离技术, 省去了脉冲变压器, 实现了前后级的“电气绝缘”可与计算机接口, 对控制对象进行遥控、数控及闭环控制。

KTM03 采用双列直插式模块封装, 对外引出共 10 个引脚, 各引脚的名称、功能及用法如下: ① (U_{IN1})、② (U_{IN2}): 交流输入端。该端输入一交流电压, 既作为脉冲输出同步, 又提供模块内的工作电源, 使用中接同步与电源变压器的二次侧。③ (U_O): 稳压输出端。该端输出一直流稳压信号 (+12V 50mA) 可提供给用户作为控制系统的电源。④ (U_G): 给定模拟输入电压。该端输入的电压可以改变输出脉冲的相位, 使用中在该模块用作开环控制时, 直接接给定电位器的中点电压。⑤ (U_H): 闭环控制反馈电压输入端。使用中接用户电压反馈值。⑥ (GND): 整个模块的工作地端。使用中与用户系统地端直接相连。⑦ 触发脉冲输出端 (1)。使用中直接接被触发的双向晶闸管门极。⑧ 触发脉冲输出端 (2)。使用中通过一适当阻值的电阻接双向晶闸管的一个主电极及电网中连接到该主电极的那一相。⑨ 空脚。⑩ (U_D): 控制电平端。该端接高电平时, KTM03 正常输出触发脉冲; 该端接低电平时, KTM03 输出脉冲被封锁。使用中接用户保护电路的输出端。⑪ (U_Z): 过零检测输出端。该端输出与电网电压同频率的方波脉冲信号, 可用作与其它电路同步的同步信号。

KTM03 的内部结构框图如图 6-5-1 所示, 它由内部稳压器、减法器、同步检零电路、锯齿波电路、比较器、门控电路及隔离输出器等几部分组成。

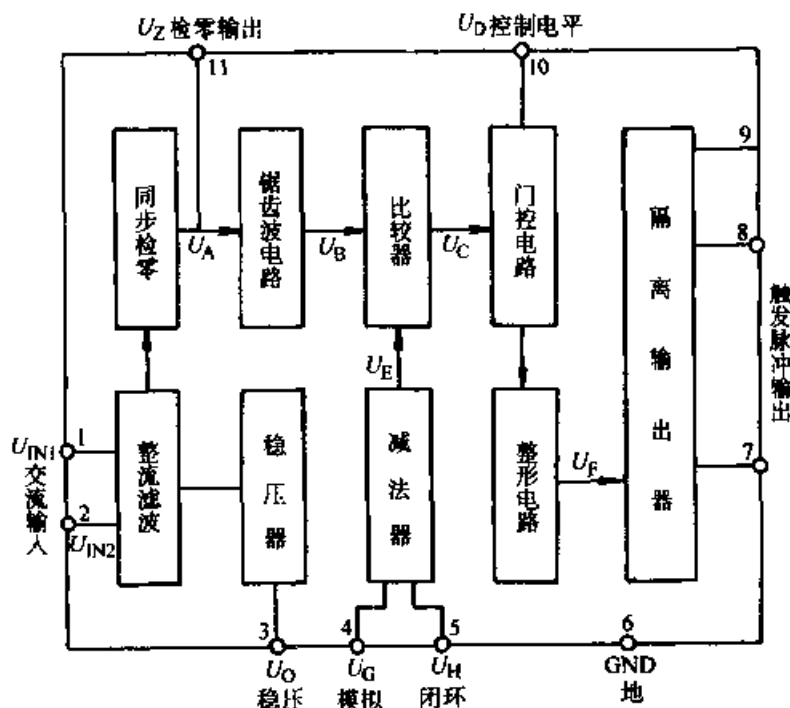


图 6-5-1 KTM03 内部结构框图

KTM03 的工作原理为: 同步检零电路在输入交流电源过零时输出一列与电源电压过零点同步的检零脉冲 U_A , U_A 分为两路, 一路从 KTM03 的引脚⑪直接输出, 另一路送入锯齿波电路。预置的模拟输入信号 U_G 和闭环反馈信号 U_H 在减法器中合成为 U_E , U_E 与锯齿波输出电压 U_B 在比较器中进行比较, 当这两个电压相

等时,可产生触发脉冲 U_c 。触发脉冲 U_c 受门控电路 U_D 的控制,当 U_D 为高电平时,触发脉冲 U_c 有效,反之则无效。因通常调压调功装置的控制对象可以是阻性负载也可以是感性负载,为提高工作可靠性,要求触发脉冲应有一定的宽度和前沿陡度,所以在KTM03中还加入了整形电路,整形后的输出脉冲信号 U_F 即可满足上述的要求。图中的隔离输出器是一个光控的晶闸管输出电器,它接收到触发脉冲信号 U_F 后,晶闸管呈导通状态。该级不仅能实现前、后级的电气隔离,而且由于其漏极开路输出,故给使用者带来很大的方便。

由于KTM03的上述优良性能和特点,决定了它可以移相触发模式用于开环和闭环调压调功系统中,而且还可以过零触发方式工作。KTM03的开环移相触发无级调压电路如图6-5-2所示。

调节电位器RP可改变预置模拟输入电压的大小,由此可改变负载 R_L 两端的电压。开环移相触发无级调压电路如遇到有干扰信号或电源电压波动时,负载 R_L 两端的电压会随之波动。闭环移相触发无级调压电路见图6-5-3。

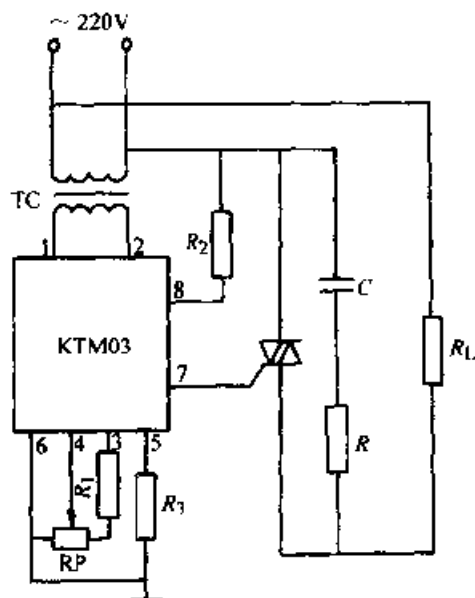


图 6-5-2 开环移相无级调压电路

R_1 、 R_2 2k Ω R_3 10k Ω R 100 Ω

C 0.1 μ F RP 10k Ω

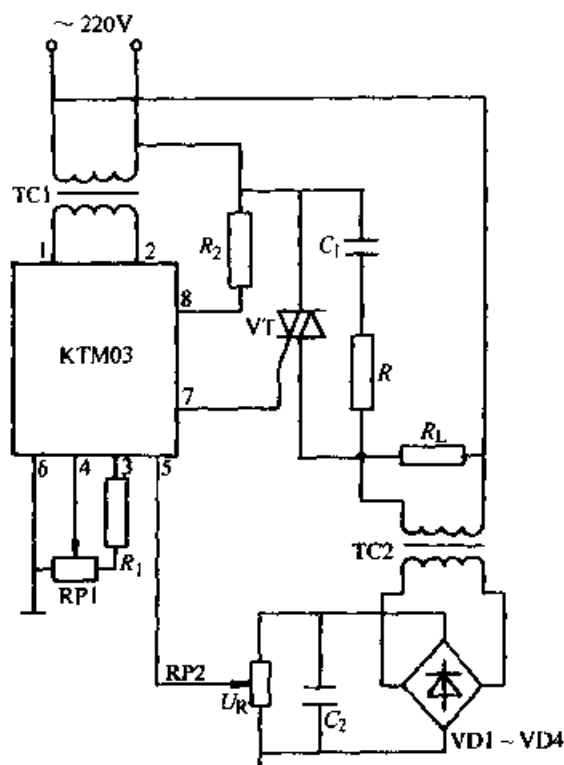


图 6-5-3 闭环移相无级调压电路

R_1 、 R_2 2k Ω RP1、RP2 10k Ω R 100 Ω

C_1 0.1 μ F C_2 47 μ F VD1~VD4 1N4004

该电路原理为:调节RP1使负载 R_L 两端的电压 U_{RL} 为某一电压值,因图中 U_R 正比于 U_{RL} ,当某种原因使 U_{RL} 高于调定值时, U_H 升高,KTM03内的 U_E 电平降低,双向晶闸管VT的导通角减小,从而可使 U_{RL} 降到调定值;同样,当某种原因使 U_{RL} 低于调定值时, U_H 减小, U_E 升高,VT的导通角增大,从而使 U_{RL} 升高到

调定值，达到闭环控制稳压的目的。

上述两种电路均为移相触发控制方式，它的优点是电路简单，安装使用方便，但是它对周围环境的辐射干扰较大，且晶闸管和负载要承受较大的冲击电压或冲击电流。可采用零电压触发控制（比例控制），其电路原理见图 6-5-4。

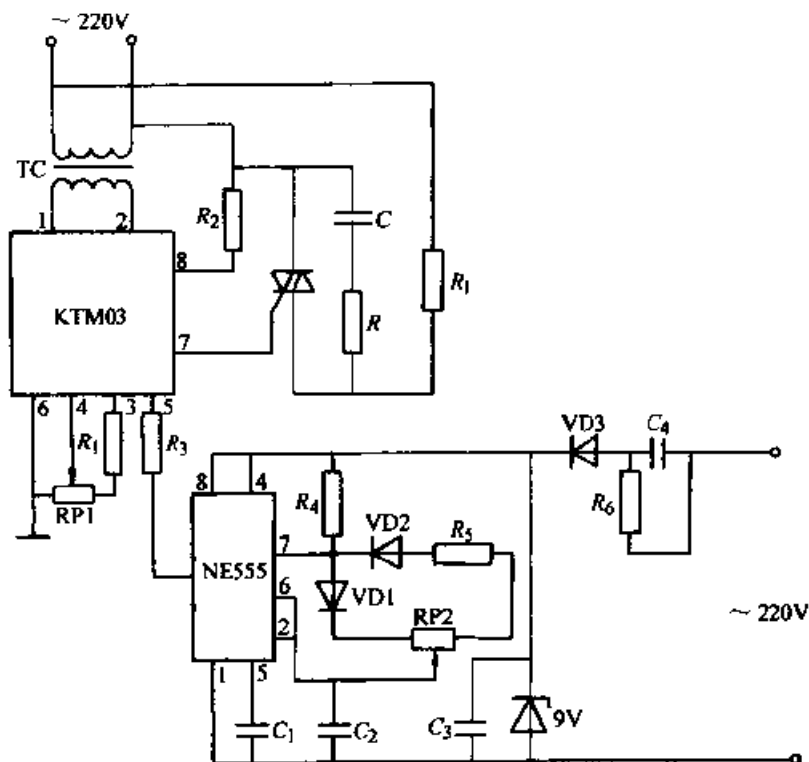


图 6-5-4 零电压触发控制（比例控制）方式电路原理图

R_1 、 R_2 2k Ω $R_3 \sim R_5$ 10k Ω R_6 470k Ω C_1 、 C 0.1 μ F C_2 10 μ F C_3 470 μ F C_4 0.68 μ F
 R 100 Ω RP1 10k Ω RP2 1M Ω VD1~VD3 1N4004

零电压触发控制就是在交流电压过零时，电路触发晶闸管导通，通过控制晶闸管的通断比来达到无级调压调功的目的。在此方式中，负载 R_L 上所获得的功率 P_L 由晶闸管 VT 导通的周数 n_1 与阻断的周数 n_2 之比决定，其表达式为：

$$P_L = (n_1/n_2) P$$

式中， P 为晶闸管在周期内连续导通时负载 R_L 获得的额定功率值。

在图 6-5-4 中，时基集成电路（NE555）与其外围元件组成了一个占空比可调的低频振荡电路。实际应用时，首先调整电位器 RP1 使晶闸管 VT 的导通角最大，然后通过调节电位器 RP2 来改变控制信号 U_D 的占空比，从而对负载 R_L 实现功率无级调节。过零触发控制方式是相对于移相触发方式而言的，其主要优点是对周围的环境无辐射干扰，并且晶闸管和负载都不会承受大的冲击电压或冲击电流。

上述各电路中，双向晶闸管 VT 额定电流值的选取应视负载的功率大小而定。图中的电阻 R 和电容 C 是 VT 的吸收保护电路，用以防止冲击电流或浪涌电压损坏 VT，而电阻 R_2 用来限流，其值为：

$$R_2 = U / (\alpha I_g)$$

式中, α 一般取 1~4; U 为电网电压有效值; I_g 为输出触发电流有效值。

6. 采用 PUT 触发的晶闸管调压电路

图 6-6 为采用程控单结晶体管触发的调压电路。

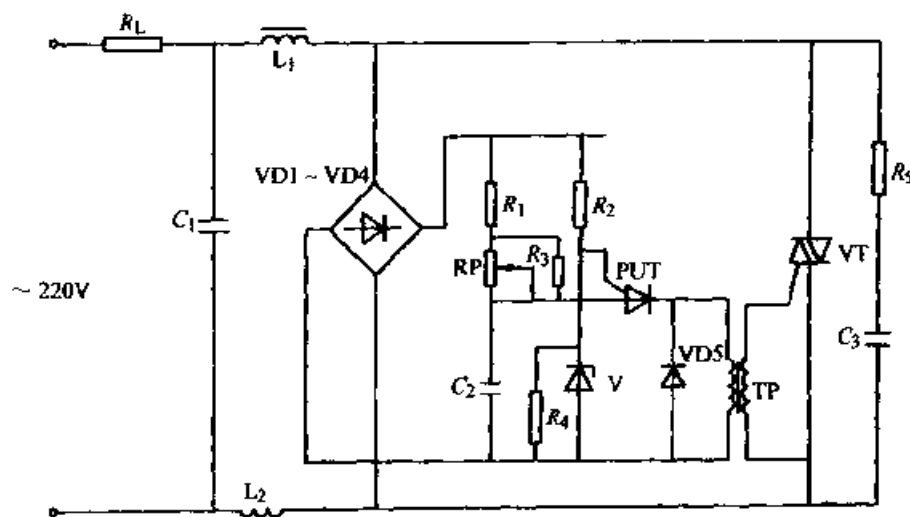


图 6-6 采用程控单结晶体管触发的调压电路

R_1 22k Ω R_2 1.2k Ω R_3 1k Ω R_4 330k Ω R_5 100 Ω C_1 1.5 μ F C_2, C_3 0.1 μ F

L_1, L_2 250mH RP 22M Ω $VD1 \sim VD5$ 1N4004 V 2CW11G

负载 R_L 与双向晶闸管 VT 和电源相串联, 改变晶闸管的导通角, 从而达到调压的目的。VD1~VD4 组成桥式整流电路, R_1 、 R_3 、RP 和 C_2 组成一个移相网络, 用来改变程控单结晶体管 PUT 的导通时刻和降低阳极电压正向上升率。稳压管 V 用来稳定 PUT 管控制极电压。当 RP 阻值变化时, 移相网络变化, 引起 PUT 导通时刻改变, 也改变了晶闸管的导通角, 从而达到控制负载 R_L 中的交流电流的目的。

扼流圈 L_1 和 L_2 用来减小射频干扰。 R_5 、 C_3 并在双向晶闸管 VT 两端起保护作用。VD5 用来消除脉冲变压器 TP 的反电动势, 以保证双向晶闸管可靠工作。

7. 键控式多功能台灯控制器

一种采用新颖调光集成电路制作的四键多功能台灯控制器, 可以通过按动不同的按键, 实现无级调光、分级调光、延时关灯和间歇自动关灯四种不同的控制功能。键控式多功能台灯控制器的电路如图 6-7 所示。

图中 H 是为便于说明原理而绘出的被控电灯。电路核心器件 IC 是一块新颖四键调光控制集成电路 HT-7706, 它采用大规模 CMOS 工艺制造, 内部由振荡器、分频器、检零电路、比较器、键控电路、调相触发电路和“Beep”(嘟嘟)音发生电路等组成。各引脚功能如下: ①脚 (Z、C) 为电源过零检测输入端, 由市电经

R_1 、 R_2 分压后提供过零检测脉冲；②脚 (OSC1) 和③脚 (OSC2) 为振荡电阻器 R_4 接入端；④脚 (TEST) 为工作/模式测试端；⑤脚 (T1) 为测试端；⑥脚 (OUT) 为控制信号输出端，所输出移相触发脉冲，经 R_5 、 C_3 后去触发双向晶闸管 VT，控制电灯 H 进行各式调光；⑦脚 (60/50) 为 60Hz 电源频率选择端，这里接 V_{SS} 端 (60Hz 时悬空)，以适合我国 50Hz 频率的市电；⑧脚 (V_{SS}) 为电源负端；⑨脚 (PWR) 为加电复位端，外接 C_2 、 R_7 组成的加电负脉冲发生电路；⑩脚 (BZ1) 和⑪脚 (BZ2) 为压电片 B 的驱动端；⑫~⑬脚 (K1~K4) 为按键 SB1~SB4 控制端，低电平有效；⑭脚 (V_{DD}) 为电源正端。

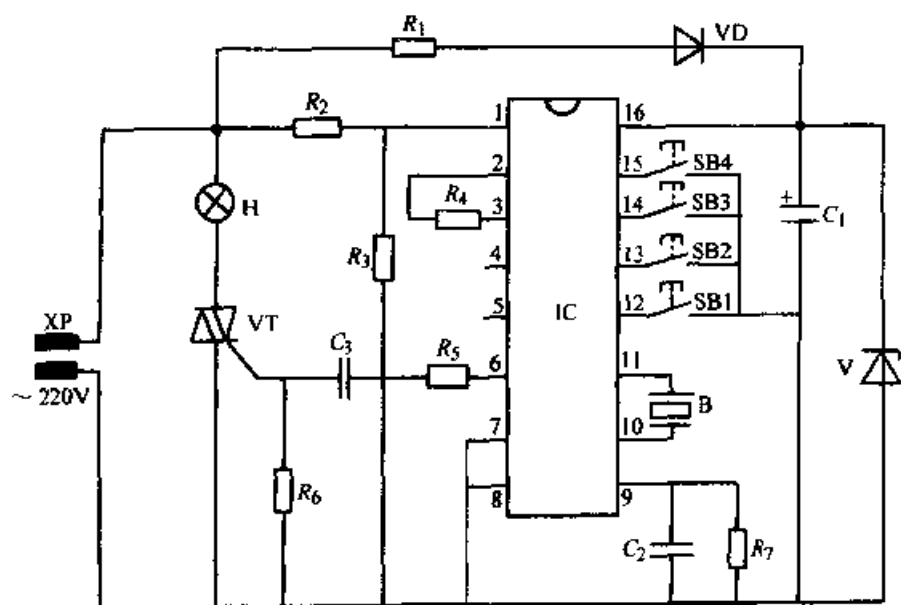


图 6-7 键控式多功能台灯控制器

R_1 22k Ω R_2 2.7M Ω R_3 1M Ω R_4 180k Ω R_5 100 Ω R_6 1k Ω R_7 4.7M Ω
 C_1 470 μ F C_2 0.1 μ F C_3 0.47 μ F VD 1N4007 V 2CW51
 VT MCA97A6 B FT-27 H (≤ 200 W) IC HT-7706

接通电源，220V 交流市电经 R_1 限流，VD 半波整流、V 稳压和 C_1 滤波后，得到稳定的 3V 直流电源，向 IC 供电。按下 SB1 时，可对电灯 H 进行无级调光，其步进级数可达 304。当灯光达到最暗或最亮时，压电片 B 会发出“Beep”（嘟嘟）音响，以提示用户。完成一个调光周期的时间为 3.8s。并具有记忆功能。按下 SB2 时，可作灯熄、微亮、较亮和最亮四级分档调光。在电源频率为 50Hz 时，达到微亮、较亮和最亮的作用时间分别为 7199.33 μ s、5059.75 μ s。当按下 SB3 时，可作延时灯控，刚按下时灯亮，延时约 28.37s 后自动熄灭，可为夜间主人熄灯走出书房或凌晨醒来看钟表等提供方便。当按下 SB4 时，为间歇循环灯控状态，刚按下时，灯亮 1168s (20min) 后自动熄灭，可是再过 1504s (约 25min) 后，电灯又自动点亮，其编程选择范围可以在 16~2032s 之间，利用此档功能可作主人外出时的防盗灯。如选择灯亮 20min、灭 5min 循环模式，可提醒学生避免在灯下长时间学

习而使眼睛疲劳,有利于保护视力。在灯亮着需要关灯时,无论灯正处于何种工作模式,只要按动 SB2~SB4 中的任何一键即可。

8. 简易恒温控制电路

图 6-8 为简易恒温控制电路。

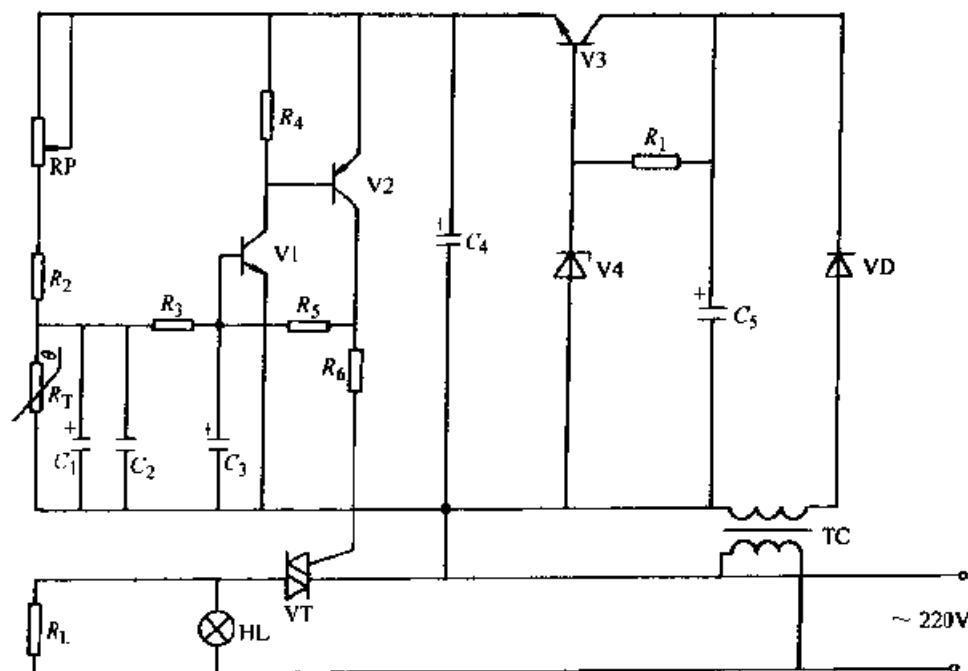


图 6-8 简易恒温控制电路

R_1 3.9k Ω R_1 510 Ω R_2 15k Ω R_3 300 Ω R_4 4.7k Ω R_5 680k Ω R_6 330 Ω RP 47k Ω
 C_1, C_3 100 μ F C_2 0.047 μ F C_4, C_5 200 μ F
 VD 2CP10 V1 3DG8 V2 3CG21 V3 3DG12 V4 2CW13

这种恒温控制器控制的温度可调范围为 10~40℃,并且控温准确,工作稳定,适用于生物培养和农业生产。

传感器是一个负温度系数的热敏电阻 R_T ,它的阻值是随温度变化的;温度越高,阻值越小;温度越低,阻值越大。在 0~40℃ 范围内,温度与阻值几乎成线性关系。在 20℃ 时,标准阻值为 3.9k Ω 。

VD 作整流用,经 C_5 滤波后,再经 R_1 、稳压管 V4、V3 作为调整管, C_4 进一步滤波,获得 6V 左右的稳定电压, RP、 R_2 、 R_T 串联起来接在 6V 的电压上,使得 R_T 两端得到分压为 U_1 ,并且随温度而变化,这就是控制信号。控制信号经 C_1 、 C_2 和 R_3 组成的滤波器消除干扰后,接到 V1 的基极。RP 用来调节控温点,把 RP 的阻值调小,可使控温点上升,RP 阻值调大,可使控制温度点下降。

V1 和 V2 构成施密特触发电路, V1 的基极电压在低于 0.6V 时,两管均处于截止状态,升高到 0.6V 以上时,很快跳变到饱和导通状态。

V2 的集电极经 R_6 与双向晶闸管 VT 的控制极相联接。用 V2 的集电极电流

去触发双向晶闸管 VT，再由双向晶闸管去控制电热负载 R_L 。

在恒温箱内温度高于控温点时， U_i 低于 0.6V，V1 和 V2 均截止，VT 关断， R_L 电热负载停止加热，箱内温度下降；在箱内温度降至控温点以下时， U_i 升高到 0.6V 以上，V1 和 V2 均导通，VT 导通，电热负载 R_L 加热，箱温上升。

9. 采用光反馈的高压调整电路

图 6-9 为采用光反馈的高压调整电路。

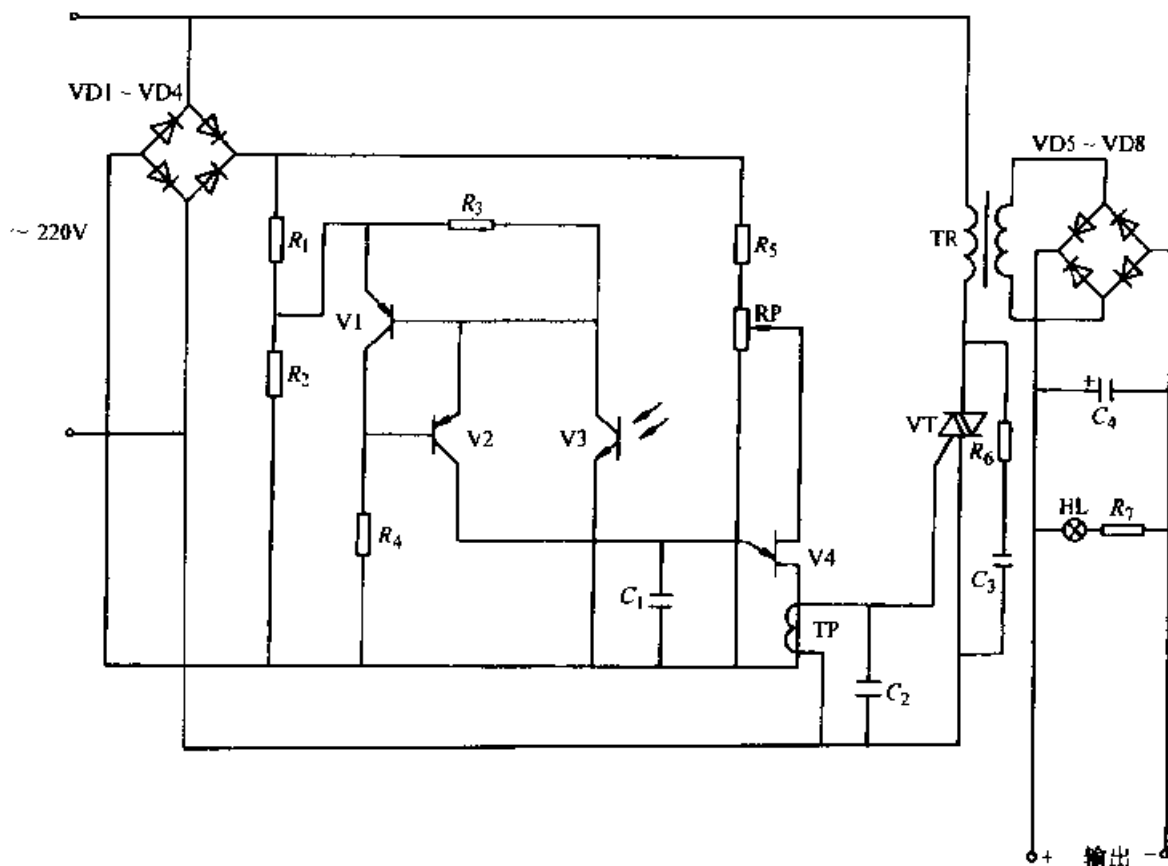


图 6-9 采用光反馈的高压调整电路

R_1 15k Ω R_2 6.2k Ω R_3 1k Ω R_4 22k Ω R_5 、 R_7 10k Ω R_6 10 Ω

C_1 、 C_2 、 C_3 0.1 μ F C_4 1 μ F VD1~VD4 1N4004

高压变压器 TR 一次侧与双向晶闸管 VT 串联后接到 220V 交流电源上，二次侧经 VD5~VD8 整流，再经 C_3 滤波输出直流高压。

V1 和 V2 晶体管提供恒流对电容 C_1 充电，使单结晶体管 V4 输出尖脉冲，经脉冲变压器 TP 加到双向晶闸管 VT 的控制极上，控制 VT 的控制角从而达到控制高压输出值。改变 RP 可以改变高压输出值。稳定高压输出是靠接在高压输出的指示灯 HL 照射光电三极管 V3 来实现的。例如，当输出高压升高时，灯 HL 亮，照到光电三极管上的光就强，V3 的集电极电流就大，集电极电位就下降，V2 集电极电流就小，对 C_1 充电就减慢，触发脉冲就后移，导通角就减小，输出直流高

压就下降,从而达到稳定输出高压的目的, C_2 可提高电路抗干扰能力,使电路工作更加可靠。

10. 可调光双管荧光灯电子镇流器

可调光双管荧光灯电子镇流器电路见图 6-10。

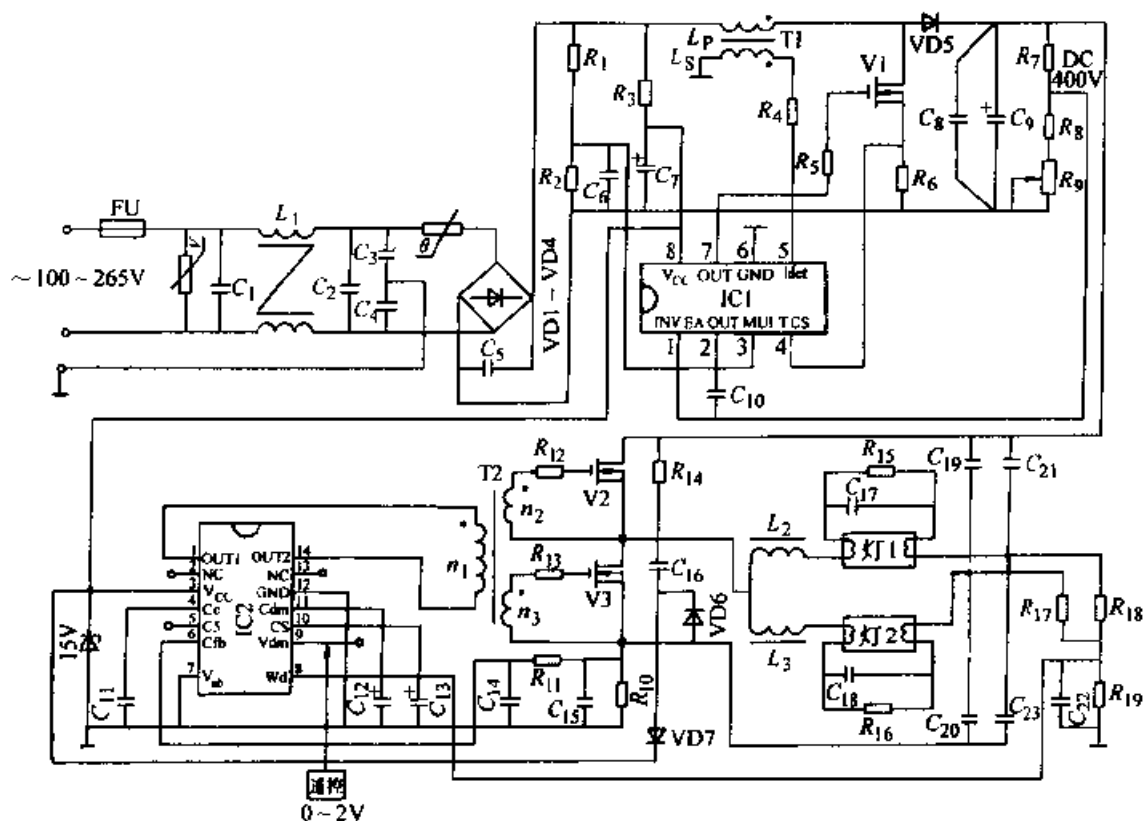


图 6-10 可调光双管荧光灯电子镇流器电路

R_1 2.2M Ω R_2, R_4, R_{11} 22k Ω R_3 150k Ω R_5, R_{12}, R_{13} 47 Ω R_6 1 Ω R_7 1.2M Ω
 R_8 7k Ω R_9 1k Ω R_{10} 6.2 Ω R_{14} 180k Ω R_{15}, R_{16} 330k Ω R_{17}, R_{18}
 680k Ω R_{19} 8.2k Ω

C_1, C_2 0.15 μ F C_3, C_4 2.2 μ F $C_5, C_{10}, C_{11}, C_{14}, C_{15}$ 0.1 μ F C_6 0.01 μ F C_7, C_8 47 μ F
 C_9 0.22 μ F C_{12} 22 μ F $C_{13}, C_{17}, C_{18} \sim C_{22}$ 4.7 μ F C_{16} 1 μ F C_{23} 8.2 μ F

VD1~VD4 1N4007 V 15V1W VD5 BYV26C VD6, VD7 1N4937 V1, V2, V3
 (500V/6A MOSFET) IC1 KA7526 IC2 KA7543 L_1 80MH BFS2125

在桥式整流器 VD1~VD4 输入端, L_1 与 $C_1 \sim C_4$ 等组成 EMI 滤波器。在 VD1~VD4 与滤波电容 C_5 之间, 插入了由功率因数控制器 IC1、升压电感器 L_P 、升压二极管 VD5、功率开关 V1 (MOSFET) 等组成的有源 PFC 升压式预变换器。KA7543 与变压器 T1、半桥高/低开关 V2、V3、 L_2 与 C_{17} 、 L_3 、 C_{18} 等组成串联谐振式半桥逆变驱动镇流器电路。在 IC1 作为控制器的有源 PFC 升压级电路中, 全波整流输出电压 (不经平滑滤波, C_5 只滤除高频噪声) 经 R_1 、 R_2 分压通过 IC1 的 ③脚监测, 在 C_9 两端的 DC 输出电压经 R_7 、 R_8 和 R_9 分压器采样, 通过 IC1 的 ①

脚监测, T1 的二次绕组 L_S 用作 L_P 中的高频(三角波)电流, 通过 IC1 的⑤脚检测。V1 源极电阻 R_5 用作检测通过 L_P 的峰值电流并由 IC1 的④脚接收。在 V1 导通时, VD5 则截止; 而当 V1 阻断时, VD5 则导通, 从而使通过 VD1~VD4 的 AC 电流连续流动, 使 AC 电流与 AC 输入电压保持同相位, 并且正比于 AC 输入电压的变化, AC 输入电流为正弦波形负载且呈纯电阻性, 系统功率因数几乎等于 1。同时, 当 AC 输入电压从 100~265V 变化时, 在 C_9 两端产生恒定的 400V 的 DC 输出。

IC1 与 IC2 的 V_{CC} 启动通过 R_3 和 C_7 实现。一旦 IC2 开始工作, ①脚和④脚上的输出通过 T1 驱动 V2 和 V3 开关。 C_{16} 、VD6、VD7 组成辅助电流源, 为 IC1 的⑧脚和 IC2 的③脚提供工作电流, 同时也对 C_7 充电。

在 IC2 启动后, 首先输出一个比通常工作频率高约 30% 的高频电流对灯丝加热。而后频率下降至由 L_2 、 C_{17} 和 L_3 、 C_{18} 串联谐振电路的固有频率, 从而引起谐振, 分别在 C_{17} 、 C_{18} 上产生足够高的电压将灯启动, 随后开关频率降至通常的工作频率(约 50Hz)。频率的变化是通过 IC2 ⑩脚上的软启动电容 C_{13} 上的充电电压的升高实现的。 R_{14} 、 R_{15} 、 R_8 与 R_{19} 和 R_{14} 、 R_{16} 、 R_{17} 与 R_9 分别组成灯检测电路, 并将检测信号反馈到 IC2 的⑧脚。在灯未接入或有故障时, IC2 关断其输出, 从而使 V2、V3 停止开/关。

IC2 ⑨脚为 0V 时, 灯在额定状态下工作。如果通过遥控装置对⑨脚施加一个 0~2V 的调光电压, 开关频率将逐渐增大而灯电流逐渐减小, 灯光变暗。当⑨脚上电压达到 2V 时, 灯光最暗。 R_{10} 为电流检测电阻, 电流检测信号反馈到 IC2 的⑥脚, 以控制过电流情况, 避免损坏元件。

当负载为 32WX2 时, $L_2 = L_3 = 3.1\text{mH}$; 当负载为 36WX2 时, $L_2 = L_3 = 2.8\text{mH}$; 当负载为 40WX2 时, $L_2 = L_3 = 2.7\text{mH}$ 。 L_2 与 L_3 均采用 EI2820 磁芯。T1 采用 EI2820 磁芯, $N_P : N_S = 100\text{T} : 5\text{T}$, $L_P = 1.2\text{mH}$ 。

11. 键控式线性调光电路

HT7700A 是一种新颖调光专用集成电路。它具有单键控制调光和触摸式调光两种控制方式, 调光亮度具有 96 级变化。

HT7700A 内部集成了振荡与驱动器、键控电路、触摸检测电路、电源复位电路、状态控制电路、96 级控制电路、交流电过零检测电路、输出驱动电路等。该集成电路系 DIP-8 脚双列直插式封装。各引脚功能为: ①脚(ZC)为交流电信号检测端; ②脚(SENSE/KEY)为触摸感应信号/键控信号输入端; ③脚(FB)触摸时馈入信号电流输入端; ④脚(V_{SS})为电源端, ⑤脚(TRIG)为触发信号输出端; ⑥脚(OSC2)、⑦脚(OSC1)为振荡信号输出、输入端, 外接一只 62Ω 电阻

器；⑧脚（ V_{DD} ）为电源正端。图 6-11 为由 HT7700A 组成的调光电路。

刚接通电源时，电灯处于熄灭状态。按动 SB，若按下时间小于 0.7s，灯光最亮，如持续按 SB，则灯光亮度按 96 级平滑减弱，释放 SB 则灯光保持此亮度不变。再以小于 0.7s 时间按 SB 键，则灯熄灭。

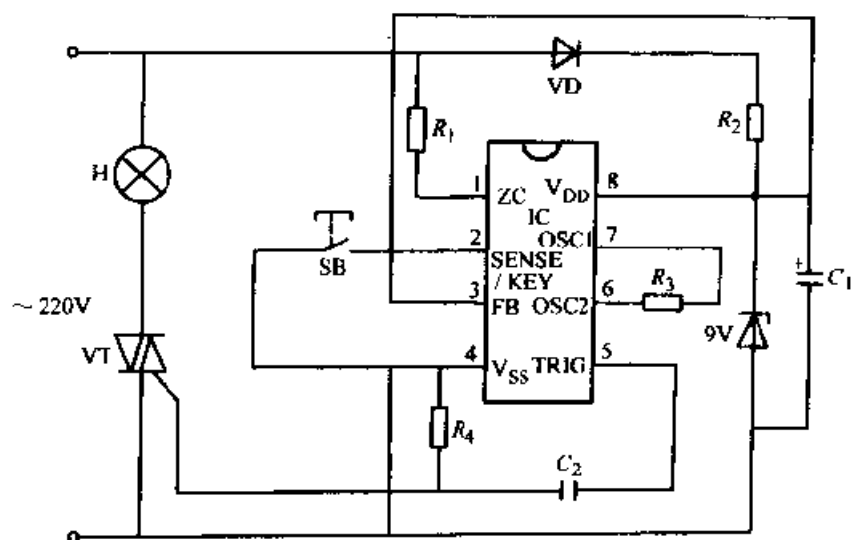


图 6-11 键控式线性调光电路

R_1 4.7M Ω R_2 51k Ω R_3 62k Ω R_4 10k Ω

C_1 100 μ F C_2 0.047 μ F VD 1N4007 IC HT7700A

12. 触摸式无级调光电路

图 6-12 为用 HT7700C 组成的触摸式无级调光电路。

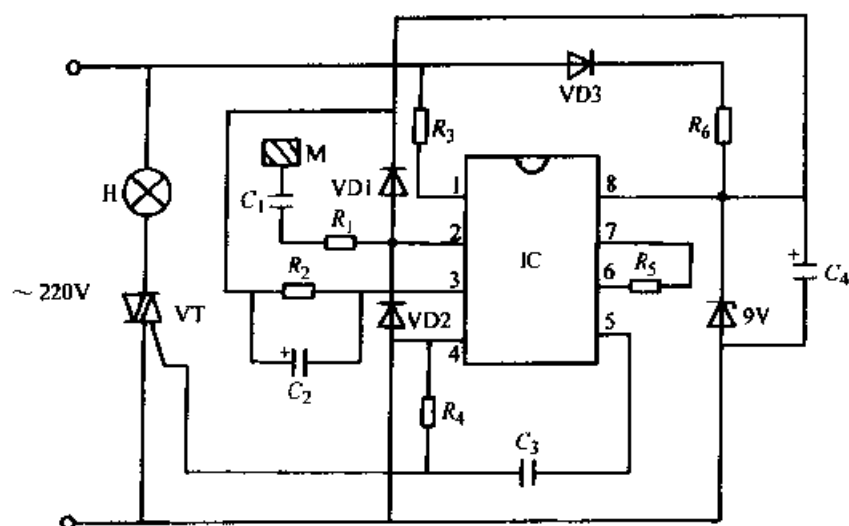


图 6-12 触摸式无级调光电路

R_1 1k Ω R_2 、 R_3 4.7M Ω R_4 10k Ω R_5 62k Ω R_6 51k Ω

C_1 1000pF C_2 10 μ F C_3 0.047 μ F C_4 100 μ F

VD1~VD3 1N40073 IC HT7700C

图中 M 为触摸电极片。手触时间少于 0.7s, 灯光由熄变为最亮; 继续触摸, 灯光亮度逐渐减小, 松手后灯光就保持此亮度不变。 C_1 是隔离安全电容, 容量不能大于 1000pF, 耐压应大于 400V 以确保使用者的安全。

13. 使用 LC906 制作的调功电路

图 6-13 是使用 LC906 和双向晶闸管制作的单相调功电路。

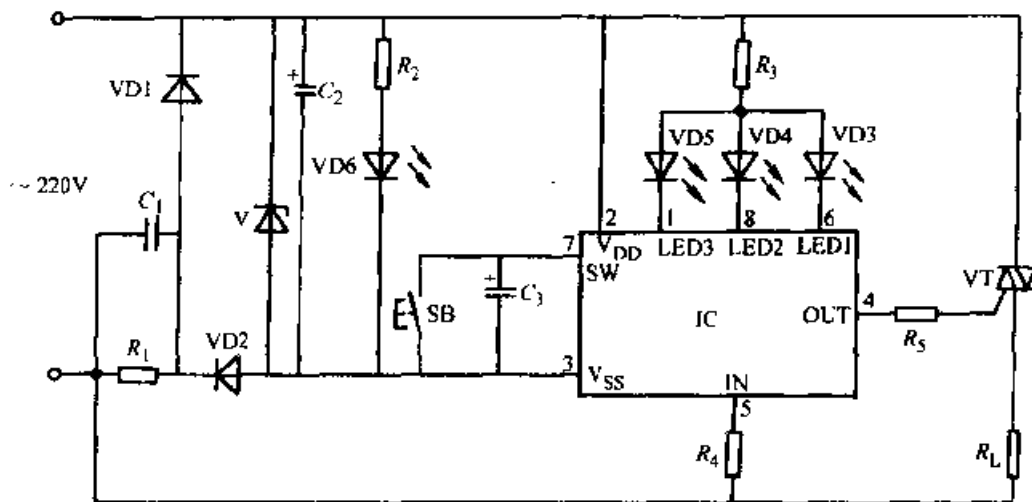


图 6-13 使用 LC906 制作的调功电路

R_1 470k Ω R_2 、 R_3 1k Ω R_4 1M Ω R_5 750 Ω C_1 、 C_2 1 μ F C_3 470 μ F

VD1、VD2 1N4007 VT (3A/800V) IC LC906 VD3~VD6 ϕ 5mm V 6V1W

LC906 是专用调功集成电路。其内部由可控分频、多路门输出及自动清零等电路组成。它采用 8 脚双列直插式 DIP 封装, 引脚功能为: ① (LED3) 输出指示端 3, ② (V_{DD}) 正电源, ③ (V_{SS}) 负电源, ④ (OUT) 控制信号输出端, ⑤ (IN) 50Hz 市电输入端, ⑥ (LED1) 输出指示端 1, ⑦ (SW) 键控输入端, ⑧ (LED2) 输出指示端 2。

LC906 的基本工作原理是通过⑤脚对 50Hz 交流市电采样, 由芯片内电路分频及对脉冲占空比进行切割后, 再由④脚输出控制信号, 控制双向晶闸管的导通角实现对输出交流电压的调整。电路具有结构简单、工作稳定可靠、可调节档位多及指示明显等特点。

图 6-13 电路中, 220V 交流电经 C_1 、 R_1 降压, VD1、VD2 整流和 C_2 滤波后, 由 V 稳定在 6V 左右, 为 LC906 的②、③脚供电。VD6 为电源指示管, 它可显示 6V 直流电压的输出状态。⑦脚外接档位选择按钮 SB, 用来改变④脚输出控制信号。连续按动 SB 时, 输出档位将按“1-2-3-4-5-OFF-1...”的顺序切换, 以改变输出脉冲的被切割量, 从而实现对双向晶闸管导通角的控制, 实现对负载功率的调整。VD3~VD5 为档位指示管。

14. 使用普通 CMOS 电路制作的调功电路

图 6-14 是使用普通 CMOS 电路制作的调功电路, 其效果和性能与图 6-13 电路相当, 但取材方便、成本低廉。

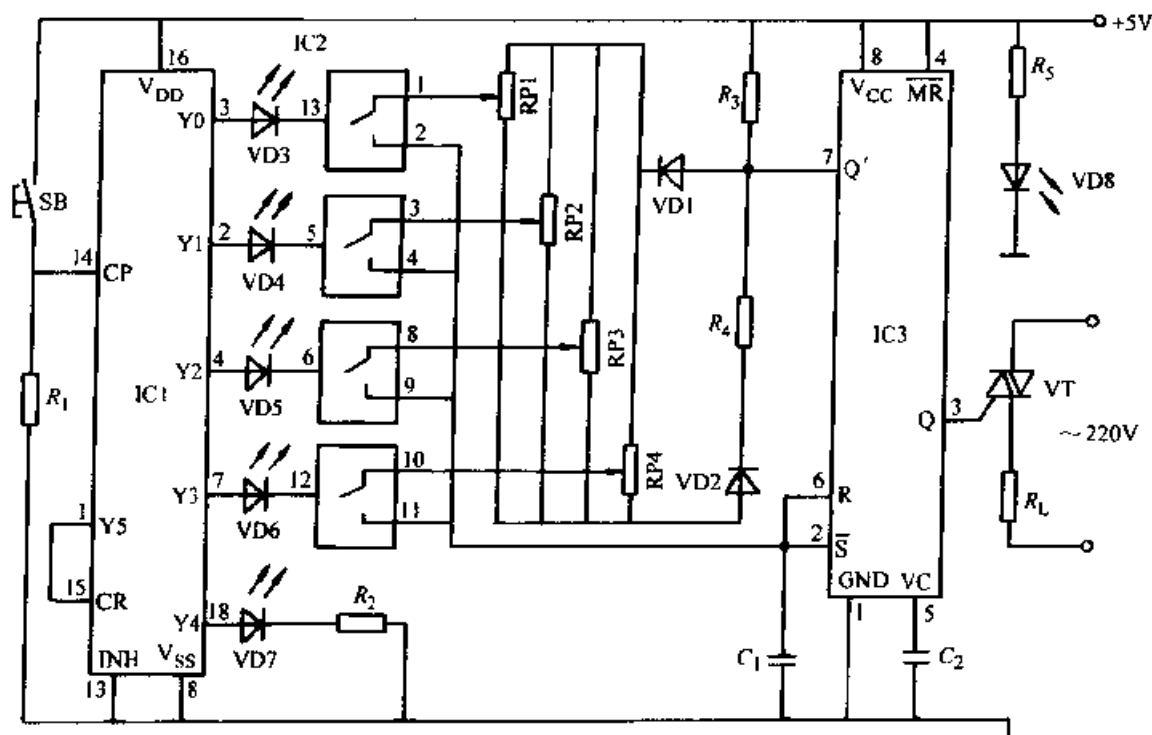


图 6-14 使用普通 CMOS 电路制作的调功电路

R_1 100k Ω R_2 1k Ω R_3 1k Ω R_4 1k Ω $RP1 \sim RP4$ 10M Ω C_1 0.1 μ F C_2 0.01 μ F
 $VD1, VD2$ 1N4148 VT 3A/400V $IC1$ CD4017 $IC2$ CD4066
 $IC3$ NE555 $VD3 \sim VD8$ $\phi 5mm$

图中 $IC1$ 使用十进制计数器/译码输出分配器 CD4017。它有两个时钟信号输入端, CP 是脉冲上升沿触发输入端 ($INH=0$), INH 是脉冲下降沿输入端 ($CP=1$) $Y0 \sim Y9$ 为十个译码输出端。CR 为清除端, 当 $CR=1$ 时, 只保留 $Y0=1$, $Y1 \sim Y9$ 输出均被清零; 当 $CR=0$ 时, 允许计数 ($YM+1$) 或保持原有输出状态 (YM) 不变。这里使用脉冲上升沿触发计数, 平时 CP 端被 R_1 下拉为零, 此时 $Y0=1$ 。每按动一次调功档位转换按钮 SB, $Y1 \sim Y9$ 便依次单独输出高电平, 并保持下次按动 SB 时为止。本图设计 5 个档位, 依次为: “1-2-3-4-5-OFF-1...”, 分别由 $Y0 \sim Y4$ 控制。因此将 $Y5$ 与 CR 相连, 以便使 $Y0 \sim Y4$ 循环输出。 $Y0 \sim Y3$ 分别控制 4 个电子开关的通断, 从而改变输出控制信号的脉冲占空比, $Y4$ 为电源关断控制端。 $VD3 \sim VD7$ 为档位指示管, $VD8$ 为电源指示管, 其中 $VD8$ 经限流电阻 R_5 接地。

$IC2$ 使用双向模拟电子开关 CD4066, 其内部含有 4 个功能相同且彼此独立的电子开关, 可互换使用。4 个电子开关哪个导通及何时导通由 $IC1$ 的 $Y0 \sim Y3$ 控

制, 当控制端加高电平时开关导通, 可传送数字信号或模拟信号, 并允许信号双向流动; 当控制端加低电平时开关截止, 呈高阻状态。

IC3 使用单时基电路 NE555, 与外围元件组成无稳态多谐振荡器, 振荡频率约为 1.5Hz。调整电位器 RP1~RP4 的上下电阻比值, 可改变③脚输出脉冲占空比, 即改变双向晶闸管的导通角, 实现对负载功率的调整。

15. 用 KM-18-2 触发晶闸管的交流调压电路

晶闸管触发厚膜模块 KM-18-2 是采用厚膜技术和表面安装技术制成的混合集成电路。它采用 13 脚单列直插厚膜封装形式。其内部电路如图 6-15 中点划线框内所示, 主要由集成电路移相触发器 TCA785、J555、晶闸管及阻容元件构成。

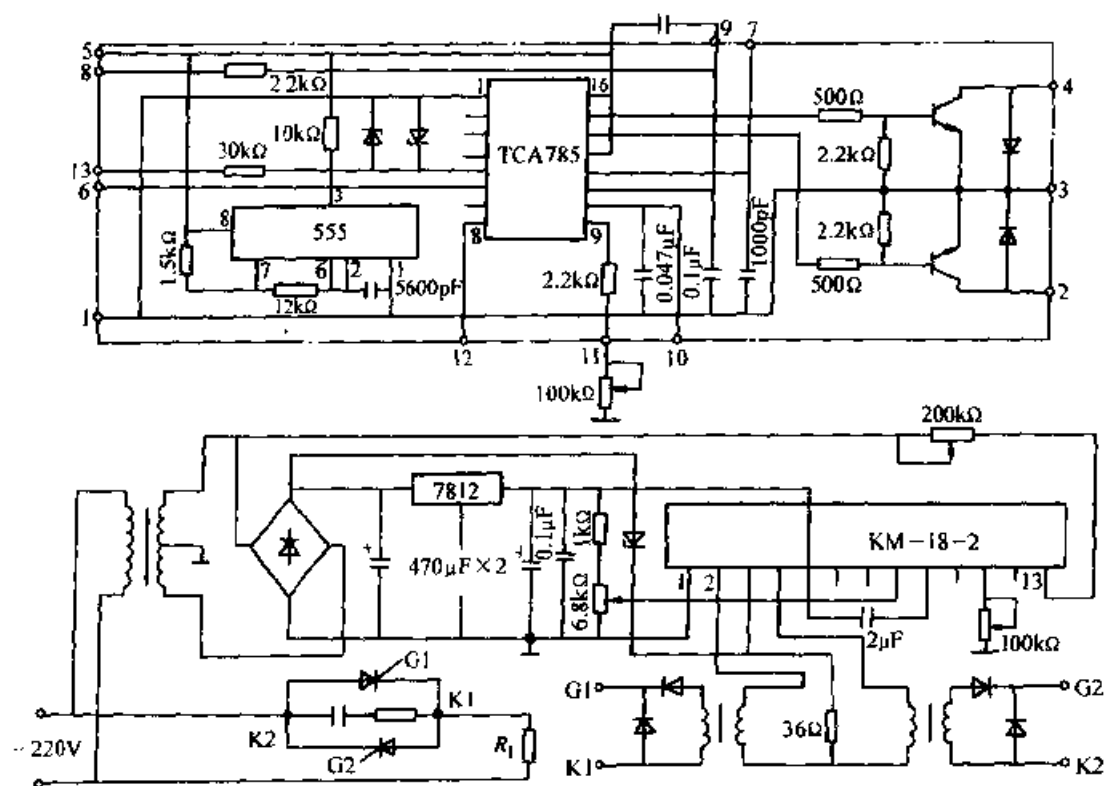


图 6-15 用 KM-18-2 触发晶闸管的交流调压电路

KM-18-2 的核心部分是 TCA785。TCA785 主要由过零检测电路、同步寄存器、基准电压、锯齿波发生器、放电监控器、控制比较器、逻辑运算电路等部分构成。厚膜模块中的时基电路 J555 接成多谐振荡器形式, 输出 10kHz 的方波脉冲加到 TCA785 的⑥脚封锁端, 对其输出脉冲加以调制, 将 TCA785 输出的宽脉冲变为窄脉冲列, 这样可以减小输出脉冲变压器的体积。输出端加两个晶体管作为功率放大, 最大输出电流可达 800mA。

KM-18-2 厚膜模块可用于单相半控桥和全控桥整流装置, 也可用于单相交流调压电路。图 6-15 是用 KM-18-2 制成的交流调压在调温方面的应用电路。调节移

相电压（即连接在 KM-18-2 上第⑧脚的电位器），可调节触发角 α ，从而实现调压调温的目的。若将移相端⑧脚接于温度调节仪器的输出端，可构成自动调温系统。

16. 用 CS7232 制作的触摸式无级调光台灯

CS7232 是 CMOS 触摸式调光控制集成电路。它具有低功耗、多功能、高灵敏等特点。CS7232 采用 DIP-8 脚双列直插塑封结构。其各引脚功能如下：①脚为电源正极；②脚为延迟熄灯之时钟脉冲信号输入端；如果在该脚输入一个负脉冲，那么灯光将变暗一点，要使灯光从最亮变到最暗，共需 83 个负脉冲；③脚为内部锁相环所需的外接电容输入端；④脚为电源 50/60Hz 同步信号输入端；⑤脚为感应控制开/关、调光输入端，低电平有效；⑥脚为按键式控制开/关、调光输入端，高电平有效；⑦脚为电源负极端；⑧脚为晶闸管导通角控制输出端，它能输出 83 个不同的负脉冲控制信号，平时为高电平输出。

CS7232 的工作电压范围 3~12V，典型值 5V，耗电仅 400 μ A，开关时间 $\leq 332\text{ms}$ ，调光时间 $\geq 332\text{ms}$ ，调光周期 7.64s，调光移相范围 $41^\circ \sim 159^\circ$ ，可控制 50Hz 及 60Hz 的交流电。

图 6-16 为用 CS7232 制作的触摸式无级调光台灯开关电路。

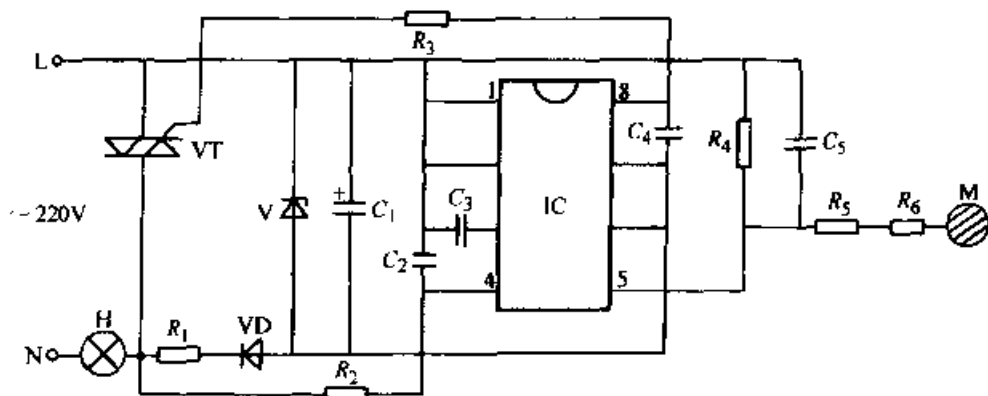


图 6-16 用 CS7232 制作的触摸式无级调光台灯开关电路

R_1 39k Ω R_2 1.5M Ω R_3 220 Ω R_4 470k Ω R_5 2.7M Ω R_6 3.3M Ω C_1 47 μ F C_2 1000pF
 C_3 0.047 μ F C_4 0.1F C_5 680pF VD 1N4007 V (5V) IC CS7232

CS7232 使用的直流电源直接由 R_1 、VD、V、 C_1 构成的电路从 220V 市电中获得。 R_2 用于从市电中截取过零信号。 R_3 为晶闸管驱动电路限流电阻。人体触摸信号是通过 R_4 、 R_5 输入到 IC 第⑤脚上的。IC 的第②、⑥脚分别接 V_{DD} 、 V_{SS} 端。当人手触及金属体 M 的时间 $\leq 332\text{ms}$ 时，仅起开关作用。若手触摸前为亮灯，则手触摸后灯灭；反之相反。灯光亮度与上次关灯前的最后亮度相同，只要不断电则总保持这一规律。手触时间 $\geq 332\text{ms}$ 时，电流移相调光，相角大小表示灯光的明亮程度， 41° 对应灯光微亮， 159° 对应全亮（最亮）。灯光由最亮逐渐变暗直至微亮，又逐渐向最亮变化，这样变化一周需要 7.64s。手触停止，则灯光不再变化而保持

这一瞬间的亮度。下次再开启仍起始于这一亮度，但灯光亮度的变化与上一个调光状态相反。

制作时，M 可以是粘贴在灯座上的金属片，也可以是镶在灯罩边沿上的金属环。人体保安电阻 R_1 、 R_5 的阻值之合应大于 $6\text{M}\Omega$ ，而且不能用一个电阻来代替。万一有一个电阻受潮或碰触短路，也不会使人触电。适当改变 R_4 阻值（ $330\sim 560\text{k}\Omega$ ），可调整触摸灵敏度。阻值越大，灵敏度越高；阻值越小灵敏度越低。由于 CS7232 内部有锁相环同步电流，所以本电路还可用于小型交流电动机无级调速。

17. 自熄式触摸调光台灯开关

用触摸调光控制集成电路 CS7232 和晶闸管等组成的自熄式触摸调光灯开关电路如图 6-17 所示。

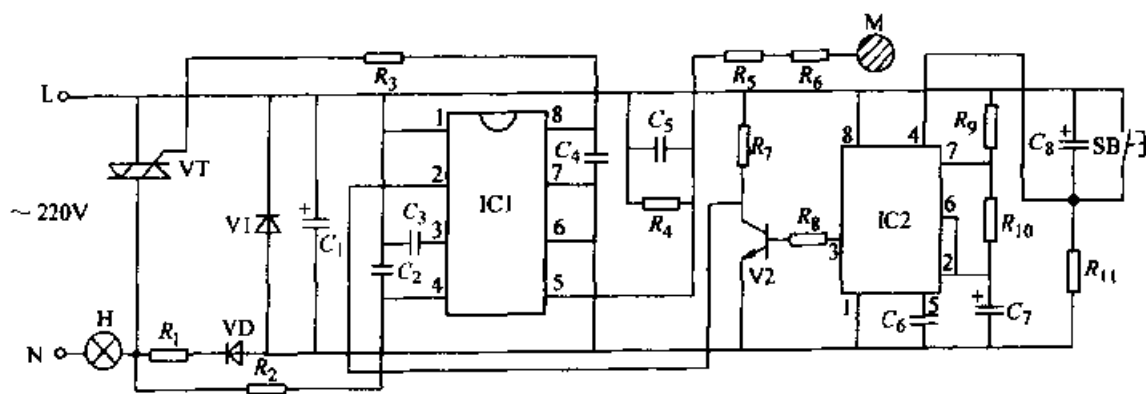


图 6-17 自熄式触摸调光台灯开关电路

R_1 39k Ω R_2 1.5M Ω R_3 220 Ω R_4 330k Ω R_5 2.7M Ω R_6 3.3M Ω R_7 100k Ω
 R_8 10k Ω R_9 30k Ω R_{10} 220k Ω R_{11} 470k Ω C_1 100 μF C_2 1000pF C_3 0.047 μF C_4 0.1 μF C_5 680pF C_6 0.01 μF C_7 2.2 μF
 C_8 47 μF VD 1N4007 V1 (5V) V2 9011 IC1 CS7232
 IC2 5G7555 VT MAC97A6 H (<200W)

按动熄灯开关 SB，由时基电路 IC2 等组成的无稳态振荡器工作，其第③脚输出正脉冲信号，经 V2 反相后输入 IC1 第②脚，使灯光亮度逐渐变弱，最后自动熄灭。由最大亮度至关灯共需 83 个方波信号。按图选用元件，IC2 产生的脉冲频率 1.4Hz，其延时关灯时间应小于 1min。IC2 每工作 1min（产生不少于 83 个方波）后，随着 C_8 充电电压的上升，其④脚电位小于 0.4V，IC2 被强制复位停止工作。再次开灯时，人手触摸 M，灯光由暗逐渐变亮。触摸 M 关灯和按动 SB 延时关灯互不影响，可以任意选择。

制作时，IC2 一定要用功耗很低的 CMOS 时基集成电路，如 5G7555、CB7555、GLC555 型等。 C_8 最好用漏电流很小的 CA42 型钽电解电容。

此种灯开关能消除开关灯时灯光突变给人造成的不舒适感；同时，延时熄灯还避免了关灯后人在黑暗中短时行动的不便。也可将电路装入事先已拆去所有构件的壁开关板背面，用于控制换气扇、走廊灯等。

18. 遥控/触摸调光灯开关电路

遥控触摸调光台灯电路图如图 6-18 所示。

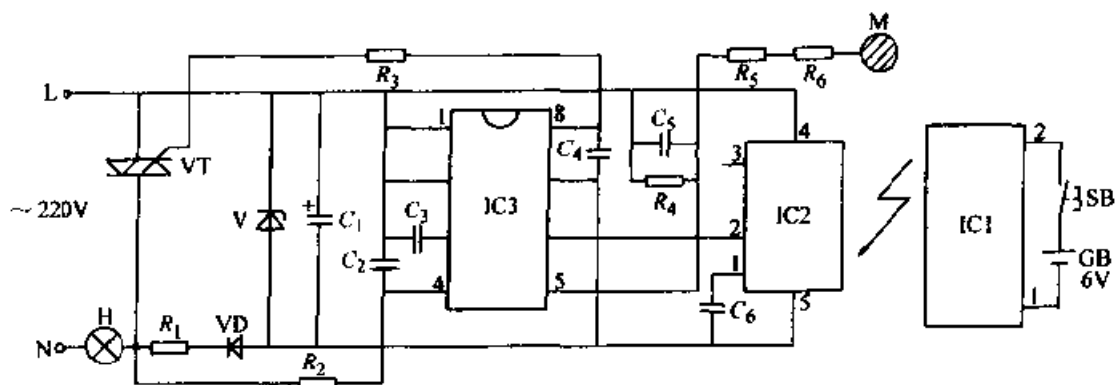


图 6-18 遥控/触摸调光灯开关电路

R_1 22k Ω R_2 1.5M Ω R_3 220 Ω R_4 330k Ω R_5 2.7M Ω R_6 3.3M Ω C_1 220 μ F

C_2 1000pF C_3 0.047 μ F C_4 、 C_5 0.1 μ F C_6 680pF VD 1N4007 V (5V)

IC1 RCM-1A IC2 RCM-1B IC3 CS7232 VT KS (1~5) A 800V

无线遥控发射模块 IC1 和电源 GB、按钮 SB 构成了发射器，无线电遥控接收模块 IC2 和 IC3 等构成了接收控制器。当按下发射器电源开关 SB 时，IC1 内藏发射天线就会向周围空间辐射出频率为 250~300MHz 的超高频调制电磁波，在有效距离范围 (≤ 15 m) 内，被 IC2 内藏天线接收，经模块内部电路解调、放大、检波、延时和电平转换后，从其②脚输出高电平脉冲，并直接加至 IC3 的⑥脚。当发射器送来的指令信号时间 ≤ 332 ms 时，IC3 控制 VT 工作于开关状态；当按下 SB 的时间大于 332ms 时，VT 工作于调光状态。人手触摸 M，同样可完成类似控制。

制作时，IC1、IC2 选用国产 RCM-1 型超短波无线电遥控模块组件。发射器组件体积很小，便于随身携带。其自身耗电甚微 (< 0.42 W)，工作稳定可靠。该开关可用于客厅吊灯、台灯和壁灯等。

19. 用集成电路 TCA785 控制的单相交流调温电路

TCA785 是第三代晶闸管单片移相触发集成电路，其引脚排列与国产的 KJ785 完全相同，可以互换。它与原有的 KJ 系列或 KC 系列电路相比，其对零点的识别更加可靠，输出脉冲的齐整度更好，而移相范围更宽，且由于它的输出脉宽可人为自由调节，所以适应范围较广。

TCA785 是双列直插式的 16 引脚大规模集成电路。其内部由零点鉴别器、同步寄存器、恒流源、控制比较器、放电晶体管、放电监控器、电平转换及稳压电路、锯齿波发生器及输出逻辑网络等九个单元组成。其管脚功能为：⑬ (V_S) 电源端、① (Q_S) 接地端、④ (Q_1) 和② (Q_2) 输出脉冲的 1 和 2 的非端、⑭ (Q_1) 和⑮ (Q_2) 输出脉冲 1 和 2 端、⑬ (L) 非输出脉冲宽度控制端、⑫ (C_{12}) 输出 Q_1 、 Q_2 脉宽控制端、⑪ (V_{11}) 输出脉冲 Q_1 、 Q_2 或 Q_1 、 Q_2 移相控制直流电压输入端、⑩ (C_{10}) 外接锯齿波电容连接端、⑨ (R_9) 锯齿波电阻连接端、⑧ (V_{REF}) 自身输出的高稳定基准电压端、⑦ (Q_Z) 和③ (Q_V) TCA785 输出的两个逻辑脉冲信号端、⑥ (I) 脉冲信号禁止端、⑤ (V_{SYNC}) 同步电压输入端。

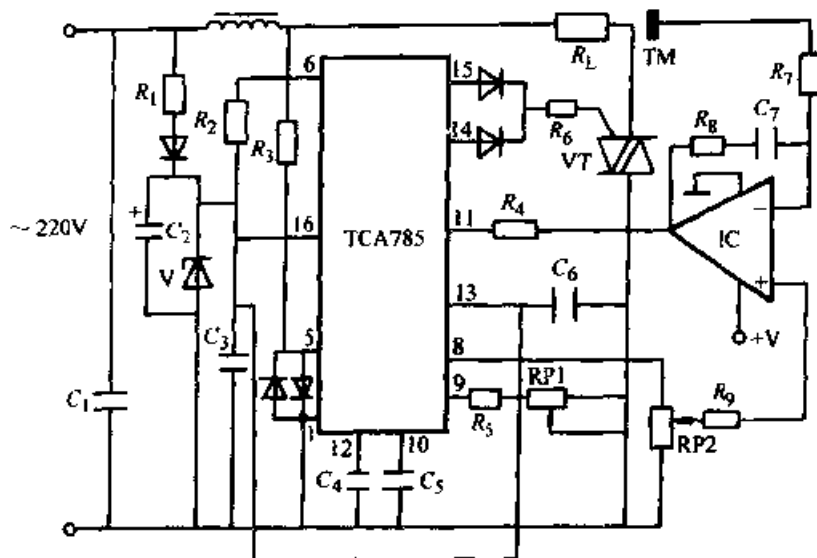


图 6-19 用 TCA785 控制的单相交流调温电路

R_1 4.7k Ω R_2 10k Ω R_3 220k Ω R_4 1k Ω R_5 22k Ω R_6 20 Ω R_7 2M Ω
 $RP1$ 100k Ω C_1 0.22 μ F C_2 470 μ F C_3 0.47 μ F C_4 150pF C_5
 0.047 μ F C_6 2.2 μ F IC LM741

温度控制在电力电子技术领域中有着广泛的应用。图 6-19 为应用 TCA785 输出的 Q_1 及 Q_2 脉冲分别在交流电源的正负半周来直接触发双向晶闸管，移相控制电压 V_{11} 来自温度调节器 IC 的输出，TCA785 自身的工作电源直接由电网电压半波整流滤波、稳压管稳压后得到，这种结构省去了常规需要的控制变压器，使整个电路得以简化。温度反馈用传感器得到。这种系统有较高的控温精度。

20. 无线调光电路

TH9801/TH9802 是一套编码遥控四级调光灯专用电路。它可控制白炽灯按照弱光、中光、强光、熄灯等顺序循环变化。

TH9801 为编码器，它采用 5 位二态地址编码对遥控指令进行加密，即 $a_1 \sim a_5$ 五个编码端每位可设定为“1”（开路）、“0”（地）两种状态，故共有 $2^5 = 32$ 种不

重复编码。这样可使无线遥控电路做到同频不同码,不会产生误动作。典型应用电路见图 6-20a。IC2 为无线电发射模块,工作频率为 315MHz,工作电压为 9V。

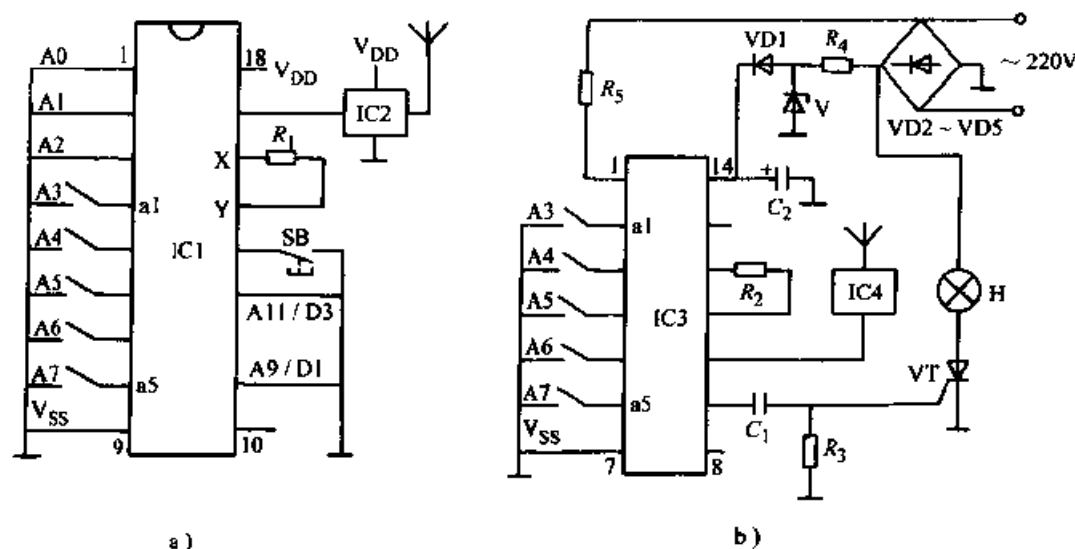


图 6-20 无线调光电路

R_1 150k Ω R_2 300 Ω R_3 10k Ω R_4 36k Ω R_5 2M Ω C_1 103 μ F C_2 100 μ F

VD1~VD5 1N4007 V (6V) IC1 TH9801 IC2 CY100 IC3 TH9802 IC4 CJ103

IC3 为解码器,它内部已含了四级调光控制信号产生电路,典型应用见图 6-20b。IC4 为无线接收模块,工作频率 315MHz,工作电压 9V。IC2 与 IC4 是配套的无线收/发模块,型号为 CY100/CJ103。

当 TH9801 与 TH9802 编码器一致时,按动图 6-22a 中 SB, TH9802 的⑨脚会依次输出三种相位的触发脉冲,通过 C_1 去控制晶闸管导通,从而使被遥控的电灯具有三级变化(强、中、弱)和关断功能。

TH9801/TH9802 还可应用于调速、调温等各类控制中。

21. 手动式无级调光电路

手动式无级调光电路如图 6-21 所示。

它主要由阻容移相电路及双向晶闸管交流开关两部分组成。闭合开关 SB 后, 220V 交流电通过 RP1、RP2 和 R 向 C_1 充电,当 C_1 两端充电电压达到双向触发二极管 V 的转折电压时, V 和双向晶闸管 VT 相继导通,使被控灯 H 得电发光。当交流电压过零反向时, VT 自行关断, C_1 又开始反向充电,重复上述过程。可见,在交流电压每一周期内, VT 在正、负半周均对称导通一次。如果调节 RP1 的阻值大小,就会改变 C_1 的充电速率,从而在任意半个周期内使 VT 触发导通时间前移或后退,即改变了 VT 导通角的大小,相应的加在 H 两端的平均电压也随之变化,故实现无级调光目的。

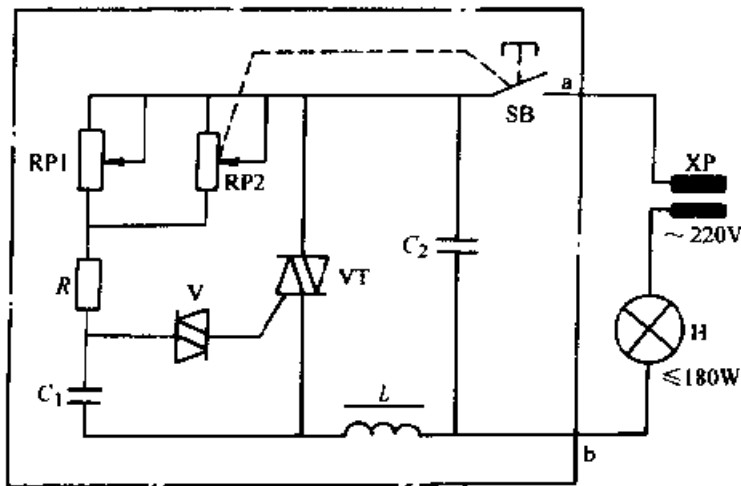


图 6-21 手动式无级调光电路

R $1k\Omega$ $RP1$ $680k\Omega$ $RP2$ $470k\Omega$ C_1 $0.22\mu F$ C_2 $0.022\mu F$
 V DB3 VT MAC97A6

22. 用 LM567 集成电路制作电热器件调温电路

可用于电熨斗、电热毯、电烙铁等电热器件调温的电路如图 6-22 所示。

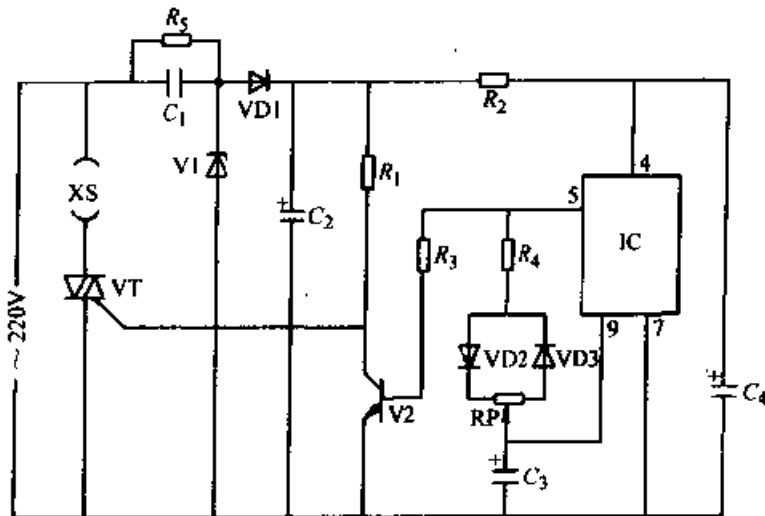


图 6-22 用 LM567 集成电路作电热器件调温电路

R_1 、 R_2 $1k\Omega$ R_3 $10k\Omega$ R_4 $2k\Omega$ R_5 $1M\Omega$ RP $100k\Omega$ C_1 $1\mu F$ C_2 $220\mu F$
 C_3 $22\mu F$ C_4 $10\mu F$ $VD1$ 1N4001 $VD2$ 、 $VD3$ 1N4148 $V1$ 2CW60 $V2$ 9013
 VT BCR3AM IC LM567

电路由占空比可调的振荡器、晶闸管开关及电源电路等组成。

振荡器由频率解码器 LM567 组成，本电路巧妙地利用了 LM567，使它构成占空比可调的方波发生器，其占空比由电位器 RP 调节。当输出端⑤脚输出高电平时，三极管 V2 导通，其集电极即晶闸管 VT 的控制极为低电平，VT 处于关断状态，插在插座 XS 里的电热器件不通电；当 LM567 输出端⑤脚输出低电平时，三

极管 V2 截止, 其集电极即晶闸管 VT 的控制极为高电平, VT 就由原来的关断状态转为导通状态, 插座 XS 就对电热器件加热。

当 LM567 间歇交替输出高电平和低电平时, 电热器件就处于间歇通电状态, 若 LM567 输出方波脉冲占空比较高时, 即输出高电平时间大于输出低电平时间, 则 VT 关断时间入于开通时间, 故电热器件通电时间较少, 温度就低; 若输出方波脉冲的占空比较低, 即输出高电平时间小于输出低电平时间, VT 开通时间就长于关断时间, 电热器件通电加热时间就长, 故温度就高。所以调节 RP 因改变了振荡器输出脉冲的占空比, 故能调节电热器件的温度。在图示位置当 RP 的滑动端向右移动时, 输出脉冲占空比将变大, 电热器件的温度将降低; 反之, RP 滑动端左移, 占空比变小, 电热器件的温度将升高。

使用时将需要调温的电热器件 (如电熨斗) 插在本机的输出插座里, 电位器 RP 首先应调在占空比最低的位置 (即图示 RP 滑动端应旋到最左位置), 这时电熨斗几乎全压通电加热, 待电熨斗达到最高温度, 将电位器稍微右旋, 使占空比略微增高, 由于电熨斗的热惯性作用, 电熨斗的温度并不会降低, 但耗电量却得到减小, 从而达到节电目的。如果继续将电位器 RP 滑动端右旋, 使占空比继续加大, 则电熨斗的温度就会下降, 从而达到调温的目的。

七、电源控制电路

1. 单稳多谐式点焊机

单稳多谐式点焊机电路原理见图 7-1。

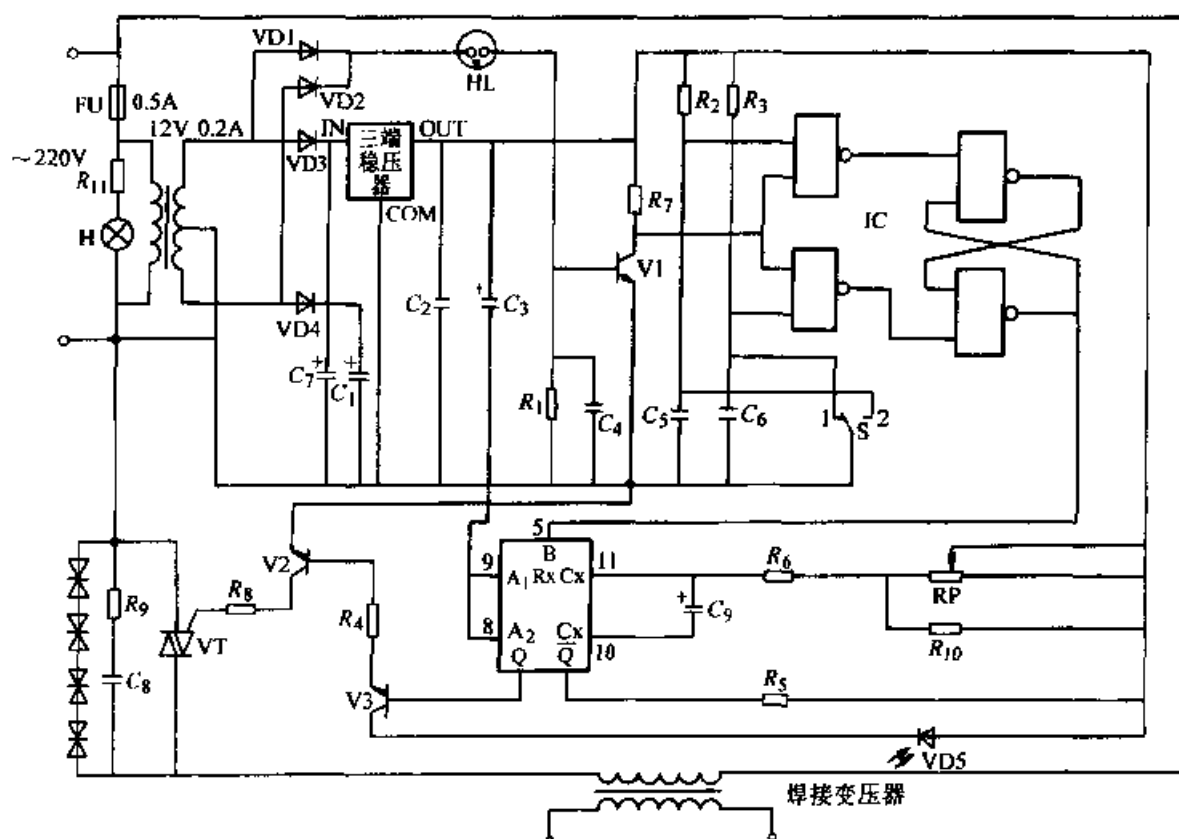


图 7-1 单稳多谐式点焊机

V1、V3 3DG12B V2 3DG87 C₁ 470μF C₂、C₃、C₇、C₈ 0.1μF C₅ 10μF

C₄、C₆ 0.01μF C₉ 1μF R₁、R₂、R₃、R₇ 4.7kΩ R₄ 330Ω

R₅ 200Ω R₆、R₁₀ 33kΩ R₈ 100Ω R₉ 10Ω RP 33kΩ

IC1 SN7400N IC2 SN7412N VD1~VD4 1N4007

这是一种焊接细线用的点焊机电路。它采用零压控制。通过 HL 和 V1 产生 100Hz 的时钟脉冲。S 扳向 1 端，在电源电压过零后，驱动单稳多谐振荡器 SN7412N，使之 Q 端输出正脉冲信号，这样 V2、V3 导通，于是在双向晶闸管的门极上就有负的控制电压，晶闸管导通，焊接变压器得电。此时，发光二极管 VD5 发光，指示焊接正常工作。

用作细线焊接时,使用电流为 30A 的双向晶闸管。Q1 是一个微动开关,它能使焊机的电极在给定时间上下动作。通电时间大约在 0.2~0.4s 之间。

2. 100W 高压恒流可调充电机

本充电机可对全系列镍镉、镍氢等可充电电池进行大规模串接充电。该充电机一旦调定恒流值,被充电电池在数十节内任意变化时,其充电电流均保持不变。开路时具有声音报警,输出短路时能自动保护。若配用 1~7 号通用电池夹,就成为一台更换方便的批量充电或封闭化的高精度恒流充电机。

充电机电路原理见图 7-2。

IC1 为 PWM 开关电源控制电路,其 15V 工作电源采用小功率辅助开关电源独立隔离提供。接通市电后,辅助开关电源向控制电路及风扇供电,IC1 起振工作,⑨、⑩脚输出反相开关信号,开关频率由⑤、⑥脚外接 C_1 、 R_2 的值决定,其输出脉宽占空比由⑪脚反馈及①脚调整,经 V1~V4 放大、T1 隔离驱动、V5、V6 进行功率变换,再经 T2 隔离降压后 VD1、VD2 全波整流输出所需直流电压。电流表接在整流负极端,SB2 的切换改变两档电流大小指示。IC2 作低电压比较器,当输出开路时,输出负端与内部地端电位差为零,比较器翻转输出高电平,驱动音源及喇叭发出开路故障报警声。但正常充电时,如 40mA 小电流充电,该两端压差不为零,经检测后报警电路不工作。此功能十分有用,当数十只电池串接时,因接触不良造成回路不通而延误通电时,充电机会及时报警。

需注意,①被充串联电池的容量应相同,容量不同时严禁串接充电。②本机输出电压 100V,通常 1.2V 可充电池最多串接 66 节。而其它如镉铅酸电池,额定电压为 1.5V,其充电只数应减少。③以 0.1C 容量充电率充电时,深充时间通常在 12~14h,应注意严格控制充电时间。④当电池充电极性反接时,有可能熔断输出熔丝,当再充电而机器提示开路报警时,除应检查被充电池组串接是否良好外,同时还应检查后部熔丝管 FU2 是否完好。要注意使用同规格的熔丝管 (1.5~2A) 代换。

3. 3kW 全桥场效应模块组件用作专业功放稳压电源

3kW 全桥场效应模块组件由 4 块艾赛斯功率模块组成。其内部结构原理见图 7-3-1。

每个模块中包含 4 只 500V 18A 的场效应晶体管,整个全桥组件共用 16 只功率场效应晶体管。每个半桥都用一个专用的输入变压器给模块提供足够的推拉电流。由一只中功率 PNP 三极管及外围元件组成的快速吸收回路,能使功率场效应晶体管模块在关断时快速截止,避免两管共同导通现象,回路中的两只稳压二极管是输入信号限幅器,它能使场效应晶体管免受高压脉冲尖峰的损害。该全桥组

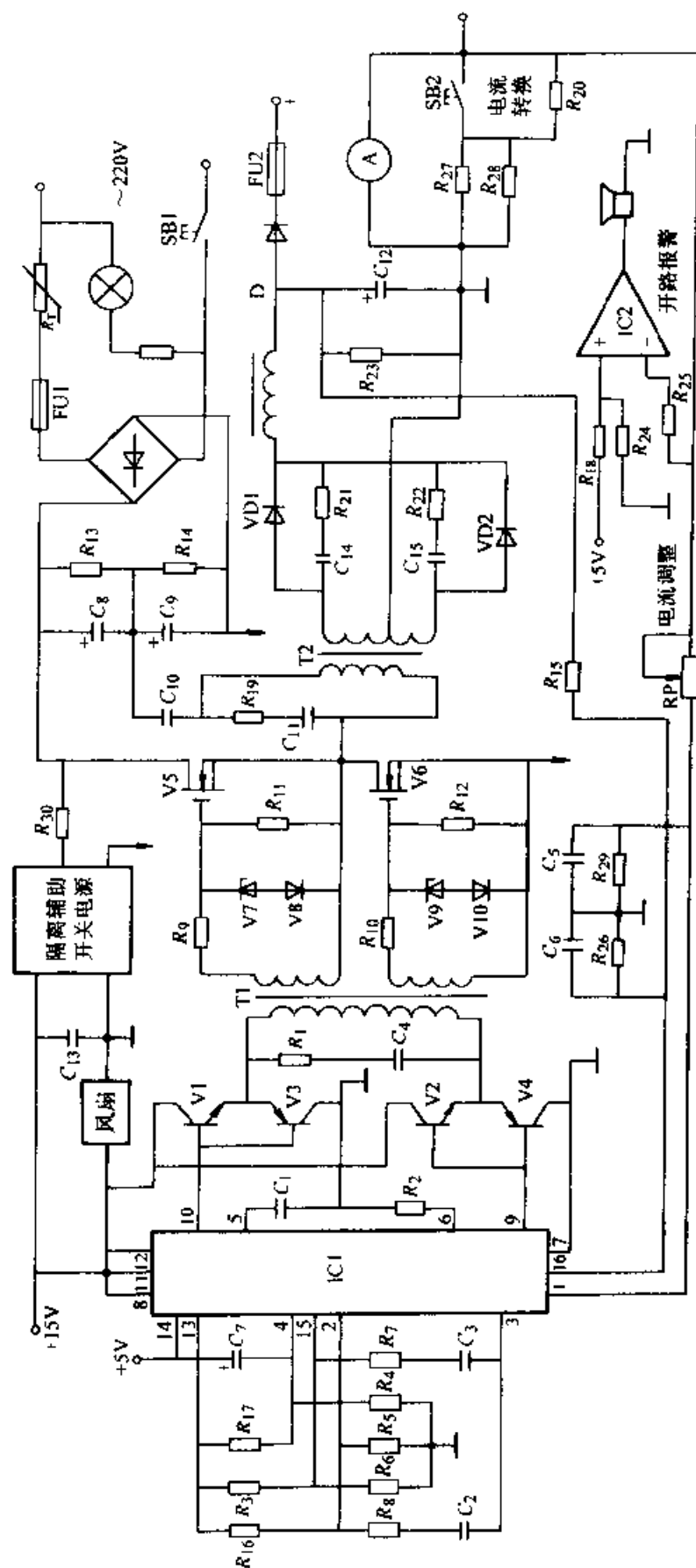


图 7-2 100W 高压恒流可充调充电机

R_1 1k Ω R_2 1.5k Ω $R_3 \sim R_6$ 10k Ω R_7, R_8 47k Ω R_9, R_{10} 33 Ω R_{11}, R_{12} 2.7k Ω $R_{13} \sim R_{18}$ 220k Ω $R_{19} \sim R_{22}$ 10 Ω R_{23} 6.8k Ω
 R_{24}, R_{25} 4.7k Ω R_{26} 5.1k Ω R_{27}, R_{28} 8.2 Ω R_{29} 1.5k Ω R_{30} 2.2k Ω RP220k Ω $C_1 \sim C_3, C_5, C_6$ 0.01 μ F C_4 4700pF C_7 47 μ F
 C_8, C_9 220 μ F C_{10} 1 μ F C_{11} 222 μ F C_{12} 8.2 μ F C_{13} 0.1 μ F C_{14}, C_{15} 1000pF VD1, VD2 BY8P80 V1, V2 5551 V3, V4
 5401 V5 3A400V V6 3A400V V7, V8, V9, V10 (15V) IC1 TL494 IC2 LM358 FU1, FU2(2A)

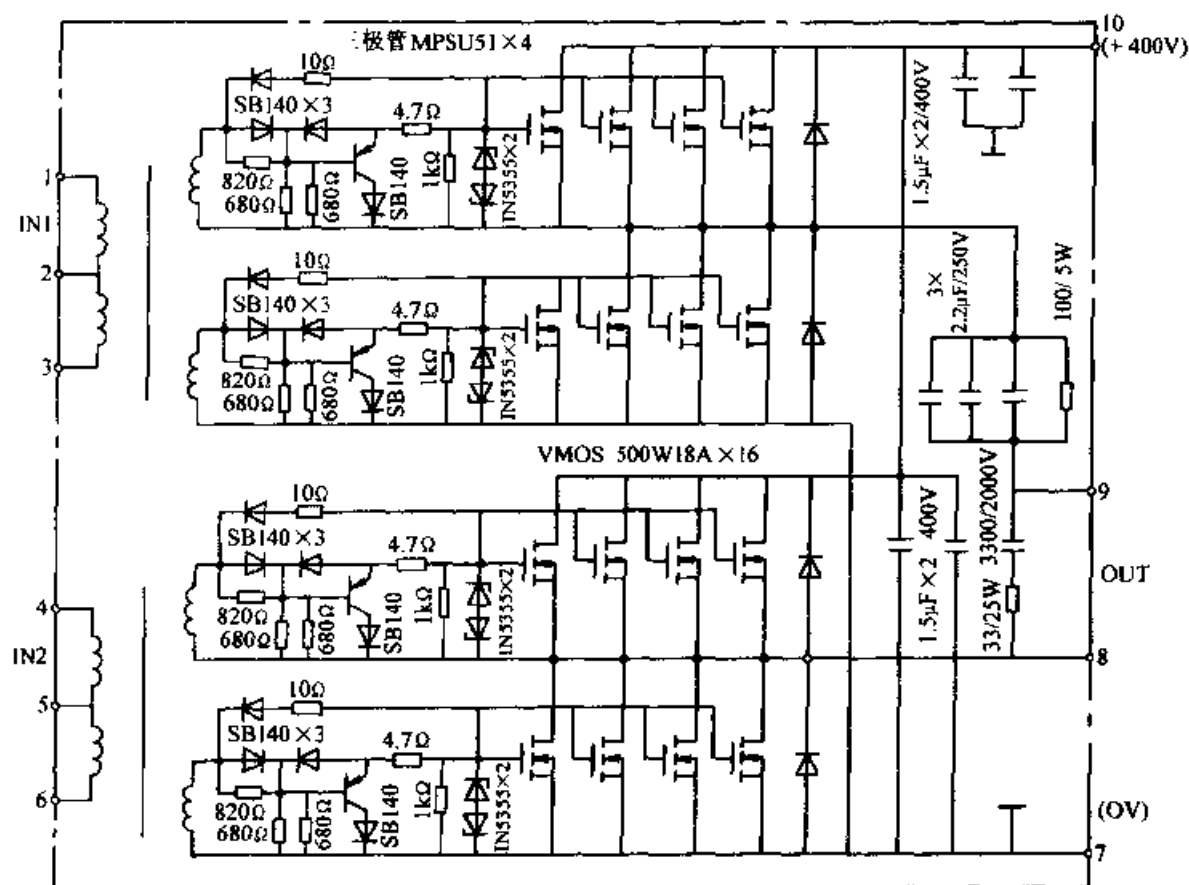


图 7-3-1 3kW 全桥场效应模块内部结构原理图

件的输出端接有一个 1 : 100 的电流互感器,对整台开关电源的过载保护有极大好处。

由大功率铝壳电阻与 WIMA 2000V 3300P 组成的变压器高压尖峰吸收回路以及由三只 $2.2\mu\text{F}$ 高品质高压电容与另一只 100Ω 大功率金属氧化膜电阻的输出隔直电路使由本组件组成的大功率开关电源的设计更加完美。组件体积 $110\text{mm} \times 250\text{mm} \times 50\text{mm}$, 线路板双面镀金, 散热器材料为专用精密铸造合金铝。

由该模块组件构成的开关稳压电源电路见图 7-3-2。

电路主要由输入精密多级交流滤波网络、软启动及一次整流滤波、辅助开关式稳压电源、全桥组件、推动及控制模块、高品质环形高频变压器、二次整流滤波、输出级超净化滤波、线性稳压电路(副输出)、智能风机电源等组成。本稳压电路采用进口专用优质大环形磁芯,线圈采用几百根小漆包线(编织线)绕制,使本电源的输入功率巨大、效率极高,而体积却不很大。由于采用特殊的环形磁芯结构,故其自身的高频干扰也较低。

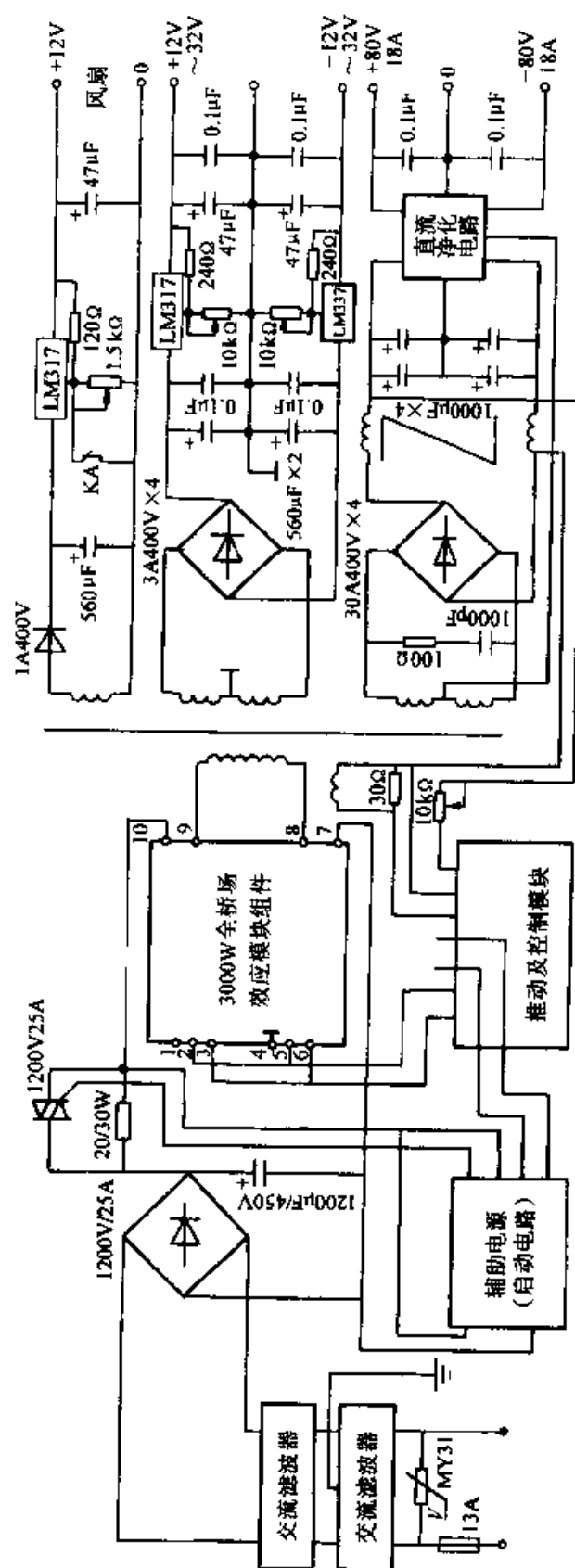


图 7-3-2 3kW 全桥场效应模块用专业功放稳压电源原理图

4. 180A 恒流可调高频逆变式氩弧焊机电源

使用 3kW 全桥场效应模块组成的 180A 恒流可调高频逆变式氩弧焊机电源电路见图 7-4。

该电源的基本原理是利用大功率开关器件 VMOS 场效应晶体管将 50~60Hz 的工频逆变为 100kHz 以上的高频,再降压整流并通过脉宽调制技术 (PWM),输出可供焊接用的大功率直流电源。由于采用了开关电源逆变技术,焊机主变压器的重量、体积大幅度下降,效果提高了 30%。引弧系统采用高频振荡原理,其特点是稳定、可靠、轻便、节能、无电磁噪声。

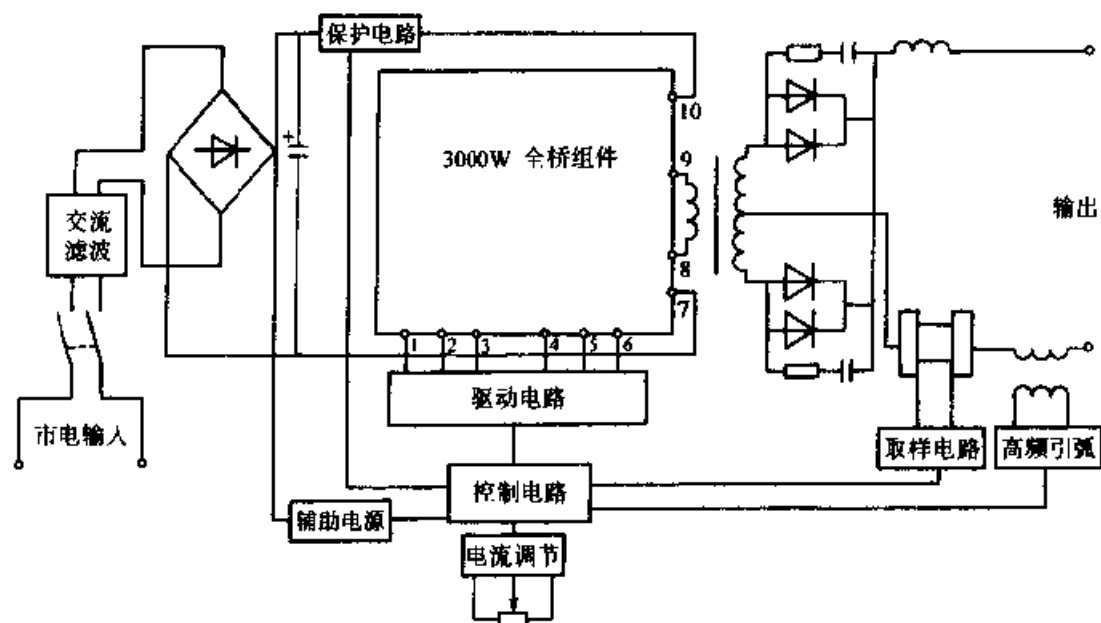


图 7-4 180A 恒流可调高频逆变式
氩弧焊机电源原理简图

5. 大型电动车、变电站、直流屏大功率电池组充电电源

图 7-5 为利用 3000W 全桥场效应模块组件构成的大功率电池组充电电源。

其原理是通过充电专用控制推动模块控制、驱动全桥场效应模块组件作大功率 D 类放大,通过优质高频大磁环变压器降压为所需的电压、电流,从而给大容量电池组充电。其控制形式为恒压(限压、电压可调)、恒流(可调、充满时自动减流),还可根据需要设计为分段充电(按时间或充电电流值),充满自停或变为涓流等。

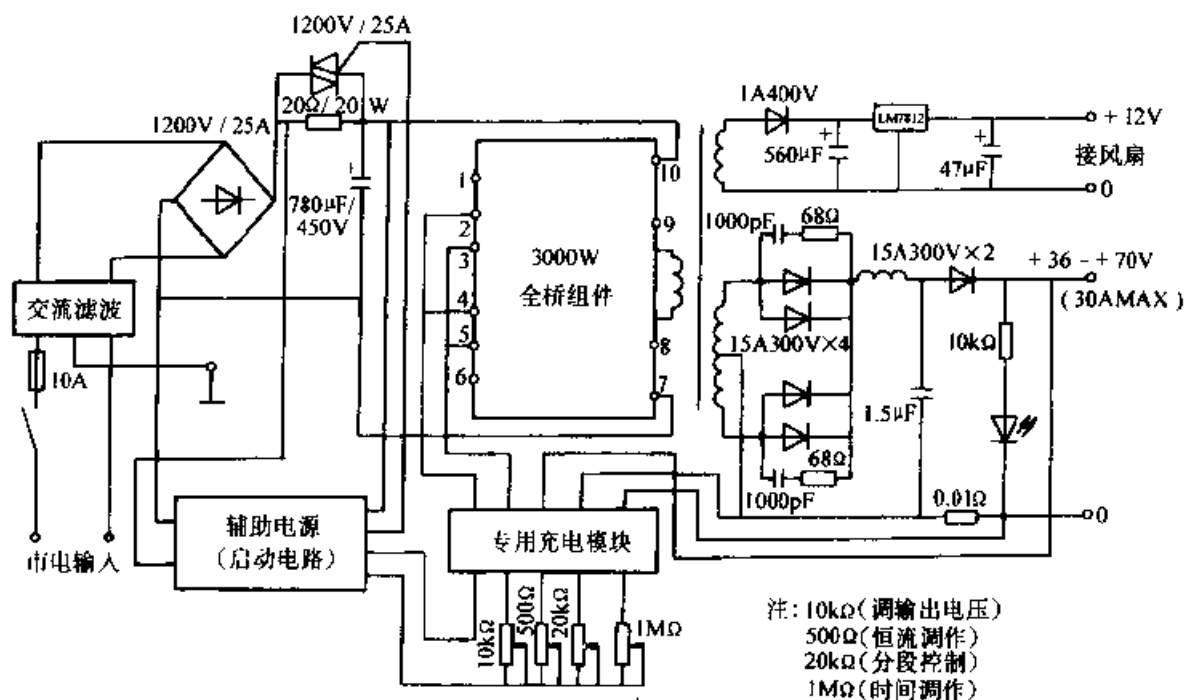


图 7-5 大功率充电机原理简图

6. 手机 SPN4096A 充电器

MOTORLA SPN4096A 型充电适用于摩托罗拉多种型号手机电池充电，其电路采用脉宽调制式开关电源电路，工作可靠、性能稳定，适应电压为 85~260V。SPN4096A 充电器电路原理见图 7-6。

TC 为开关变压器，V1 为开关管，采用场效应晶体管 IRF830 和晶体管 V2、V3 以及 R_5 等组成脉冲宽度调整电路，通过检测 TC 二次输出电压高低以调整 V1 栅极振荡电压。

220V 市电经 VD1~VD4 整流滤波，在 C_1 两端产生 +300V 直流电压，该电压经 TC ①、②脚加到 V1 漏极，同时经 R_2 为 V1 栅极提供启动电压，V1 导通，TC 二次绕组 ③、④脚⑤、⑥脚输出交流电压，TC ⑤脚输出的交流电压经 VD7 整流、 C_5 滤波使稳压管 V5 反向击穿，同时经 R_{11} 为 V4 基极提供电压，V4 导通，光耦合器内发光管因有电流通过而发光，光耦合器内光敏管兼作 TC ③脚交流电压整流。光敏管不发光时不起作用。TC ④脚交流电压经 C_2 、 R_6 为 V1 栅极提供反馈脉冲，以使 V1 振荡工作。VD5 为保护二极管。TC ③脚交流电压经 IC 整流后通过 R_7 加到 V2 基极、V3 集电极，V2、V3 工作，对 V1 栅极电压进行脉宽调整。若 C_5 两端电压偏高时，IC 内发光管发光增强，V2、V3 导通量增大，V1 输出脉冲宽度变窄，TC 二次输出电压相应降低。当 C_5 两端电压偏低时，同理，V1 输出脉冲宽度增加， C_5 两端电压随之升高始终稳定在 7.8V，从而达到恒压充电的目的。调整 RP

可调整光耦合器内发光管电流的大小, 以实现输出电流大小的调整。JP②脚为充电正电压输出端, 将手机电池插入充电器座时, JP③脚与手机内电池负极经 R_{12} 接地。

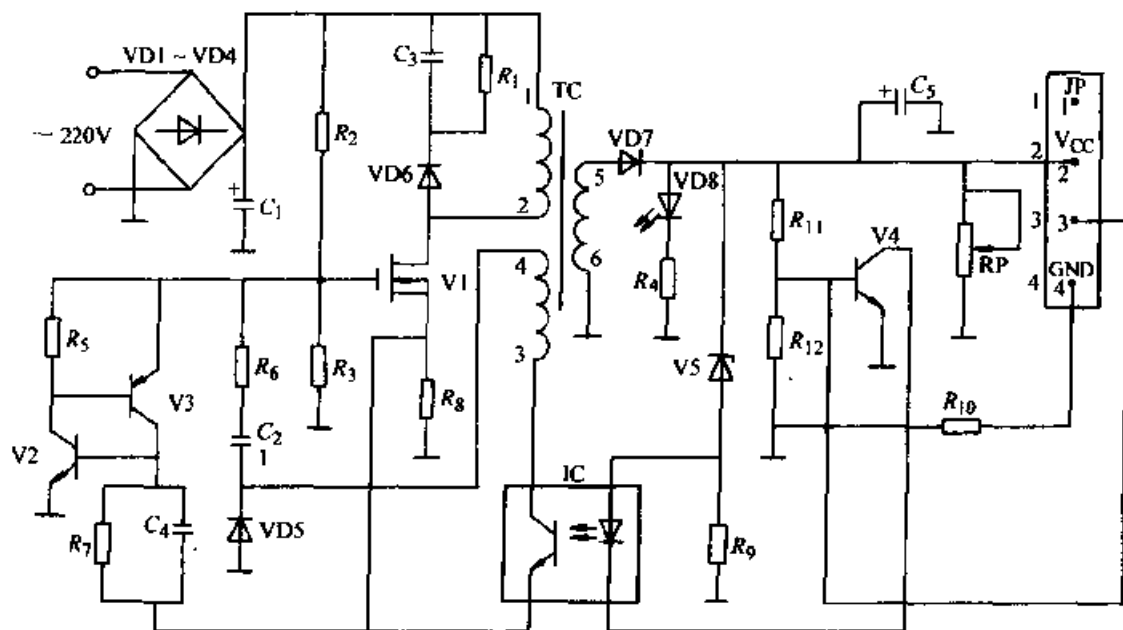


图 7-6 摩托罗拉手机 SPN4096A 充电器电路

R_1 820k Ω R_2 1M Ω R_3 100k Ω R_4 270 Ω R_5 、 R_9 510 Ω R_6 2.2k Ω
 R_7 150 Ω R_8 1 Ω R_{10} 30k Ω R_{11} 1.2k Ω R_{12} 5 Ω R_{13} 30k Ω
 C_1 4.7 μ F C_2 152 C_3 、 C_4 0.1 μ F C_5 220 μ F RP 1k Ω VD1~VD4
 1N40074 VD5 1N4148 VD6 FR107 VD7 1N5822 V1 IRF830
 V2、V4 S9014 V3 S9015 V5 (3.9V) IC MD435

7. 自制手机电池充电器

一般手机电池充电器为大电流充电, 使用时间长了会降低电池使用寿命。现介绍一种充电器, 放完就充, 充满自停, 效果良好。电路见图 7-7。

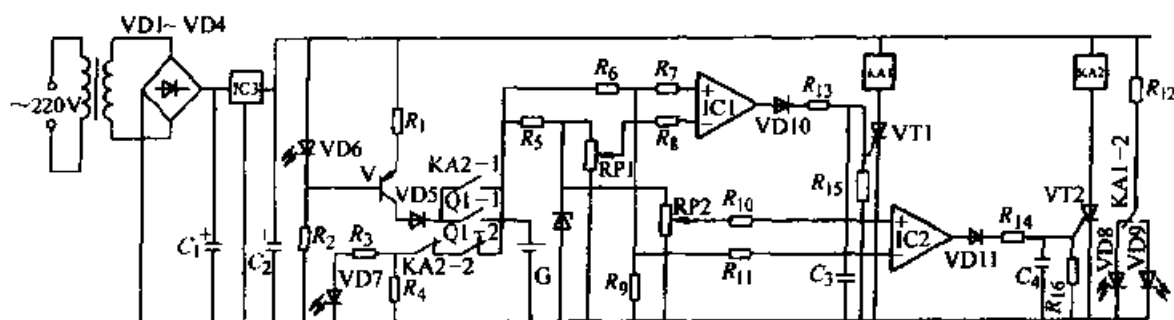


图 7-7 自制手机充电器

R_1 15k Ω R_2 、 R_6 、 R_9 、 R_{12} 1k Ω R_3 500 Ω R_4 20 Ω R_5 100 Ω R_7 、 R_8 、
 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{15} 、 R_{16} 100k Ω R_{13} 、 R_{14} 10k Ω RP1、RP2 5k Ω C_1 1000 μ F
 C_2 100 μ F C_3 、 C_4 0.1 μ F VD1~VD4 VD5 1N4007 VD10 1N4148 VD11
 1N4148 V S9012 VT1、VT2 1A/500V IC1、IC2 LM324 IC3 LM7812

市电经降压、整流、滤波、稳压输出 12V 直流电压供充电控制电路使用。VD6、V、 R_1 、 R_2 、VD5 构成恒流充电电路。当 Q1-1 接通、Q1-2 断开时，充电器直流充电；当 Q1-1 断开、Q1-2 接通时，电池通过 Q1-2、KA2-2 对 R_1 放电，VD7 作放电指示；当放电到 IC2 同相端比反相端电压高时，VT2 导通、KA2 吸合，KA2-2 断开、KA2-1 接通，电池开始充电，当充到 IC1 同相端比反相端电压高时，VT1 导通，KA1 吸合，KA1-2 断开，VD8 灭，VD9 亮，表示充电过程结束。

调整 R_1 可改变充电电流大小。充满自停可调整 RP1，放电完自充可调整 RP2。

8. 350W 普及型通用大功率开关电源

大功率开关电源较普通变压器式电源有诸多优点，在音响设备中得到越来越多的应用。一种实用价值较高的 KD-99A 型开关电源电路如图 7-8 所示。

KD-99A 中使用了专用电源芯片 SG3525A。电路中主振频率为 75kHz（老式开关电源的频率为 20~50kHz），因此其体积要比传统变压器式电源小很多。电路设置的各种保护环节可让 KD-99A 长期安全工作。电路中功率逆变由两只大功率 VMOS 管组成，主通道功率大于 $150W \times 2$ ，总功率达 350W 以上。KD-99A 中还留有升级余地，一些相关功率组件作简单变动、调整，则整机功率可加倍提升。KD-99A 电源外壳为纯铝结构，尺寸为 $9.8cm \times 6.8cm \times 26cm$ 。

9. 精确的 12V 蓄电池自动充电机

本充电机精确之处在于使用了集成运放作电压比较器，在设定的充电电压限额上，只需超过 0.15V 便令电路翻转。如 12V 铅酸蓄电池充满电压约为 13.5V，而充电设置电压的限额应调在 13.2V，充至 13.35V 便停充。实际充到 13.2V 时便充满达临界点上，“充电”、“充满”两指示灯交替闪烁。这就标志已经充满。也就是说真正充满而停充只能维持很短一瞬间，因充与充满之间只有 0.15V 的差别，当充满而停充时，电瓶电压很快退出这个限额往下稍降。本充电机采用灵敏的集成运放作比较器发现这一微小的电压降落，马上又命令充电红灯亮。充电机电路如图 7-9 所示。

变压器二次侧分两组各自整流，L1 组负责充电，VD4 黄灯表示充电之整流电源工作正常。晶闸管 VT1 采用移相触发电路，调整 R_{19} 可改变移相角，即改变 VT1 中电流。双向晶闸管 VT2 是移相电路的通路开关。L2 组整流后经滤波与稳压为 IC1、IC2 供电。IC1 产生触发信号使 VT2 工作，VT1 导通，接通充电电路。精确的监测设置的充电电压限额，充电期间 IC2 的⑥脚为低电位， C_6 和 V6 避免了 IC2 由于受干扰于⑥脚上细微的脉冲小正电位而产生误动作。V4 停，VD6 灭，IC1 的④脚正电位而工作，VD5 红灯亮，VT2 导通，VT1 也导通充电。当充至设置的电

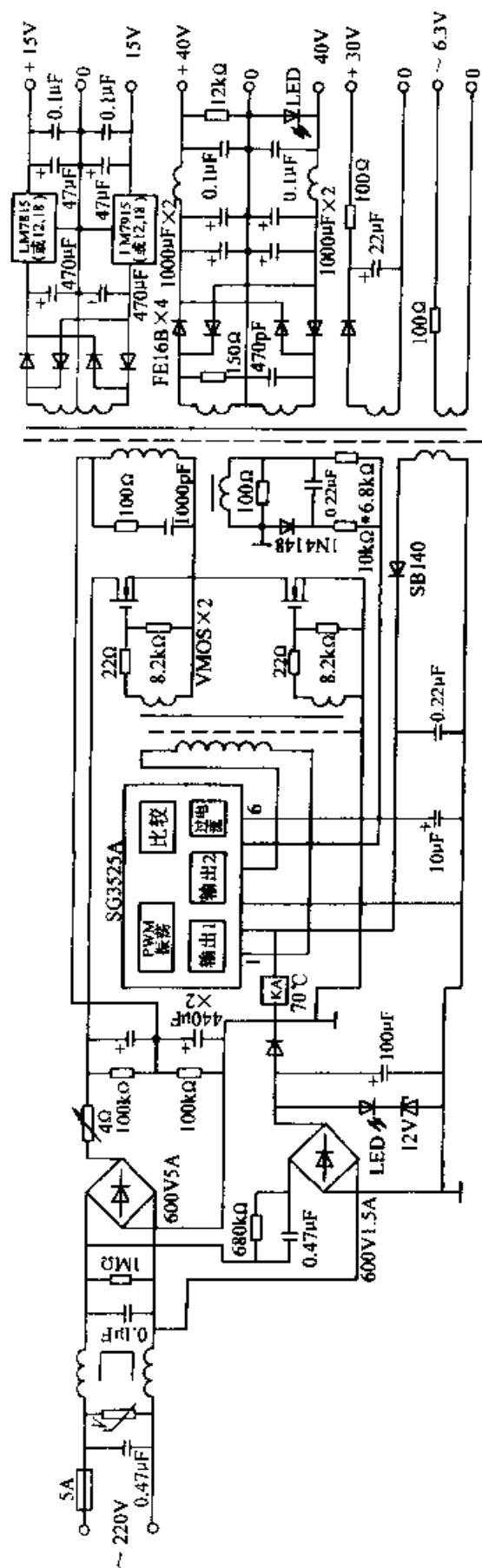


图 7-8 350W 普及型大功率开关电源

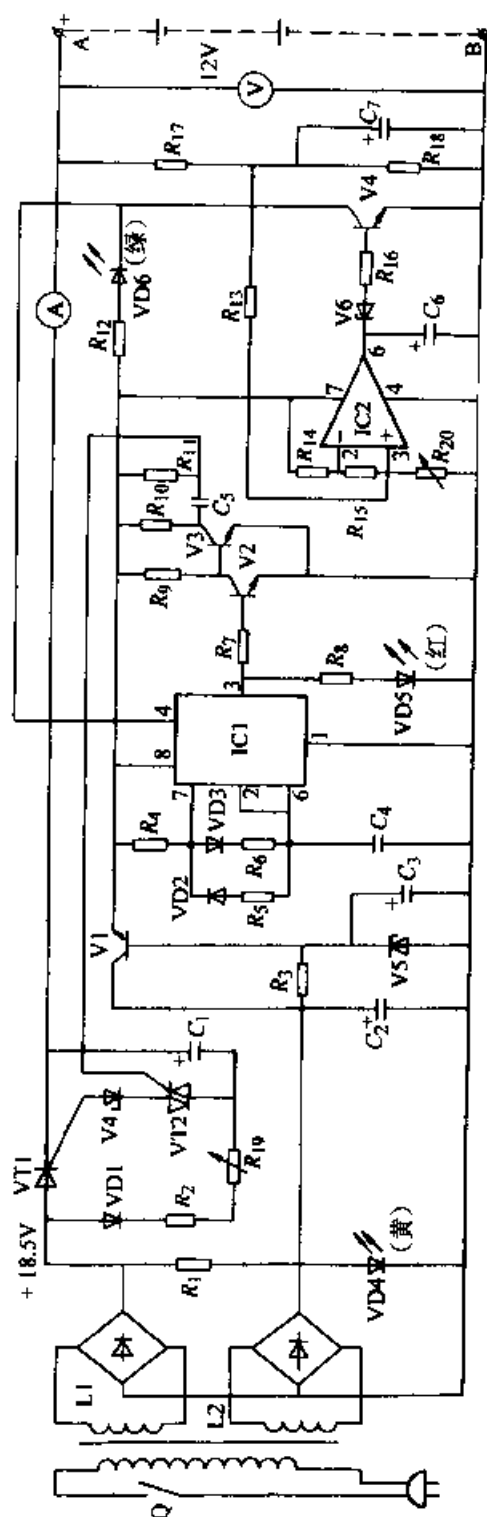


图 7-9 精确的 12V 自动充电机

R_1 6.8k Ω R_2 200 Ω R_3 560 Ω R_4 360k Ω R_5 160k Ω R_6 390k Ω R_7 4k Ω R_8 3k Ω R_9 8.2k Ω R_{10}, R_{14}
 10k Ω R_{11} 3M Ω R_{13} 7.5k Ω R_{15} 34k Ω R_{16}, R_{18} 2.2k Ω R_{17} 1.5k Ω R_{19} 3.7k Ω R_{20} 4.7k Ω

C_1, C_2, C_3 100 μ F C_4 10 μ F C_5 0.022 μ F C_6 0.56 μ F C_7 220 μ F

V1 8050 V2, V3 S9014 V4, V6 (4V) V5 (9.6V) IC1 NE555

IC2 F007 PV 0~15V PA 0~1.8A VDI~VD4 1N4001

压限额（调 R_{20} ），IC2 的③脚电位稍高过 IC2 的②脚而令 IC2 的⑥脚输出正电压（IC2 翻转），V6 通，V4 工作，集电极近乎零电位，IC1 的④脚亦同，IC1 停，红灯 VD5 灭，VT2 关，VT1 关，充电停。

对于 12V 电瓶充电，设置充满的限额电压取 13.2V，调整是：将一只 12V 电瓶接入本机的充电端，把市电插入开机。调 R_{19} 取充电电流 1A 左右，再调 R_{20} 使红、绿灯交替闪烁，即表示此时充电电压限额正是此时电瓶的电压值。如果电瓶电压是 12V，则调 R_{20} 使红灯亮绿灯灭。充电时电池电压应缓慢上升，待升到 13.2V 时，调 R_{20} 使红绿灯频闪，电池电压只要升到 13.3V 或 13.4V 则绿灯亮红灯灭， R_{20} 便已调好。

10. 智能型无工频变压器汽车蓄电池超级充电机

本充电机电路如图 7-10 所示。

开关组件 TDK-EA40A906（见图中虚线框内部分）由两对金封粗脚的高压大电流超大功率场效应晶体管等组成，管型号为 IR94-2404，分别安装在 4 块精工铣制的镀铬紫铜块上，输入端为精密专用插座，输出为电木精制接线端子。它是一块全桥驱动超大功率开关组件，可制作 1500W 功放专用开关稳压电源。本充电机并不用它作全桥驱动，而只作为半桥驱动。作为充电机，其输出恒压 56V 时，充电电流达 10A 以上，功率约 600W，用于 48V60~120AH 的电瓶充电，也已绰绰有余。

其原理简述如下：市电加至带滤波器的标准电源三芯插座，经整流滤波后分两路：一路给 TDK 开关组件供电，另一路给辅助电源供电。辅助电源直流输出通过一个简单的开关电路给模块 K985 供电。模块的输出推动 TDK 开关组件，经强力开关放大后，推动高频开关变压器，降压后，再由快速恢复二极管对作并联半波整流，这一点与功放开关电源电路有所不同。脉动电流比平滑电流对电瓶的充电效果更好，且本机充电脉冲频率为 100kHz，比传统的工频变压器充电频率高 1000 倍，故充电速度特快，效果特佳。

充电机的特殊保护措施包括：

1) 必须正确进行充电机的正负极连接方能自动启动，否则，充电机永远不能启动。通电后，辅助电源开始工作并输出约 15V 电压给 K985 模块，其正端与模块直连，负端的接入则受三极管 V5 控制，未接电瓶前，V5 截止，模块无电，TDK 组件不工作，充电机无输出。当电瓶正确接入后，A 点输出电流通过 VD13、 R_8 、 R_7 送到 V5 基极，V5 导通，模块 K985 得电，推动 TDK 组件工作，充电机输出 +56V 电压给 48V 电瓶充电。工作时，V5 基极被 VD5、VD6 箝位在 1.2V，保持导通。若电瓶反接或短路，A 点为反偏或无电压，V5 无法导通。

2) 当电瓶电压为电瓶标称电压 90% 左右时，与充电机输出电压差较大，初始

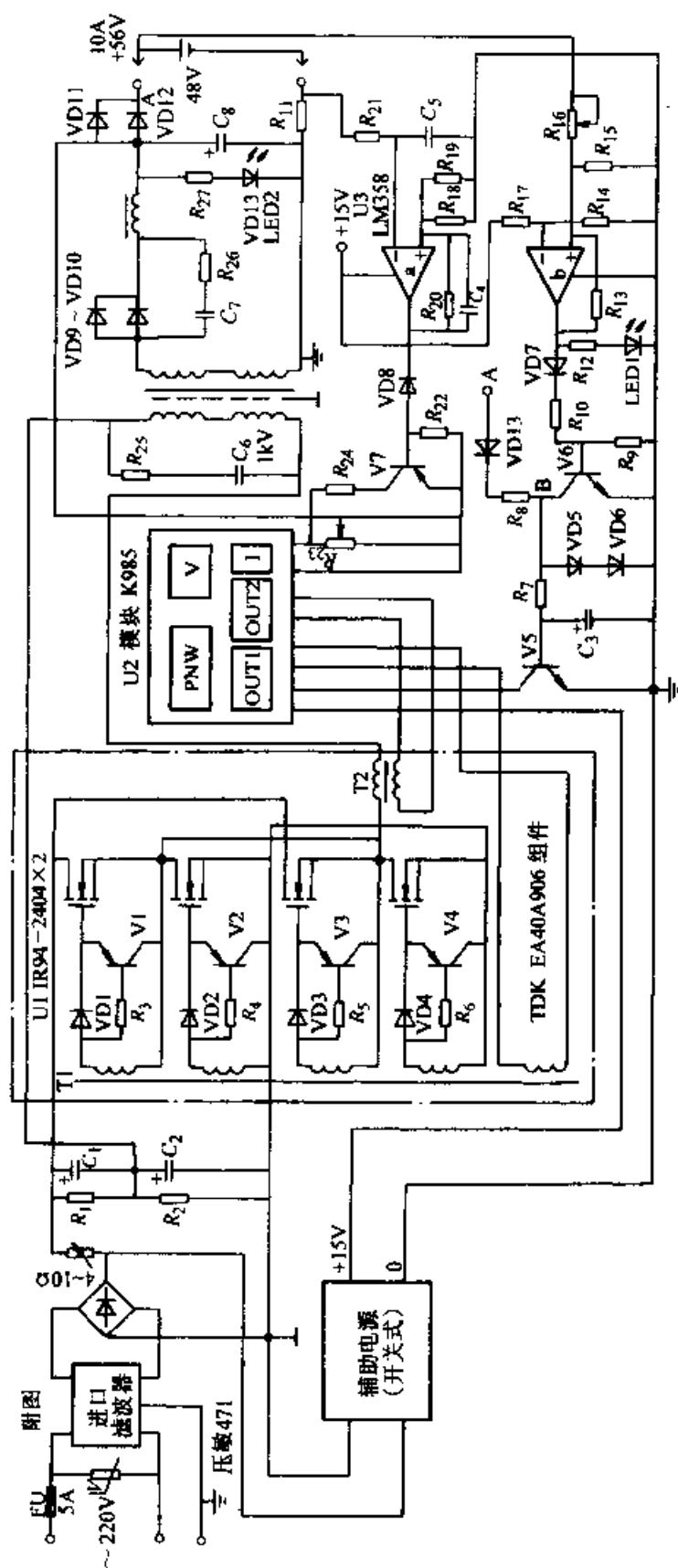


图 7-10 智能型无工频变压器汽车蓄电池超级充电机电路

R_1, R_2, R_{16}, R_{24} 100k Ω $R_3 \sim R_6, R_{25}$ 100 Ω R_7, R_{19} 1k Ω $R_8 \sim R_{10}, R_{14}, R_{15}, R_{17}, R_{22}, R_{27}$ 10k Ω

R_{11} 0.022 Ω R_{12} 4.7k Ω R_{13}, R_{20} 150k Ω R_{21} 330 Ω R_{23} 47k Ω R_{26} 68 Ω R_{27} 2k Ω

C_1, C_2, C_6 1000 μ F C_3 47 μ F $C_4 \sim C_7$ 1000pF $VD1 \sim VD4$ SB140 $VD5 \sim VD8, VD13$

1N4148 $VD9, VD10$ FE16 $VD11, VD12$ 8A $VD13$ ϕ 6mm $V1 \sim V4$

2N3476 $V5, V6$ 2N222 $V7$ 2N 2907

充电电流很大, 若不加限制, 有可能损坏电瓶及充电机本身。本机设置了由 LM358、V7、 R_{11} 等元件组成的限流装置, 保证初始充电电流不会超过 10.2A (可设定) R_{11} 为充电电流取样电阻, 压降随电流增大而增大, 当电流超过设定值时, R_{11} 两端的电压使 U3-ε 输出电平由高变低, 通过 VD8 将 V7 导通, 将 R_{24} 并联于 R_{23} , 使 K985 内部脉宽变窄, 充电电流变小, 达到限制初始电流的目的。

3) 当电瓶充满时 (一般为电瓶标准电压的 1.3 倍) 停充。电瓶电压达到其 1.3 倍时, U3-b 的输出端从低变高, V6 导通, B 点电压由 1.2V 变为约 0.3V, V5 截止, 模块 K985 失电, TDK 组件不工作, 充电指示灯 LED2 灭, 充满指示灯 LED1 亮, 表示充电已结束。此时, 整个充电机仅辅助电源工作, 功耗极微。

本充电机可装在一个金属壳内, 因充电机芯中所有发热元件均需散热, 内部应装有仪表风扇。面板上可装开关、指示灯、电压、电流表等, 背面用大功率接线柱做输出, 分红、黑两色以区别正、负电极。外壳一定要接地。

11. 用晶闸管做过载和短路保护的可调稳压电源

采用晶闸管做过载和短路保护的可调稳压电源电路如图 7-11 所示。

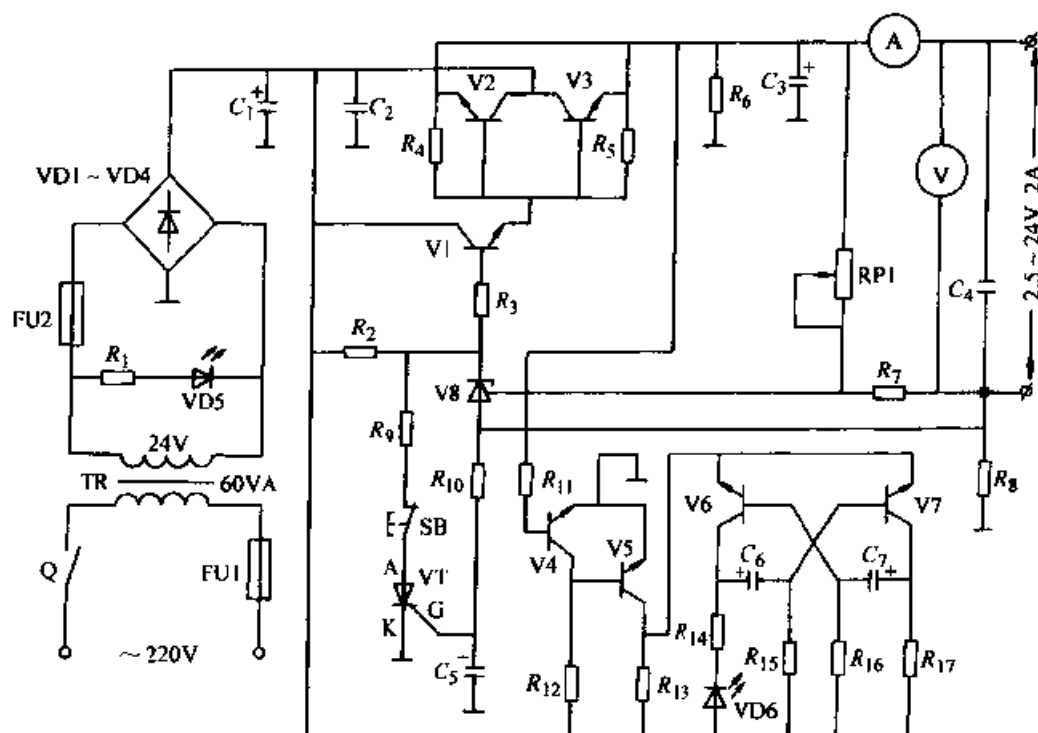


图 7-11 用晶闸管作过载和短路保护的可调稳压电源

R_1 820Ω R_2 6.8kΩ R_3 2.2kΩ R_4 、 R_5 47kΩ R_6 3kΩ R_7 、 R_{14} 、 R_{17} 1kΩ R_8 0.3Ω R_9 220Ω、 R_{10} 390Ω R_{11} 100kΩ R_{12} 10kΩ R_{13} 5.1kΩ R_{15} 、 R_{16} 30kΩ RP 10kΩ C_1 4700pF C_2 0.01μF C_3 1000μF C_4 0.1μF C_5 47μF C_6 、 C_7 10μF VD1~VD4 1N5401 V2、V3 3DD15 V4、V5~V7 C1815 V8 TL431 VT (1A/800V) A (0~2A) V (2~25V)

该稳压电源的特点是：1) 电路简单，稳压精度高，加上额定负载后输出电压不变。2) 具有超载和输出短路保护及报警功能。当超载时，电阻 R_8 上的电压增大，该电压达到 0.6V 时，晶闸管 VT 导通，使 V1 基极电位下降到 1V 左右，于是管 V1 和调整管 V2、V3 均截止，保护调整管免遭烧坏。V2、V3 截止后输出电压为零，电子开关 V4 截止，V5 导通，使 V6、V7 组成的多谐振荡器起振（几十赫兹），发光管 VD6 闪亮，以示报警。当输出端短路时（最大超载）， R_8 上电压远大于 0.6V，晶闸管立即导通，同样切断稳压输出。

当短路故障排除后，只要按一下复位按钮 SB，使晶闸管“复位”，稳压电源立即照常工作。这时，V4 正常导通，V5 截止，V6、V7 停振，VD6 熄灭。

12. 从恒流到恒压自动转换的高性能充电器

一个性能优良的充电器应该是先大电流恒流充电（例为两倍 10h 率电流），充电后期自动转入恒压充电，且恒压精度要求高。图 7-12 便是一个性能优越的快速充电器电路。

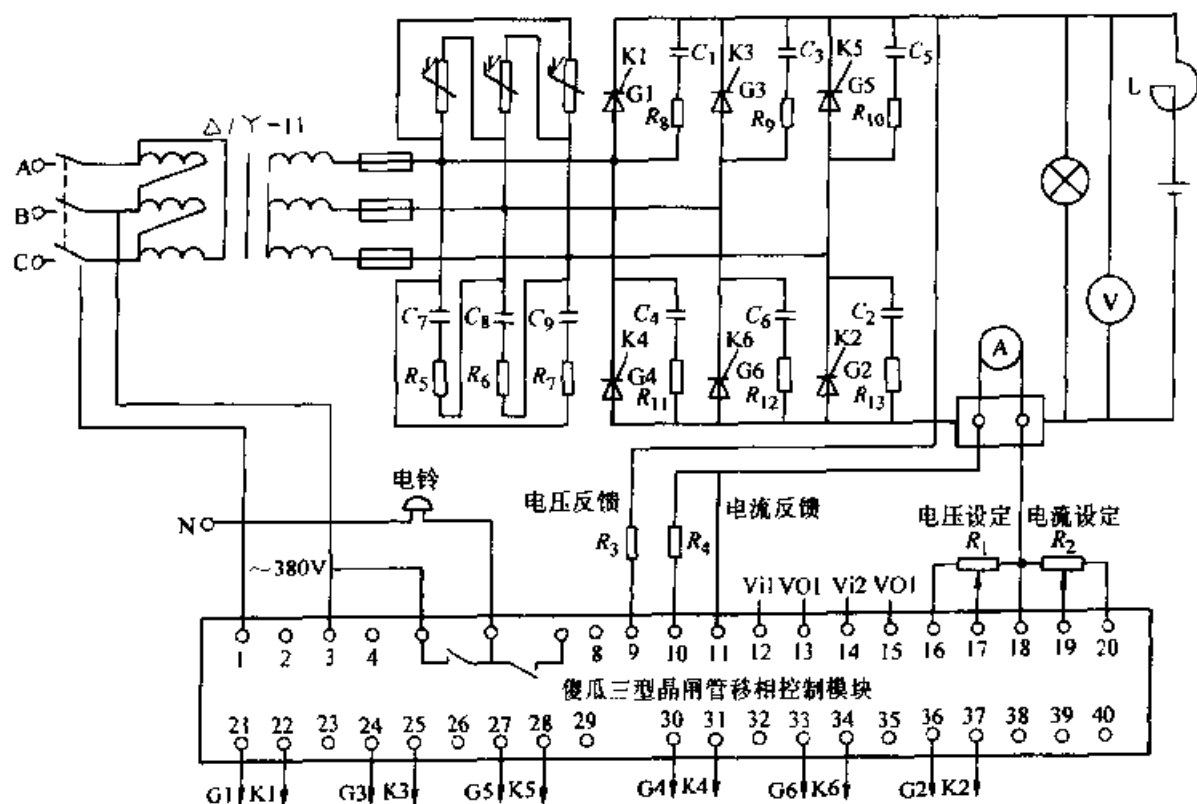


图 7-12 从恒流到恒压自动转换的高性能充电器

R_1 、 R_2 4.7k Ω R_3 220k Ω R_4 39 Ω $R_5 \sim R_{13}$ 22 Ω

$C_1 \sim C_6$ 0.22 μ F $C_7 \sim C_9$ 4 μ F YR₁~YR₃ MP31 440

电路用了傻瓜三型晶闸管移相控制模块。该模块具有多种功能，是一个典型的双闭环控制系统。用于蓄电池充电时， R_1 是浮充电压（充电结束时的电池端电压）设定电位器， R_2 是恒流充电设定电位器；充电机的输出电压和其输出电流都可任意设定。对已设定了的系统，充电机的输出特性是：①当负载电流达到设定的电流时输出呈恒流特性，直至负载完全短路。②当负载电流小于设定的电流时，输出按预先设定的电压，呈恒压特性，恒压精度优于 5%。恒压恒流值可在零至整流设备的额定输出电压和额定输出电流内任意设定。

模块具有过电流保持功能，如果设备发生过电流，模块能快速（20ms）封锁主电路并从模块内发出声光报警，同时内部的继电器 K 吸合（触点容量 220V/3A），可接通报警电铃或者拉断主开关。 R_3 是电压反馈取样电阻，按每伏 1k Ω 选取（例充电机额定电压 220V， R_3 取 220k Ω ）。 R_4 是过电流保护值设定电阻，改变 R_4 可以调解主电路过电流的动作值， R_4 的阻值可按下式计算：

$$R_4 = (78I_m/I_b) \Omega - 39\Omega$$

式中， I_m 是设定的过电流保护动作值（A）； I_b 是主电流表的满度值。

为验证选定的 R_4 是否准确，可在主电路接上负载，将电压给定电位器 R_1 调至最大，电流设置电位器调至零位。合闸后，调节 R_2 逐渐增大电流给定，并边看主电路表，当模块内发出声光报警时对应的主电流值就是过电流保护动作值。如果过电流动作值偏离了要求值，可适当改变 R_4 。增大 R_4 ，过电流动作值亦增大；反之，减小 R_4 ，过电流动作值减小。模块的过电流保护速度特别快（20ms），充电机很少断“快熔”，因此，可省去过电流继电器和总接触器。L 是滤波电抗器；Vi1、V01、Vi2、V02 分别是速度（电压）调节器和电流调节器的反向输入端和输出端，如果系统发生振荡，可在此加 RC 串联的比例积分校正元件（内部已加）。充电前，先空载调节电压给定电位器 R_1 ，将充电机输出电压调至电池充满时的电压（浮充电压）；关机后再接上电池，合闸后调节电流给定电位器 R_2 使充电电流达到要求值（例两倍 10h 率电流）。这样，在充电初期蓄电池以大电流快速充电，充电后期当电池电压接近要求的最终充电电压时，进入充电第二阶段。第二阶段充电电流从初期的充电电流逐渐减小，直至浮充状态。对常期浮充状态的蓄电池，当电池带重负载时，充电机能自动由浮充状态平滑地转入恒流充电，随后再进入浮充充电，并能反复地往返于恒流充电与浮充充电之间。充电系统实现快速充电，无人看管也不损坏电池。

通过对 220V/300AH 的铜酸电池组以 2.33 倍的 10h 率大电流（70A）快速充电的测试结果可以看出，6h 已充足。该电路也适合镍镉电池和锂离子电池的充电。

13. 并联式镍镉电池充电器

电池在充电器里联接有串联与并联两种，采用串联联接虽然具有电路简单等

优点,但也存在不少缺点,主要是当几节电池用旧情况不一样时,放在一起充电,往往会造成残留电量较大的电池发生过充,而残留电量较小的电池可能还没有充足。采用并联联接的充电器则无此缺点,它能保证所充电池容量基本一致,而且每次充电时,所充电池节数可以在1~6节不等。

并联式镍镉电池充电器的电路如图7-13所示。电路主要由电源电路、NE555时基电路及晶闸管开关电路等几部分组成。

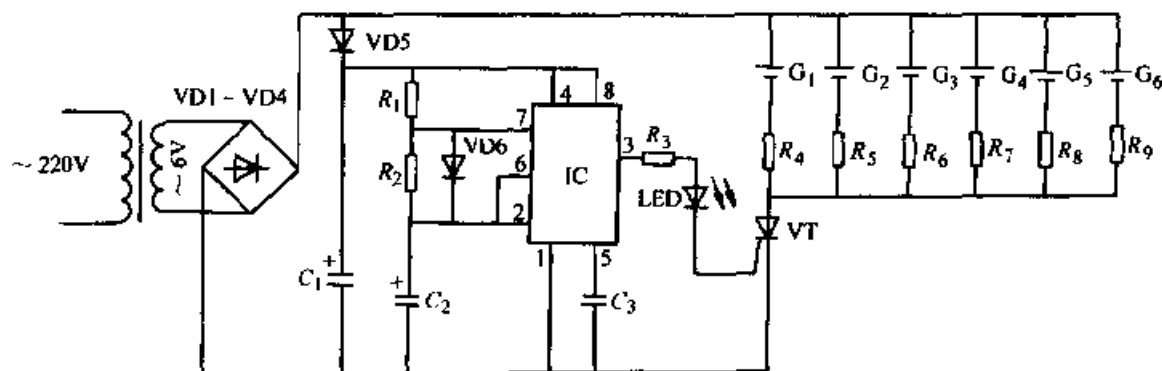


图 7-13 并联式镍镉电池充电器

R_1, R_2 150k Ω R_3 240k Ω $R_4 \sim R_9$ 18 Ω C_1 47 μ F C_2 100 μ F C_3 0.01 μ F

VD1~VD5 1N4001 VD6 1N4148 VT MCR100-1 IC NE555 T (220V/6V 3VA)

220V 交流经变压器 T 降压,二极管 VD1~VD4 整流后,输出约 7V 左右、100Hz 的脉动直流电压,为充电电路供电。NE555 时基集成电路与 R_1 、 R_2 、VD6、 C_2 等组成占空比为 50% 左右的脉冲方波发生器,利用其输出端③脚输出的脉冲信号去触发晶闸管 VT,使之每隔 10s 进行一次开关转换。当 VT 开通时,每个镍镉电池均以 100mA 左右的电流进行充电。经实测,残留电量大的电池充电电流要略小些,而残留电量小的电池其充电电流会稍大些,即充电电流与电池残留电量成反比。当晶闸管关断时,所有电池通过 18 Ω 电阻并联在一起,容量较大(即电压较高)的电池就向容量较小的电池补充充电,使电池间容量不断得以调剂。由于上述原因,就保证了所有各充电电池最后容量能基本保持一致。图中隔离二极管 VD5 与滤波电容 C_1 为集成电路 NE555 提供平滑的 6V 直流电压。集成电路输出的占空比和脉冲宽度由 R_1 、 R_2 与 C_2 确定。 R_1 与 VD6 分别为电容 C_2 的充电电阻和引流二极管, R_2 为 C_2 的放电电阻,当 $R_1 = R_2$ 时,方波占空比为 50%。脉冲宽度可由公式 $t_d = 0.693R_1C_2$ 来估算(约为 10s)。LED 为电池充电(即脉冲宽度)指示灯, R_3 为 LED 与 VT 门极的限流电阻器。 $R_4 \sim R_9$ 为对应充电电池的限流电阻。电容 C_3 是为提高时基电路工作的可靠性。

使用时,将待充电电池装入充电支架里,每次充电的电池节数可在 1~6 节之间不等,充电时间控制在 12~15h 左右。充电结束后若将电池静置在充电器里数小时,则更能使电池间容量趋向一致。

14. 用 BA3105 集成电路制作的充电器

BA3105 是一种新颖的电风扇控制集成电路,它具有强、中、弱三档风速控制,7.5h 累进定时等功能,现巧妙利用它的定时与调速功能制作一个实用的镍镉电池充电器,其电路如图 7-14 所示。

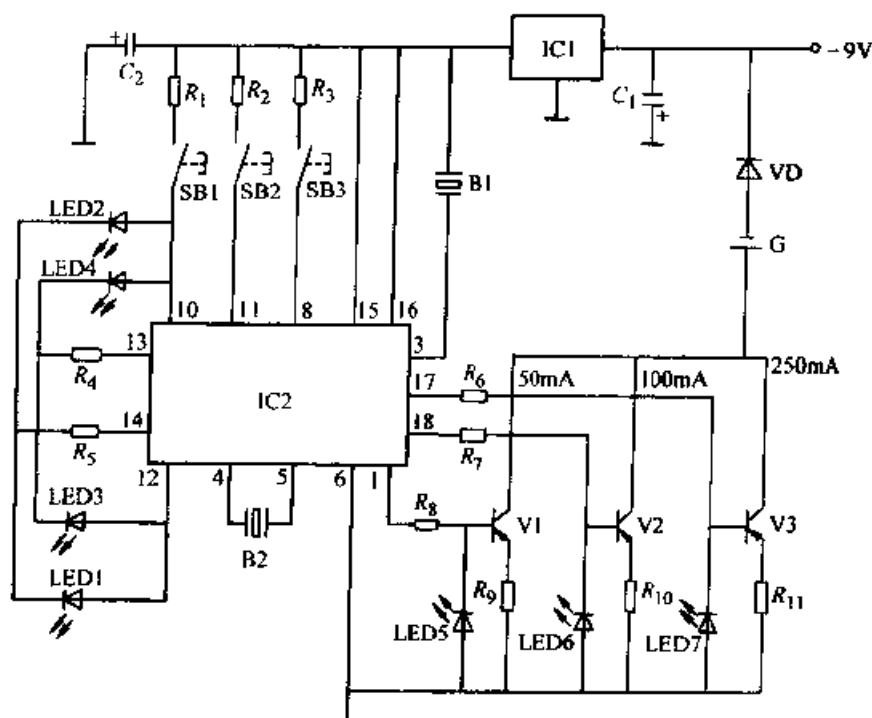


图 7-14 用 BA3105 集成电路制作的充电器电路

$R_1 \sim R_3$ 10k Ω R_4, R_5 100 Ω $R_6 \sim R_8$ 300 Ω R_9, R_{10} 12 Ω R_{11} 2 Ω

C_1 1000 μ F C_2 220 μ F VD 1N4001 V1 9012 V2 8550 V3

(2W/2A 达林顿管) IC1 7805 IC2 BA3105 B1 ϕ 27mm 压电陶瓷片

B2 (32768Hz) LED1~LED7 ϕ 5mm 发光二极管

图中按键 SB2 为定时按钮,可分别设置 0.5~7.5h 定时;SB3 为调风速按钮,按动它可使集成电路的第①、⑩、与⑪脚分别对地输出低电平,若第①脚输出低电平,PNP 三极管 V1 导通,因 R_9 取值较大为 24 Ω ,可对电池 G 进行 50mA 的充电;若第⑩脚输出低电平,PNP 三极管 V2 导通,因 R_{10} 阻值较小,充电电流为 100mA;若第⑪脚输出低电平,PNP 三极管 V3 导通,因 R_{11} 阻值最小,充电电流为 250mA。所以可通过按动 SB3 完成对不同型号电池以不同大小的电流充电,LED5~LED7 发光管分别用来显示三种不同大小的充电电流;SB1 为关机钮,按一下 SB1,充电被强行停止。

IC1 可采用 7905 负电压输出三端稳压集成块。本机电源可通过 5VA 以上、220V/9V 变压器降压、桥式整流后获得。B1 为 ϕ 27mm 压电陶瓷片,每次按键操作,B1 都会发出声响提示。B2 为 32768Hz 石英晶体,可用电子手表里的石英晶振。

LED1~LED4 分别代表 0.5h/1h/2h/4h 定时设置, 通过 SB2 可点亮其中一个或数个, 实际定时为点亮的发光管代表的定时时间之和, 若全部点亮表示定时为 $(0.5+1+2+4)h=7.5h$ 。LED5~LED7 分别代表 50mA、100mA 与 250mA 三种充电电流。若要改变各档充电电流的大小, 只需相应改变 $R_9 \sim R_{11}$ 的阻值即可。SB1~SB3 最好采用轻触按键开关。

15. 程控单结晶体管触发的交流稳压电路

图 7-15 为程控单结晶体管触发的交流稳压电路。

将双向晶闸管 VT 的负载 R_L 串联后接入交流电源, 控制其导通角即可在负载 R_L 上得到稳定的交流电压。

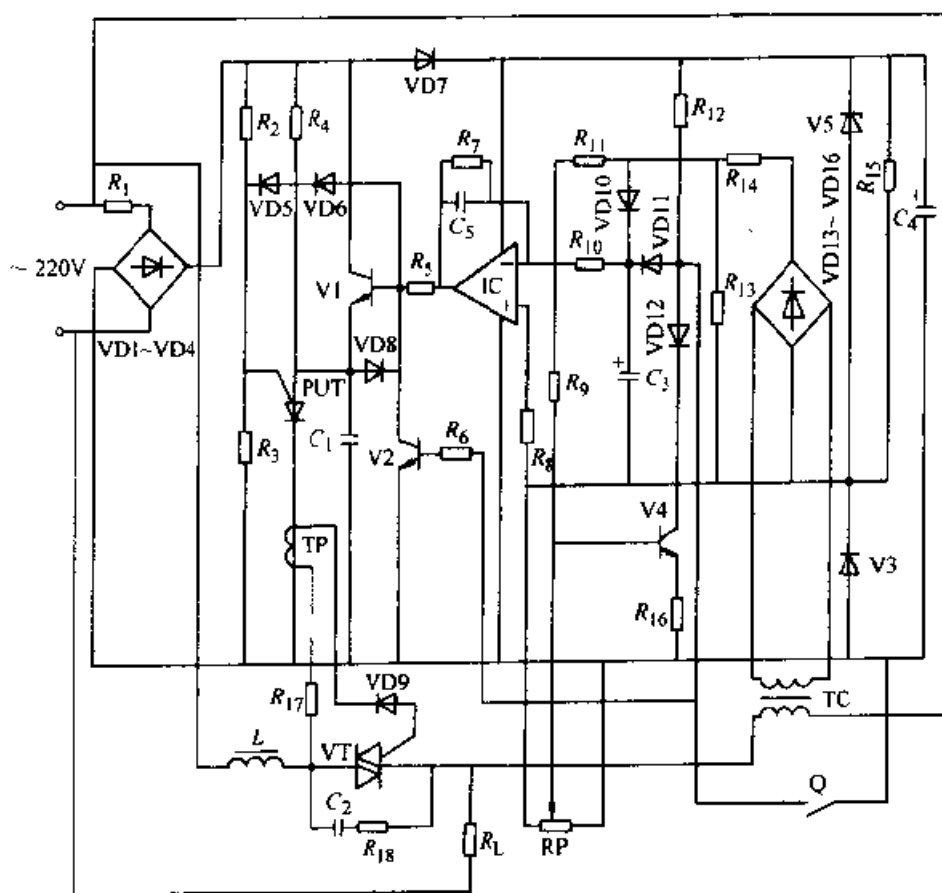


图 7-15 程控单结晶体管触发的交流稳压电路

R_1 6k Ω R_2, R_3 6.8k Ω R_4 100k Ω R_5 47k Ω R_6 150k Ω
 R_7 330k Ω R_8, R_{11} 5.6k Ω R_9 39k Ω R_{10}, R_{11} 22k Ω
 R_{12}, R_{13} 10k Ω R_{14} 4.7k Ω R_{15} 12k Ω R_{17} 10 Ω
 R_{18} 100 Ω C_1 0.22 μ F C_2 0.1 μ F C_3 10 μ F C_4
 100 μ F C_5 0.47 μ F V_1, V_2, V_4 3DG12B V_3, V_5
 15V VD1~VD16 1N4007

电路中, 将开关 Q 断开, 则晶体管 V2 由电源通过 R_{12} 、 R_6 提供偏流, V2 导通, C_1 被短接, 不能充电, 双向晶闸管 VT 得不到触发脉冲而阻断。如果将开关 Q 闭合, V2 无基极偏流而截止, C_1 开始充电, C_2 放电, 使运算放大器 IC 的反相输入端电位降低, 其输出端电位升高, 即 V1 的基极电位升高, 对 C_1 的充电电流增大, 导致晶闸管 VT 的导通角逐渐扩大, 防止了起动时造成大电流的冲击。

由于某种原因, 输出电压升高时, 经变压器 TP、桥式整流电路 VD13~VD16 的输出电压增高, 这一信号送入运算放大器 IC 的反相输入端, IC 的输出端电位下降, 即晶体管 V1 的基极电位下降, 对电容 C_1 充电电流减小, 触发脉冲后移, 双向晶闸管 VT 的导通角减小, 输出电压降低。反之亦然, 达到了稳定输出的目的。

RP、稳压管 V3 和晶体管 V4 提供一个基准电压, 以便与波动信号在运算放大器 IC 中进行比较放大后, 共同控制程控单结晶体管的导通和截止, 达到调整双向晶闸管 VT 的导通角, 以便稳定输出交流电压。

16. 恒流、恒压充电器

普通充电器一般采用恒流或恒压单一功能充电, 恒流充电是靠充电时间来控制充、断电, 易造成充电不足或过充电; 恒压充电, 则在开始充电时, 因电池电压较低会使充电电流过大而电池受损。本充电器则兼有恒流与恒压双重功能, 在开始充电时, 采用恒流充电方式, 当电池电压升至一定值时, 改用恒压充电。其电路如图 7-16 所示。

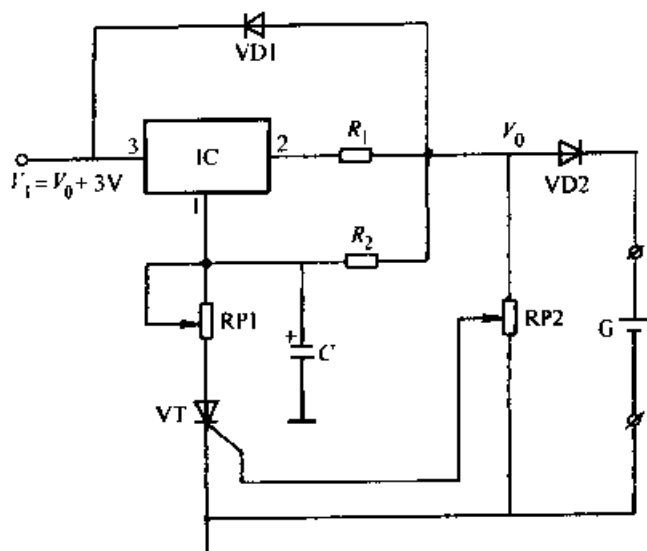


图 7-16 恒流、恒压充电器

R_2 240 Ω C 22 μ F RP1 1.5k Ω RP2 1k Ω
VD1、VD2 1N4001 VT 2N6565 IC CW317

在开始充电时,因电池电压较低,电位器 RP2 的取样电压低,不足以使晶闸管 VT 开通,此时 VT 截止,电路接成恒流充电方式。充电电流为 $(1.25/R_1)$ A,充至一段时间后,RP2 取样电压增高,VT 开通,稳压集成电路的调整端①脚通过 RP1 与 VT 接地,此时为恒压充电方式,充电电压(经验公式)为:

$$V = 1.25(1 + R_{P1}/R_2) - 0.7V$$

式中,0.7V 为 VD2 的正向压降。

VD2 为的是防止电池充足后向电路反放电。VD1 则起到保护稳压集成电路的作用。

实际使用时,应根据被充电电池特性确定充电电流的大小,再计算选取电阻 R_1 的阻值,并根据其充电电流与阻值大小来确定其功率。调试时,先将 RP2 滑动端置于中间位置,使晶闸管 VT 导通,测量输出电压,调整 RP1 的阻值可确定恒压充电的电压。最后调整 RP2 使 VT 刚要导通时的输出电压比电池组充足电压低 0.2V 左右即可。

17. 功率场效应晶体管模块蓄电池车辆充电器

艾赛斯 600W 模块内含 4 只性能近似的 IRF450 场效应晶体管。4 管参数一致,分成两组,也可合起来作单管用。用艾赛斯 600W 功率场效应晶体管模块组成的电瓶车充电器原理见图 7-17。

充电器整体电路结构是一种离线式开关稳压电源。根据电瓶的充、放电特性,对充电器实行最大电压限制,一般为电瓶电压标称值的 1.3 倍。因充电时电瓶处于亏空状态且存在反峰电动势,初充电流极大,故特设软启动并作恒流控制。本电路的恒流值为 10A(可调)。在整个充电过程中,随着时间的推移,电瓶电压慢慢提高,而充电电流越来越小。当充电电流降至初充电流约 10% 时,若再充下去,其电压变化已不大(即接近最高限压值),故可视为充满自停。

在此电路中,自动启动与自动停充都是通过一个简单的比较电路来实现的。首先是启动,为防止电瓶充电时极性反接及电瓶短路等影响充电机,特加一只按钮及有极性识别的电路。只有正确接线,继电器方能吸合,辅助电源方能送到充电模块,充电机方能正常工作,否则将无法启动。而在充电电流小于初充电流约 10% 时,比较器输出低电平,通过比较器 IC 强行释放继电器,充电结束。

本充电器共使用 4 只精密多圈电位器:RP1 是电压调节;RP2 是恒流值调节;RP3 是过载功率保护调节;RP4 是充满时的电流调节。

八、电动机控制电路

1. 新颖的小功率直流电动机调速系统

一种小功率直流电动机调速系统。具有电路新颖，调试方便，调速范围宽等特点，适合各种调速精度较高的生产机械设备。其电路原理见图 8-1。

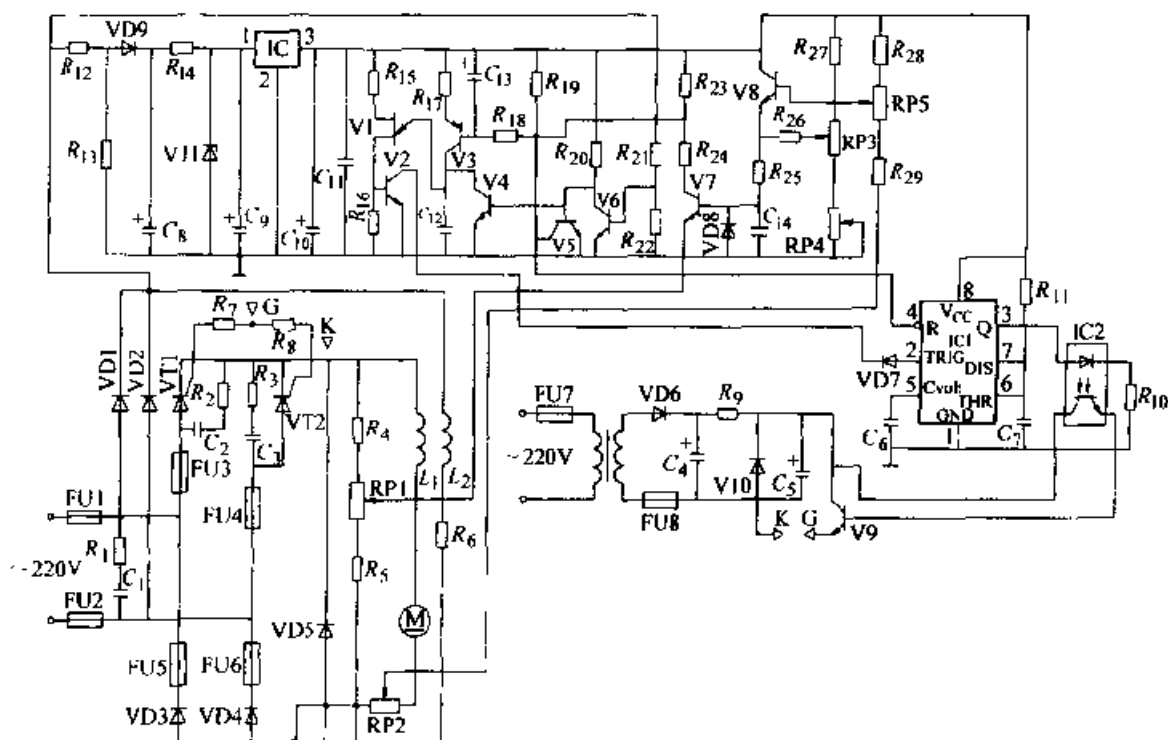


图 8-1 新颖的小功率直流电机调速系统

IC1 SE555 IC2 4N35 IC3 7815

主电路直接输入 220V 交流，经晶闸管半控桥整流后供给电动机电枢。整流后电压较高，适合额定电压为 150~180V 功率小于 2kW 的直流电动机。晶闸管 VT1 和二极管 VD3 及晶闸管 VT2 和二极管 VD4 采用电力半导体半臂电桥模块，安装方便，结构紧凑。

直流电机的励磁绕组 L2 由二极管 VD1、VD2 及借用电枢回路的 VD3、VD4 组成的整流桥供电，节省了两只二极管。

为确保晶闸管关断时电枢电流连续且平滑，在主电路中接入了续流二极管 VD5 及平波电抗器 L1。

一般单相半控桥整流电路采用稳压削波单结晶体管触发。本电路采用电源的

过零时刻作为同步信号,同步范围可达 170° 以上。由二极管 VD1~VD4 整流桥输出的单相脉动直流电压一路经 R_{12} 、 R_{13} 分压, V11 稳压获得 22V 的直流工作电压作为触发电路等的工作电源,另一路经 R_{21} 、 R_{22} 分压送至三极管 V6 的基极。每当电源过零时 V6 截止,而 V4、V5 饱和导通, V4 将电容 C_{12} 短接以保证在任意电源半周都是从零开始充电, V5 集电极输出的低电平信号使 IC1 复位,其③脚输出低电平以保证晶闸管的触发信号在任意半周期内都与电源过零点作为基准。三极管 V3 的集电极电流为 C_{12} 充电,当单结晶体管 V1 导通时, C_{12} 放电使三极管 V2 饱和导通,集电极输出的低电平使 IC1 置位,其③脚输出高电平,经光耦合器 IC2 输出触发脉冲送至晶闸管的门极。这里时基电路 SE555 的作用是加大脉冲宽度。脉冲宽度值由 R_{11} 、 C_7 的充电时间常数决定。光耦合器的作用是增大脉冲幅度,以确保晶闸管可靠触发导通。

为提高电动机的机械特性硬度和减小静差率,电路增加了电压负反馈和电流正反馈控制。给定电位器 RP3 和电压取样电位器 RP1、电流取样电位器 RP2 共同控制三极管 V7 的导通程度,进而控制 V3 的集电极电流,使负载发生变化时触发脉冲的相位随之变化,电动机转速得以基本恒定。

2. 单向交流换向器电动机控制电路

TDA1085A/TDA1085C 是 MOTOROLA 公司生产的用于单向交流换向器电动机开环或闭环速度控制的专用集成电路。它向控制电动机的双向晶闸管提供移相触发脉冲,实现可靠的全波双向晶闸管驱动。由设定指令电压上升的斜率特性实现软启动。其内部包括电压调整器和频率/电压转换电路,视本芯片可利用数字型脉冲测速器作速度反馈实现闭环调速控制。内设电流限制器电路提高了它的工作安全性。

TDA1085A/TDA1085C 均有相同的引脚和特性。它采用十六脚双列直插塑料封装。其引脚说明如下:①电流同步输入端;②电压同步输入端;③电动机电流检测输入端;④实际转速;⑤设定转速电压输入端;⑥斜坡发生器控制端;⑦斜坡发生器输出,接定时电容;⑧地,⑨+ V_{CC} ,⑩接分流电阻;⑪接 F/V 变换器充电泵电容;⑫测速信号输入;⑬触发脉冲输出;⑭锯齿波发生器电容;⑮设定锯齿波发生器电流;⑯接闭环控制校正网络。典型应用电路见图 8-2。

被控制的电动机串接一个双向晶闸管和一个电流采样电阻 R_s 后接到单相交流电源上, L 为相线, N 为中性线。TDA1085A 的⑧脚接中性线 N, 引脚⑨接正电源。正电源由二极管 VD1 半波整流, 经 R_1 、 R_2 和 C_1 、 C_2 滤波降压后得到, V_{CC} 约 15V。

电压调节器(引脚⑧、⑨、⑩):电阻 R_{11} 联结在⑨脚和⑩脚之间,利用 R_{11} 上的分流作用达到 V_{CC} 电压稳定。当 V_{CC} 达到规定值时,最低限度要有 1mA 电流流过 R_{11} 。当芯片提供最大输出电流时,⑩脚(对⑧脚)电压不应低于 3V。按此要

求设计 R_1 、 R_2 、 R_{11} 。如果直流电源是外接的，即接⑨脚和⑧脚上，⑩脚可空出。

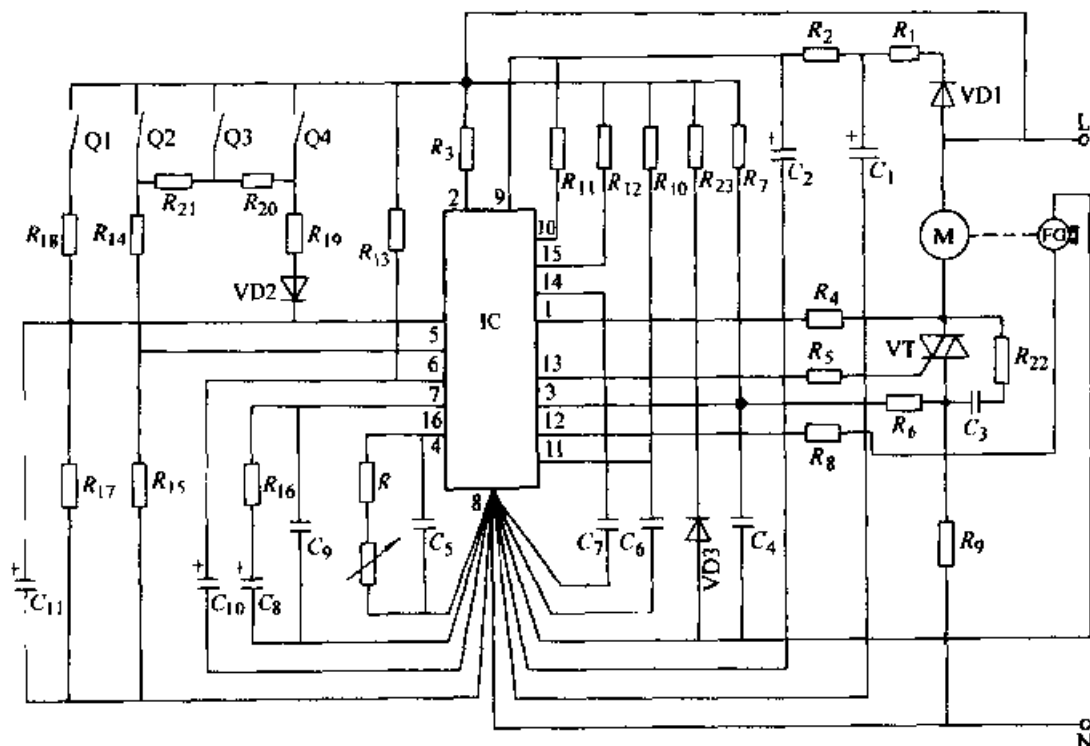


图 8-2 TDA1085A 典型应用电路

R_1 、 R_{15} 5.6k Ω R_2 27 Ω R_3 、 R_4 820k Ω R_5 、 R_{11} 120k Ω R_6 2.2k Ω R_7 200k Ω
 R_8 1.2k Ω R_9 0.05 Ω R_{10} 100k Ω R_{11} 680 Ω R_{12} 270k Ω R_{13} 1.5M Ω R_{16} 68k Ω
 R_{17} 2.7k Ω R_{18} 56k Ω R_{19} 820 Ω R_{20} 4.7k Ω R_{21} 27k Ω
 R_{22} 150 Ω R_{23} 47k Ω C_1 、 C_2 100 μ F C_3 、 C_9 0.1 μ F
 C_4 0.22 μ F C_5 、 C_{11} 1 μ F C_6 820pF C_7 、 C_8 47 μ F C_{10} 470 μ F
1VD1 1N4005 VD2 1N4148 VD3 GE VT 2N6347 IC TDA1085A

转速检测 (引脚①、③、⑫)：本芯片可用数字脉冲型测速机或模拟型测速发电机组成闭环控制。对于数字型的频率发生器 (FG)，见图 8-2，它产生的交流双极性信号，经 R_8 接到⑫脚。测速频率正半周引起在①脚上充电泵电容 C_6 充电，在内部 F/V 变换电路作用下，在④脚上的电阻 R_{10} 流过的电流与电动机转速成正比。由 R 和 C_6 调整 F/V 变换器的特性。在①脚和⑨脚之间串有 470k Ω 电阻，有助于减少温度的影响。引脚⑫的电压受内部监视器的监控，若电压高于 5V，芯片停止工作。例如测速发电机开路时，⑫脚电压会上升，从而引起触发脉冲停止，避免电动机失控过速。如果使用直流测速发电机，则直接连至④脚，不必使用内部 F/V 变换器，⑫脚接地即可。

斜坡发生器 (引脚⑤、⑥、⑦)：在速度闭环控制时，表示电动机实际速度的④脚电压与从⑦脚来的电压在控制放大器输入端进行比较。⑦脚是斜坡发生器的输出，⑤脚是预置转速电压，它决定了最终工作转速，⑥脚上的电压将确定速度加速过程形状，⑦脚上的定时电容 C_{10} 确定斜坡的斜率。芯片内有一个 1.2mA 充

电电流源,它使⑦脚上的电容由 0V 充电到 12V,令电动机以高加速斜坡启动(5s 方式)。利用⑥脚控制,可得到较低的加速斜坡。⑤脚和⑥脚的给定电压,它们的不同设定将影响斜坡发生器的特性形状。

控制放大器(引脚⑬):控制放大器将速度误差放大和校正后驱动触发脉冲发生器。利用⑬脚外接的阻容校正网络按电动机和机械负载的特性进行校正补偿,得到最佳的闭环稳定性和瞬态响应,校正网络通常由实验调试确定。

触发脉冲发生器(引脚①、②、⑬、⑭、⑮):该发生器有四项功能:1)在每个主回路的半周期内,将控制放大器直流输出电平转换为与之成正比的触发角,发生触发脉冲。2)脉冲宽度的校正。3)若双向晶闸管故障或电动机电刷跳动引起电流中断,可重新发出脉冲。4)触发脉冲延迟到电流触发角的零点。⑮脚的电阻 R_{12} 和④脚的电容 C_7 决定锯齿波形。 C_7 还决定脉冲宽度。⑬脚是触发脉冲输出端,应串上限流电阻,最大允许电流为 200mA。

电流限制器(引脚③):电动机和晶闸管的安全是由电流限制器保证的,当电流超过预定值后,使电动机转速下降。电动机电流采样电阻 R_9 上的信号经电阻 R_6 接③脚,③脚上的电阻 R_7 接 V_{CC} 产生预置电流值。在电动机电流负半周时,若电流过大,使③脚电压低于⑧脚地电位,有电流流入限制器的放大器,经放大 180 倍,使⑦脚的电容 C_{10} 放电,从而使电动机转速下降。电动机电流随之降低。

图 8-2 是用于一种高档滚筒式洗衣机的电路。该洗衣机要求四档转速:洗涤(W)、抖散衣物(D)、第一脱水(APIN1)和第二脱水(APIN2)。这四档转速表示为⑤脚指令速度电压(W),其值分别为 $V_W=0.7V$, $V_D=1.13V$, $V_{APIN1}=5.0V$, $V_{APIN2}=11V$ 。为控制四档转速,设有四个开关 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 。不同速度下,四个开关状态对 TDA1085A 的⑤脚和⑥脚设定电压有不同的要求。为使设定⑤、⑥脚电压符合要求,设计了一个电阻网络 $R_{17} \sim R_{21}$ 、 R_{15} 、 R_{14} 。

3. TDA1085A 用于开环控制

TDA1085A 在开环控制应用时,将⑪脚架空,⑫脚接地。将④脚与⑬脚短接,此时控制放大器为跟随器接法。斜坡

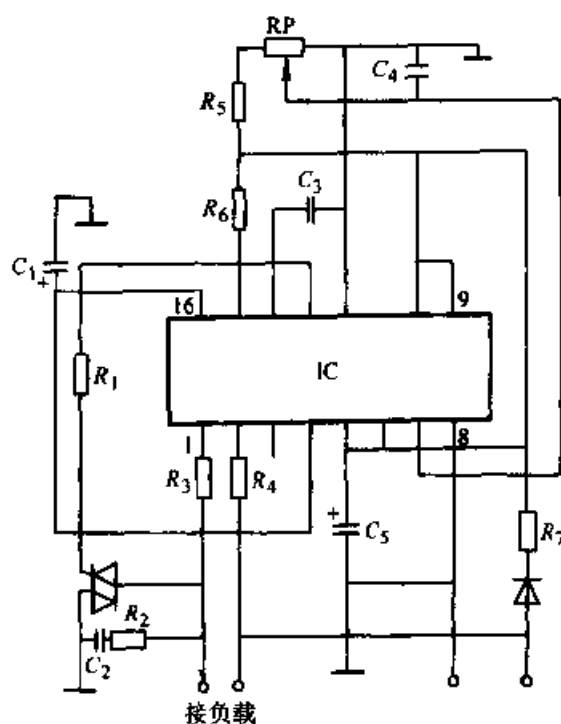


图 8-3 TDA1085 用于开环控制电路

R_1 200 Ω R_2 150 Ω R_3 、 R_4 820k Ω
 R_5 22k Ω R_6 270k Ω R_7 10k Ω RP
 100k Ω 、 C_1 10nF C_2 0.1 μ F C_3 47nF
 C_4 10 μ F C_5 100 μ F IC TDA1085A

发生器输出⑦脚电压直接控制触发脉冲发生器。图 8-3 为 TDA1085A 应用于开环软启动软停止的灯或电感负载的一种电路。

4. TDA1185A 单向交流换向器电动机控制器

TDA1185A 向被控的双向晶闸管提供触发脉冲, 可用来控制单相交流换相器电动机。它不必使用测速发电机, 内部正反馈功能使电动机转速保持恒值。典型应用是手持电动工具、吸尘器、搅拌器、调光器和其它小型电器的控制。

TDA1185A 的引脚功能为: ① $-V_{CC}$ 芯片负电源; ②触发脉冲输出; ④斜坡发生器外接电容端; ⑥电流同步输入; ⑦电压同步输入; ⑧积分电容端; ⑨电流正反馈输入; ⑩由外接电阻决定此脚电流, 以调节应用参数; ⑫设置预定导通角; ⑬接软启动电容; ⑭地; ③、⑤、⑪空脚。图 8-4 给出原理框图和应用接线图。

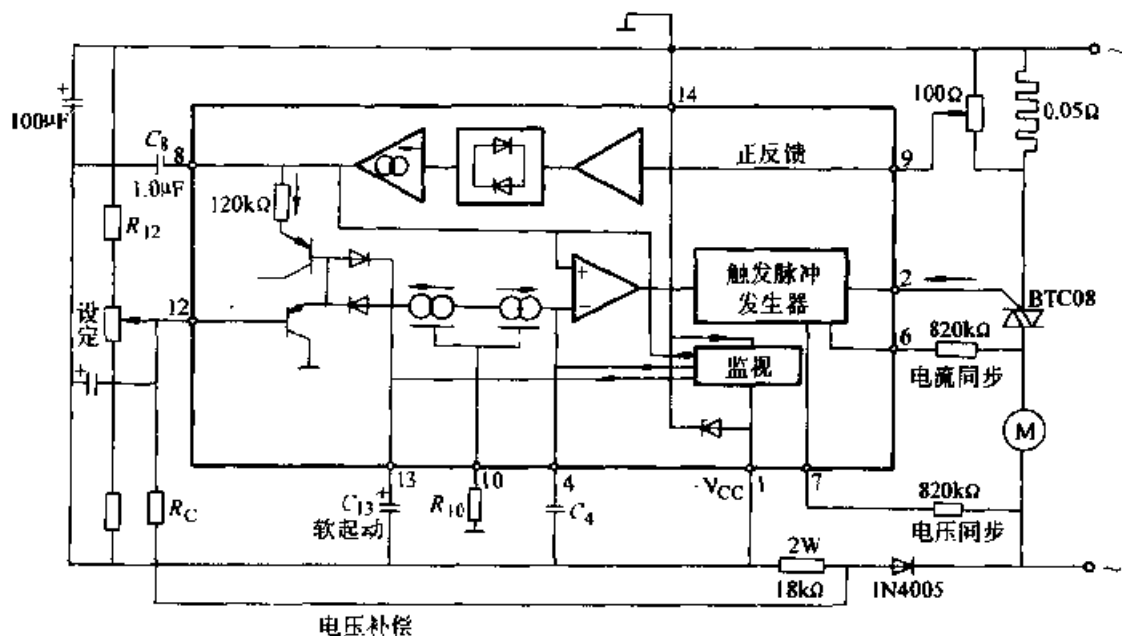


图 8-4 TDA1185A 框图和应用原理接线图

芯片内产生与电网每半周同步的斜坡电压信号, 它与代表期望导通角的一个外部设定电压进行比较, 从而确定了导通角。产生的触发脉冲是负的 (吸入电流), 晶闸管是在其最有效的第二象限和第三象限被趋动的。

当 TDA1185A 用来控制交流电动机时, 负载转矩增加会引起转速下降, 此时通过串联于主回路中的采样电阻检测负载电流, 增加导通角使转速回升。所增加的导通角与负载电流成正比。在这个没有使用测速发电机的低成本系统中, 电动机转速变化在 5% 以下。如果电路精确设计和整定, 从空载到满载情况下, 转速变化降低到约 2% 左右。其工作原理说明如下:

直流电源: 取⑭脚接交流电网一端, 作为芯片的地。负电源 ($-V_{CC}$) 在①脚处, 是从电网另一端经 18kΩ 电阻、一个整流二极管和 100μF 滤波电容得到。①脚

内接有稳压二极管维持 $-V_{CC}$ 为 $-8.6V$ (典型值。)

触发脉冲发生器和锯齿波发生器:触发脉冲发生器内有短路保护电路保护,②脚输出电路,可提供最小为 $60mA$ 吸入电流,脉冲宽度和 R_{10} 、 C_4 成比例。如果因双向晶闸管故障或电动机电刷跳动而断开,则会每 $420\mu s$ 重复发出脉冲。

软启动:为了避免过大的启动电流,可采用软启动方式。⑬脚外接电容 C_{13} ,以恒定电流 I_{13} 充电产生斜坡电压。斜坡电压是从复位时的 $-V_{CC}$ 线性上升到⑫脚设定电压。从而晶闸管的导通角从零开始正比例的增加直到与⑫脚设定电压相对应的值。这样施加到电动机的交流电压是从零开始逐步增加的,实现了软启动。

对于负载为交流电动机时,在电压斜坡达到一定值时才能克服静摩擦力转动,在此之前出现了“死区”时间。如果⑬脚用一电阻 (R_{13}) 与电容串接,在复位时刻,⑬脚电压先跳到 $I_{13}R_{13}$ 电压,然后斜坡上升,即清除了“死区”时间。

电流正反馈:按单相换向器电动机特性,在一定外施电压下(即一定导通角下),负载电流增加会使转速下降。为了维持转速,必须增大导通角。为此,由⑨脚输入电流检测信号给芯片作正反馈信号。⑨脚信号 V_9 经内部放大和全波整流后加到⑧脚上。此时⑧脚的电压 V_8 表示为:

$$V_8 = V_{12} + f(|V_9|, R_{10}) + \text{偏置电压}$$

这里 V_{12} 是代表给定导通角的电压。第二项是电流正反馈电压,从而形成了更大的导通角。

5. TCA785 移相触发控制集成电路的应用

TCA785 是 Siemens 公司开发的第三代晶闸管单片移相触发集成电路(用国产 KJ785 可以替换)。它能可靠的对同步交流电源的过零点进行识别,因而可方便地用作过零触发而构成零点开关。它具有宽的应用范围,可用来触发普通晶闸管、快速晶闸管、双向晶闸管及作为功率晶体管的控制脉冲,故可用于由这些电力电子器件组成的单管斩波、单相半波、半控桥、全控桥或三相半控、全控整流电路及单相或三相逆变系统或其它拓扑结构电路的变流系统。它的输出输入与 CMOS 及 TTL 电平兼容,具有较宽的电压范围和较大的负载驱动能力,每路可直接输出 $250mA$ 的驱动电流。其电路结构决定了自身锯齿波电压的范围较宽,对环境温度的适应性较强。该集成电路的工作电源电压范围 $-0.5 \sim 18V$ 。TCA785 的引脚和内部结构原理示意图见图 8-5-1。

TCA785 内部结构包括零点鉴别器(ZD)、同步寄存器(SR)、恒流源(SC)、控制比较器(CC)、放电晶体管(VD)、放电监控器(DM)、电平转换及稳压电路(PC)、锯齿波发生器(RG)及输出逻辑网络等九个单元。TCA785 是双列直插式的 16 脚大规模集成电路,其各引脚功能:⑯(V_s)电源端;①(O_s)接地端;④

(Q1) 和② ($\bar{Q}_2$) 输出脉冲 1 与 2 的非端; ④ (Q1) 和⑤ (Q2) 输出脉冲的 1 和 2 端; ⑬ (L) 非输出脉冲宽度控制端; ⑫ (C_{12}) 输出 Q1、Q2 脉宽控制端; ⑪ (V_{11}) 输出脉冲 Q1、Q2 或 $\bar{Q}_1$ 、 $\bar{Q}_2$ 移相控制直流电压输入端; ⑩ (C_{10}) 外接锯齿波电容连接端; ⑨ (R_9) 锯齿波电阻连接端; ⑧ (V_{REF}) TCA785 自身输出的高稳定基准电压端; ⑦ (Q_Z) 和③ (Q_V) TCA785 输出的两个逻辑脉冲信号端; ⑥ (I) 脉冲信号禁止端; ⑤ (V_{SYNC}) 同步电压输入端。

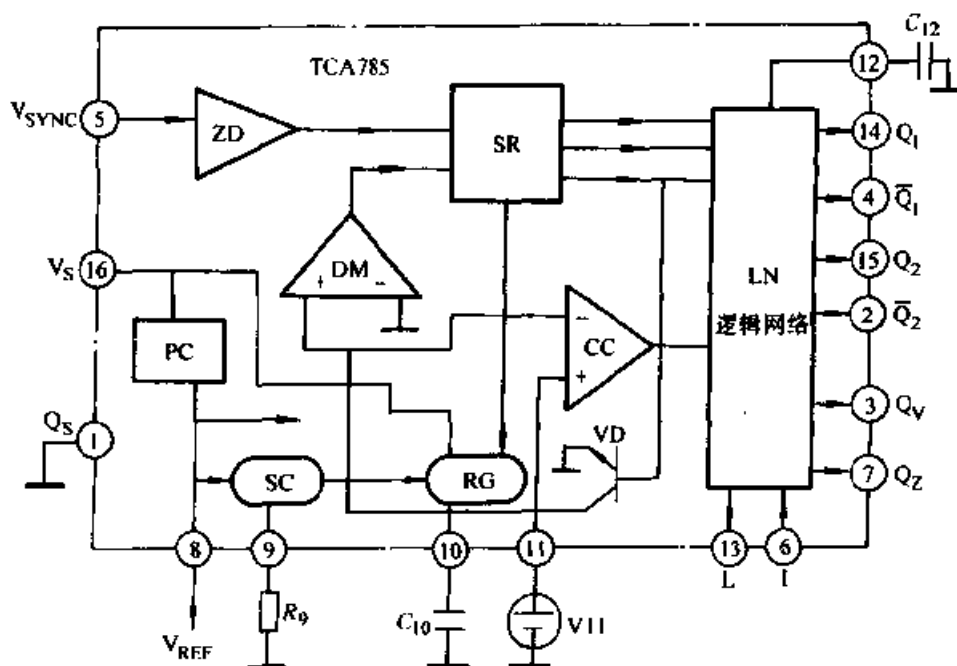


图 8-5-1 TCA785 的内部结构原理示意图

其工作过程为来自同步电压源的同步电压经高阻值的电阻后送给电源零点鉴别器 ZD, 经 ZD 检测出其过零点后送同步寄存器寄存。同步寄存器中的零点寄存信号控制锯齿波发生器, 锯齿波发生器的电容 C_{10} 由电阻 R_9 决定的恒流源 SC 充电, 当电容 C_{10} 两端的锯齿波电压大于移相控制电压 V_{11} 时, 便产生一个脉冲信号送到输出逻辑单元。由此可见, 触发脉冲的移相是受移相控制电压 V_{11} 的大小控制, 因而触发脉冲可在 $0 \sim 180^\circ$ 范围内移相。对每一个半周, 在输出端 Q1 和 Q2 出现大约 $30\mu s$ 宽度的脉冲。该脉冲宽度可由⑫脚的电容 C_{12} 扩展到 180° 。如果⑫脚接地, 则输出脉冲 Q1、Q2 的宽度为 180° 的宽脉冲。

由于 TCA785 自身的优良性能, 决定了它可以方便地用于主电路为单个晶闸管或晶体管, 单相半控桥、全控桥及三相半控桥、全控桥以及其它主电路形式的电力电子设备中触发晶闸管或晶体管, 可实现用户需要的控温、调压、直流调速、交流调速、直流输电等目的。

TCA785 用于 AC-DC-AC 电源变换系统见图 8-5-2。

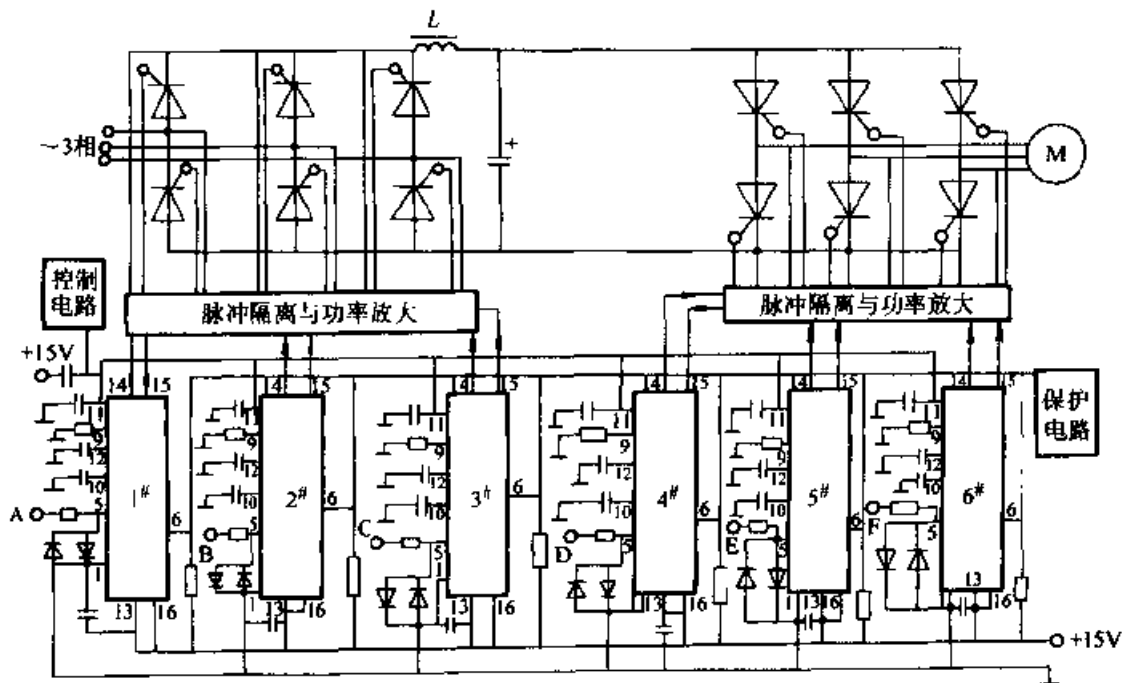


图 8-5-2 六片 TCA785 用于三相 AC-DC-AC 电源变换系统原理图

AC-DC-AC 电源变换系统是变频电源、变频调速、不间断电源等电力电子装置中常用到的方案。TCA785 由于自身移相范围可达 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ，故可方便的应用于这种系统中。图 8-5-2 给出了六片 TCA785 用于三相变频调速系统中的原理图。图中 1#、2#、3# TCA785 的移相控制角为 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，而 4#、5#、6# TCA785 的移相控制角为 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ，每片 TCA785 的同步电压均来自同步变压器。

6. 用傻瓜型移相控制模块控制的三相半波整流电源

用三相整流电路流过二极管的波形来触发晶闸管，可大幅度地简化晶闸管的触发电路，并可获得高可靠性。一种傻瓜型移相控制模块，如图 8-6-1 中点划线框内所示。

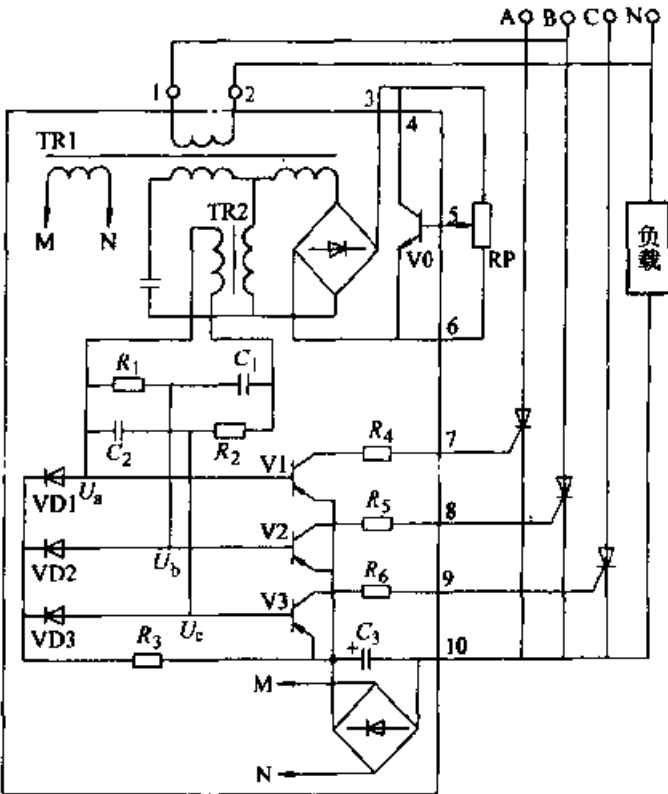


图 8-6-1 用傻瓜型移相控制模块控制的三相整流电路

模块内含 6 个触发器、调节器、过电流保护、声光报警及整流设备保护器,还包含电源变压器、同步变压器、脉冲变压器等全部移相控制电路,铸于体积为 $14\text{cm} \times 11\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的塑料盒内。模块可触发 $5 \sim 4500\text{A}$ 晶闸管。使用该模块只需外接单相电源和给定电位器再配上晶闸管主电路便可制成电源调整率优于 1% 的大功率整流设备。利用三相整流流过二极管的 120° 宽脉冲电流波形触发晶闸管,能适用于各种整流电路。

图 8-6-1 为三相半波可控整流电路。点划线框内为傻瓜 1 型模块电路。单相电源先经过 RC 移相(以整流桥和三极管 V_0 代替可变电阻),移相桥的输出端接隔离变压器 TR_2 ,再将移相隔离后的信号经过裂相成为对称的三相电源 U_a 、 U_b 、 U_c 。改变三极管 V_0 的输入信号(相当于改变移相电阻 R),三相同步信号 U_a 、 U_b 、 U_c 发生平移,完成了移相功能。

将获得的三相同步电源 U_a 、 U_b 、 U_c 接至三相整流桥(注意整流桥共阳极二极管是利用了三极管 $V_1 \sim V_3$ 的基极发射极 PN 结)。三极管 $V_1 \sim V_3$ 将基极信号放大之后再触发晶闸管。这样,既提高了触发脉冲的前沿陡度,又简化了电路。

图 8-6-2 是傻瓜 1 型模块用于绕线转子式异步电动机三相半波串级调速电路。

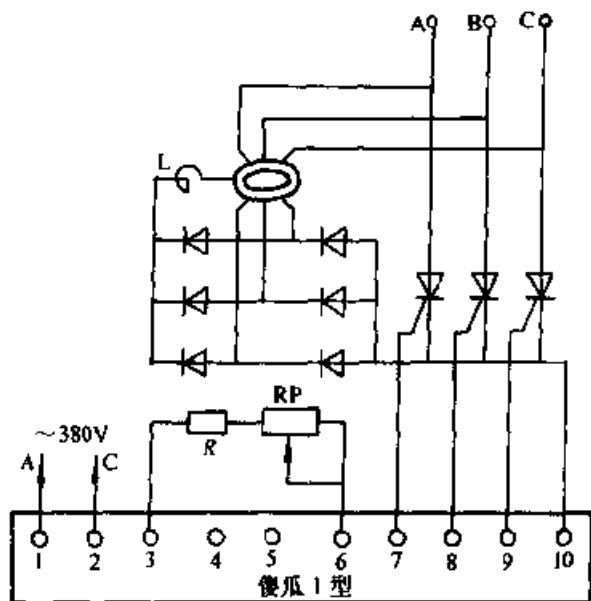


图 8-6-2 傻瓜 1 型模块用于绕线转子式异步电动机三相半波串级调速电路
 $R \ 1\text{W}43\Omega \quad RP \ 3\text{W}200\Omega$

7. 傻瓜型晶闸管移相控制模块应用电路

上图 8-6-1 中点划线框内即傻瓜 1 型模块的全部电路。

单相电源经过裂相得到对称的三相同步电源 U_a 、 U_b 、 U_c ，将三相同步电源接到三相桥式整流电路(利用三极管的基—射极之间的 PN 结作为整流桥的共阳极二极管)而裂相前的单相电源由 RC 移相桥供给,改变移相桥的电阻 RP 三相同步信号发生平移,完成移相工作。流过二极管和三极管基极的电流为 120° 脉宽的波形。三极管将此电流放大之后触发晶闸管。傻瓜 1 型模块配上主电路就构成了图 8-6-1 三相半波整流电路。整个模块用环氧树脂浇注,使用方便。

为适应三相桥式全控电路,将流过图 8-6-1 中二极管 VD_1 、 VD_2 、 VD_3 中的电流取出经放大后触发三相桥式全控电路中的 3 个共阳极晶闸管,这就是傻瓜 2

型模块。为使用方便, 2 型模块的 6 个触发脉冲信号都用变压器隔离。为进一步完善整流设备的控制功能, 2 型模块内装入了调节器、过电流保护及过电流声光报警等。用 2 型模块配套制成的整流设备, 负载调整率优于 1%; 当系统发生过电流时, 模块能在 20ms 之内快速封锁主电路并从模块内部发出声光报警。

图 8-7-1 为用傻瓜模块构成的带保护器的三相桥式全控整流。

电路调试的关键是三相电源的相序。调试前先设三相电源中的任一相为 A 相，中间的一相为 B 相，余下的为 C 相；照假定的相序按图 8-7-1 接线。图 8-7-1 中 RP 的阻值，可根据主电

路额定输出电压高低，按每伏 $1\text{k}\Omega$ 选取，例如额定电压 220V ，则 R_P 选 $220\text{k}\Omega$ 。 R_P 的功率等于额定电压的平方除以 R_P 阻值考虑余量再乘以 2。接上负载（可按 100W 灯泡）检查无误即可通过，调节给定电位器 R_P ，观察输出电压，如果整流设备保护器动作（能看到内部发出红光）主电路被封锁，调节给定电位器无效。此时，可能是三相电源相序错误，也可能是断臂。排除断臂的可能，将原设定的 B、C 两相总进线互换，再通电试验，如果整流设备保护器不动作，且输出电压能够连续可调，说明主电路相序正确；如果输出电压能从零至额定值连续可调，说明模块的供电电源也正确，调试结束。

图 8-7-2 为用傻瓜 2 型模块构成的功能齐全的三相桥式整流电路。其功能有：1) 恒压/恒流（精度：电源负载调整率 1%）；2) 过电流/断相断臂/相序故障时拉入逆变并发出声光报警。

图 8-7-2 电路的调试要先按图 8-7-1 电路接线并调试好, 再按图 8-7-2 电路接好全部电路。图中的 R_2 按如下方法选择: 模块的过电流输入端④脚与⑩脚的输入内阻为 39Ω , ④脚与⑩脚的过电流信号达到 37.5mA 时, 过电流保护动作。对设定的过电流值 I_m , R_2 的阻值可按下式计算: $R=78I_m/I_B\Omega=39\Omega$ 。式中的 I_B 是主电流表的满程值。模块内已经接了积分电容 (一般外部无需再接, 当系统出现振荡时可在⑦、⑧端接入适当电容以进行动态校正), 全部电路接好后, 只需进一

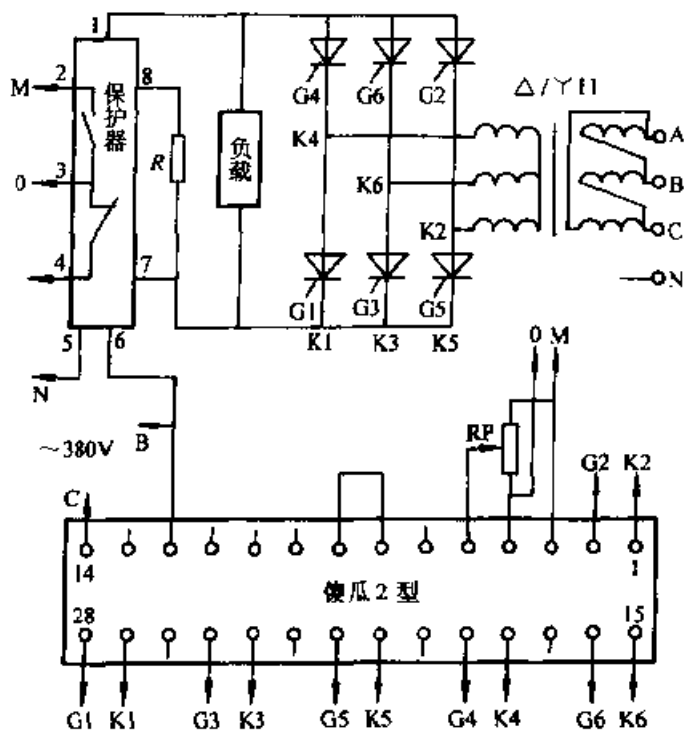


图 8-7-1 用傻瓜 2 型模块构成的
三相桥式全控整流

步测试整个系统的稳压、稳流精度并进行过电流保护值的校核,即可投入使用。

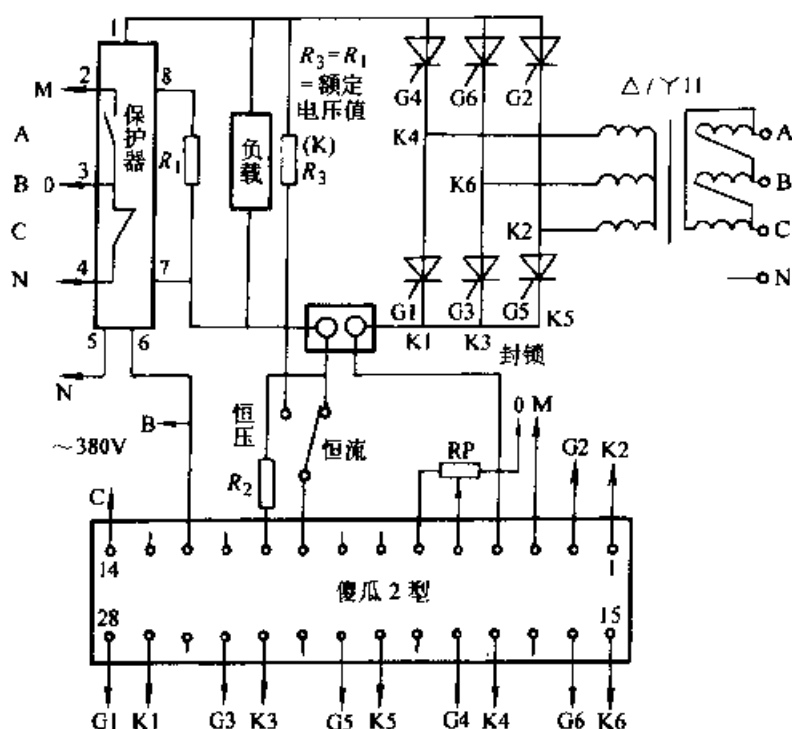


图 8-7-2 用傻瓜 2 型模块构成的功能齐全的三相桥式整流电路

RP 1kΩ R₂ 39Ω R₃=R₁

图 8-7-3 为内带保护器具有挖土机特性的电动势反馈直流调速系统。

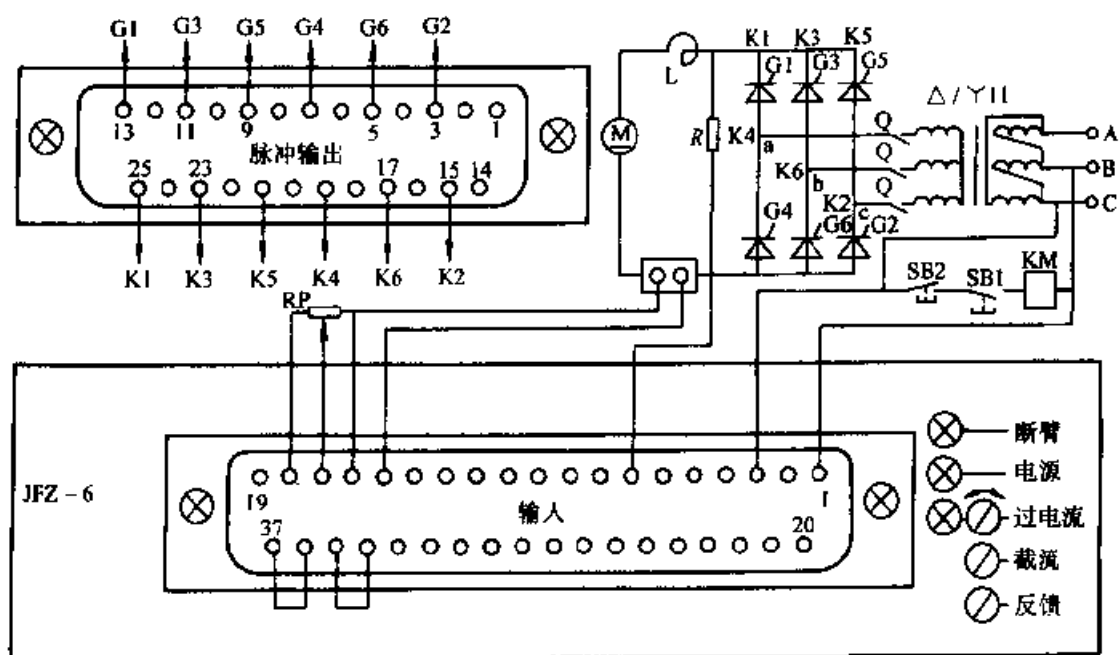


图 8-7-3 内带保护器具有挖土机特性的电动势反馈直流调速系统

8. 用 TWH8751 作直流电动机调速器

用 TWH8751 做直流电动机调速器的电路见图 8-8。

TWH8751 与外围元件组成一个占空比可调的低频振荡器, 调解电位器 RP 可以差动的改变电容 C 的充放电速率, 因而改变输出波形的占空比, 但电路的振荡周期基本保持不变。占空比实际上是集成电路内部达林顿输出功率管导通与截止的时间比, 占空比不同流过直流电动机 M 的平均电流就不同。所以调节电位器 RP, 能达到调节电动机转速的目的。

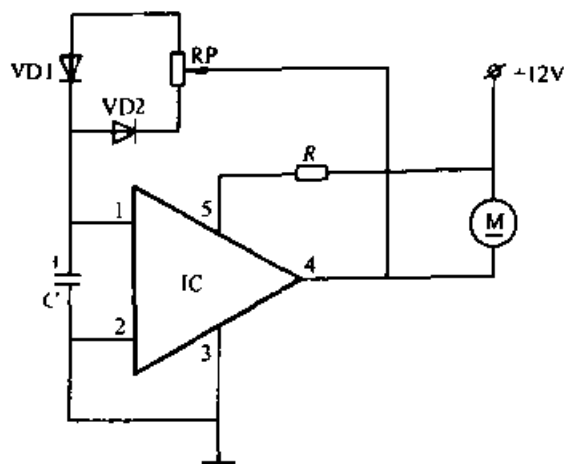


图 8-8 用 TWH8751 做直流电机调速器电路

C $1\mu\text{F}$ RP $560\text{k}\Omega$ $VD1$ 、 $VD2$
 $1N4148$ IC TWH8751

9. 简易直流电动机调速电路

电路工作原理如图 8-9 所示。

单相桥整流后的直流电压通过晶闸管 VT 加到直流电动机的电枢上。调节电位器 RP, 则能改变 VT 的导通角, 从而改变输出直流电压的大小, 实现直流电动机调速。为了使电动机在低速时运转平稳, 在移相回路中接入稳压管 V, 以保证触发脉冲的稳定。VD5 起续流作用。

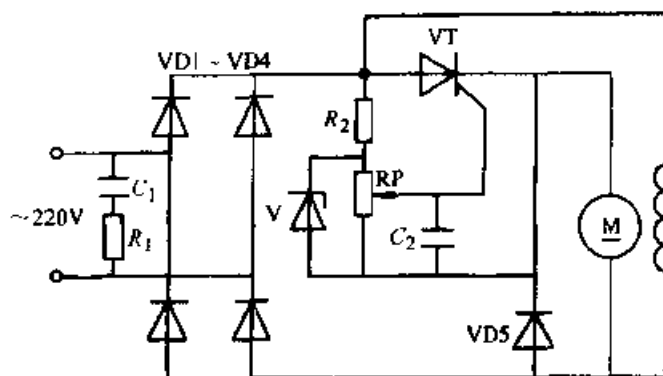


图 8-9 简易直流电机调速电路

$VD1 \sim VD5$ $2CZ5A/800V$ VT $KP20A/600V$
 V $2CW21N$ R_1 50Ω R_2 $3.3\text{k}\Omega$
 RP $2.2\text{k}\Omega$ C_1 $4\mu\text{F}$ C_2 $47\mu\text{F}$

本电路调试简单, 只要调节电位器 RP 的阻值就可以实现调速。因此, 在小容量直流电动机及单相串励式手电钻中得到广泛应用。

10. 小容量直流无级调速电路

本电路适用于 5kW 以下小容量直流电动机无级调速。电动机转速可以从零平滑调到额定转速, 能高速启动, 高速反转, 具有较好的调速精度。

电路工作原理如图 8-10 所示。主电路由单相交流电源直接供电, 在直流侧用一只晶闸管 VT 调压。这样, 晶闸管不承受反向电压。

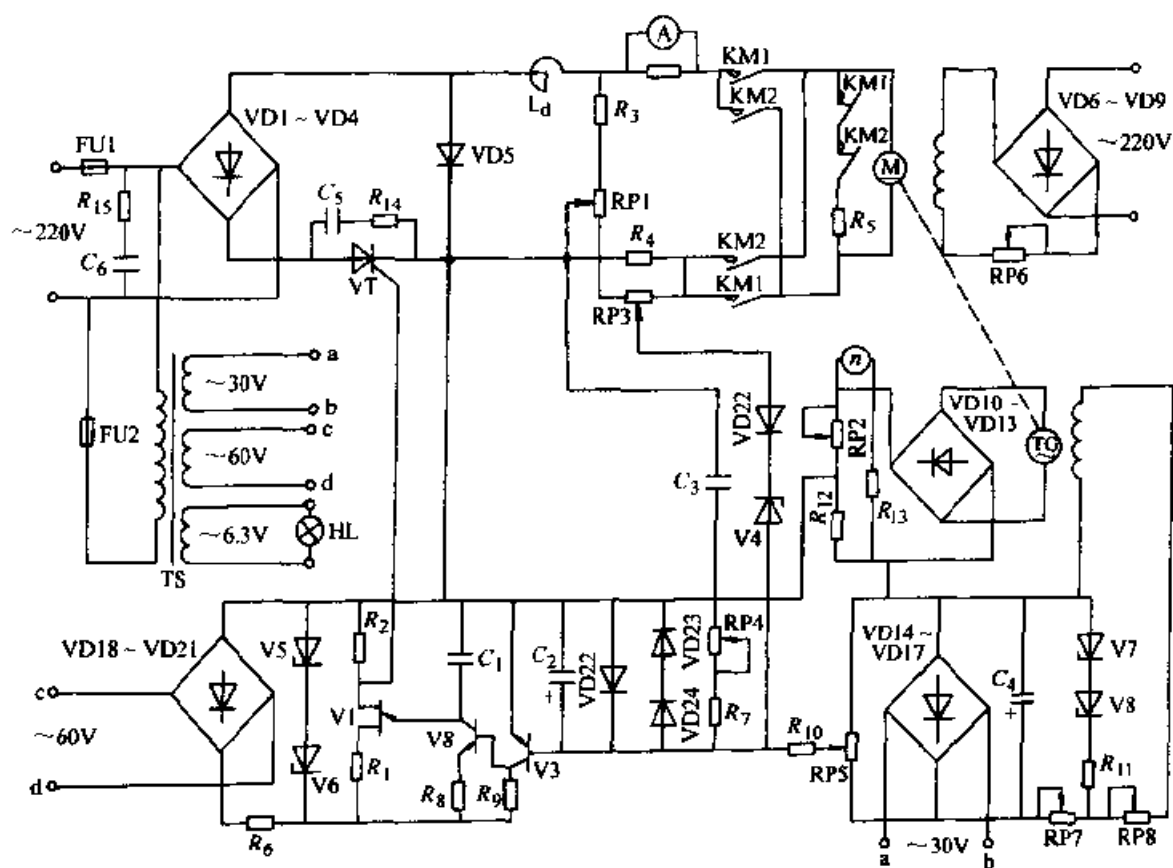


图 8-10 小容量直流无级调速电路

VD1~VD6 2CZ50A/600V VD6~VD9 2CZ3A/500V VD10~VD13 2CP12
 VD14~VD17 2CZ3A/100V VD18~VD24 2CP12 V1 BT33D V2 3AX31
 V3 3DG32A V4 2CW21 V5、V6 2CW21G R_1 300 Ω R_2 100 Ω
 R_3 3k Ω R_4 0.35 Ω R_5 14 Ω R_6 1.5k Ω R_7 30k Ω R_8 、 R_9 2k Ω
 R_{10} 100 Ω RP1 3k Ω RP2 1k Ω RP3 680 Ω RP4 50k Ω
 RP5 2.7k Ω RP6 500 Ω RP7 50 Ω RP8 5 Ω
 C_1 0.22 μ F C_2 100 μ F C_3 、 C_4 5 μ F

控制电路采用了单结晶体管触发电路。反馈电路采用了测速负反馈，以取得较高的调速精度。同时，为了防止调速不稳定和电动机变速出现振荡的现象，采用了电压微分负反馈；为了限制电动机在高速时启动、高速反转和过载时造成的回路过电流，采用了电流截止负反馈，发生过电流时，迅速减小晶闸管的导通角。

交流侧及晶闸管两端设有阻容过电压保护。晶闸管 VT 的导通角发生变化时，就改变了输出直流电压，电动机转速随之变化。

晶闸管输出回路还串入平波电抗器 L_d ，并联二极管 VD5，保证电流连续。直

流电动机采用他励式，励磁电流由二极管 VD6~VD9 组成单相整流桥供电，改变电阻 RP6 可以在一定范围内调节磁场强弱，从而调整电动机转速。

二极管 VD10~VD13 组成整流桥。当电动机反转，测速发电机 TG 发出的电压极性改变时，经整流桥输出的测速反馈电压极性不变，以保证控制回路的正常工作。调节 RP2 可以调节测速反馈电压的大小。

RP1、C₃、RP4、R₇ 等组成电压微分负反馈，用来抑制转速的振荡，调节 RP1、RP4 可以调节微分负反馈的强度和时间常数。

R₁、RP3、V4、VD22 等元件组成电流截止负反馈环节，调节 RP3 可以限制电流的整定值。

转速给定电源与测速发电机的励磁线圈共用一个稳压电源，对电源电压波动引起的转速变化有一定的补偿作用。例如，稳压电源电压升高，影响给定电压增加，测速发电机励磁电流增加，测速反馈电压也升高，这样就适当地补偿了给定电压的增大，提高了调速精度。

11. KCJ1 小容量直流电动机控制电路

一种小容量无静差直流调速系统，稳定性能较好，抗干扰能力强，调速平滑，适用于 1kW 以下的直流电动机调速，也可以用作直流电源。

电路工作原理如图 8-11 所示。

整个系统由给定电压环节、运算放大器电压负反馈环节、电流截止负反馈环节组成。主要部分原理简述如下：

主电路：采用单相桥式半控整流电路，直接由 220V 交流电源供电，由于主电路串接了平波电抗 L_d，故电流输出波形得到改善。

电压负反馈环节：当采用电压负反馈后，可以补偿电枢内阻压降。电路中电压负反馈环节由 R₁₆、R₃、RP6 组成。反馈电压从电位器 RP6 取出加在放大器的输入端，和给定信号电压比较后，经放大器放大，送入集成相控触发元件 KC05（其原理见附录）。

电流截止反馈环节：为限制起动时产生的大冲击电流，以及确保系统稳定工作，加入了电流截止反馈环节。信号从主电路电阻 R₁₅ 和并联的 RP5 取出，经二极管 VD15 注入 V1 的基极，VD15 起着电流截止反馈的开关作用。当负载电流大于额定电流时，R₁₅ 的压降增大，R₁₅ 上的分压增大，RP5 分压也增大，加入 V1 基极电压增大，V1 集电极电位近似于零，即 KC05 的输入端 6 电位下降，这样，晶闸管的导通角减小，输出的直流电压减小，电流也随之减小。

本电路主要由运算放大器 F007 与集成相控触发元件 KC05 构成。系统稳定性高，电路简单可靠，抗干扰能力强，调速性能好。

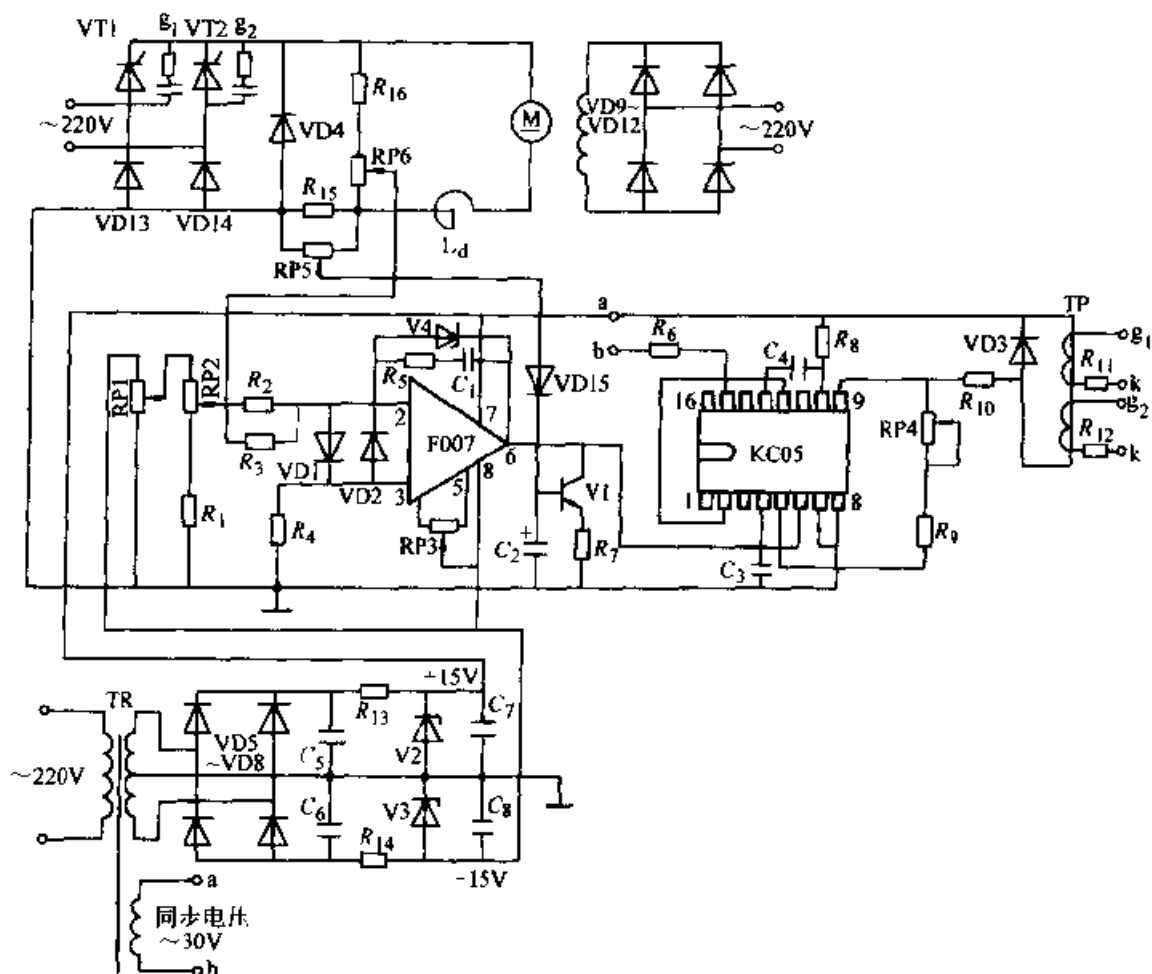


图 8-11 KCJ1 小容量直流电机控制电路

VT1、VT2 3CT5A/800V VD1~VD3、VD15 2CZ52C VD4~VD8

2CZ84C VD9~VD12 2CZ55T VD13 VD14 2CZ57F

R_1 2k Ω $R_2 \sim R_4$ 20k Ω R_5 100 Ω R_6 10k Ω R_7 、 R_{13} 、 R_{14} 220 Ω

R_8 、 R_9 30k Ω R_{10} 22k Ω R_{11} 、 R_{12} 10 Ω R_{15} 0.36 Ω R_{16} 5k Ω

RP1 20k Ω RP2 5.6k Ω RP3 10k Ω RP4 22k Ω RP5 56 Ω RP6

4.7k Ω C_1 1 μ F C_2 10 μ F C_3 0.47 μ F C_4 0.047 μ F C_5 、 C_6 220 μ F

C_7 、 C_8 100 μ F V1 3DG6D V2~V4 2CW140

12. 4.5kW 直流电动机无级调速电路

电路工作原理如图 8-12 所示。主电路由单相桥式整流电路 VD1~VD4、晶闸管 VT、直流电动机 M 组成。通过改变晶闸管导通角，可以改变电动机电枢两端的电压。

励磁电路由 VD6~VD9 组成单相桥式整流电路向励磁线圈供电，保证励磁电路接通后，电枢电路才能工作。

控制电路采用单结晶体管张弛振荡器，调节 RP1 的值就可以控制触发脉冲输

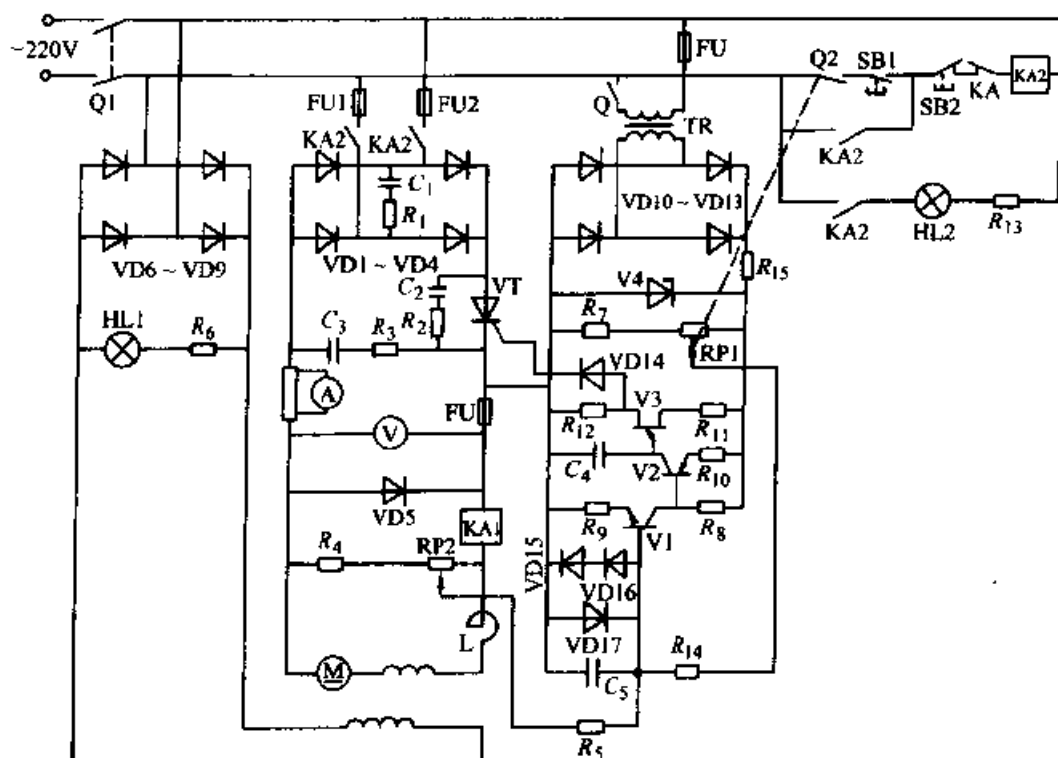


图 8-12 4.5kW 直流电动机无级调速电路

V1 3DG6B V2 3AX31B V3 BT33B V4 2CW20B VT KP50-8 RP1 2.7kΩ
RP2 1.5kΩ R₁ 30Ω R₂、R₃ 24Ω R₄ 5kΩ R₅ 5.6kΩ R₆ 2kΩ R₇、R₁₀、R₁₅
1kΩ R₈、R₁₃ 10kΩ R₉ 1.5kΩ R₁₁ 360Ω R₁₂ 560Ω R₁₄ 15kΩ C₁ 2μF
C₂、C₃ 2.4μF C₄ 0.1μF C₅ 100μF VD1~VD4
2CZ50-8 VD5~VD9 2CZ5-8 VD10~VD17 1N4007

出的时间。例如调整 RP1 使给定电压升高, 则 V1 基极电位升高趋于导通, V1 导通后, 集电极电位下降使 V2 导通。V2 的集电极电流增大, C₁ 充电速度加快, 使 V3 发出脉冲的时间提前, 这样 VT 导通角增大, 输出电压增大, 电动机转速增大。如果使 RP1 取出的给定电压下降, 则 VT 的导通角减小, 电动机转速降低。

本系统采用了电压负反馈自动稳压环节。 RP_2 、 R_4 分压后取出一部分作为反馈信号，与给定电压反向叠加，形成负反馈。当负载增加或电网电压下降时，反馈电压也降低，使得加到 V_1 基极的叠加电压上升，触发脉冲前移， V_T 导通角增加，输出直流电压上升，使电动机转速上升，维持原来转速不变。反之，当负载减小或电网电压升高引起电动机转速上升时，电动机电枢两端电压上升，反馈电压也上升，使得加到 V_1 基极的电压下降，触发脉冲后移， V_T 导通角变小，输出直流电压减小，使电动机转速降低，同样维持在原来转速不变。

13. 晶闸管调速在 M1025 无心磨床上的应用

晶闸管调速电路对改造旧 M1025 无心磨床具有调速效果较好, 结构简单, 节省电能等优点。齿轮磨床、镗床等均能应用。电路原理如图 8-13 所示。

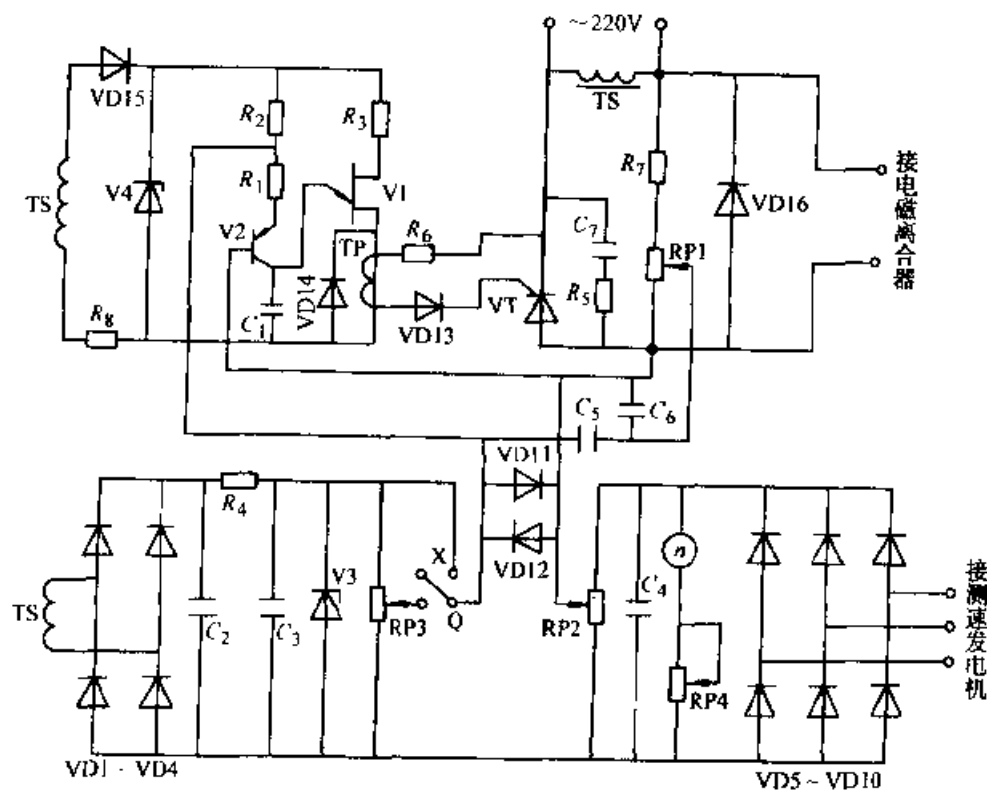


图 8-13 ZTK-1 型控制电路

VD1~VD10、VD15 2CP12 VD11~VD13 2AP16 VD14 2CZ5A/500V V1 BT33

V2 3AX31B V3、V4 2CW21J R_1 510 Ω R_2 4.7k Ω R_3 430 Ω R_4 、 R_5 51 Ω

R_6 20 Ω R_7 30 Ω R_8 10k Ω RP1 68k Ω RP2 51 Ω RP3 4.7k Ω RP4

20k Ω C_1 、 C_7 0.1 μ F C_2 ~ C_4 47 μ F C_5 1 μ F C_6 10 μ F VT KP5-8

通过调节给定电位器对电磁调速电动机（感应转差调速器）进行宽范围无级调速，它采用测速反馈环节，以提高电动机机械特性硬度。用单相半波调压电路和单结晶体管触发电路，满足电动机调速的需要。

Q 作为砂轮修正和工作开关用。在砂轮修正时，将 Q 置 RP3 处，调速速度为 0~300r/min。

电位器 RP3 作为调速用。

该电路电源线接到电动机的相线上，在主动轮电机为工作情况时，控制器才能投入工作。

在导轮传动系统改装中，主动轮电动机、感应电磁离合器、测速发电机和转速表仍是原配件，仅引入 ZTK-1 控制器作为控制环节，对原系统参数不作改动。

为达到励磁绕组要求，本电路采用半波可控整流，将励磁线圈匝数改为 500 匝，线径为 0.33mm，直流电阻约 360 Ω 。

14. 滑差电动机调速电路

目前仍有一些设备采用滑差电动机实现单机无级调速控制。它是用异步电动

机通过电磁离合器带动生产机械。当负载转矩及异步电动机转速一定时,增大磁极电流,电动机与磁极转子之间的作用力增大,则机械的转速升高,反之转速下降。一般用在 $0.6 \sim 30\text{kW}$ 功率范围。

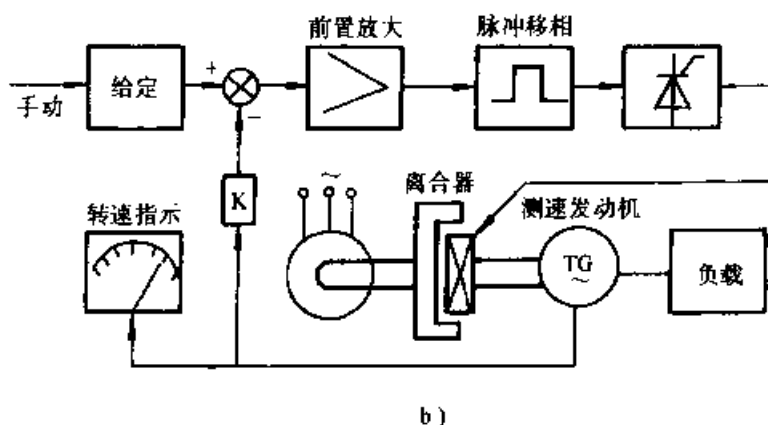
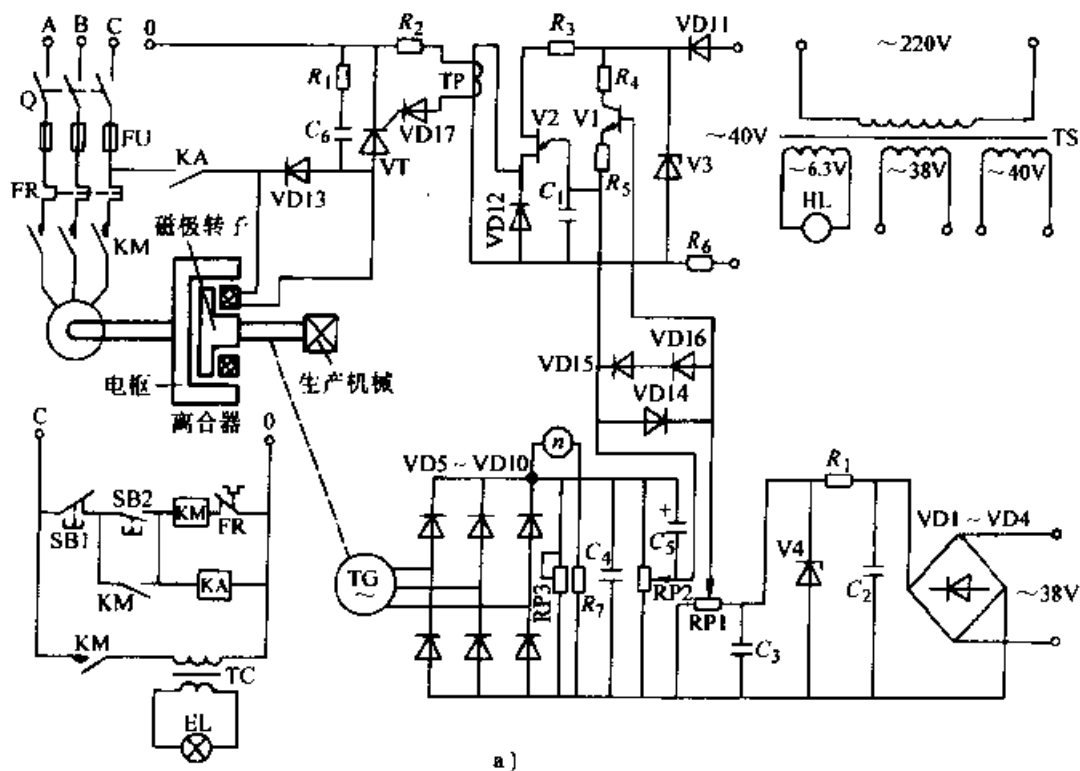


图 8-14 滑差电动机调速电路图

a) 滑差电动机调速电路原理图 b) 系统框图

VD1~VD12 2CP13 VD13 2CZ5A/600V VD14~VD17 2CP11

V1 3DG6C V2 BT33B V3、V4 2CW21K C_1 $0.45\mu\text{F}$ $C_2 \sim C_4$ $50\mu\text{F}$

C_5 $100\mu\text{F}/50\text{V}$ C_6 $1\mu\text{F}$ R_1 51Ω R_2 30Ω R_3 430Ω R_4 $4\text{k}\Omega$ R_5 510Ω

R_6 $4.7\text{k}\Omega$ R_7 $1\text{k}\Omega$ RP1 $2.2\text{k}\Omega$ RP2 $2\text{k}\Omega$ RP3 $2.5\text{k}\Omega$

电路工作原理如图 8-14a 所示。它由单相半波可控整流, 给定与测速反馈, 比较放大及移相触发环节组成。控制系统框图如图 8-15b 所示。由给定电压与转速负

反馈进行比较综合, 控制 V1 的导通。再经放大输出控制晶闸管触发脉冲移相, 改变电磁离合器的励磁电流大小实现调速。

380V 电源经过单相桥式整流、滤波稳压, 由电位器 RP1 送出速度给定电压值。速度反馈是由三相测速发电机发出三相交流电压通过三相桥式整流、滤波后, 由电位器 RP2 送到 V1 的基极。反馈电压与给定电压反极性叠加后, 控制脉冲移相。

本装置采用单结晶体管触发电路, 由变压器 TS 二次侧供给 40V 的同步电压。

调速过程, 以增速为例, 转速给定电压通过调节 RP1 使之升高, V1 的基极电流增大, V1 的集电极电流增大, 对 C_1 的充电电流增大, 移相脉冲提前, VT 的导通角增大, 励磁电流加大, 滑差电动机转速升高, 达到需要的转速值。

15. 电动机间歇运转控制电路

如图 8-15 所示, 市电 220V 经 C_1 降压, VD1 整流, V 稳压, C_2 滤波, 输出 12V 稳定电压供整个电路工作。

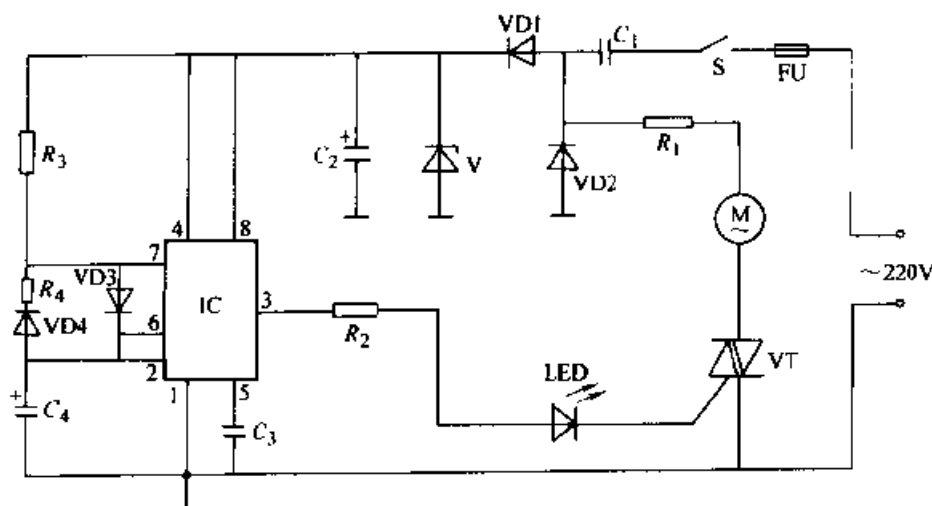


图 8-15 电动机间歇运转控制电路

R_1 470k Ω R_2 470 Ω R_3 300 Ω R_4 220k Ω
 C_1 0.68 μ F C_2 220 μ F C_3 0.01 μ F C_4 100 μ F

V (12V) VD1~VD4 1N4004 VT 2A/400V IC NE555

NE555 与 R_3 、 R_4 、VD3、VD4 及 C_4 等组成一个振荡电路。当刚闭合电源开关 S 时, 电容 C_4 两端的电压为零。IC 的②、⑥脚为低电平, 则③脚输出高电平, 经电阻 R_2 、发光二极管 LED 触发双向晶闸管 VT 导通, 电动机运转。与此同时, 电源通过 R_3 给 C_4 充电。当 C_4 两端电压被充到 2/3 电源电压时, IC 的②、⑥脚变为高电平, ③脚输出低电平, LED 熄灭, VT 截止, 电动机 M 失电停转。此时, IC 的⑦脚也成低电平, C_4 通过 VD4、 R_4 放电, 当 C_4 两端的电压降低到 1/3 电源电压时, 电路翻转, ③脚输出高电平, 电动机又开始运转。整个电路使电动机实现

了间歇运转。

16. 利用 PROG-110 组成电磁调速电动机控制器

电磁调速电动机在工业设备中应用较广泛,使用时,操作者必须遵循正确操作程序,才能使系统正常工作,否则容易使电动机或电磁调速器部分损坏。正确操作程序是:开启时先启动电动机,延时 2~9s,待电动机启动后,开启调速控制器电源,使电磁线圈得电工作,关闭时,次序相反,先关闭调速器电源,延时数秒,再关断电动机。

执行这种操作程序可使电动机避免在重载下启动、停止,减少电动机启动电流冲击与电磁线圈电流冲击。用常规元件组成控制器,使用元件多,电路自锁互锁关系复杂,操作员必须依照一定时间间隔来开关两组电源,非常不便。用 PROG-110 组成的控制器如图 8-16 所示。

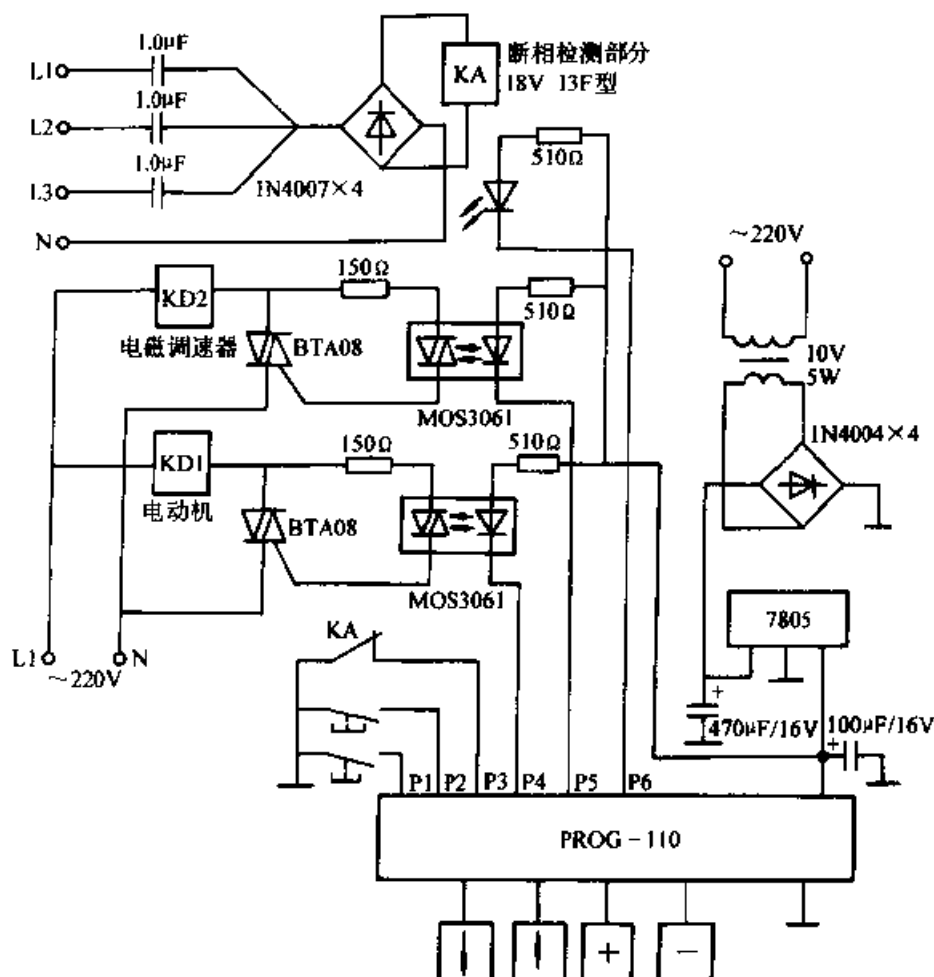


图 8-16 利用 PROG-110 组成电磁调速电动机控制器

由图可见,其外部元件可减到最少,而且操作者只需点动开关,无须担心操作失误。控制器会按编制的程序启闭电动机,而且还利用多余口线输入断相信号,一

且有断相，就不能启动电机，运转时还能迅速关机，其程序软件如下：

```
01--00--04 00--03--04--00--40--75--00--00--50--02--00--08--03--00--
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ 11 12 13 14 15 16 17
12--07--07--51--74--00--00--41--07--25--60--51--72--00--00--41--79--
18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34
00--00--79--00--00--61--07--40--00
35 36 37 38 39 40 41 42 43
```

共 43 条程序指令：下面逐条加以解析。

- ① P1 口定义为启动信号输入口，低电平有效。
- ② P1 口为低电平时上跳 00 步，否则执行下一条指令。
- ③ P1 为低电平时，下跳 4 步，否则执行下一条指令。
- ④ 执行返回指令，返回第一条指令处执行。
- ⑤ P3 口定义为断相信号输入口，低电平有效。
- ⑥ 如果 P3 为低电平，上跳 4 步，否则执行下一条指令。
- ⑦ 如果 P3 为低电平，下跳 00 步，否则执行下一条指令。
- ⑧ P4 口输出低电平，电动机启动运转。
- ⑨ 执行定时指令，延时 5s。
- ⑩ 如果延时时间未到，上跳 00 步。
- ⑪ 如果延时时间未到，下跳 00 步。
- ⑫ P5 口输出低电平，电磁调速器电源开通。
- ⑬ P2 口定义为关闭信号输入口，低电平有效。
- ⑭ P2 为低电平，上跳 00 步，否则执行下一条指令。
- ⑮ P2 为低电平，下跳 8 步，否则执行下一条指令。
- ⑯ 再次检测 P3 口有否断相信号输入。
- ⑰ 如果 P3 为低电平，上跳 00 步，否则执行下一条指令。
- ⑱ 如果 P3 为低电平，下跳 12 步，否则执行下一条指令。
- ⑲ 指行上跳指令。
- ⑳ 上跳 7 步执行。
- ㉑ P5 口输出高电平，关闭电磁调速电源。
- ㉒ 执行定时指令，延时 4s。
- ㉓ 意义同第⑩条。
- ㉔ 意义同第⑪条。
- ㉕ P4 口输出高电平，关闭电动机。
- ㉖ 执行上跳指令。
- ㉗ 上跳 25 步执行。

- ⑳ P6 口输出低电平, 断相指示灯亮。
- ㉑ P5 口输出高电平, 电磁调速器电源关闭。
- ㉒ 执行定时指令, 延时值 2s。
- ㉓ 意义同第⑩条。
- ㉔ 意义同第⑪条。
- ㉕ P4 口输出高电平, 电动机关闭。
- ㉖ 执行定时指令, 延时 9s。
- ㉗ 意义同第⑩条。
- ㉘ 意义同第⑪条。
- ㉙ 执行定时指令, 延时 9s。
- ㉚ 意义同第⑩条。
- ㉛ 意义同第⑪条。
- ㉜ P6 口输出高电平, 断相指示灯灭。
- ㉝ 执行上跳指令。
- ㉞ 上跳 40 步执行。
- ㉟ 执行返回指令。

在这个控制器程序软件中, 应用了输出指令、输入指令、定时指令、跳转指令, 其中输入指令的作用是鉴别有否输入控制信号, 以此为据发出控制信号。定时指令使程序按一定时间执行, 其中时间值可任意修改设定。程序中的跳转指令, 起到了关键性的承上启下的作用。例如在输入关机信号或断相信号时, 同样可以达到关机目的, 输入断相关机信号时, 时间间隔有所缩短, 还同时点亮指示灯报警。

17. UAA4003 用于直流电机斩波调速系统

电力晶体管 (GTR) 出现以后一度得到广泛应用。GTR 内部由若干个小功率晶体管并联而成, 故 GTR 的驱动和保护问题比较突出。次后相继开发了许多配套专用的 GTR 驱动电路。GTR 斩波器性能的好坏主要取决于其基极控制, 因此基极驱动电路是斩波器的核心。例如 UAA4003 是许多 GTR 斩波器专用基极驱动集成电路中的一种。

UAA4003 采用双列直插式标准 16 脚封装。UAA4003 各引脚名称、功能及作用如下: ① (V_{CC}) 工作正电源端, 一般取 12V。② (GND) 工作参考地端。③ (V_{EE}) 工作负电源端, 推荐值为 -5V。④ (S) 输出端。⑤ (V_{DD}) 输出级电源联接端。⑥ (V_{CE}) 被驱动斩波晶体管集电极电压检测端。使用中通过一高压快速恢复二极管接被驱动的 GTR。⑦ (I_C) 被驱动 GTR 集电极电流信号检测端。使用中通过一分流器检测 GTR 的集电极电流。⑧ (S_{DD}) 内置调节器输出端。⑨ (E_-) 内部运算放大器反相输入端。⑩ (E_+) 内部运算放大器同相输入端。⑪ (MEM) 比

较器保护记忆输出端。⑫ (SW) 复位端。⑬ (R_T) 决定输出 PWM 脉冲频率电阻联接端⑭ (C_T) 决定输出 PWM 脉冲频率电容联接端。⑮ (C_R) UAA4003 驱动的斩波器过电流延时截止电容联接端。⑯ (t_{onmax}) 最大导通时间定时电容联接端。UAA4003 的内容结构及工作原理简图如图 8-17-1 所示。

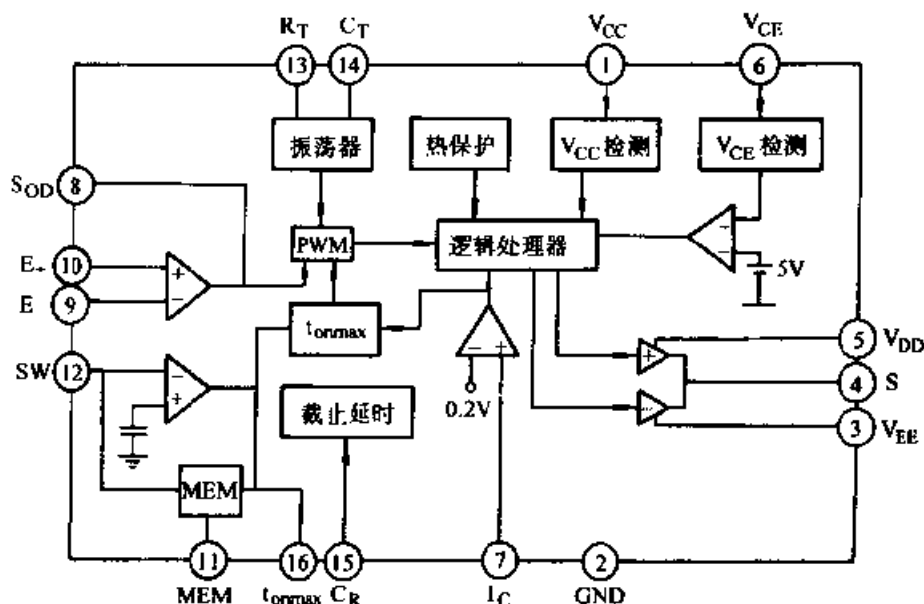


图 8-17-1 UAA4003 的内部结构及工作原理简图

UAA4003 内部集成有一个振荡器、一个有调节器、三个比较器、一个热保护单元、一个 V_{CC} 检测逻辑、一个逻辑处理单元、一个 PWM 单元、一个输出正脉冲功放和一个负脉冲功放单元以及一个 t_{onmax} 单元共 12 个单元电路。它的脉冲输出功放单元电路如图 8-17-2 所示。

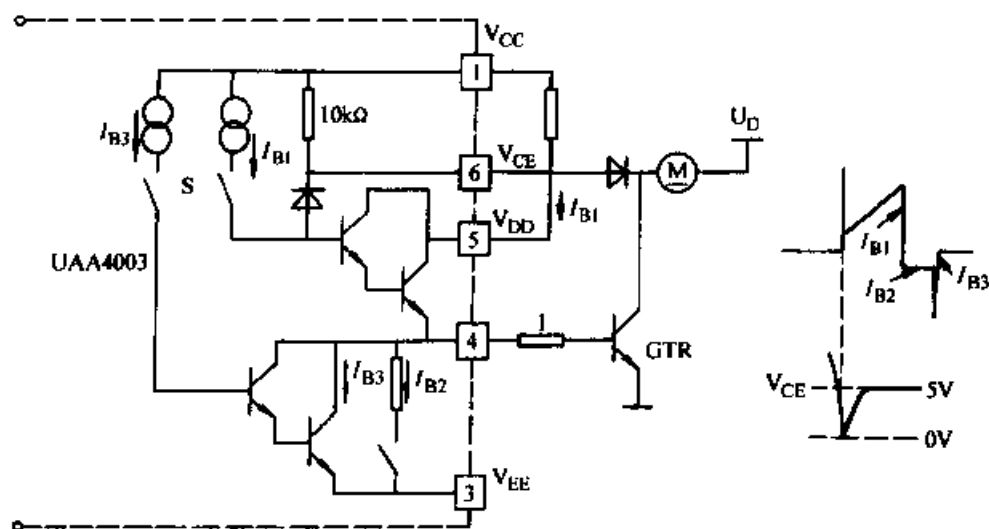


图 8-17-2 UAA4003 脉冲输出功放单元电路

该电路简单工作原理为：在正负电源电压不欠电压、UAA4003 本身不过热、被驱动 GTR 不过电流且不欠饱和时，UAA4003 根据 R_T 、 C_T 端所接电阻和电容值

决定的振荡频率输出三角波与内部运放输出的给定信号，经 PWM 单元比较后输出 PWM 脉冲，该脉冲经逻辑处理器处理后高电平送正脉冲功放单元输出直接驱动 GTR 饱和导通，而低电平由负脉冲功放单元输出使 GTR 关断。一旦发生过电流、欠饱和、过热、电源欠电压等故障之一时，UAA4003 内部相应的保护单元立即动作封锁输出脉冲，保护被驱动的 GTR 不损坏。

UAA4003 内部集成电路有产生振荡和脉宽调制 PWM 信号的逻辑单元。其内部电路结构可保证被驱动晶体管 GTR 基极电流能自动调节，使 GTR 导通期间总处于饱和状态。在 GTR 关断过程中，它可以给被驱动 GTR 基-射极之间施加一较大的反向基极电流，保证了 GTR 的快速关断。当被驱动 GTR 过电流时，它可以通过导通比自动减小来限制集电极电流。UAA4003 本身还具有对自身工作电源正、负电压进行控制和对芯片自身工作温度进行监控的功能，一旦自身工作电源电压不足或芯片超温时，它会自动封锁输出脉冲。用它来驱动斩波器中的 GTR，可以对 GTR 进行过电流、短路、欠饱和、过饱和等分散式就地快速保护。

图 8-17-3 给出了 UAA4003 用于 3kW 直流电动机斩波调速系统中的原理电路图。图中 R_s 、VD3、 C_s 组成 GTR 关断时的辅助换向电路； L_{SL} 、 R_{SL} 、VD2 组成 GTR 开通时的换向电路。它们的作用是既减小了 GTR 开通换向损耗，又减小了 GTR 关断时的电压尖峰和开通时的电流尖峰。

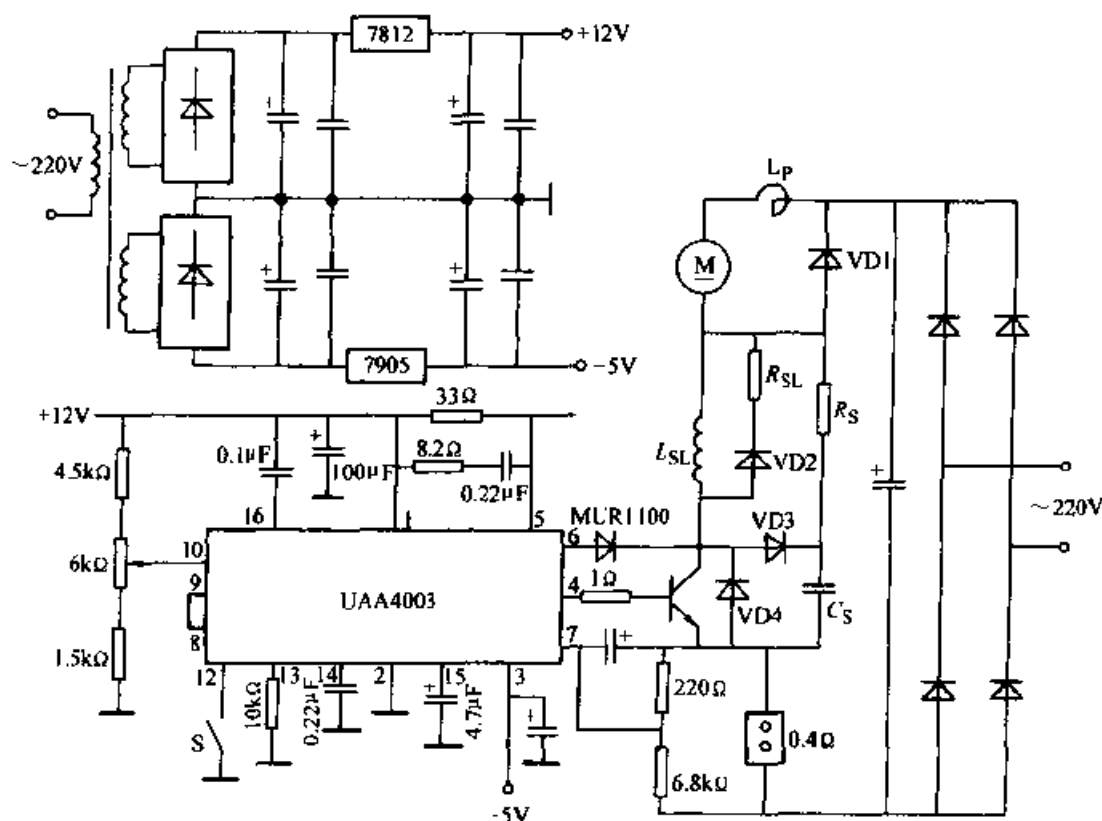


图 8-17-3 UAA4003 用于直流电动机斩波调速系统原理图

18. 小直流电动机的脉宽调制控制器

对直流给定电压进行通、断脉冲调制,以改变占空比来控制电压的平均值,即用调制脉宽来达到进行直流电调压的目的,是一种直—交—直变换的调压控制电路。以脉宽调制方式控制小型直流电动机的电路见图 8-18。

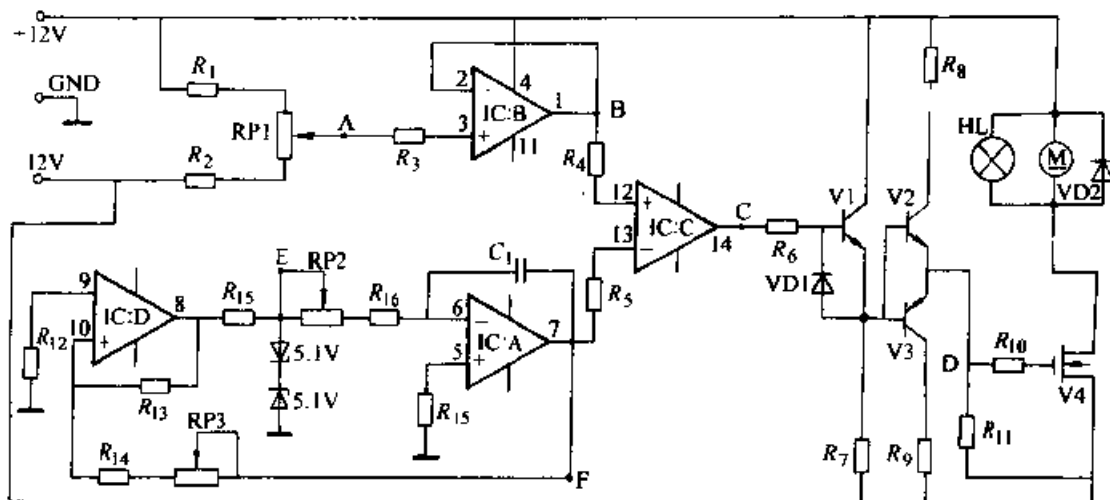


图 8-18 小型直流电动机的脉宽调制控制器

R_1, R_2, R_7, R_{11} : $4.7k\Omega$ $R_3 \sim R_5, R_{12}, R_{16}, R_{17}$: $10k\Omega$

$R_6, R_8, R_9, R_{11}, R_{15}$: $1k\Omega$ R_{10} : 47Ω R_{13} : $5.1k\Omega$

$RP1$: $4.7k\Omega$ $RP2$: $50k\Omega$ $RP3$: $10k\Omega$ $VD1, VD2$: 1N4148

$V1, V2$: 9013 $V3$: 9012 $V4$: 2SK1270 IC: LF347

方波/三角波发生电路由 IC: D、两只稳压二极管、IC: A 等组成。IC: A 运放构成迟滞比较器,当同相端输入电压大于反相端输入电压时,输出为正电源电压,反之则输出为负电源电压。故 IC: D 输出为 $\pm 12V$ 的方波。IC: A 构成反相积分放大器。当 IC: D ⑧脚输出为 $+12V$ 时对 R_{16} 、 C_1 充电,在 IC: A 输出端 ⑦脚形成三角波的下降沿,经 R_{13} 、 R_{14} 、 $RP3$ 分压后反馈到 IC: D 的同相端与其反相端电压比较,当同相端电压低于反相端电压时,比较器翻转,则从 ⑧脚输出低电平。后级积分放大器中的 C_1 经 R_{16} 和运放反向充电,使 ⑦脚电平由低渐升,形成三角波的上升沿,这样不断反复,在 E 点形成被两只反串联的稳压二极管限幅的方波 ($\pm 5.8V$),而在 ⑦脚形成了三角波。调节 $RP3$ 可使三角波的输出幅度改变,本电路要求调到 $V_{pp} = \pm 3V$ 。调节 $RP2$ 可使三角波的频率改变,本电路要求调到 $f = 1000Hz$ 。

给定电路由 R_1 、 R_2 、 R_3 、 $RP1$ 、IC: B 构成。其中 IC: B 为电压跟随器, $RP1$ 的中心点 A 点电压通过调节 $RP1$ 可在 $-4 \sim +4V$ 之间变化。

PWM 发生器由 IC: C 及 R_4 、 R_5 组成电压比较器。反相输入端为 $f = 1000Hz$ 、 $V_{pp} = \pm 3V$ 的等腰三角波,在同相输入端是 $\pm 4V$ 范围内的给定电压 U_B 、当 $U_B >$

U_i 时 IC: C 输出高电平 +12V, 反之则输出为 -12V。给定电压越高, IC: C 输出的高电平时间越长, 即占空比越大, 被调制的直流电压平均值就越高, 相反, 给定电压低时, 被调制的直流电压平均值就低, 实现了调压目的。

驱动电路及功率开关电路: 由 V1、V2、V3 等组成, 把脉宽调制的小信号进行功率放大和整形以推动负载。大功率开关电路由 V4, R_{10} 组成, 直接控制负载。图中的负载是一直流小电动机及 12V/1W 的小指示灯, 负载大小的选择应考虑场效应晶体管的功率及电源的输出功率大小。

19. 用线性固态继电器制成的电动机起动器

电动机的起动电流远远大于额定电流, 一般为 5~7 倍。此冲击电流会降低电网电压, 对电源和用电设备有较大影响, 还会使电动机发热、缩短寿命。为限制电动机起动时的过大电流, 一般采用电阻降压或自耦变压器降压等方法。若改用一种“线性固态继电器”XSSR 制成软起动电路, 其起动过程可避免冲击电流, 且成本低廉、简单可靠。电路原理见图 8-19。

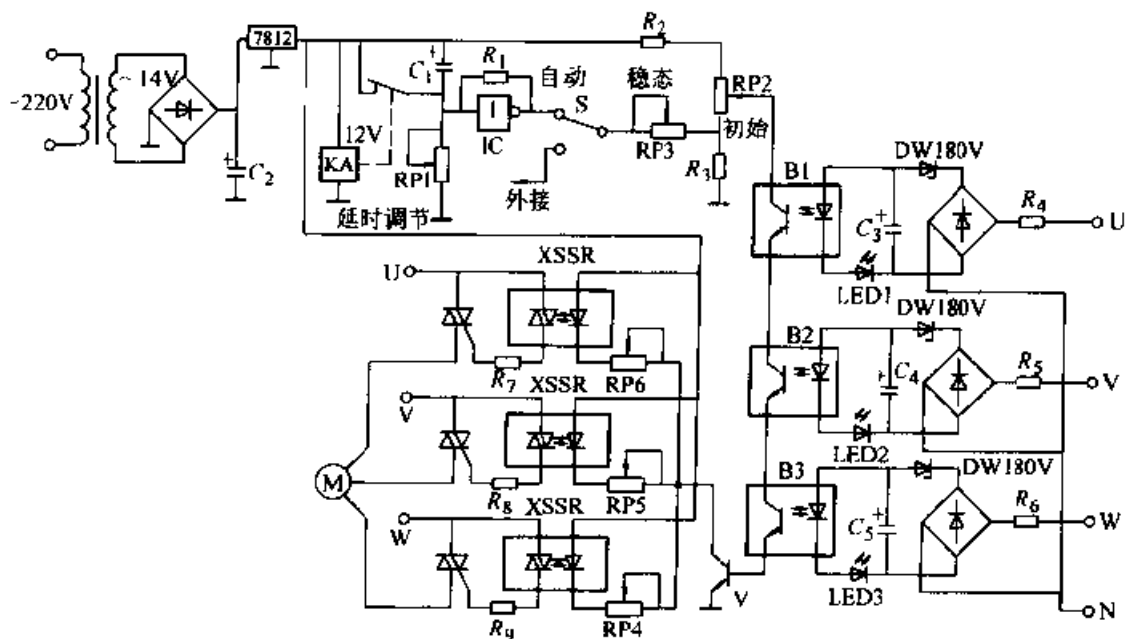


图 8-19 用线性固态继电器制成的电动机起动器

R_1 2M Ω R_2 10k Ω R_3 510 Ω R_4 、 R_5 、 R_6 100k Ω

R_7 、 R_8 、 R_9 24 Ω RP1 1M Ω RP2、RP3 100k Ω RP4~RP6

200 Ω C_1 100 μ F C_2 25 μ F C_3 ~ C_5 470 μ F

V 9013 IC CD4069 B1~B3 TLP521

软起动控制: 在起动时间内, 使 XSSR 初级的直流电流从零开始线性增长, 以控制次级交流电动机的电流, 使之从零开始, 线性增长到额定值, 实现软起动。

开机延时功能由 RP1、 C_1 延时元件和反向放大器组成。接通电源的瞬间, 电

解电容 C_1 上的电压为零,反相放大器输入端的电压从 +12V 逐渐下降,输出端电压逐渐从 0V 上升。延时长短由 RP1 调解。继电器常闭接点并联在 C_1 上,目的是在关机后立即将电容上的电荷放掉。

断相保护:三相电源分别将降压电阻、桥式整流器和稳压管送至光耦合器初级和指示灯。三个光耦合器次级串联,只要发生断相,或某一相电压低于 180V,都会自动切断全部三相电源,并使 LED1~LED3 指示灯熄灭。

平衡调节和电压设定 RP4、RP5、RP6 分别微调 XSSR 的初级电流,可使三相平衡。RP2 作为初始电压设定,它决定了开机瞬间负载上的电压,一般定为 0V。RP3 作为最终输出电压设定,它决定了电动机进入稳定状态后的工作电压,可根据实际需要调整。

单刀双掷开关 S 的作用是准备另一种调节方式,即外接计算机调节。可按设计要求,从计算机输出 0~10V (或 5V) 进行程序控制。输入的直流电压 (0~10V) 与输出的交流电压 (0~380V) 成线性比例关系。

制作调整:电源变压器功率为 5W,一次侧 220V,二次侧 14V。继电器 KA 工作电压为直流 12V,将常闭接点并在 C_1 上。CD4069 是六反相器,并联成一个反相器使用。RP1、RP2、RP3 选多圈电位器,以保证精度。光耦合器 B (TLP521) 次级是达林顿型,四脚引出式。

XSSR 是线性固态继电器,不能用一般固态继电器代替。根据电动机的功率大小来选择双向晶闸管的电流参数,一般要取 5 倍余量。要注意散热,散热片要有足够的面积,且用风扇进行冷却。

九、斩波逆变变频电路

1. 300W 高低频斩波式新型高效逆变器

使用本电路制成的逆变器在效率、重量、体积、保护等方面都大大优于普通工频逆变器，而成本却基本接近普通工频逆变器。该逆变器原理见图 9-1。

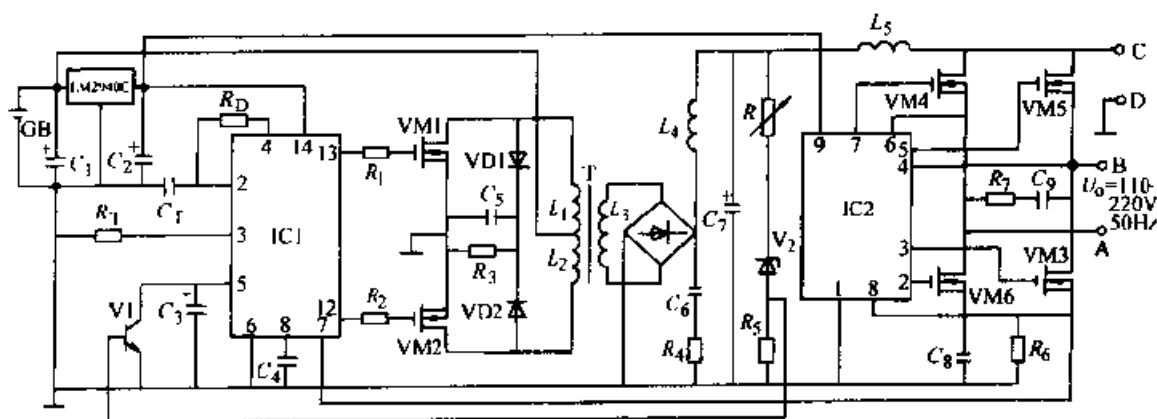


图 9-1 300W 高低频斩波式新型高效逆变器

R_1, R_2 22 Ω R_3 1k Ω R_4 2k Ω R_5 10k Ω R_6 0.68k Ω
 R_7 100 Ω R_8 150k Ω R_9 220k Ω R_D 100 Ω C_1 1500pF C_2, C_3 100 μ F
 C_4 10 μ F C_5 4.7 μ F C_6 100pF C_7 47 μ F C_8 1 μ F C_9 0.1 μ F
 $VM1, VM2$ SUB60N06 $IC1$ ST3845 $IC2$ BD2001N $VD1, VD2$ 1N4007

升压驱动控制电路由小型脉宽集成控制器 ST3845 及 VM1、VM2、升压变压器等组成。蓄电池组 GB 经 LM2940C-12 低压差稳压器稳压后，给 IC1 电源④脚供电。 C_1 、 R_1 、 R_D 决定 IC1 的振荡频率，其中 R_D 决定死区时间，本机工作于 30kHz。开机后 IC1⑤脚向外接电容 C_3 提供 50 μ A 恒流充电，当 C_3 上电压从 0V 逐渐上升到 5V 时，⑬、⑭脚交替输出的矩形波也由窄变宽，从而完成软启动，此举可有效防止由于给 C_7 瞬时大电流充电而造成的整流桥损坏等故障。⑦脚为关闭端，当⑦脚电压超过 1V 时，将关闭⑬、⑭脚并锁存，直到受⑧脚外接电容 C_4 控制的时钟脉冲触发使其复位时，⑬、⑭脚方恢复输出。

ST3845 具有 500kHz 工作频率、50ns 高速关断和 1.5A 峰值流入或流出能力，非常适合于驱动功率 MOS 器件。VM1、VM2 采用 SUB60N06，其通态电阻为 0.02 Ω 。为进一步降低功耗，每边采用双管并联，这样输入 300W 时，初级电流 12V、25A，实际耗散功率 4 管总计仅 6.25W。而采用 24V 供电时，总管耗仅

1.7W。由于其它元件均不产生多少热量，故本机效率可高达95%以上。VD1、VD2、 C_1 、 R_1 为尖峰吸收回路。

一次电流经高频变压器T升压、整流桥整流、 L_1 滤波后在 C_1 上产生220V直流高压。 R_2 、V2、 R_3 构成电压检测电路，当 R_3 端分压达到0.7V时，V1导通， C_1 放电，⑤脚电位下降，使IC1的⑬、⑫脚输出脉宽变窄，达到稳压目的。50Hz斩波回路由IC2、VM4、VM5、VM6、VM3等组成。BD2001N为50Hz斩波专用集成控制器。其管脚功能为：①V₊；②输出A；③输出B；④、⑤输出C；⑥、⑦输出D；⑧限流保护；⑨V₊（12~18V）。内部50Hz振荡信号经下双端推动和上浮双端驱动后，一路在上半周由其⑦、③脚同时输出，另一路在下半周由其⑤、②脚同时输出。上半周时， C_1 经 L_1 、VM4输出端A、B、VM3、检测电阻 R_3 放电，下半周时， C_1 经 L_1 、VM5、输出端B、A、VM6、 R_3 放电。这样，在A、B两端产生50Hz交流电压，完成低频斩波功能。当输出短路，在 R_3 上产生的电压超过1V时，IC1、IC2均被关闭，起到过流保护作用。 C_2 、 R_4 、 C_3 、 R_5 分别为尖峰吸收回路。

调节R可使输出电压 V_0 在110~220V之间变化，同时在C、D两端输出110~220V直流电压。可使用汽车电瓶作各种维修电源。本机实测空载电流0.1A，蓄电池在12~24V间直接接入，不需换档。

2. 集成电路TCA785用于三相电源变换系统

前述晶闸管移相触发控制集成电路TCA785也可用于AC-DC-AC电源变换

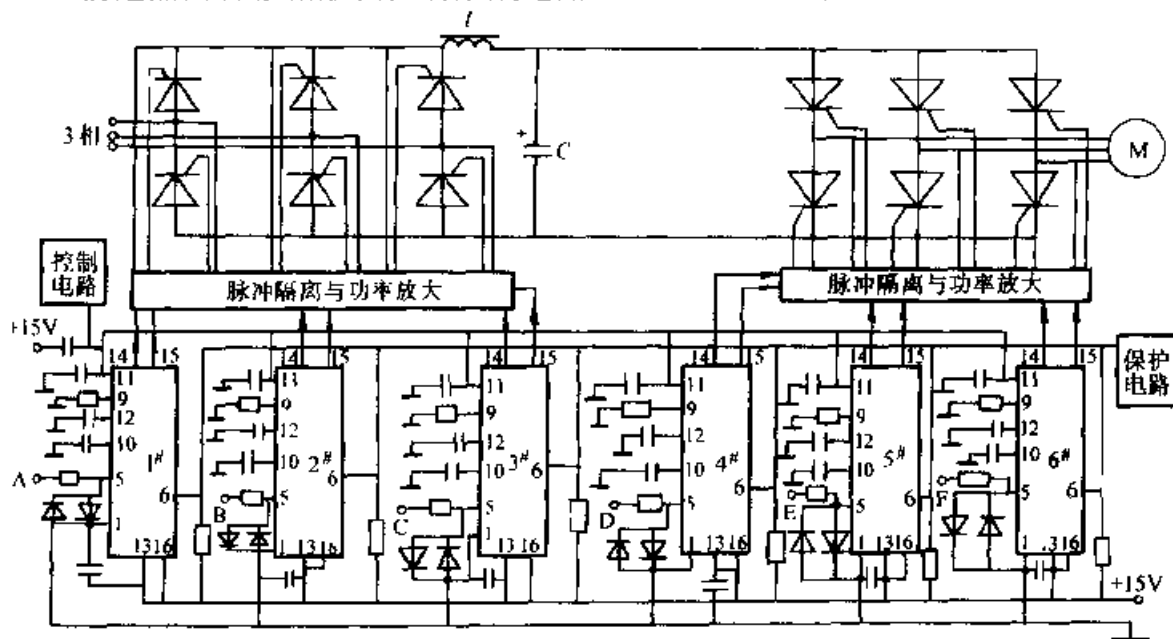


图 9 2 TCA785 用于三相 AC-DC-AC 电源变换系统原理图

系统中。AC-DC-AC 电源变换系统是变频电源、变频调速、不间断电源等电力电子装置中经常用到的方案。TCA785 由于自身移相范围可达 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$, 故可方便的应用在这种系统中。

图 9-2 给出了 6 片 TCA785 用于三相变频调速系统中的原理图。

图中 1#、2#、3# 的 TCA785 移相控制角为 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$, 而 4#、5#、6# 的 TCA785 移相控制角为 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 。各个 TCA785 的同步电压均来自同步变压器。

3. 工频晶闸管逆变器

图 9-3 逆变器中 $V1$ 、 $V2$ 、 C 、 C_1 、 R 、 R_1 、 $RP1$ 、 $RP2$ 、 R_2 、 R_3 构成自激多谐振荡器。振荡器输出的脉冲信号经 $V3$ 、 $V4$ 双边放大和 $TP1$ 、 $TP2$ 耦合, 分别送到晶闸管 $VT1$ 和 $VT2$ 的门极上。电感 L 、二极管 $VD1 \sim VD4$ 用于提高逆变效率。调 $RP1$ 、 $RP2$ 把频率调到 50Hz, 输出方波。

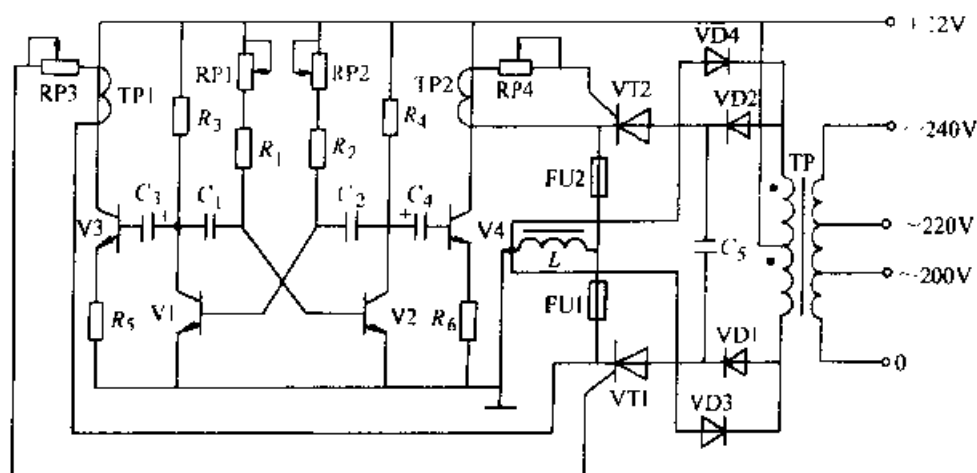


图 9-3 工频晶闸管逆变器

R_1 、 R_2 27k Ω R_3 、 R_4 2k Ω R_5 、 R_6 20 Ω $RP1$ 、 $RP2$ 10k Ω
 $RP3$ 56 Ω C_1 、 C_2 0.47 μ F C_3 、 C_4 10 μ F C_5 30 μ F $VD1$ 、 $VD2$
 2CZ10A/30V $VD3$ 、 $VD4$ 2CZ5A/30V $VT1$ 、 $VT2$ KP10A/30V
 $V1 \sim V4$ 3DG12B $TP1$ 、 $TP2$ 脉冲变压器

4. 晶闸管全自动应急电源

本装置由交直流电源、整流、升压、阻断控制、逆变换向、滤波、50Hz 多谐振荡器及输出变换 8 部分组成, 电路原理见图 9-4。

市电供电正常时, 继电器 KA 吸合, 接点 4、5 接通, 负载由市电供电。另外, 接点 1、2 接通, 8、9 接通, 由变压器的 L_1 、 L_2 线圈和 $VD1$ 、 $VD2$ 组成全波整流使蓄电池处于浮充电状态。此时, 晶闸管 $VT1$ 、 $VT2$ 自行阻断, 逆变不工作。

市电停电后, 继电器 KA 释放, 各接点状态如图 9-4。此时, 其常闭触点接通, $V3$ 、 $V4$ 双稳电路得到直流 12V 电源, $V3$ 、 $V4$ 集电极分别输出相信相反的 50Hz

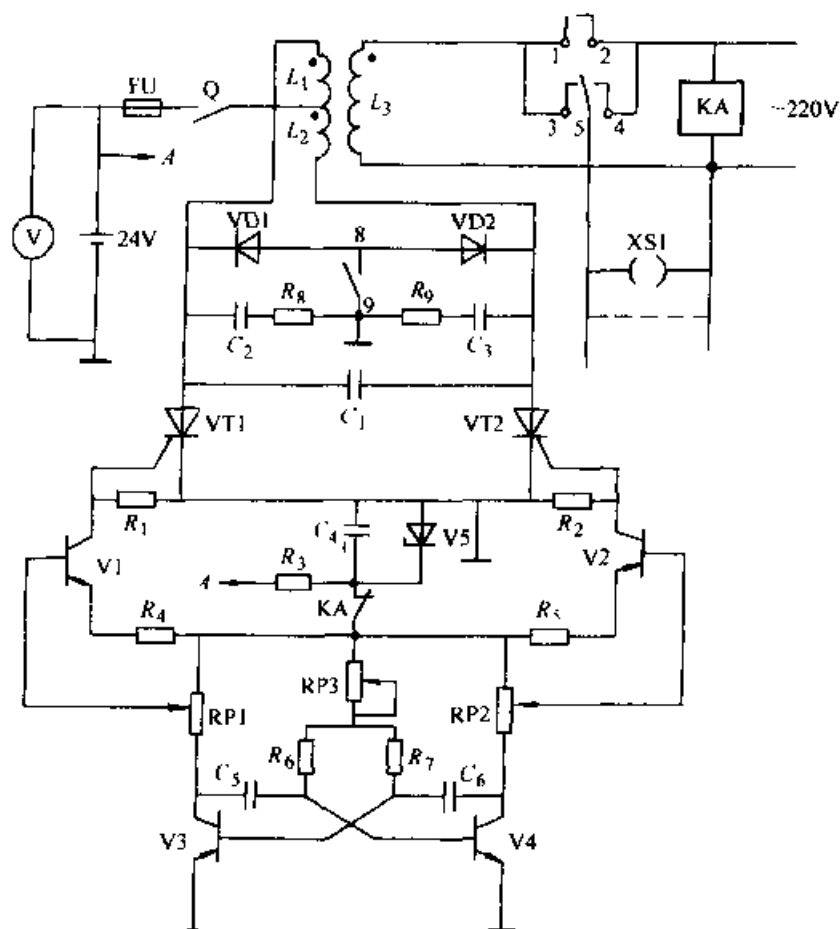


图 9-4 晶闸管全自动应急电源

- $R_1 \sim R_4$ 1k Ω R_5, R_6 51 Ω R_7, R_8, R_9 30k Ω
 R_{10}, R_{11} 100 Ω $RP1, RP2$ 4.7k Ω $RP3$ 5.1k Ω
 C_1 1 μ F C_2, C_3 0.1 μ F C_4 22 μ F
 C_5, C_6 0.47 μ F $VD1, VD2$ 2CZ20A/100V
 $V1, V2$ 3AX81 $V3, V4$ 3DK8F $V5$ (12V)
 $VT1, VT2$ KP20A/100V

方波，经 $V1, V2$ 电流放大供给 $VT1, VT2$ 触发脉冲信号。设某一时刻 t_1 时 $VT1$ 被触发导通， $VT2$ 阻断，电流由线圈 L_1 经 $VT1$ 到地端，在 L_1 上得到 24V 并经变压器升压输出正半周高压。同时 L_2 上感应出对应的电压，此电压与 24V 直流电压叠加至 48V 通过阻断控制电容 C_1 迅速充电到 48V，右正左负。

在 t_2 时， $VT2$ 被触发导通，在线圈 L_2 上产生负半周高压。同时，由于 $VT2$ 导通， C_1 上右正左负的 48V 电压通过 $VT2$ 给 $VT1$ 施加反向电压，使 $VT1$ 迅速阻断，并通过 $L_1, C_1, VT2$ 又给 C_1 反向充电至 48V，左正右负，作为下一周期开始时的 $VT2$ 阻断电压。如此循环使 $VT1, VT2$ 交替通断，实现了换向、逆变的目的。

调整 $RP3$ 可达到逆变输出频率为 50Hz。 $RP1, RP2$ 用于调整触发脉冲输出功

率。 C_1 、 R_3 为电源滤波,防止 24V 电源电压跌落对逆变输出频率的影响。 C_2 、 C_3 、 R_6 、 R_9 为阻容吸收,防止 I_{q1} 、 I_{q2} 产生的过电压,保护晶闸管。

5. 100W 的 V-MOS 管逆变电源

利用功率场效应晶体管推挽振荡实现的 100W 逆变电源见图 9-5-1。

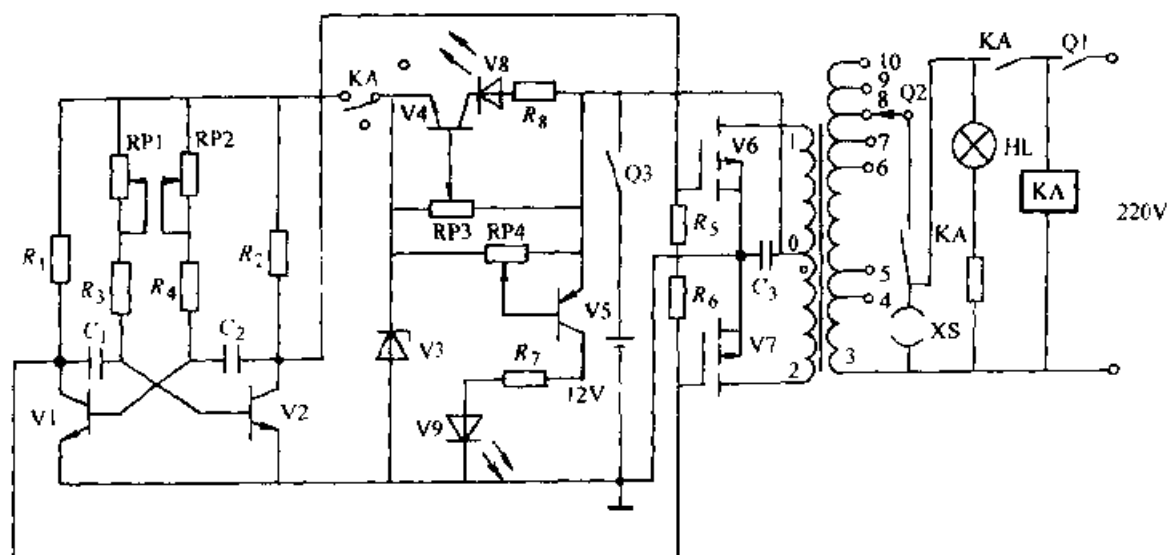


图 9-5-1 100W 的 V MOS 管逆变电源

R_1 、 R_2 2.2 Ω R_3 ~ R_5 100 Ω R_7 1k Ω R_8 470 Ω R_9 1M Ω RP_1 、 RP_2 200k Ω RP_3 、 RP_4 2.2k Ω C_1 、 C_2 0.1 μ F V_1 、 V_2 3IX6 V_3 2CW17
 V_4 3D 系列 V_5 3AX V_6 、 V_7 V75AT V_8 (红) V_9 (绿)

V_1 和 V_2 构成多谐振荡器,振荡频率 50Hz。采用 V_4 稳压供电,使频率稳定,多谐振荡器输出方波电压,直接推动 V-MOS 功率场效应晶体管推挽工作,经变压器升压后的 220V 交流从插座 XS 引出。

当电网送电时,继电器 KA 通电,KA 的常开触点接通电网电源,继电器 KA 的另一触点由变压器 8 端跳到 5 端,使变压器二次侧的 1、2 端对 0 端各产生 15V 交流电压。同时继电器 KA 断开多谐振荡器电源,故 V-MOS 管栅极电压为零。此时 V-MOS 管相当于二极管。15V 交流电经 V-MOS 管全波整流后对蓄电池充电。 V_8 是充电充足指示, V_9 是放电完指示。氖灯 HL 指示高压电。当电网送电但蓄电池已充足,或虽停电但不需逆变器工作时,关断 Q_3 。

电网停电时,继电器 KA 断电,KA 的常开触点断开电网电源进线,KA 的另一触头切换到变压器 8 端,使 3、8 端变成逆变变压器的二次高压侧经插座 XS 输出。与此同时 KA 触头接通多谐振荡器电源,使多谐振荡器起振。此时,氖灯 HL 应发光, V_9 应发绿光。绿光熄灭时,表示蓄电池电已放完。

RP_1 、 RP_2 可调整使多谐振荡器的频率为 50Hz,且波形对称。调节 RP_3 使 V_8 在电源电压为 16.8V 时点亮,16V 以下熄灭。调节 RP_4 使 V_9 在电源电压大于

11V 时亮, 小于 10.5V 时灭。变压器铁心面积不小于 10cm^2 , 绕组数据见图 9-5-2。

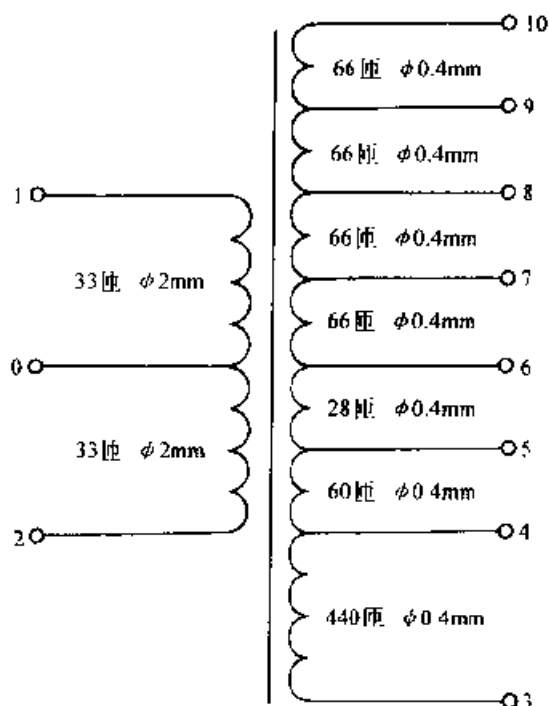


图 9-5-2 变压器绕组数据

另外, 利用 P-MOS 大功率场效应晶体管推挽振荡、时基电路和数字电路推动, 集成稳压器做直流稳压的 300W 逆变器如图 9-5-3 所示。

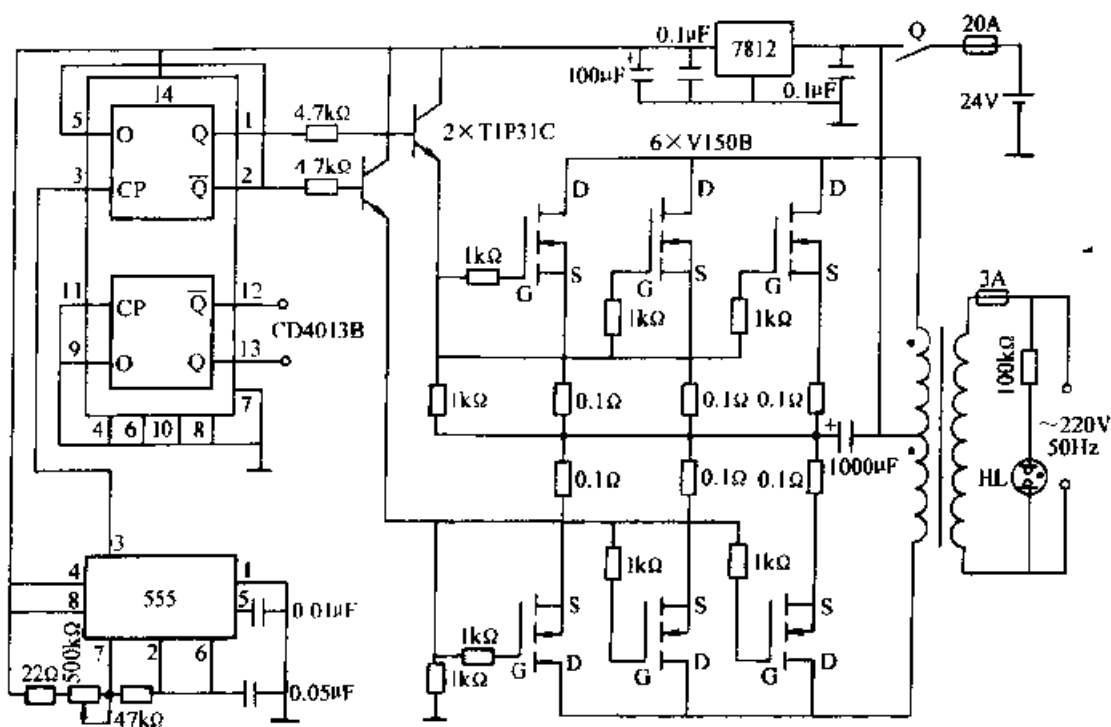


图 9-5-3 300W 的 P-MOS 管逆变器

6. 2t 电动平板车调速装置

使用直流电源的电动车辆，如采用晶闸管脉冲调速方法，与以往串电阻调速比较有明显的优点：可实现对直流串励电动机电枢改变供电电压的调速，调速性能显著改善：起动平稳，延长车辆传动机构寿命；操纵轻便：可以节约电能等。

图 9-6-1 为 72-1A 型 2t 电动平板车调速装置的主电路图。车上电源为 40V 蓄电池，行走电动机型号为 ZXQ25/40。

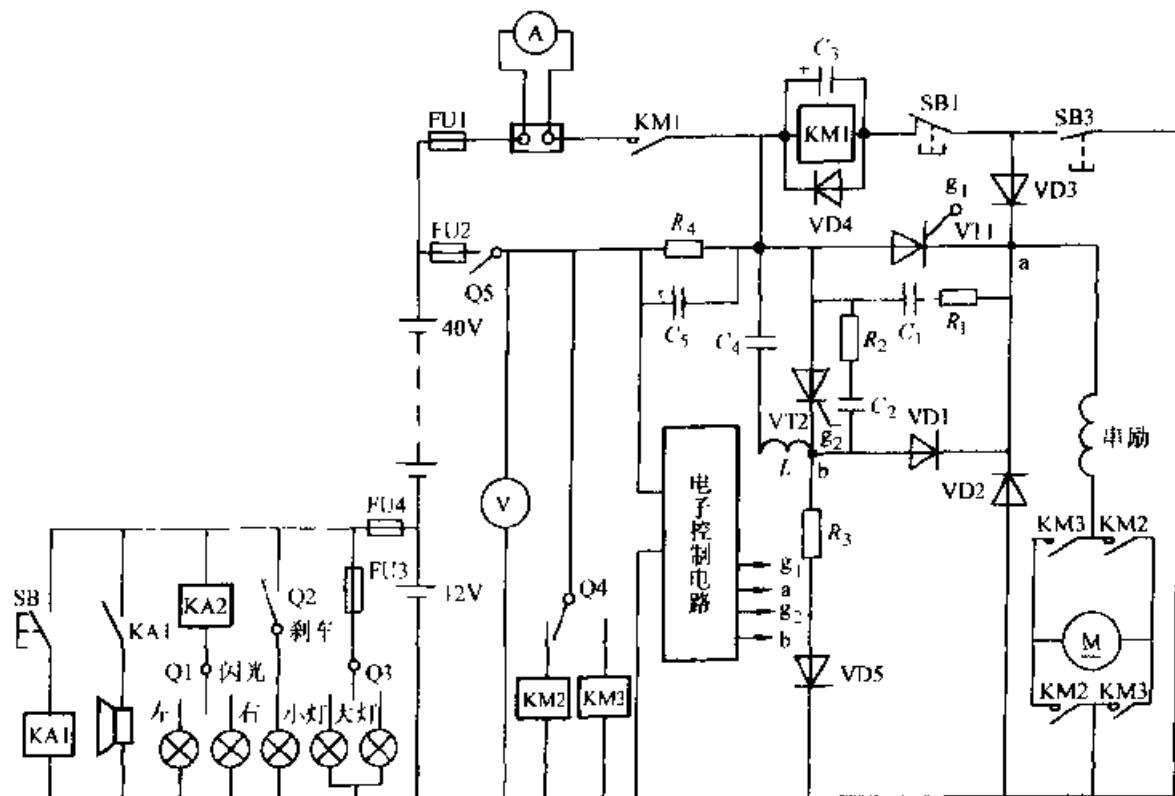


图 9-6-1 2t 电动平板车调速电路

R_1, R_2 18Ω R_3 10kΩ R_4 150Ω/5W C_1, C_2 0.22μF C_3 30μF/50V
 C_4 100μF/63V C_5 3000μF/50V $VD1, VD2$ (100A/200V) $VD3, VD4$ 2DL $VD5$
 2CP12 $VT1, VT2$ KP200A/200V $FU1, FU2$ RS0 200A $FU3$ 1A $FU4$ 2A

脉冲调速主电路中 VT1 为主晶闸管，起直流开关作用。副晶闸管 VT2 用来关断 VT1。电路经线路接触器 KM1 接通电源后，电容 C_4 便经电感 L 、二极管 VD1，行走电动机本身而充电，极性为上正下负。以后 VT1 触发导通，电动机即通电启动。这时，由于 VD1 的存在， C_4 尚不能放电。到需要关断 VT1 的时刻，触发 VT2 使其导通，于是 L, C_4 振荡回路闭合起振，经二分之一周期以后， C_4 上极性翻转。于是 VT1、VT2 同时得到反压而关断。本电路中 VT1 每秒通电次数不变，每次通电时间可调，即两晶闸管触发脉冲的频率固定不变，而是调节 VT2 导通滞后于 VT1 导通的延时，属于定频调宽制脉冲调速。本电路脉冲周期约 7000μs，脉冲宽

度在 $900 \sim 6000 \mu s$ 之间连续可调, 其输出平均电压的调节范围为 $10 \sim 35V$ 。

图 9-6-2 为 2t 电动平板车调速装置电子控制电路。它包括振荡器、延时器、放大器等部分。由单结晶体管 V_2 、 C_4 、 R_2 、 R_5 等组成弛张振荡器, 其输出经脉冲变压器 TP1 并送 V_3 、 V_4 放大, 再经脉冲变压器 TP2 输出去触发 VT1。

延时器是由图 9-6-2 中 V_5 、 V_6 等组成的单稳态电路。在稳态情况下, V_5 截止, V_6 导通。当从振荡器中 TP1 送来的负脉冲加到 V_5 的基极时, V_5 即为导通, 而 V_6 则截止, 进入暂稳态。暂态时间的长短决定于时间常数电路 RP 、 R_1 、 C_3 。经 $0.7RC$ 延时后, 电容 C_3 放电完毕, 电路又恢复为 V_5 断、 V_6 通的稳定状态, 同时在 V_5 集电极送出一个负脉冲。此负脉冲经 C_2 耦合, V_8 、 V_9 倒放相放大, 再由脉冲变压器 TP3 去触发主电路中的 VT2。VT2 触发相对 VT1 触发的延时, 就决定了脉冲的宽度。调节 RP 可以调节脉冲宽度。 RP 的调节由操作者通过变速机构进行。

在图 9-6-1 主电路中, 线路接触 KM1 的线圈与主晶闸管 VT1 并联可实现失控督视。一旦 VT1 失控常通, KM1 线圈被短路而失电释放。开车时, 接通电源, 稍踏动踏板, 微动开关 SB1 即复位, 其常闭触点接通了线路接触器 KM1, 其触头闭合, 保证在 VT1 不断通断时, 接触器线圈仍能得到比较稳定的电压而不会跳动。 C_5 和 R_4 有利于克服 KM1 触点断开时的电弧。 R_4 也为初次接通 KM1 提供电源通路。

为使主晶闸管可靠关断, 在刚开车时, 主晶闸管第一次接通工作前要留有延时, 让振荡回路电容 C_4 充电到足够的电压。否则, 开车时关断能力不足。本电路的预充电作用是由单结管振荡器的延时电路来保证的。开车时, 在踏板下踏时, 变速机构可保证先 SB1 (图 9-6-1) 复位, 再 SB2 (见图 9-6-2) 复位, SB2 常闭触点接通了 V_1 集电极电路, C_1 经 R_3 充电, 经一段时间, C_1 上电压升高, V_1 饱和导通, 锯齿波电容 C_4 方能工作, 弛张振荡器方能发出脉冲, 保证了充分的预充电时间。如操做颠倒, 先踩下踏板后才接通主回路开关 Q5 (见图 9-6-1), 这时, R_3C_1 的充电过程就增加了振荡器自接通到有脉冲输出间的延时, 保证足够的预充电。欲使车辆全速, 踏板应踏到底, 压上微动开关 SB3 (见图 9-6-2) 切断 VT2 (见图 9-6-1) 触发电路, VT1 将常通 (见图 9-6-1)。此时, SB3 的常开触头 (见图 9-6-1) 闭合, 使线路接触器 KM1 线圈依然接通。由于 VD3 此时处于反向电压作用, 所以电动机不会被短路, 车辆全速运转。停车时, 随着踏板放松, 电路回复到脉冲调速, 电动机供电电压平均值相应逐渐降低。以后又压合 SB2 中断了 VT1 的触发脉冲, 故脚离踏板时不会因突然载断主电流而造成拉弧。

如开时将踏板一下猛踏到底, VT2 触发电路虽立即切断, 但由于在 SB3 常闭触头两端并联有 C_1 (见图 9-6-2), 须待此电容充电后, VT2 的触发电路才真正切

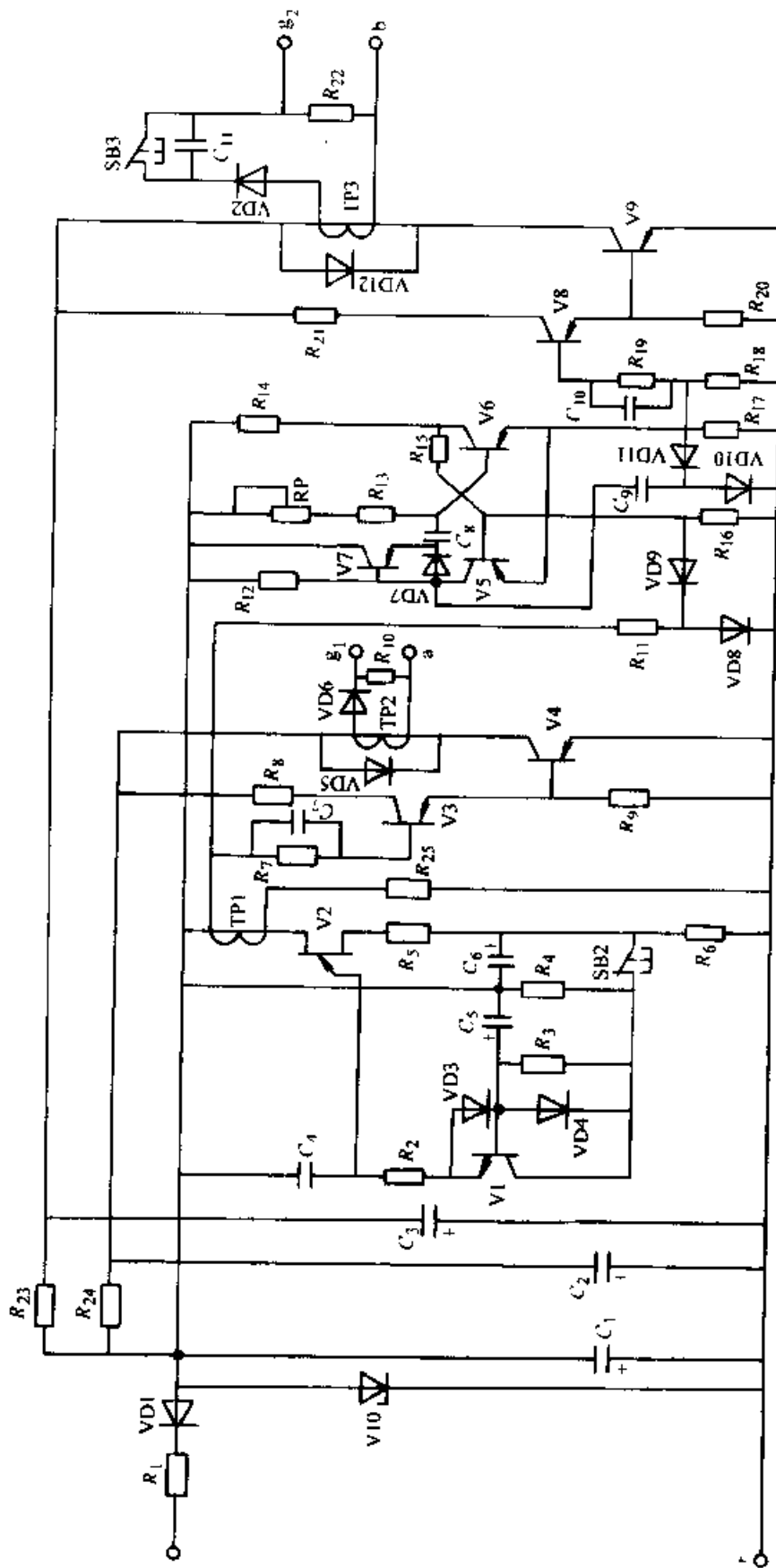


图 9-6-2 电子控制电路

R_1 1k Ω R_2 40~60k Ω R_3 18k Ω R_4 , R_{12} , R_{14} , R_{18} 3k Ω R_5 , R_6 510 Ω

R_7 820 Ω R_8 , R_{21} 30 Ω R_9 1.2k Ω R_{10} , R_{22} 1.5k Ω R_{11} , R_{17} 180 Ω

R_{13} 5.1k Ω R_{15} , R_{16} 18k Ω R_{19} 820 Ω R_{20} 1.2k Ω R_{23} , R_{24} 36 Ω

R_{25} 20 Ω C_1 , C_2 , C_3 100 μ F/10V C_4 0.22 μ F C_5 , C_6 10 μ F C_7 2200pF C_8 0.1 μ F

C_9 , C_{10} 2200pF C_{11} 0.47 μ F RP 100k Ω V1 3DG6 V2 BT35 V3~V9 3AX31 V10 2CW3

断。这一延时作用使电动机不致立即全压启动。

主电路中 R_1 、VD5 (见图 9-6-1) 使电容 C_1 在 VT1 导通时还可继续充电, 以保证充电充足。图 9-6-1 中, KM2、KM3 为顺车、倒车接触器, 其变换接通由方向开关 Q4 选择。此外, 还有灯光、音响信号等装置。

7.11 电动铲车调速装置

本装置车上电源为 30V 蓄电池。行走电动机型号为 ZXQ40/30, 容量 4.0kW, 额定电压 30V, 电流 168A。行走电动机采用晶闸管脉冲调速, 属于定频调宽方式。脉冲周期约 $10000\mu\text{s}$ 。脉冲宽度在 $1000\sim 9000\mu\text{s}$ 之间连续可调, 电动机电压的调节范围为 $5\sim 26\text{V}$ 。如主晶闸管保持常通, 电动机就得到 30V 全电压且全速地运转。

铲车铲刀的动作由液压泵电动机提供动力。铲刀的上升、下降、前倾、后仰, 由操作手柄操纵电路和油路来控制。液压泵电动机功率为 1.35kW, 液压泵电动机的控制为晶闸管直流开关电路。

车子的倒顺行走由车上的倒顺开关控制。它与脚踏开关有机械连锁, 未选定行走方向前, 踏不动脚踏开关; 踏动后不能改换走车方向。本装置电路总图见 9-7-1; 电子控制电路见图 9-7-2。

行走电动机主电路的开关元件接在电源的负端。VT1 为起开关作用的主晶闸管; VT2 为副晶闸管, 它与 C_1 、 L_1 等组成 VT1 的关断电路。 C_1 预充电是由电源经电动机负载、VD1、 L_1 完成。 C_1 极性为左正右负。在 VT2 触发导通时, C_1 、 L_1 开始振荡并在负半周最大值后关断 VT1, 其工作原理与开关元件接在电源正端的脉冲调速电路相似。

主电路中 VD4、 L_2 支路有失控督视、补充充电作用, 能大大提高关断能力。当 VT2 触发、 C_1 、 L_1 经 VT2、VT1 构成的回路起振时, 第一个半周过去后, C_1 上的电压极性反向, 使 VT2、VT1 相继关断, 但反向后的极性与从电源充电的方向相反, 如无 L_2 , 则 C_1 上的电压将被补充充电作用削弱, 以致可能关不断晶闸管; 有了 L_2 , L_2 上的感应电动势会延缓这一充电作用, 减小了电源电压削弱 C_1 上反向电压的影响。此外, 一旦失控, VD1、 C_1 、 L_1 回路将被 VT1 短路, C_1 无法充电, 以后 VT2 虽再次触发, 但 C_1 、 L_1 不能起振, 也无法关断 VT1。现在有了经 VD4、 L_2 给 C_1 充电电路, 就有了重复关断能力, 一次关断失败, 可以二次三次重复再关断, 直到 VT1 关断成功为止, 情况便大大好转。由脉冲周期很短, 偶尔失控一次觉察不出来, 主电路冲击电流峰值过去后, 二、三次重复再关, 有可能把 VT1 关断, 避免了许多失控事故。把失控限制在不能觉察、对运行无妨碍的范围内, 实质上相当于提高了关断能力。

微动开关 SB1 是启动开关, 压下时干簧继电器 KA2 吸合, 接通 VT1 控制极

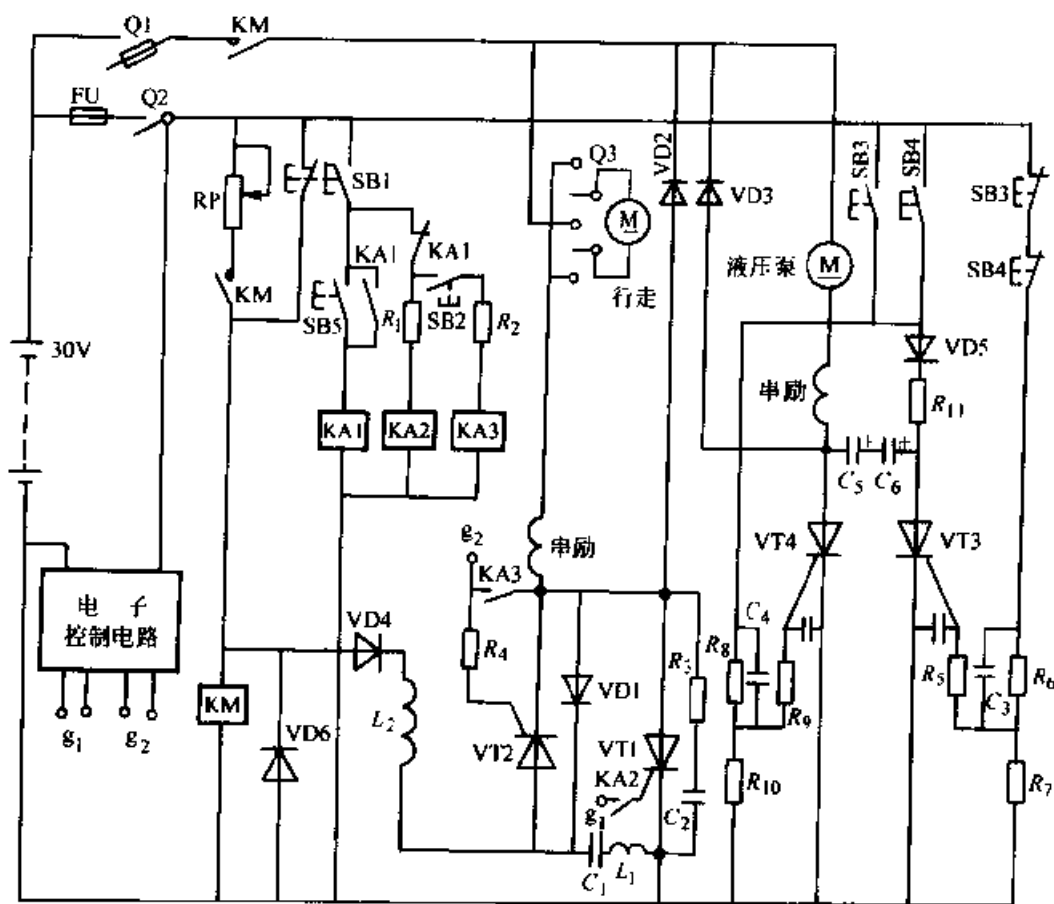


图 9-7-1 1t 电动铲车调速装置总电路图

R_1, R_2 1k Ω R_3, R_8, R_{11} 10k Ω R_4 10k Ω R_5 160 Ω R_6 10k Ω
 R_7, R_9, R_{10} 160 Ω RP 30 Ω C_1 600~900 μ F C_2 2 μ F C_3, C_4 1 μ F
 C_5, C_6 4000 μ F VD1 2CZ50A/100V VD2, VD3 2CZ200A/100V VD4, VD5
 2CZ5A/100V VD6 2CZ1 VT1, VT2 KP200A/100V VT3, VT4
 KP50A/100V FU RS-5A

电路；SB2 是全速开关，压下时干簧继电器 KA3 吸合，使 VT2 不能触发，VT1 可以常通，实现车辆全速。

在液压泵电动机的直流开关电路中，VT4 是主晶闸管，VT3 是起关断作用的副晶闸管。 C_5 、 C_6 是关断电容。

该装置的电子控制电路包括振荡器、延时器、放大器等部分。单结晶体管 V1 等组成弛张振荡器，其正脉冲直接输出去触发 VT2，按一定周期切断电机电源。负脉冲引到单稳态延时器中的 V3 基极，使稳态时截止的 V3 转为导通，进入暂态。暂态时间的长短决定于时间常数电路 RP1、 R_6 、 C_6 。经延时后电路又恢复为 V2 通、V3 断的稳态，同时在 V3 的集电极送出一个负脉冲，经 V5、V6 放大倒相去触发 VT1，接通电机电源。调 RP1 可改变每次接通电机电源的早晚，从而调节了每个脉冲的宽度，也就改变了电动机两端电压的平均值，实现了脉冲调速。

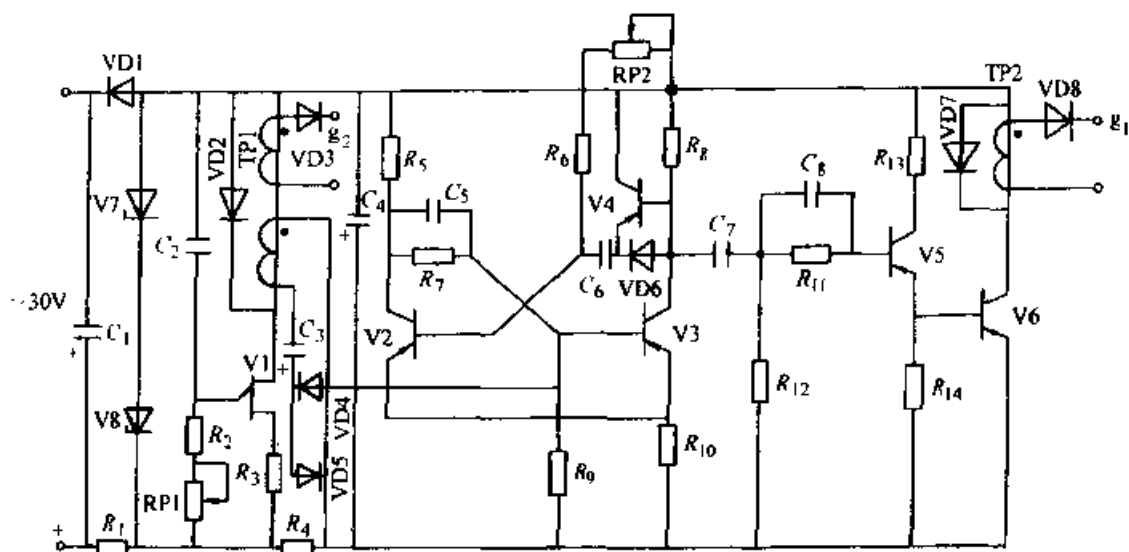


图 9-7-2 电子控制电路

R_1 510 Ω R_2 10k Ω R_3 220 Ω R_4 、 R_{11} 、 R_{14} 910 Ω R_5 、 R_6 3.3k Ω
 R_7 3.3k Ω R_8 、 R_9 20k Ω R_{10} 62 Ω R_{12} 9.1k Ω R_{13} 62 Ω RP1 22k Ω
 RP2 100k Ω C_1 50 μ F/50V C_2 0.47 μ F C_3 、 C_7 、 C_8 3300pF C_4 30F/25V
 C_5 250pF C_6 0.22 μ F VD1~VD8 2CP11 V1
 BT33C V2~V6 3AX31B V7、V8、2CW17

8. KDS4 系列蓄电池车辆调速装置

KDS4 系列蓄电池车辆控制采用晶闸管斩波调速装置。该装置电路如图 9-8 所示。

主电路中 M1 为行走电动机；M2 为液压泵电动机。主晶闸管 VT101、辅助晶闸管 VT102、换流晶闸管 VT103 和触发电路构成定频调宽式脉冲调速开关。

插上电源插座 XS，旋合电锁 Q1，触发脉冲发生器即开始工作。控制电路保证在开始工作时，先发出副脉冲 u_{g2} 送到 VT102 门极，使 VT102 导通。换流电容 C_{108} 经 M1、 L_a 、VT102 充电，极性右正左负。充电最终达到电源电压，VT102 自行关断。此时，因 VT101 未导通，M1 不工作。

当主脉冲 u_{g1} 送达 VT101 门极时，VT101 导通，M1 开始旋转。与此同时，换流脉冲 u_{g3} 送到 VT103 门极，VT103 导通，电容 C 通过 VT101、 L 、VT102 放电。此时，电容 C 的放电电压保证 VT102 可靠关断。由于电容 C 向电感 L 放电，引起谐振，半周期后电容电压极性变为左正右负。此电压经一段时间保持，即 VT101 导通后经一定延时，直到下一个副脉冲 u_{g2} 发出触发 VT102 导通，使电压左正右负的电容器 C 经 L_a 、VT102 和 VT101 放电，VT101 因承受反压而关断，电动机 M1 与蓄电池电源断开而由二极管 VD101 续流。同时，电容 C 再次通过 VT102、M1 充电，极性为右正左负，为下一周期做好准备。以下过程重复。

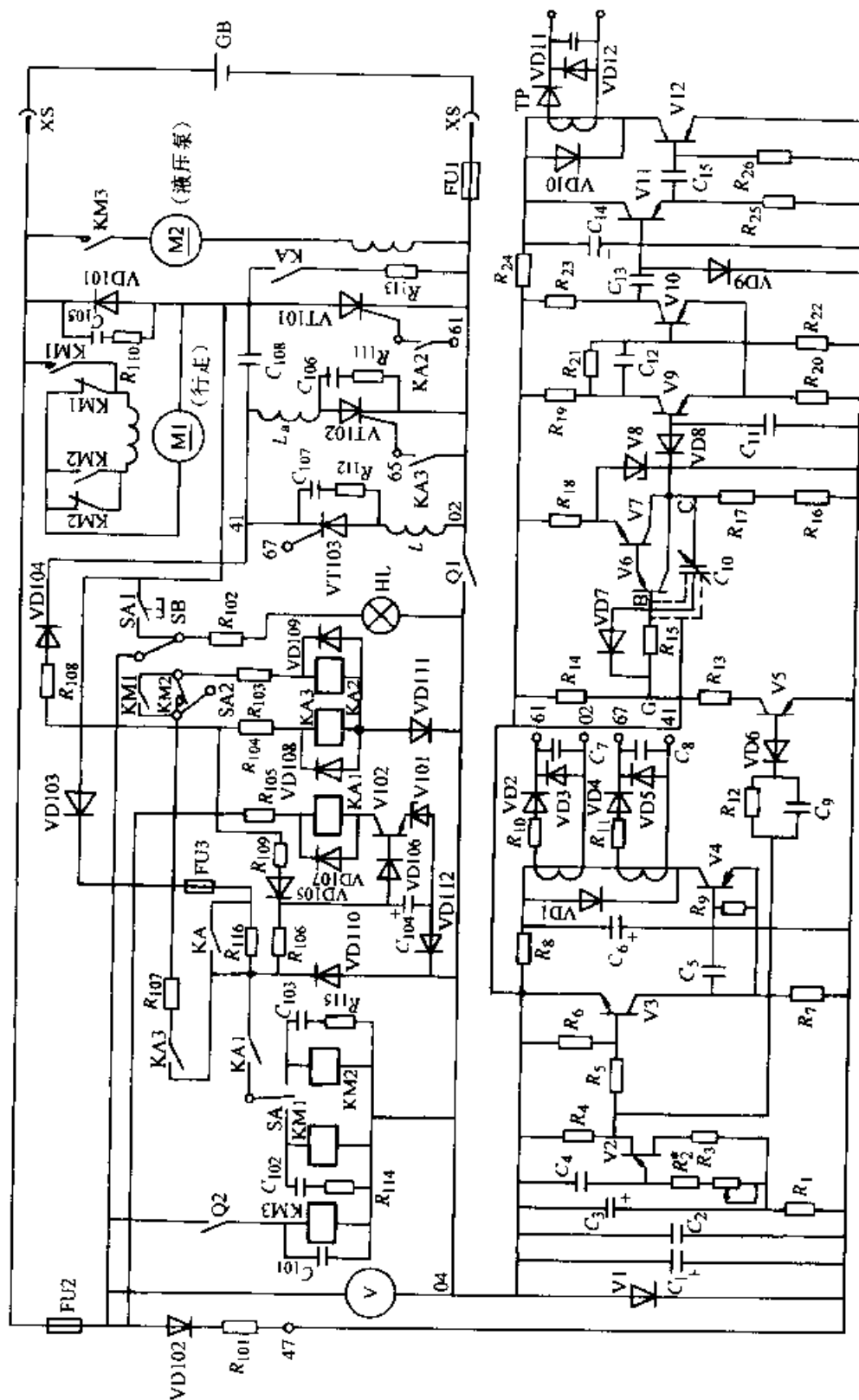


图 9-8 KDS4 系列蓄电池车辆调速装置电气原理图

R_1, R_6, R_{24} 51Ω R_7 510Ω+2kΩ R_3 510Ω R_4 100Ω R_5, R_{17} 5.1kΩ R_6 7.5kΩ R_7 5.6kΩ R_8, R_{19}, R_{25} 1.5kΩ
 R_{10}, R_{11} 5.1Ω R_{12} 10kΩ R_{13} 200Ω R_{14} 1.3kΩ R_{15} 3.9MΩ R_{16} 3.3kΩ $R_{18}, R_{21}, R_{23}, R_{26}$ 1kΩ
 R_{20} 470Ω R_{22} 9.1kΩ C_1 100μF C_2 0.1μF C_3, C_6, C_{10} 47μF C_4, C_5, C_{15} 0.22μF C_7, C_8, C_{16} 0.01μF
 C_9 6800pF C_{10} 500pF C_{11}, C_{13} 0.033μF C_{12} 2200pF V_1 2CW22H V_2 BT33F V_3 3DG6D
 V_4 3AX83C V_5 3CG3B V_6, V_7 3DG6D V_8 2CW15 $V_9 \sim V_{11}$ 3CG3B V_{12} 3AX25D $VD_1 \sim VD_{12}$ 2CP12

每周期中晶闸管 VT101 导通时间愈短, M1 得到的直流平均电压越低, 车速越低; VT101 导通时间越长, M1 得到的直流平均电压越高, 车速越高。如将副脉冲 u_{g2} 短接, 则 VT102 不导通, VT101 将持续导通, M1 得到电源的全部电压, 车速达最大值。

脉冲发生电路的工作原理如下: 电源接通后, 由单结晶体管 V2 等组成的弛张振荡器以周期 6ms 的频率控制晶体管 V3、V4 做脉冲放大, 经脉冲变压器 TP1 同时送出脉冲信号 u_{g1} 、 u_{g3} , 触发 VT101、VT103 导通, 主电路电动机 M1 得电旋转。

此时, 在 R_4 上得到的正极性尖峰脉冲, 还经 C_9 、VD6 耦合到 V5 基极, 控制 V5、V6、V7 组成的密勒积分延时环节, 使原来饱和导通的 V5 管截止, 引起 G 点出现负脉冲, 复合管 V6、V7 截止, 其集电极 C 点为高电位, VD8、V9 均不通。此时, 空气可变电容器 C_{10} 经 R_{16} 、 R_{17} 、VD7、 R_{14} 充电, 极性右正左负。

当单结晶体管 V2 的尖脉冲消失时, V5 重新开通, C_{10} 先经 R_{17} 、 R_{16} 、V5、 R_{13} 、 R_{15} 放电, V6 基极 B 点电位随之上升, 达一定值时, 复合管 V6、V7 由截止区进入放大区, C_{10} 转经 V7 (V6)、 R_{18} 、电源、V5、 R_{13} 、 R_{15} 放电。

随着 C_{10} 放电电流减小, B 点电位逐渐上升, V6、V7 集电极电流增大, C 点电位下降, 并通过 C_{10} 反馈到 B 点, 阻碍 V6、V7 电流上升。由于 C_{10} 的反馈作用, 使 V6、V7 集电极电流呈线性缓慢增大, 在 R_{16} 、 R_{17} 上可得到线性变化的电压。

由于 R_{16} 、 R_{17} 上电压线性增大, C 点电位逐渐降低, 达到由 V9、V10 组成的斯密脱触发器的门限电压时, 触发器翻转, 即 V9 导通, V10 截止。经 C_{13} 耦合, V11 导通, 又经 C_5 耦合, V12 导通, 脉冲变压器 TP2 输出一个滞后于主脉冲 u_{g1} 和换流脉冲 u_{g3} 一定时间的副脉冲 u_{g2} 。 u_{g2} 延时发出的长短可通过改变电容 C_{10} 的数值调节, 也即通过改变 C_{10} 的大小可方便地实现车速的无级调节。

在电池车上, 操作者在接通电源后, 将方向开关 SA 置于前进或后退位置, 按下启动按钮 SB, 继电器 KA1 吸合, 正车接触器 KM1 或反车接触器 KM2 经 R_{116} 获得供电而吸合。踏动加速踏板, 主令开关 SA1 动作, 继电器 KA2 吸合, 主脉冲 u_{g1} 便加到 VT101 门极, VT101 导通, 电动机 M1 得电启动。继续下踏加速踏板, 通过机械连锁, 旋转空气可变电容器 C_{10} 的转轴, 使其容量增大, 延时增加, VT102 导通较晚, VT101 导通时间延长, 车速提高。利用继电器 KA3 的触点将 VT102 门极短接, 使 VT102 无法导通, VT101 无法关断, 则电动机 M1 可在电源全电压下运转在最高速。

9. 用 IGBT 做开关的电子镇流器

用 IGBT 作为开关并由 MPIC2151P 高压高速自振荡半桥驱动器驱动的电子镇流器如图 9-9 所示。图中 V4、V5 采用它具有较低的开通电压和开通损耗以及更

优异的耐高温特性的 IGBT。采用 TO-92 或 SOT223 封装，耐压为 600V，脉冲电流容量为 2A，内置快速恢复续流二极管，工作频率为 50kHz。

灯管预热启动过程为：通电后，晶体管 V1 导通，电流对 C_5 充电。一旦 C_5 上电压达到 IC①脚的导通门限（约 15.6V），IC 则被启动。此时 IC 振荡器频率较高（ $f \approx 1/(1.4R_4C_6)$ ），镇流器只对灯管提供灯丝加热电流，并不能产生一个足够高的电压使灯管击穿。约经 0.7~1s 之后，V3 饱和导通，使振荡器频率降低（ $f \approx 1/(1.4R_4C_6)$ ， $C_6 = C_6 // C_4 = C_1 + C_6$ ），接近于 L_1 、 C_8 等串联谐振电路的固有频率（ f_0 ），于是发生谐振， C_8 两端产生一个 600V 以上的高压脉冲使灯管击穿而点燃。

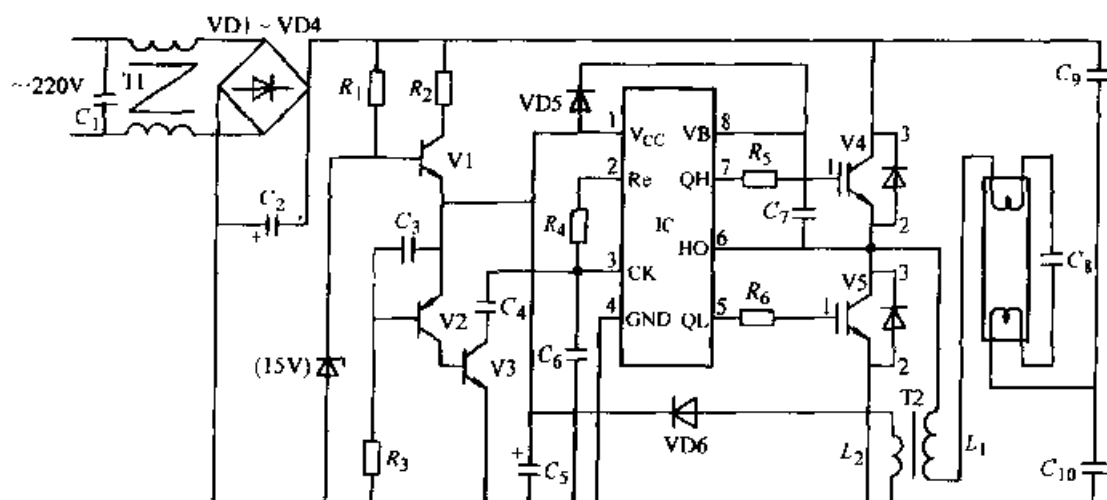


图 9-9 用 IGBT 做开关的电子镇流器

R_1 470k Ω R_2 47k Ω R_3 5.6 Ω R_4 160 Ω R_5 、 R_6 10 Ω

C_1 4700pF 530V 4700pF C_2 4.7 μ F 400V C_3 、 C_4 、 C_6 、 C_9 、 C_{10} 0.1 μ F

400V C_5 100 μ F C_7 0.01 μ F C_8 4700pF 1500V VD1~VD4 1N4007 VD5

MUR180 V1 MPSA42 V2 9013 V3 9014 V4、V5 MMG05N60E IC MPIC2151P

在 IC 启动之后，V4、V5 交替导通， L_2 中的高频感生电压经 VD6 和 C_5 整流滤波施加到 V_{CC} 脚，提供工作电压和电流，以维持 IC 工作。

镇流器可配接 7~23W 的荧光灯 CFL。当接不同功率和型号的灯管时，应调整 L_1 的电感值，以实现与灯管的匹配。

输入端的滤波电感元件（T1）可采用 FX3311 磁环，每侧各 10 匝。T2 采用 FX3439 磁芯和 0.25mm 绝缘磁导线绕制， L_1 为 180~270 匝， L_2 匝数由实验确定，应能在 C_5 上产生约 16V 的 DC 电压。

10. 紧凑型驱动电路荧光灯

以专用荧光灯（CFL）高压驱动器 IC（1.6567）驱动，用 MOSFET（STP2NB50）作高低开关的紧凑型荧光灯电路，如图 9-10 所示。

L6567 采用 14 脚双列直插塑料封装, 其导通门限电压 V_s 是 $(11.7 \pm 1)V$, 最高电源电压是 $18V$ 。流入⑤脚 (V_s) 的限制电流是 $200mA$, 流入⑬脚 (RHV) 的最大电流为 $3mA$ 。⑧脚 (CP)、⑨脚 (R_s) ⑩脚 (R_{REF}) 和⑭脚 (CI) 上的最高电压均为 $5V$ 。

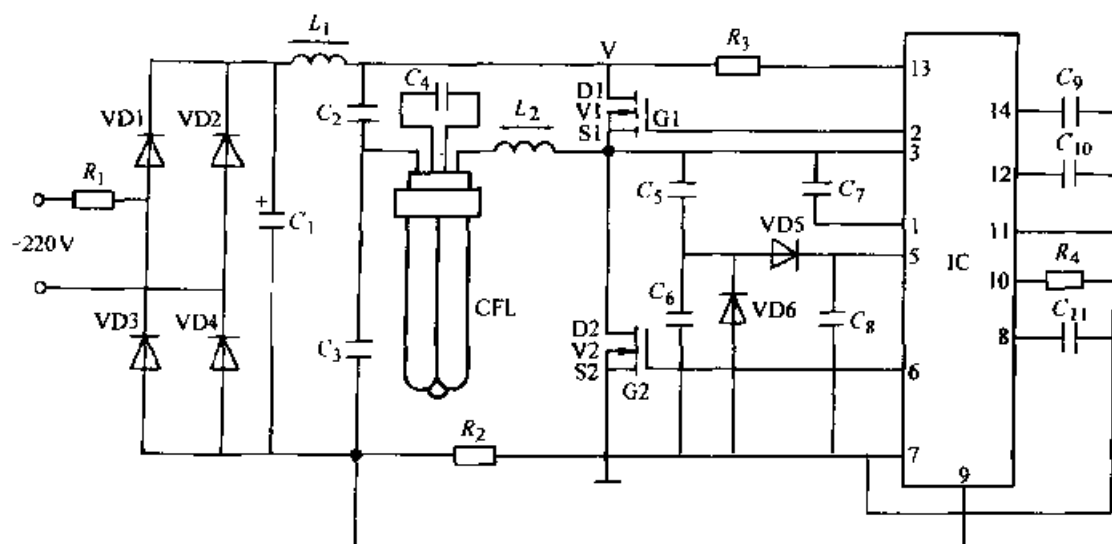


图 9-10 紧凑型驱动电路荧光灯

R_1 47Ω R_2 1.3Ω R_3 440kΩ R_4 30kΩ C_1 4.7μF

$C_2, C_3, C_7 \sim C_{11}$ 0.1μF C_4 3300pF C_5 470pF C_6 680pF

VD1~VD4 1N4007 VD5、VD6 1N4148 V1、V2 STP2NB50 IC L6567

L6567 内置可变频率振荡器, 为 CFL 预热、点火和稳态操作提供所需要的功率, 同时为半桥拓扑结构中的两只外接功率 MOSFET 提供电平移位和驱动功能。L6567 能控制 CFL 功率不受 AC 输入电压波动影响, 使光输出稳定。

VD1~VD4 为桥式整流器; C_1 、 L_1 组成滤波器; V1、V2 为 L6567 驱动的反激高/低开关 (MOSFET); L_2 和 C_4 等组成 LC 串联谐振电路; C_7 为自举电容; R_3 与 C_8 为 L6567 的 V_s 启动元件; R_2 为电流检测电阻。

AC 输入电压经桥式整流器 VD1~VD4 整流和 C_1 、 L_1 滤波, 输出约 300V 的平滑 DC 电压。通过 R_3 的电流经 L6567 脚⑬流入和脚⑤流出, 对 C_8 充电。当 C_8 上的充电电压经约 $1.8\mu s$ 线性升高到 IC 脚⑤ (V_s) 的门限电压 (约 11.7V) 后, L6567 启动, 并首先输出一个最高振荡频率 f_1 对 CFL 灯丝加热。 f_1 比通常工作频率 f_2 高得多, 故扼流圈 L_2 的阻抗较大, 通过灯丝的加热电流相对较小。在预热时间结束之后, L6567 振荡器频率由 f_1 向 f_2 偏移。当频率接近于 L_2 和 C_4 等组成的 LC 串联谐振电路的固有频率时, 则发生谐振, 在 C_4 上产生一个足够高的脉冲电压, 使灯管击穿而点燃, 并在频率 f_2 上工作。

预热频率 f_1 由 L_2 、 C_4 、CFL 和 R_2 等数值共同决定, IC 脚⑧上的电容 C_{11} 和

脚⑩上的电阻 R_4 则决定预热时间。当 $C_{11}=0.1\mu\text{F}$ 和 $R_4=30\text{k}\Omega$ 时, 预热时间 $t_1=0.7\text{s}$, 预热电流为 250mA 。点火时间为 $(15/16)t_1$, 与预热时间相近。通常工作频率 f_2 约为 40kHz , 主要由 R_4 和 IC 脚⑫上的电容 C_{10} 的数值决定。IC 脚⑭上的电容 C_4 则决定 f_1 偏移至 f_2 的斜率 (df/dt)。

L6567 还具有前馈校正功能。在稳态工作条件下, 一旦直流总线电压升高, 则通过 R_3 被 IC 脚⑬检测。脚⑬内部连接一支高压传感电阻, 当该电阻上的电流增大时, IC 脚⑫上的振荡器电容 C_{10} 上的充电电流也随之增大, 从而导致频率升高。其结果是使 L_2 的阻抗增大, 灯电流减小, 从而保持灯功率恒定。

在 L6567 进入稳态工作后, C_5 、 C_6 和 C_3 、VD6 组成的电荷泵为 IC 脚⑤提供工作电流, 同时也对 C_4 充电。IC 脚⑤ (V_S) 工作电流仅约 1.2mA 。当 V_S 脚电压降至 10V 以下时, IC 的欠电压自锁电路则使脚②和脚⑥均输出低电平, V1 与 V2 均截止。

V1 和 V2 选用 STP2NB50 型 MOSFET。 R_3 承受较高的电压, 在 IC 脚 V_S 启动过程中, 流过 R_3 的电流较大, 功耗达 0.3W 左右, 故宜用 2 只 $1/2\text{W}$ 的 $220\text{k}\Omega$ 的电阻串接作用。 $L_1=0.6\sim 1\text{mH}$, $L_2=3.5\text{mH}$ 。当 L_1 不用时, C_1 的电容量宜适当增大。 L_2 的电感值因所选磁芯材料及型号不同而存在差异。如果 L_2 电感量偏大, 灯电流则偏小, 灯光则比额定状态变暗。 C_4 宜选用金属化聚丙烯电容器。若通电后灯管不能击穿, 只在灯丝部位发亮, 则说明 C_4 容量偏大。灯管功率不同, 或虽功率相同但型号不同, 与之匹配的启动电容 C_4 的数值也不一样, 具体在调试中选定。

11. 高可靠节能灯电子镇流器

13W 节能灯电子镇流器如图 9-11 所示。在图中, AC1、AC2 接 220V 的交流工频市电电压, 经 VD1~VD4 全波整流和电容 C_1 、 C_2 滤波, 输出约 300V 的直流电压, 施加到 IR51H420 的 V_1 脚, 为驱动器内的高端开关 MOSFET (IRFC420) 的漏极供电。如果用于矿井照明, 可在 C_1 和 C_2 的公共连接点引出端子 N。如果 AC1、N 接 110V 的交流电压, 那么 VD1~VD4 和 C_1 、 C_2 则组成倍压整流电路, 同样可以输出 300V 的直流电压。直流电压经电阻 R_2 对电容 C_4 充电, 只要 C_4 上电压升至 IR51H420 的 V_{CC} 脚启动门限值 (约 8.4V) 以上时, 驱动器内的振荡器就会产生振荡, 在 V_0 脚输出占空比为 50% 的方波脉冲。 V_{CC} 脚内部并联一支齐纳二极管, 将 V_{CC} 脚电压箝位于 $V_{CLVMP}=15.6\text{V}$ 。定时电阻 R_T 输入与 V_0 是同相位的, 定时电容 C_T 产生的近似锯齿波电压, 开关产生于 $1/3V_{CC}$ 到 $2/3V_{CC}$ 之间。

在 IR51H420 启动时, 电容 C_3 上的电压不足以使齐纳二极管 V2 和开关 V1 导通。因此, $R_1=R_5$, $C_T=C_5//C_6$, 振荡频率为 $f_1=1/1.4R_TC_T=(C_5+C_6)/$

$$1.4R_5C_5C_6=46.5\text{kHz}。$$

该振荡器频率高于 L 和 C_6 所组成的 LC 串联谐振电路的固有频率。输出电流对灯阴极加热，但不能在灯管两端产生一个足够高的开路电压将灯管击穿。灯阴极预热时间取决于 R_3 、 C_5 和 V_2 等元件的参数选取（本电路约为 3s）。当 C_3 上电压升高到 V_2 的击穿电压和 V_1 的栅—源极之间的开启门限电压之和以上时， V_1 导通，将电容 C_6 短路，于是， $C_T=C_5$ ，振荡频率则为 35.7kHz。

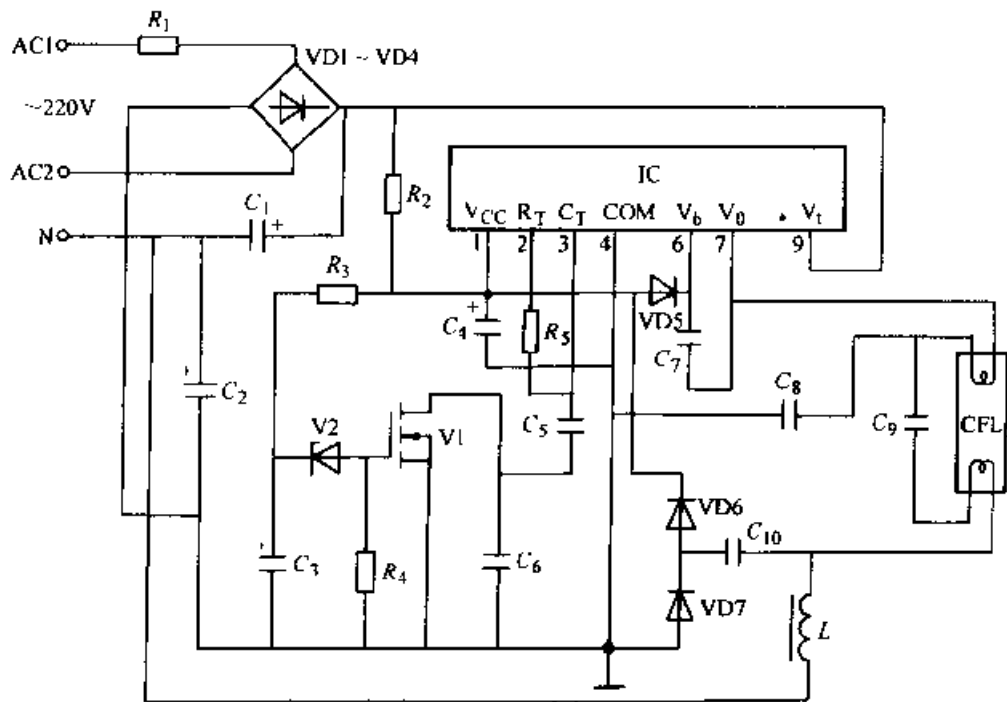


图 9-11 高可靠节能灯电子镇流器

R_1 4.7 Ω R_2 240k Ω R_3 、 R_4 1M Ω R_5 20k Ω C_1 、 C_2 10 μF
 C_3 1 μF C_4 2.2 μF C_5 1000pF C_6 3300pF C_7 0.1 μF C_8 0.047 μF
 C_9 4700pF C_{10} 470pF $VD1\sim VD4$ 1N4007 $VD5$ 10BF40
 $VD6$ 、 $VD7$ 1N4148 V_1 IRLML2402 V_2 (7.5V) IC IR51H420

12. 采用 GAT 设计的电子节能灯电路

由于 GAT 具有负温度系数、热稳定性好、二次击穿耐压高、安全工作区大、抗冲击能力强、开关速度快及动态损耗小等优点，故可在电子镇流器中用作功率开关。采用 2DM16 模块设计的 16W 电子节能灯电路原理见图 9-12。

图中 C_1 、 C_2 和 L_1 组成双 π 型 EMI 滤波器； $VD1\sim VD4$ 组成桥式整流器； C_1 为电容滤波器； R_1 、 C_4 、 $VD5$ 、 $VD6$ 等组成逆变器启动电路，用作触发高频振荡；脉冲变压器 T、2DM16 等组成 DC-AC 高频变换器，模块内两只 GAT 既用作开关，同时，也是重要的振荡元件。 T_a 是一次绕组， T_b 、 T_c 是二次驱动绕组； C_6 是隔直电容；扼流圈 L_2 和电容 C_7 组成 LC 串联谐振网络，用作灯启动；在灯启辉点燃之后， L_2 对灯起限流作用；PTC 热敏元件和 C_8 作灯预热启动。

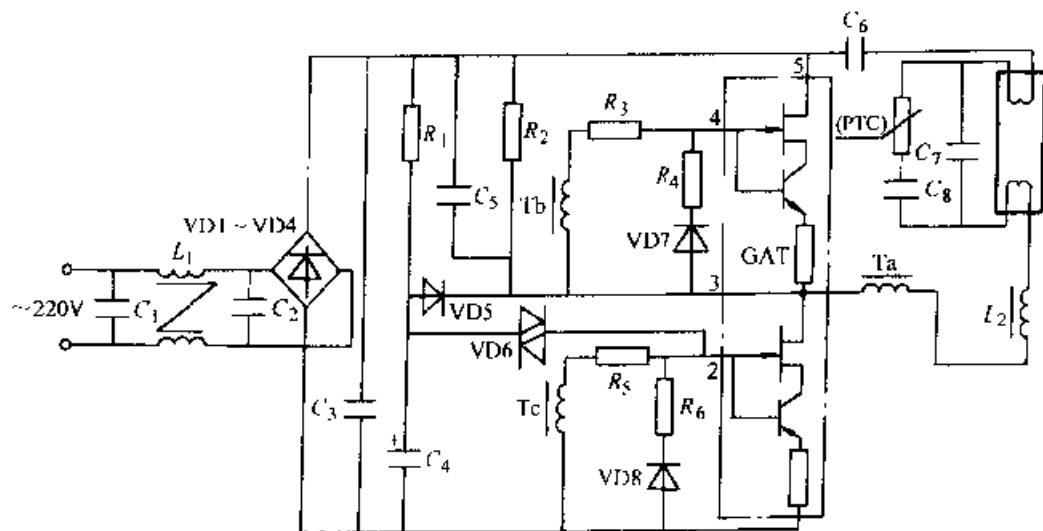


图 9-12 采用 GAT 设计的电子节能灯电路

R_1 : 620k Ω R_2 : 510k Ω R_3 、 R_5 : 10 Ω R_4 、 R_6 : 47 Ω C_1 、 C_2 : 30 μ F
 C_3 : 10 μ F C_4 : 0.01 μ F C_5 : 1.5nF C_6 : 47nF C_7 : 3.3nF
 C_8 : 100nF L_1 : 2 $\times$ 30 μ H L_2 : 4mH VD1~VD4: 1N4007 VD5: 1N4004 VD6: 1D83
 VD7、VD8: 1N4148 GAT: 2DM16

脉冲变压器各绕组匝数由所采用的磁环而定，即使磁环尺寸相同（如 $\phi 10\text{mm} \times 6\text{mm} \times 5\text{mm}$ ），而生产厂家不同，Ta 与 Tb、Tc 匝数相差很大，应精心调试。通过改变 GAT 的基极电阻和脉冲变压器匝数及扼流圈 L_2 ，可以获得最佳工作点，以满足荧光灯的要求。使用中应特别注意由于 GAT 是介于 BJT 与 JFET 之间的电流型控制器件，驱动电压应比 BJT 略高一些。

13. 用 IGBT 制作的 CFL 电子镇流器

在荧光灯电子镇流器中作为开关使用的晶体管主要有双极型和 MOSFET 两种。绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 本来是一种大功率电力电子器件，但后来适用于荧光灯尤其是紧凑型荧光灯 (CFL) 电子镇流器的低功率 IGBT 应运而生，且应用日益广泛。

IGBT 可以看作是有一只 MOSFET 输入跟随器和一个双极型晶体管的复合结构组成。IGBT 有三个极，即栅极 (G)、集电极 (C) 和发射极 (E)。IGBT 的 C 极和 E 极有时也称作漏极 (D) 和源极 (S)。

IGBT 是集 MOSFET 与双极型晶体管优点于一身的新型功率开关器件。其主要特点为：①输入阻抗高、栅极驱动功率小；②电流密度大；③开关速度快，关断时间短，工作频率可达 100kHz（比双极型开关管高一倍以上）；④安全工作区大、击穿电压高。

用 IGBT 作为开关并由 IC 驱动 CFL 电子镇流器电路如图 9-13 所示。

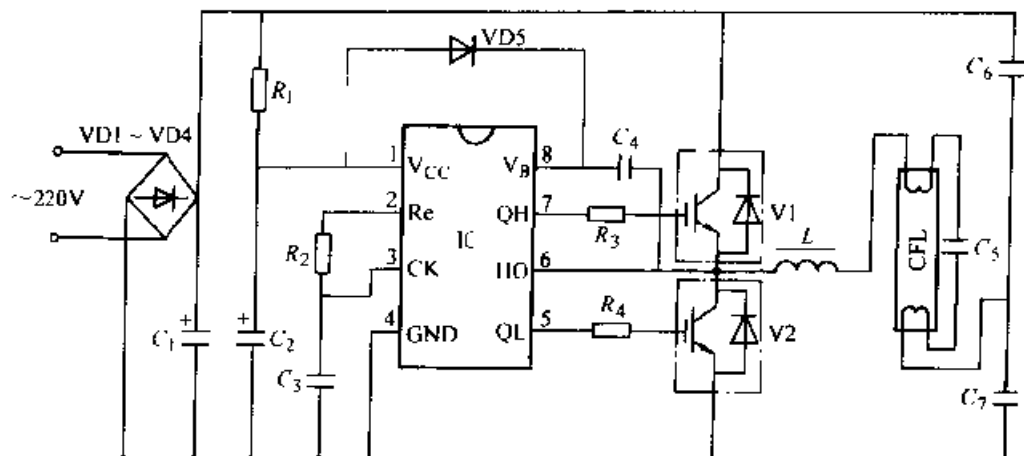


图 9-13 用 IGBT 制作的 CFL 电子镇流器电路

R_1 47k Ω R_2 15k Ω R_3 、 R_4 10 Ω C_1 10 μ F C_2 、 C_3 、 C_6 、 C_7 100 μ F

C_4 1nF C_5 4.7nF VD1~VD4 1N4007 VD5 MUR180

V1、V2 MMG05N60E IC MPIC2151 L 3.9mH CFL 11~13W

图中 IC 为摩托罗拉的高压高速自振荡半桥驱动器 MPIC2151, 功能等效于 IR 公司的 IR2151。V1、V2 采用摩托罗拉公司的 IGBT, 型号为 MMG05N60E, 击穿电压 $BV_{(EO)}$ 高达 600V, 集电极电流 I_C 达 0.4A (脉冲集电极电流达 2A)。IC 的振荡频率主要由 R_2 和 C_3 决定。负载 CFL 为 11~13W 的 2U 型或 3U 型灯管。V1 和 V2 的集—射极之间连接的续流二极管已集成于 IGBT 中, 无须外接。 L 可采用 EE25 磁芯及配套骨架, 用 $\phi 0.18$ mm 漆包线绕制。

14. 由 IR2233 驱动的三相 IGBT 逆变器电路

IR2233 是 IR2133/IR2233/IR2235 系列驱动芯片中的一种, 是专为高电压、高速度的功率 MOSFET 和 IGBT 驱动而设计的。该系列驱动芯片内部集成了互相独立的三组半桥驱动电路, 可对上下桥臂提供死区时间, 特别适合于三相电源变换等方面的应用。芯片的输入信号与 5V CMOS 或 LS TTL 电路输出信号兼容, 因此可直接驱动 MOSFET 或 IGBT, 而且其内部集成了独立的运算放大器, 可通过外部桥臂电阻取样电流构成模拟反馈输入。该芯片还具有故障电流保护功能和欠电压保护功能, 可关闭六个输出通道。同时, 芯片能提供具有锁存的故障信号输出, 此故障信号可由外部信号清除。各通道良好的延迟时间匹配简化了其在高频领域的应用。

IR2233 有标准双列直插式和扁平小型 DIP-28 及方型 PLCC-44 三种封装形式。图 9-14-1 为其封装形式。

图 9-14-2 为其内部结构原理示意图

由图 9-14-2 可知, 芯片由输入控制逻辑、欠电压保护、电流故障保护、故障

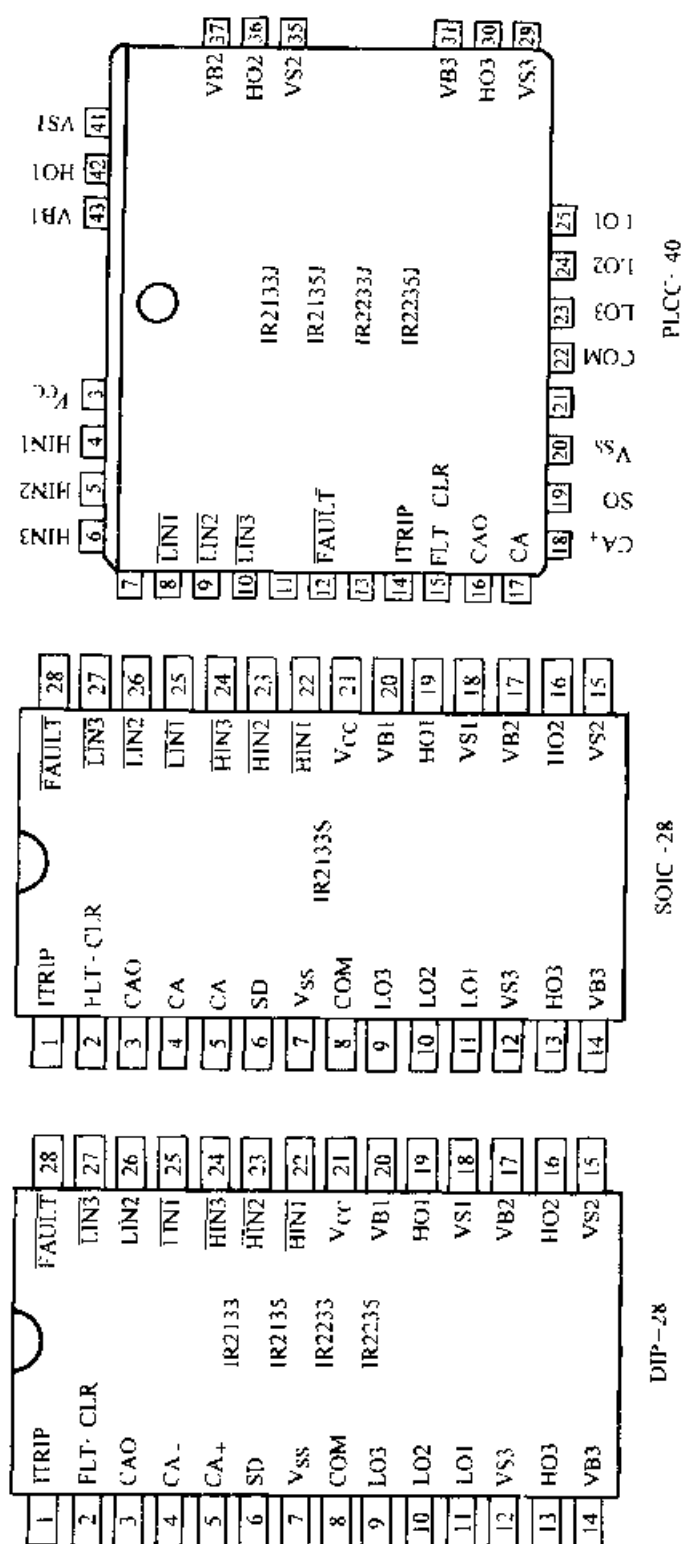


图 9-14-1 IR2133/IR2135/IR2233/IR2235 的引脚排列示意图

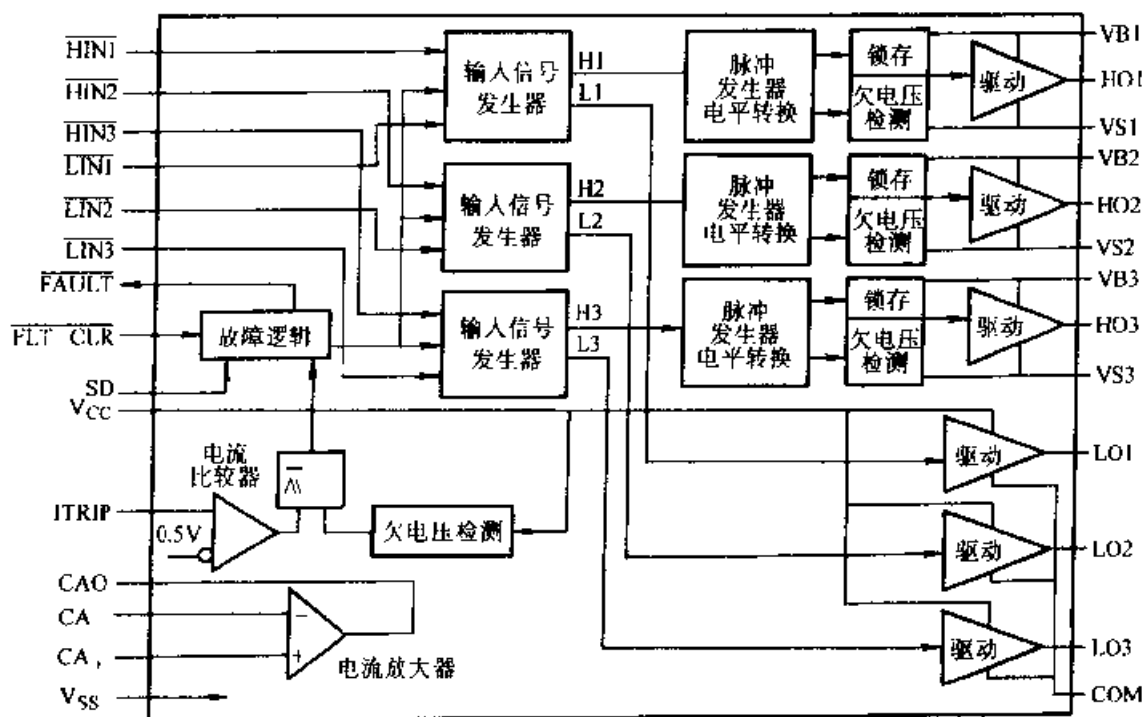


图 9-14-2 IR2133/IR2135/IR2233/IR2235 内部结构原理示意图

逻辑、电流检测及放大和输出驱动等电路组成。

当外接封锁信号 SD 为低电平，内部不发生欠电压及过电流保护时，则这些封锁及保护信号无效。从 HIN1~HIN3 及 LIN1~LIN3 输入的控制脉冲经输入信号发生器进行整形、滤波和处理后，对应 LIN1~LIN3 的信号直接经输出驱动器进行功率放大，然后去驱动逆变桥低端的三个 MOSFET 或 IGBT 管，而对应 HIN1~HIN3 的信号先经内部集成的脉冲电平转换网络进行电平移位，然后再由锁存器锁存，又经输出驱动器进行功率放大再去驱动逆变桥中高端的三个 MOSFET 或 IGBT 管，一旦发生任一个欠电压 (V_{CC} 或 V_{B1} 或 V_{B2} 或 V_{B3}) 则相应的欠电压保护环节动作封锁。该路输出发生过电流故障时，则过电流比较器输出为高电平或当 SD 端封锁信号为高电平时，则六路的输出全被封锁置为低电平。

IR2133/IR2135/IR2233/IR2235 的输入信号与 5V CMOS 或 LS TTL 电路输出信号相兼容，其高电平 V_{IH} 为 2.2V，低电平 V_{IL} 为 0.8V。为防止噪声干扰，输入电路还设计了 310ns 的输入滤波电路。当六路输入中的一路为低电平时，其相对应的驱动输出为高电平。另外，芯片中的输入控制逻辑电路还为同一桥臂的高端和低端提供了死区时间，以避免同一桥臂上的被驱动功率元件在开关转换过渡期间发生同时导通。如果同一桥臂的高端和低端输入信号同时为低电平，则输入控制逻辑电路可关闭同一桥臂的高端和低端驱动输出。

利用 IR2133/IR2233 驱动逆变器中的功率 MOSFET 或 IGBT 时应注意：如要求驱动电路输出的正沿脉冲宽度较宽，则必须加大自举电容容量，否则会造成

欠电压保护电路工作。如驱动电路与被驱动的功率器件较远，则连接线应使用双绞线。驱动电路输出串联电阻一般应在 $10 \sim 33\Omega$ ，而对于小功率器件，串联电阻应增加到 $30 \sim 50\Omega$ 。逆变器电路带轻负载或低功率因数负载时，直流侧会出现反向电流，电流放大器会出现负值，为此，电流放大器可设计成带电压偏移的差分输入形式。

为增强系统的抗干扰能力，可使用高速光耦合器 6N136、TLP2531 等元件将控制部分与由 IR2233 构成的驱动电路隔离。图 9-14-3 为由 IR2233 驱动的三相 IGBT 逆变器电路原理图。

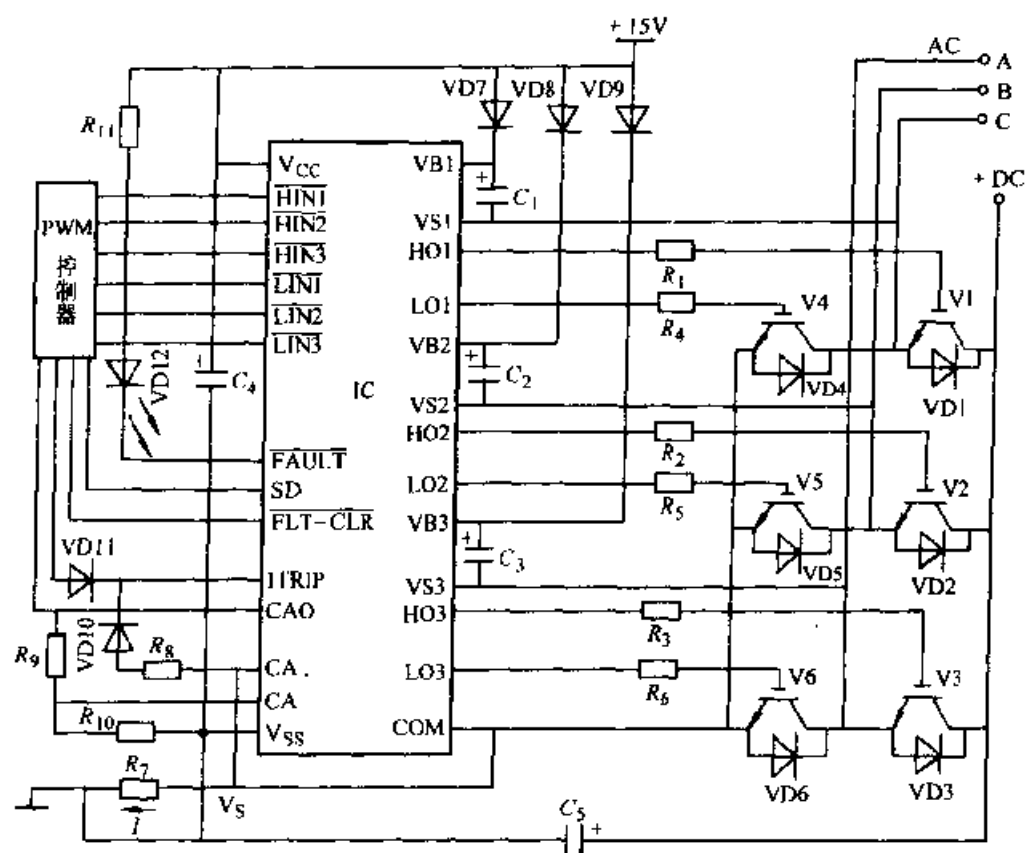


图 9-14-3 由 IR2233 驱动的三相 IGBT 逆变器电路

$R_1 \sim R_3$ 33Ω $R_4 \sim R_6$ 27Ω R_7 1Ω $R_8 \sim R_{11}$ $5.1k\Omega$

$C_1 \sim C_3$ $1\mu F$ C_4 $30\mu F$ $V_1 \sim V_6$ IRGPH50KD2 IC IR2233

图中的功率开关器件可以为 MOSFET，亦可以为 IGBT。由于 1200V 以上的 MOSFET 电容容量很小，因而图中给出的开关器件为 IGBT，在开关器件为 MOSFET 时，仅须把 $V_1 \sim V_6$ 换为 MOSFET 才行。

该电路可将直流电压 (+DC) 逆变为三相交流输出电压 (A、B、C)。直流电压来自三相桥式整流电路，交流最大输入电压为 460V。逆变电路功率元件选用耐

压为 1200V 的 IGBT 元件 IRGPH50KD2。驱动电路使用 IR2233, 单电源 +15V 供电电压经二极管隔离后又分别作为其三路高端驱动输出供电电源, 电容 C_1 、 C_2 和 C_3 分别为高端三路输出的供电电源的自举电容。PWM 控制电路为逆变器提供六路控制信号、SD 信号以及 FLT-CLR 控制信号。

图中 R_7 为逆变器直流侧的电流检测电阻, 它可将电流 I 转换为电压信号 V_s , 送入驱动芯片 IR2233 的过电流信号输入 I_{TRIP} 端, 如电流 I 过大, IR2233 将关闭其六路驱动输出。与此同时, 将电压信号 V_s 送到芯片 IR2233 内部电流运算放大器的同相输入 CA+ 端, 并将放大器的输出电压 V_{CAO} 送到 PWM 控制电路。电阻 R_9 和 R_{10} 可根据系统对过电流的要求选取。

附录

附录 A 常用电力电子器件技术参数

表 A-1 ZP 型常用普通整流二极管额定值

正向平均电流 I_{FAV}/A	正向方均根电流 I_{FR}/A	浪涌电流 /A		$I^2t/(A^2 \cdot s)$		反向重复峰值电压 U_{RRM}/V	反向不重复峰值电压 U_{RSM}/V	工作结温 $\theta_c/^\circ C$	贮存温度 $T_{stg}/^\circ C$
		L	H	L	H				
1	1.6	20	40	2	8	25~1600			
3	4.7	56	100	15	50				
5	7.9	90	180	40	160				
10	16	190	310	180	480	50~2000			
20	31	380	570	720	1600				
30	47	560	750	1600	2800	50~2400			
50	79	940	1200	5000	7200				
100	160	1.4×10^3	2.2×10^3	0.1×10^5	0.24×10^5		$U_{RRM} = 90\% U_{RSM}$	-40~+150	-40~+160
200	310	2.8×10^3	4.0×10^3	0.4×10^5	0.8×10^5				
300	470	4.2×10^3	5.6×10^3	0.9×10^5	1.6×10^5				
400	630	5.6×10^3	7.5×10^3	1.6×10^5	2.8×10^5				
500	790	7.0×10^3	9.4×10^3	2.5×10^5	4.4×10^5	50~3000			
600	940	8.4×10^3	11×10^3	3.50×10^5	6.0×10^5				
800	1300	11×10^3	15×10^3	6.0×10^5	11×10^5				
1000	1600	14×10^3	18×10^3	9.8×10^5	16×10^5				
1200	1900	17×10^3	23×10^3	15×10^5	26×10^5				
1600	2000	23×10^3	30×10^3	26×10^5	36×10^5				

注：1. I_{FAV} 对应的壳温 (θ_c) 由制造厂给出。

2. I^2t 为 I_{FSM} 正弦波底宽 10ms 的积分值。

表 A-2 ZK 型常用快速整流二极管额定数据

型号	正向平均电流 /A	反向峰值电压 /V	反向恢复时间 / μ s	反向平均电流 /A	浪涌电流 /A	正向平均电压 /V	额定结温 /℃	冷却方式
ZK5	5	100~1000	<0.5	≤ 2	180	实测值	125	自冷
ZK20	20			≤ 4	570			
ZK50	50	100~1200	<1.5	≤ 6	1260			风冷
ZK200	200	100~1500	<3	≤ 10	4080			
ZK500	500	100~1600		≤ 12	9420			风冷或水冷

注：5~50A 快速整流结构为螺旋形，200~500A 整流管结构为平板形。

表 A-3 1N 系列常用整流二极管的主要参数

型号	反向工作峰值电压 U_{RM}/V	额定正向整流电流 I_F/A	正向不重复峰值电压 I_{FSM}/A	正向压降 U_F/V	反向电流 I_R/A	工作频率 f/kHz
1N4000	25	1	30	≤ 1	5	3
1N4001	50					
1N4002	100					
1N4003	200					
1N4004	400					
1N4005	600					
1N4006	800					
1N4007	1000					
1N5100	50	1.5	75	≤ 1	5	3
1N5101	100					
1N5102	200					
1N5103	300					
1N5104	400					
1N5105	500					
1N5106	600					
1N5107	800					
1N5108	1000					
1N5200	50	2	100	≤ 1	10	3
1N5201	100					
1N5202	200					
1N5203	300					
1N5204	400					
1N5205	500					
1N5206	600					
1N5207	800					
1N5208	1000					

(续)

型号	最高反 向峰值 电压 U_{RM}/V	额定正向整流 电流(平均值) $I_F/A(25^\circ C)$	正向压降 (平均值) $U_F/V(25^\circ C)$	反向电流 (平均值) $I_R/\mu A$ (125 $^\circ C$)	反向电流 (平均值) $I_R/\mu A$ (125 $^\circ C$)	不重复正向 浪涌电流 I_{SR}/A (0.01s)	频率 f/kHz	额定结温 $T_{JM}/^\circ C$
2CZ82A	25	100	≤ 1.0	100	5	2	3	130
2CZ82B	50							
2CZ82C	100							
2CZ82D	200							
2CZ82E	300							
2CZ82F	400							
2CZ82G	500	300	≤ 1.0	100	5	6	3	130
2CZ82H	600							
2CZ83B	50							
2CZ83C	100							
2CZ83D	200							
2CZ83E	300							
2CZ83F	400							
2CZ83G	500							
2CZ83H	600							

表 A-5 BT31~37 型双基极二极管主要参数

型号	分压比 η	基极间电阻 $R_{bb}/k\Omega$	调制电流 I_{BZ}/mA	峰点电流 I_f/mA	谷点电流 I_v/mA	谷点电压 U_v/V	耗散功率 P_{BDM}/mW
BT31 A	0.3~0.55	3~6	5~30	≤ 2	≥ 1.5	≤ 3.5	100
BT31 B	0.3~0.55	5~12	≤ 30				
BT31 C	0.45~0.75	3~6					
BT31 D	0.45~0.75	5~12					
BT31 E	0.65~0.9	3~6					
BT31 F	0.65~0.9	5~12					
BT32 A	0.3~0.55	3~6	8~35	≤ 2	≥ 1.5	≤ 3.5	250
BT32 B		5~12	≤ 35				
BT32 C	0.45~0.75	3~6					
BT32 D		5~12					
BT32 E	0.65~0.90	3~6					
BT32 F		5~12					

(续)

型号	分压比 η	基极间电流 $R_{bb}/k\Omega$	调制电流 I_{B2}/mA	峰点电流 I_F/mA	谷点电流 I_V/mA	谷点电压 U_V/V	耗散功率 P_{B2M}/mW
BT33 A	0.3~0.55	3~6	8~40	≤ 2	≥ 1.5	≤ 3.5	400
BT33 B		5~12					
BT33 C	0.45~0.75	3~6					
BT33 D		5~12					
BT33 E	0.65~0.9	3~6					
BT33 F		5~12					
BT37 A	0.3~0.55	3~6	3~40	≤ 2	≥ 1.5	≤ 3.5	700
BT37 B		5~12					
BT37 C	0.45~0.75	3~6					
BT37 D		5~12					
BT37 E	0.65~0.9	3~6					
BT37 F		5~12					
测试条件	$U_{IB}=20V$	$U_{BB}=20V$ $I_E=0$	$U_{BB}=10V$	$U_{BB}=20V$	$U_{IB}=20V$	$U_{BB}=21V$	

表 A-6 QL 系列单相桥式整流组合管技术参数

参数 型号	正向平均电流 /A	浪涌电流 /A	反向重复峰值电压 /V	反向平均电流 /μA	正向平均压降（对臂） /V
QL5	0.5	5	50~600	≤200	1.2
QL6	1	10	50~600	≤300	
QL7	2	20			
QL8	3	30			
QL9	5	55	50~1000	≤400	
QL10	10	105			
QL11	15	160			
QL12	20	210			
QL13	25	260			
QL14	40	300	50~1000	≤2000	
QL16	60	540		≤4000	
QL18	100	900			

表 A-7 SQL 系列三相桥式整流组合管技术参数

参数 型号	正向平均电流 /A	浪涌电流 /A	反向重复峰值电压 /V	反向平均电流 /μA	正向平均压降（对臂） /V	
SQL6	1	7	50~600	≤300	≤1.2	
SQL7	2	15				
SQL8	3	20				
SQL9	5	35	50~1000	≤400		
SQL10	10	50		≤600		
SQL12	20	120				
SQL14	40	240		≤800		
SQL16	60	360		≤5000		
SQL18	100	600				

表 A-8 2CTS、PDA 型双向触发二极管主要参数

型 号	峰值电流 I_P /A	转折电压 U_{BO} /V	转折电压偏差 ΔU_{BO} /V	弹回电压 $\Delta U'$ /V	转折电流 I_{BO} / μ A
2CTS2	2	26~40	3	5	50
PDA30	2	28~36	3	5	100
PDA40	2	35~45	3	5	100
PDA60	1.6	50~70	4	10	100

表 A-9 部分 1N 系列、2CW、2DW 型稳压二极管主要参数

型 号	稳定电压 U_Z/V	动态电阻 R_Z/Ω	温度系数 $C_{TV}/(10^{-4} \cdot ^\circ\text{C}^{-1})$	工作电流 I_Z/mA	最大电流 I_{ZM}/mA	额定功耗 P_Z/W
1N748	3.8~4.0	100		20		0.5
1N752	5.2~5.7	35				
1N753	5.88~6.12	8				
1N754	6.66~7.01	15				
1N757	8.9~9.3	20				
1N962	10.9~11.4	12		10		
1N963	11.9~12.4	35				
1N964	12.4~14.1	10				
1N969	20.8~23.3	35		5.5		

(续)

型 号	稳定电压 U_Z/V	动态电阻 R_Z/Ω	温度系数 $C_{TV}/(10^{-4}\cdot ^\circ C^{-1})$	工作电流 I_Z/mA	最大电流 I_{ZM}/mA	额定功耗 P_Z/W
2CW50	1.9~2.8	50	≥ -9	10	83	0.25
2CW51	2.5~3.5	60	≥ -9		71	
2CW52	3.2~4.5	70	≥ -8		55	
2CW53	4.0~5.8	50	-6~-4		41	
2CW54	5.5~6.5	30	-3~-5		38	
2CW55	6.2~7.5	15	≤ 6		33	
2CW56	7.0~8.8	15	≤ 7	5	27	
2CW57	8.5~9.5	20	≤ 8		26	
2CW58	9.2~10.5	25	≤ 8		23	
2CW59	10~11.8	30	≤ 9		20	
2CW60	11.5~12.5	40	≤ 9		19	
2CW61	12.4~14	50	≤ 9.5	3	16	
2CW62	13.5~17	60	≤ 9.5		14	
2CW63	16~19	70	≤ 9.5		13	
2CW64	18~21	75	≤ 10		11	
2CW65	20~24	80	≤ 10		10	
2CW67	25~28	90	≤ 10		9	
2DW230	5.8~6.6	≤ 25	≤ 10.05	10	30	0.2
2DW231		≤ 15				
2DW232	6.0~6.5	≤ 10				
测试条件	$I=I_Z$	$I=I_Z$				

表 A-10 通用 9011~9018、8050、8550 三极管主要参数

型号	极限参数			直流参数			交流参数		类型
	P_{CM}/mW	I_{CM}/mA	$U_{(BR)CEO}/V$	I_{CFO}/mA	$U_{CE(sat)}/V$	h_{FE}	f_T/MHz	C_{ob}/pF	
9011	300	100	18	0.05	0.3	28	150	3.5	NPN
E						39			
F						54			
G						72			
H						97			
I						132			

(续)

型号	极限参数			直流参数			交流参数		类型
	P_{CM}/mW	I_{CM}/mA	$U_{(BR)CEO}/V$	I_{CEO}/mA	$U_{CE(sat)}/V$	h_{FE}	f_T/MHz	C_{ob}/pF	
9012	600	500	25	0.5	0.6	64	150		PNP
E						78			
F						96			
G						118			
H						144			
9013	400	500	25	0.5	0.6	64	150		NPN
E						78			
F						96			
G						118			
H						144			
9014	300	100	18	0.05	0.3	60	150		NPN
A						60			
B						100			
C						200			
D						400			
9015	310	100	18	0.05	0.5	60	100	6	PNP
A						60			
B						100			
C						200			
D						400			
9016	310	25	20	0.05	0.3	28~97	500	2	NPN
9017		100	12		0.5	28~72	600		
9018		100	12		0.5	28~72	700		
8050	1000	1500	25			85~300	100		NPN
8550									PNP

注：一般在塑封管 TO-92 上标有 E、B、C 或 D、S、G。

表 A-11 常用 3DG、3CG 高频小功率三极管主要参数

型号	极限参数			直流参数		交流参数		类型
	P_{CM}/mW	I_{CM}/mA	$U_{(BR)CEO}/V$	$I_{CEO}/\mu A$	h_{FE}	f_T/MHz	G_{ob}/pF	
3DG100	A	100	20	≤ 0.01	≥ 30	≥ 150	≤ 4	NPN
B	≥ 300							
C	≥ 300							
D	≥ 300							

(续)

型号	极限参数			直流参数		交流参数		类型	
	P_{CM}/mW	I_{CM}/mA	$U_{(BR)CEO}/V$	$I_{CEO}/\mu A$	h_{FE}	f_1/MHz	G_{ob}/pF		
3DG120	A	500	100	30	≤ 0.01	≥ 30	≥ 150	≤ 6	NPN
B	45			≥ 300					
C	30								
D	45								
测试条件			$I_C = 0.1mA$	$U_{CE} = 10V$	$U_{CE} = 10V$	$I_C = 3mA$			
						$I_C = 30mA$			
						$I_C = 50mA$			
3CG100	A	100	30	15	≤ 0.1	≥ 25	≥ 100	≤ 4.5	PNP
B	25								
C	40								
3CG120	A	500	100	15	≤ 0.2	≥ 25	≥ 200		PNP
B	30								
C	45								
3CG130	A	700	300	15	≤ 1	≥ 25	≥ 80		PNP
B	30								
C	45								

① h_{FE} 分档:橙 25~40 黄 40~55 绿 55~80 蓝 80~120 紫 120~180 灰 180~270。

表 A-12 MT 系列功率 VMOS 场效应晶体管主要参数

型 号	类型	漏源极击穿电压	漏源极导通电阻最大值		漏极最大电流	漏极耗散功率 (25℃)
		$U_{(BR)DS}/V$	$R_{DS(on)}/\Omega$	I_D/A	I_{Dmax}/A	P_D/W
MTM10N05	N 沟道	50	0.28	5	10	75
MTM10N25			0.055	17.5	25	150
MTM10N10		100	0.33	5	10	40
MTM25N10			0.055	12.5	25	150
MTM5N20		200	1	2.5	5	75
MTM40N20			0.08	20	40	250
MTM3N40		400	3.3	1	3	75
MTM15N40			0.3	7.5	15	150
MTM1N100		1000	10	0.5	1	75
MTP10N05		50	0.28	5	10	75
MTP5N40		400	1.5	2	5	75
MTP1N100		1000	10	0.5	1	75
MTP8P10	P 沟道	100	0.4	4	8	75
MTP2P50		500	6	1	2	75
VN05M60	N 沟道	50	0.028		60	200
VN06M60		60	0.028		60	200

附录 B 晶闸管触发及电路控制专用集成电路和组件

1. KC01 (KJ01、KJ001) 移相触发控制集成电路

适用于单相、三相半控、桥式等整流电路中作晶闸管单路脉冲移相触发。其外形采用双列直插18脚和14脚两种。18脚电路各引脚功能为：①、②悬空；③锯齿波电压输出端；④锯齿波电容联结端；⑤、⑥同步信号连接端；⑦、⑧悬空；⑨地端；⑩、⑪悬空；⑫脉冲输出端；⑬、⑭微分电容端；⑮综合比较；⑯电源负端；⑰悬空；⑱电源正端。其内部结构及工作原理见图 B-1。

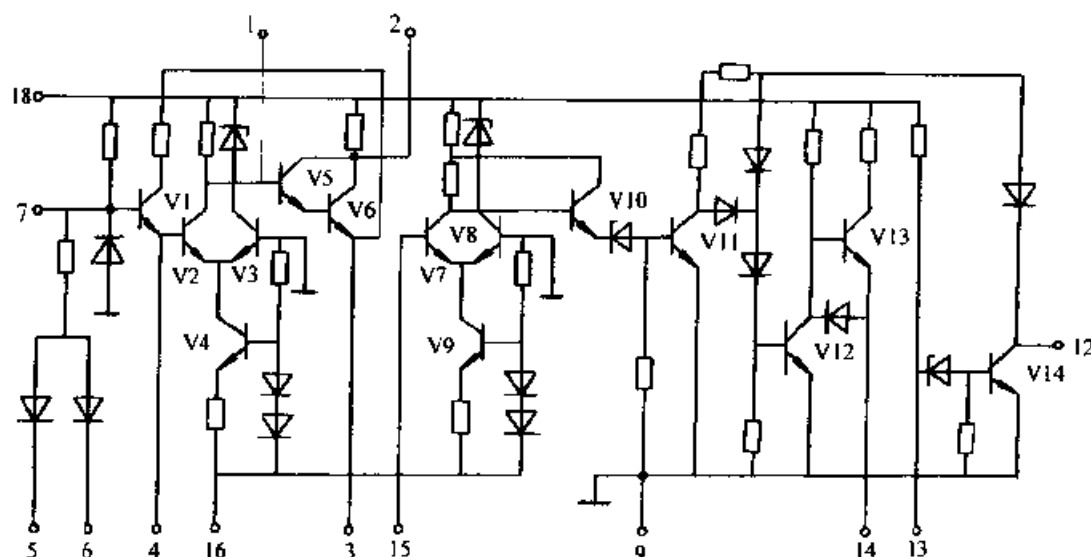


图 B-1 KC01 内部结构及工作原理示意图

该集成电路由锯齿波形成电路、移相电压、偏移电压综合比较放大电路及移相触发脉宽调节电路三大部分组成。同步信号加于⑤、⑥端，V1~V6 为锯齿波形成环节，V7~V9 用来将由⑤端输入的移相电压、偏移电压和锯齿波电压进行综合比较放大。V10~V14 形成移相触发脉冲，由⑫端输出。脉宽由外接电容决定。KC01 的应用电路实例见图 B-2。

电路可触发单相半控桥式或三相半控桥式电路中的一路晶闸管。对不同的移相控制电压 U ，只要改变 R_1 、 R_2 的比例，调节相应的偏移电压 U_b ，同时调整锯齿波斜率电位器 RP 可使不同的移相电压获得整个移相范围。移相控制电压增大，晶闸管导通角增大。脉宽由电容 C_3 决定，加大 C_3 可获得大于 60° 的宽脉冲。

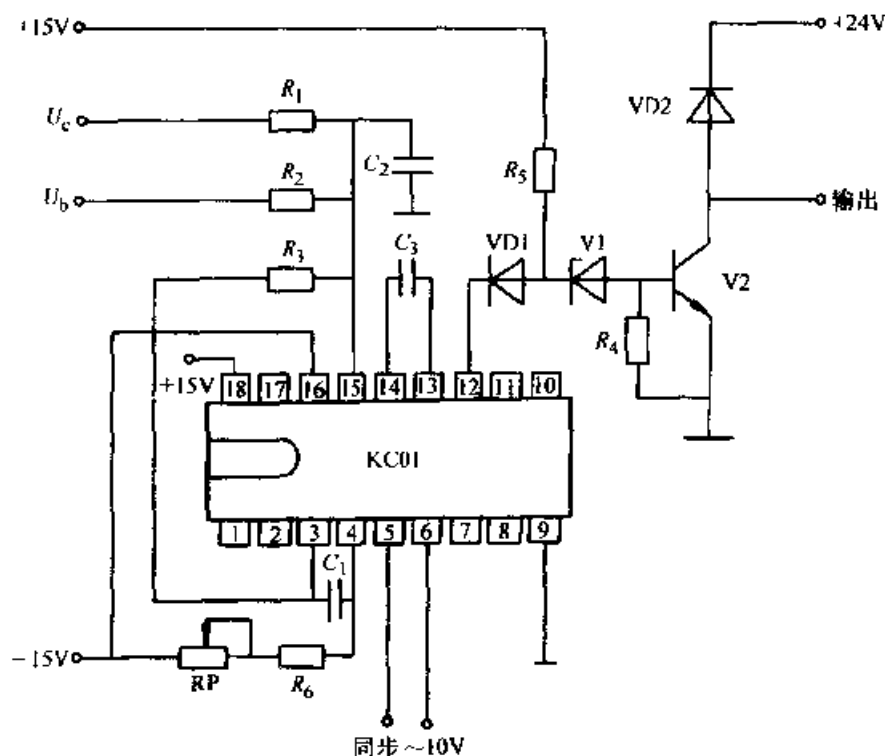


图 B-2 KC01 的应用电路实例

$R_1 \sim R_4$ 10k Ω R_5 750 Ω R_6 30k Ω RP 6.8k Ω C_1 0.47 μ F

C_2 0.022 μ F C_3 0.047 μ F VD1、VD2、2CZ82C

V1 2CW15 V2 3DG27B

2. KC04、KC09 (KJ04、KJ09) 移相触发控制集成电路

该电路在单相、三相全控桥式晶闸管电力电子设备中作晶闸管的双路脉冲触发。其外形采用双列直插 16 脚结构。电路各引脚功能为：①同相脉冲输出端；②悬空；③锯齿波电容连接端；④同步锯齿波电压输出端；⑤电源负端；⑥悬空；⑦地端；⑧同步电源信号输入端；⑨移相、偏置及同步信号综合端；⑩悬空；⑪方波脉冲输出端；⑫脉宽信号输入端；⑬负脉冲调制及封锁控制端；⑭正脉冲调制及封锁控制端；⑮反相脉冲输出端；⑯电源正端。KC04 内部结构及工作原理见图 B-3。

电路由同步检测电路、锯齿波形成电路、偏移电路、移相电压及锯齿波电压综合比较放大电路和功率放大电路组成。V1~V3 对同步电压进行检测，在同步电压过零点，V1、V2、V3 均截止，从而使 V4 导通，外接积分电容放电。过零结束后，V4 恢复截止。V5 与外接电容组成密勒积分器，形成线性增大的锯齿波。V6 对于经⑨端输入的移相电压 U_c 、偏移电压 U_b 和锯齿波电压进行比较放大。当输入 V6 基极的电流大于零时，V6 导通，在⑪、⑫端的外接电容元件将 V6 集电极的脉冲微分输入 V7 的基极，在 V7 集电极得到一定宽度的移相脉冲。V7 的输出脉冲

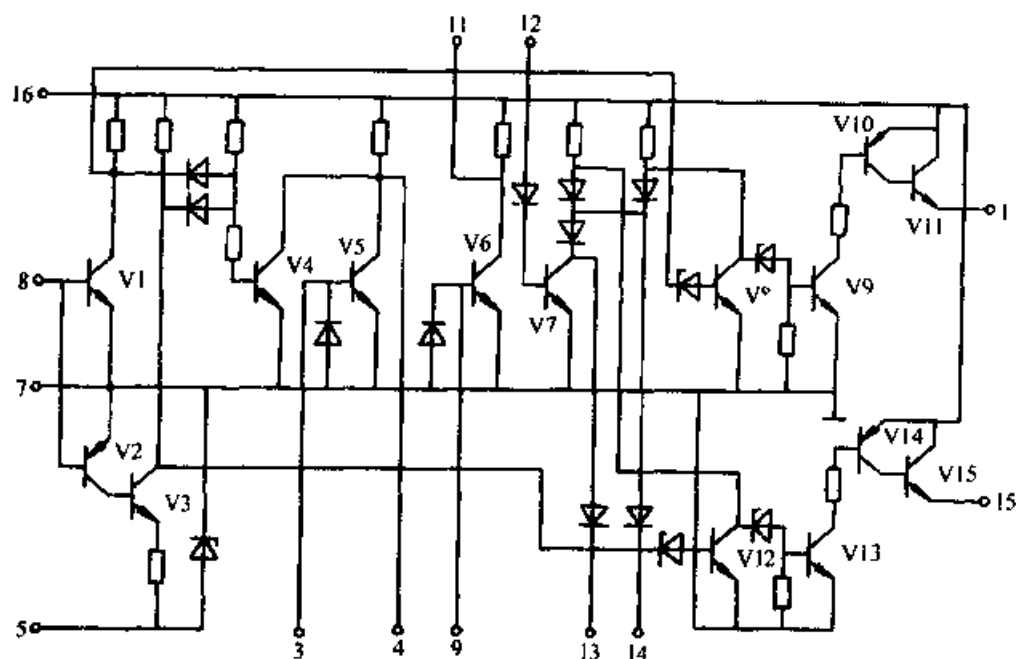


图 B-3 KC04 内部结构及工作原理示意图

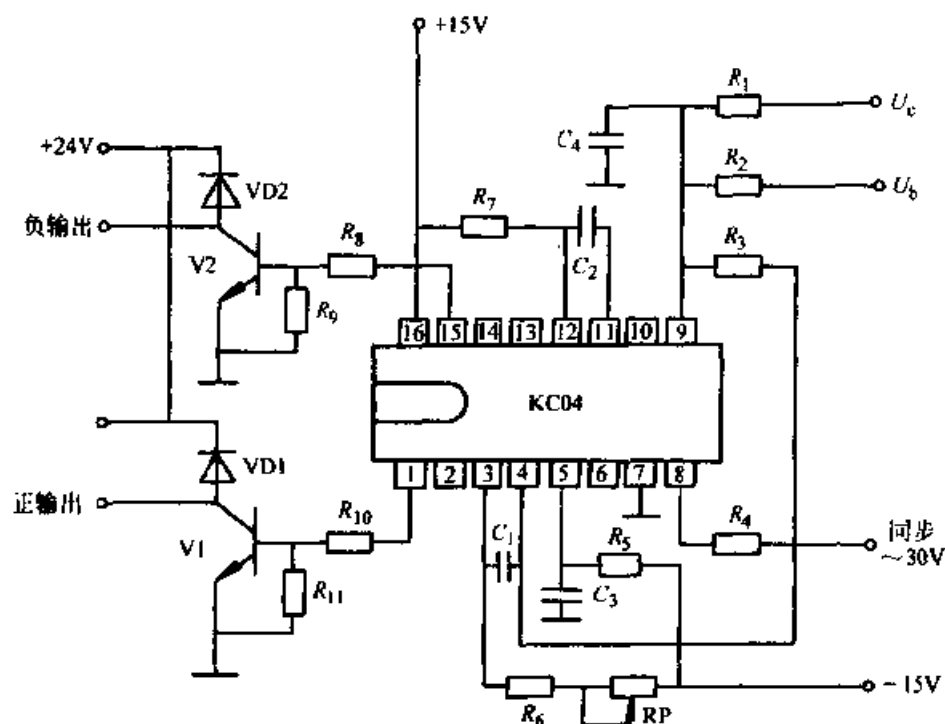


图 B-4 KC04 的应用电路实例

R_1, R_3, R_9 10k Ω R_2, R_4 15k Ω R_5 1k Ω R_6, R_7 30k Ω

R_8, R_{10} 510 Ω R_{11} 10k Ω C_1 0.47 μ F C_2 0.047 μ F

C_3, C_4 0.01 μ F RP 6.8k Ω $VD1, VD2$ 2CZ82C $V1, V2$ 3DK4

包括正负半周相隔 180° 的两组，经 V8 和 V12 分别截去负半周和正半周，得到正相和负相触发脉冲。V9~V15 分别对正负半周脉冲作功率放大，使两个输出端都

有 100mA 的输出能力。③、⑭端提供脉冲列调制和脉冲封锁控制。KC04 的典型应用电路实例见图 B-4。

图 B-4 为一个用 KC04 与其它元件构成的单相全控桥式触发电路。 R_7 在 10~100k Ω 范围内选择,再配合 C_2 决定输出脉冲宽度。为保证移相范围,同步电压不宜太小,同步电阻 R_1 数值按下式计算:

$$R_1 = (\text{同步电压数值}/2) \times 10^3 \Omega$$

对不同移相电压只要改变电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的比例和调节相应的偏移电压,同时调节锯齿波斜率电位器 RP,可得所需整个移相范围。

3. KC05 (KJ05) 移相触发器

该电路适用于双向晶闸管或两只反并联晶闸管电路的交流相位控制。具有锯齿波线性好,移相范围宽,控制方式简单,易于集中控制,有失交保护,输出电流大等优点。适于交流调光、调压电路,也适于作半控或全控桥式电路的相位控制。其外形采用双列直插 18 脚结构。KC05 的内部结构原理示意图见图 B-5。

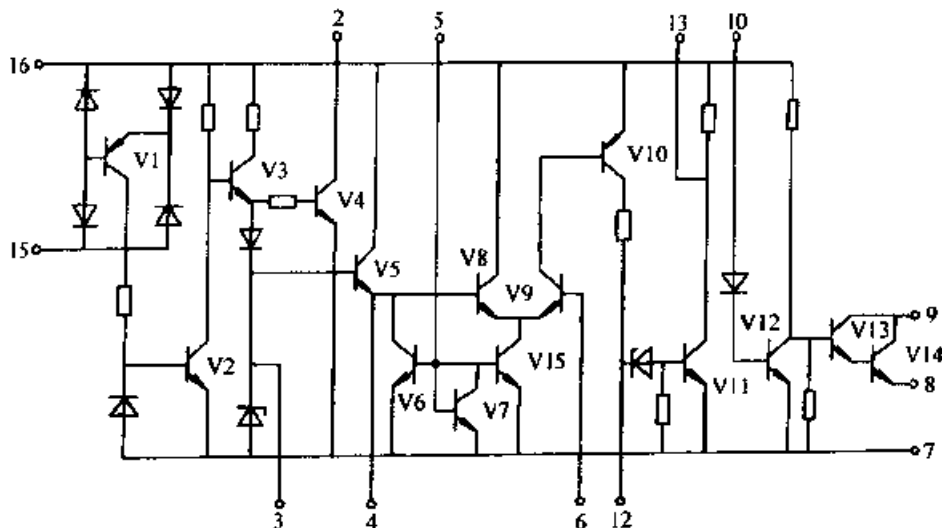


图 B-5 KC05 内部结构及工作原理示意图

KC05 的应用实例见图 B-6。

图 B-4 的 KC05 内部电路中, V1、V2 组成同步检测电路。当同步电压过零时, V1、V2 截止, 从而使 V5 导通, 对④端外接电容充电至 8V 左右。同步过零结束时, V1、V2 导通, V3、V5 恢复截止, C_1 经 V6 恒流放电, 形成线性下降的锯齿波。锯齿波下降斜率由⑤端外接电位器 RP 调节。锯齿波送至 V8 与⑥端引入 V9 的移相控制电压进行比较放大, 经 V10、V11、外接 R_2 、 C_2 微分, 在 V12 集电极得到一定宽度的移相脉冲。脉宽由 R_2 、 C_2 决定。经 V13、V14 功率放大, 在⑨端可有 200mA 电流的输出脉冲。V4 是失交保护输出。当输入移相电压大于 8.5V 与锯齿波失交点时, V4 的同步零点脉冲输出通过②端与⑫端的连接在⑨端输出, 保

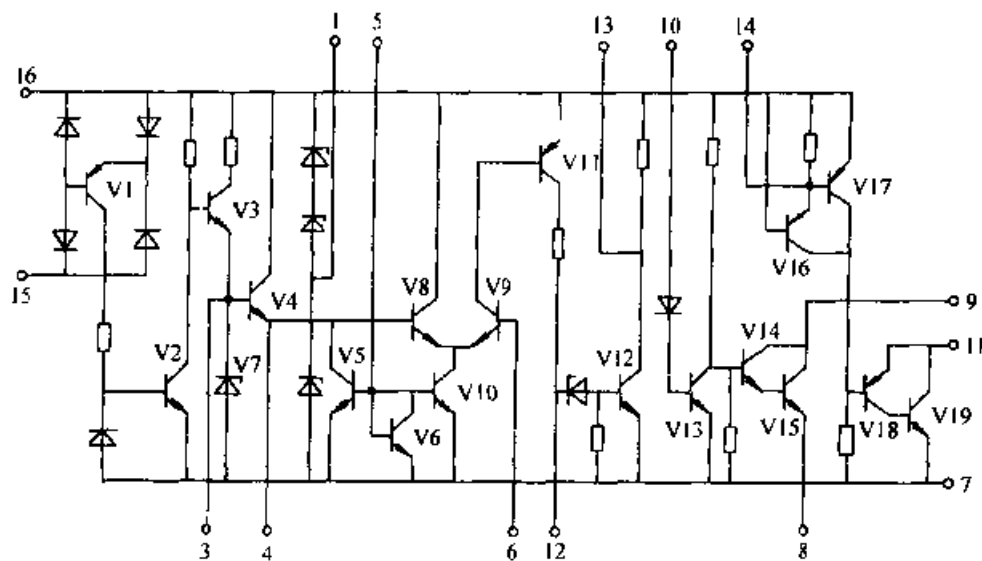


图 B-7 KC06 内部结构原理示意图

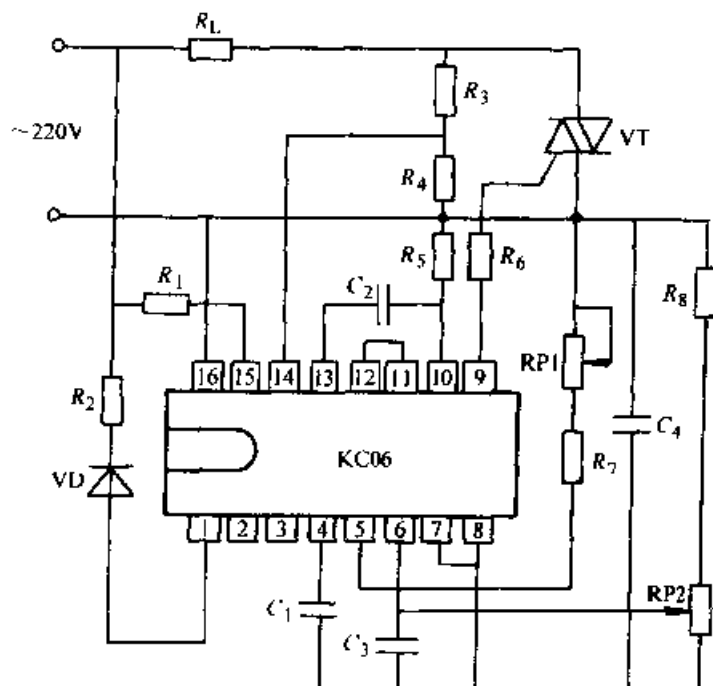


图 B-8 KC06 应用实例

R_1 51k Ω R_2 10k Ω R_3 100k Ω R_4 30k Ω R_5 47k Ω R_6 27

R_7 39k Ω R_8 68k Ω $RP1$ 22k Ω $RP2$ 100k Ω C_1 0.47 μ F

C_2 0.01 μ F C_3 0.1 μ F C_4 100 μ F VD 2CZ82C VT KS50A

较放大单稳微分的触发脉冲没有触发开晶闸管时，从④端得到的检测信号通过⑪端与⑫端的连接使⑨端又发出脉冲给晶闸管直至其触发。这对感性负载尤其有利，同时也能起到锯齿波与移相控制电压失交保护的作用。对不同电网电压同步限流电阻 R_L 数值按下式计算：

$$R_L = (\text{同步电压数值}/3 \sim 4) \times 10^3 \Omega$$

5. KC07、KC08 (KJ007、KJ008) 移相触发器

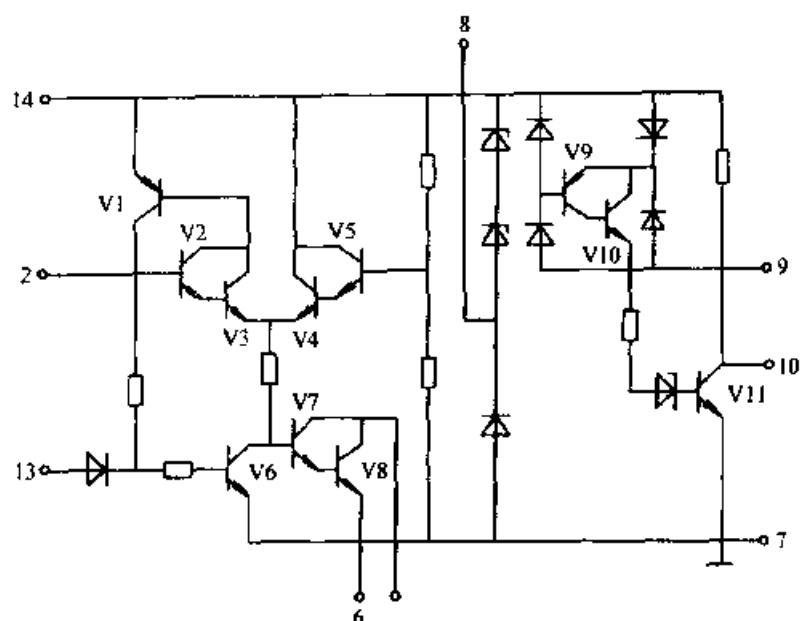


图 B-9 KC07 的内部结构原理示意图

该电路可对双向晶闸管的开关过程进行过零触发，以使射频干扰最小，延长晶闸管使用寿命。电路采用零电流触发方式，分外接电源和自生电源两种形式，适宜作温度控制以及单相或三相交流电动机和电器或零触发的无触点开关。其外型采用双列直插 14 脚结构。KC07 的内部结构原理示意图见图 B-9。

KC07 的应用实例见图 B-10。

来自检测负载电流的零电流信号送至图 B-9 中的⑨端时，由于电流为零，V10、V11 均截止，V6 导通，V7、V8 截止。当来自传感器由②端接收到的电压小于 $E_c/2$ 时 (E_c 为基准电压)，由于电流过零结束，V6 恢复截止，V7、V8 导通，过零时，V6 导通，V7、V8 又截止使⑤端输出触发脉冲。当来自传感器的电压大于 $E_c/2$ 时，即使过零结束 V6 恢复截止，V7、V8 也无输出触发脉冲。传感器可以是热敏电阻、控制元件或开关信号。其开信号电压为 $(E_c/2) -$

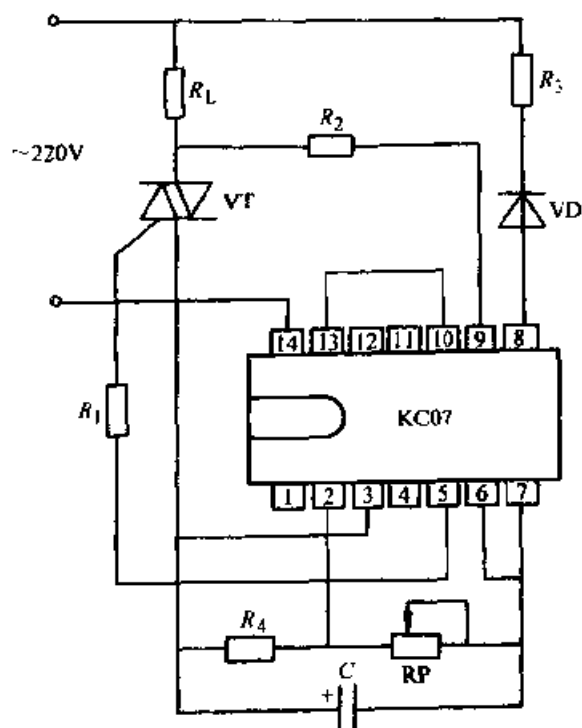


图 B-10 KC07 应用实例

R_1 27 Ω R_2 51 Ω R_3 8.2k Ω R_4 10k Ω RP 10k Ω C 100 μ F VD 2CZ82H VT KS50A

1V, 关信号电压为 $(E_c/2) + 1V$ 。电流检测限流电阻 R_2 数值按下式计算:

$$R_2 = (\text{过零同步电压数值}/5) \times 10^3 \Omega$$

6. KJ010 移相触发器

该电路主要适用于单相、三相半控桥式整流类电力电子设备或装置中作为晶闸管的单路脉冲移相触发。电路具有温度漂移小、移相线性度好、同步灵敏度高、移相范围宽以及能够宽脉冲触发等功能特点。其外型采用双列直插 18 脚结构。KJ010 的内部结构原理示意图见图 B-11。

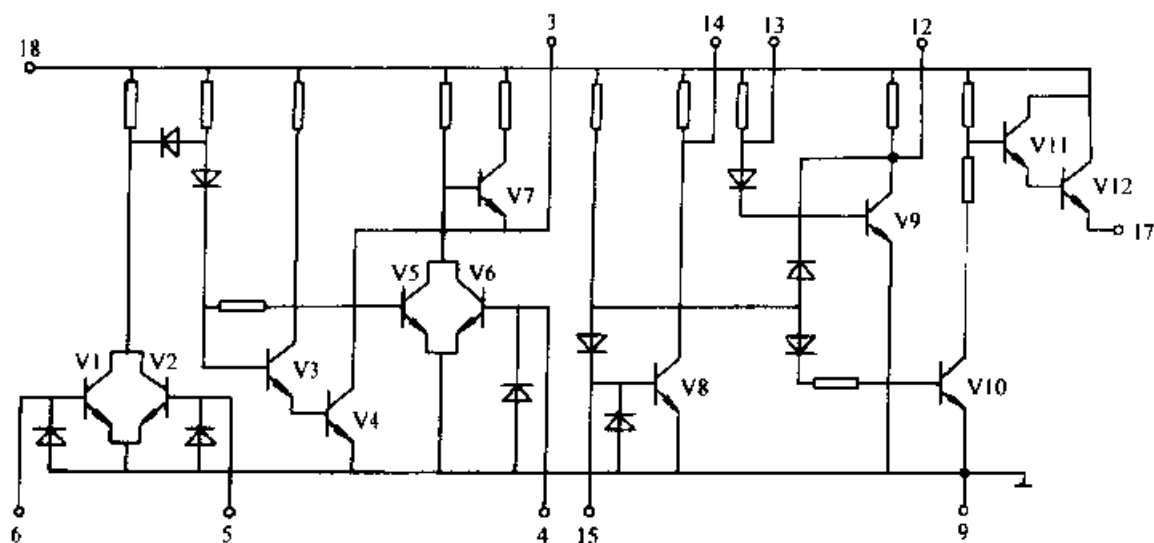


图 B-11 KJ010 内部结构原理示意图

图 B-11 中, 由 V1~V7 组成同步开关和形成锯齿波, V8~V12 将移相、偏移、锯齿波电压综合比较放大后形成单稳移相脉冲, 触发脉冲宽度由外接于引脚⑬与⑭之间的电容 C 所决定。触发电路为正极性, 即移相控制电压增加, 输出导通角增大。对不同的移相控制电压 U_c 只要改变权电阻 R_1 、 R_2 比例, 调节相应的偏移电压 U_p , 同时调整锯齿波斜率电位器 RP, 可以使不同的移相控制电压获得整个移相范围。KJ010 电同步方式是电流型输入, 接于引脚① (或引脚⑥) 的电阻 R_s (或 R_6) 的大 (见图 B-12) 小可按下式计算:

$$R_s \text{ (或 } R_6) = (\text{同步电压数值}/2) \times 10^3 \Omega$$

图 B-12 给出了 KJ010 的一种应用电路原理图。图中应用 KJ010 工作于灌电流模式来触发一单相半波可控整流电路中的晶闸管。为缩小脉冲变压器的体积, 输出脉冲部分应用了反偏压措施。图中开关 S 可以接通 R_6 , 也可以接通 R_s , 调节 RP 可以改变锯齿波的斜率, 随着偏移电压 U_p 及移相电压 U_c 的不同, 可得到不同的移相角度和不同的初始移相角。

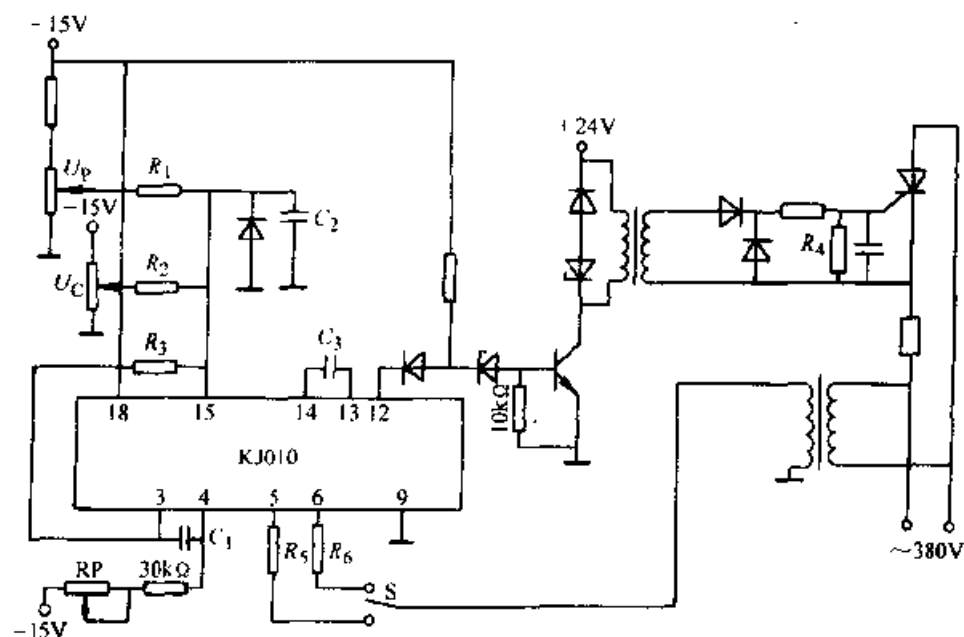


图 B 12 KJ310 用于单相半波整流系统

 $R_1, R_2 = 10\text{k}\Omega \quad R_3 = 15\text{k}\Omega \quad C_1 = 0.47\mu\text{F} \quad C_2 = 0.47\mu\text{F}$

7. KJ011 移相触发器

KJ011 是 KJ010 的改进型。触发器具有线路简单、移相线性度好、抗干扰能力强、移相范围宽能宽脉冲触发等优点。适用在各种单相、三相半控桥式供电装置中作晶闸管的单路脉冲移相触发用。其外形采用双列直插 14 脚和 18 脚两种封装形式。KJ011 的内部结构原理示意图见图 B-13。

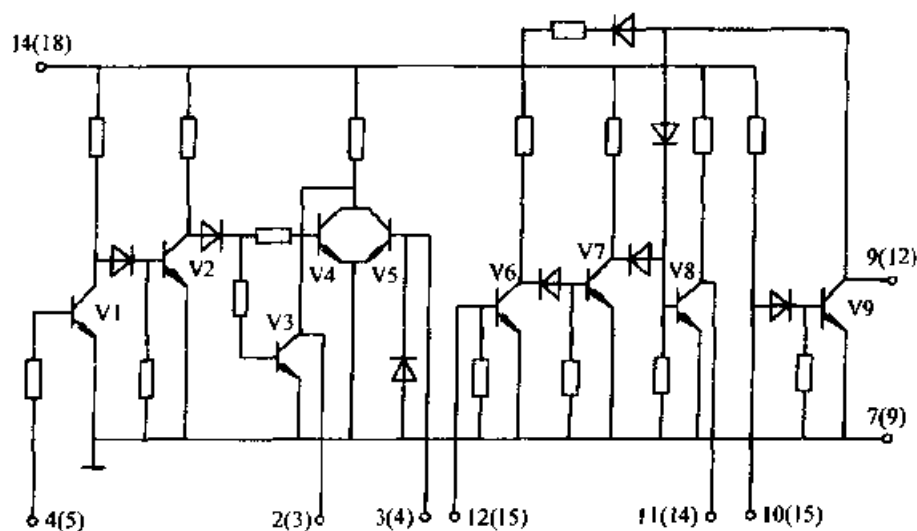


图 B-13 KJ011 内部结构原理示意图

当同步电压送至同步端时, KJ011 电路由 V1~V2 完成同步检测, V3~V5 形成锯齿波。移相控制电压、锯齿波电压、偏移电压三者综合后经 V6 进行电流比较

放大, V7~V9 形成一定宽度的移相触发脉冲。18 脚封装的 KJ011 的典型应用电路见图 B-14。触发脉冲的宽度由外接电容 C_3 决定, 加大电容 C_3 可获得大于 60° 的宽脉冲。该触发电路为正极性型, 即移相电压增加, 输出导通角加大。对不同的移相控制电压 U_c 只要改变电阻 R_1 、 R_2 的比例, 调节相应的偏移电压 U_b , 同时调整锯齿波斜率电位器 RP, 可以使不同的移相控制电压获得整个移相范围。KJ011 电路的同步方式是电流型输入。同步电压 10V 时需在引脚⑤与同步电源之间串入限流电阻 R_5 , 其阻值可按下式计算:

$$R_5 = (\text{同步电压数值}/1 \sim 2) \times 10^3 \Omega$$

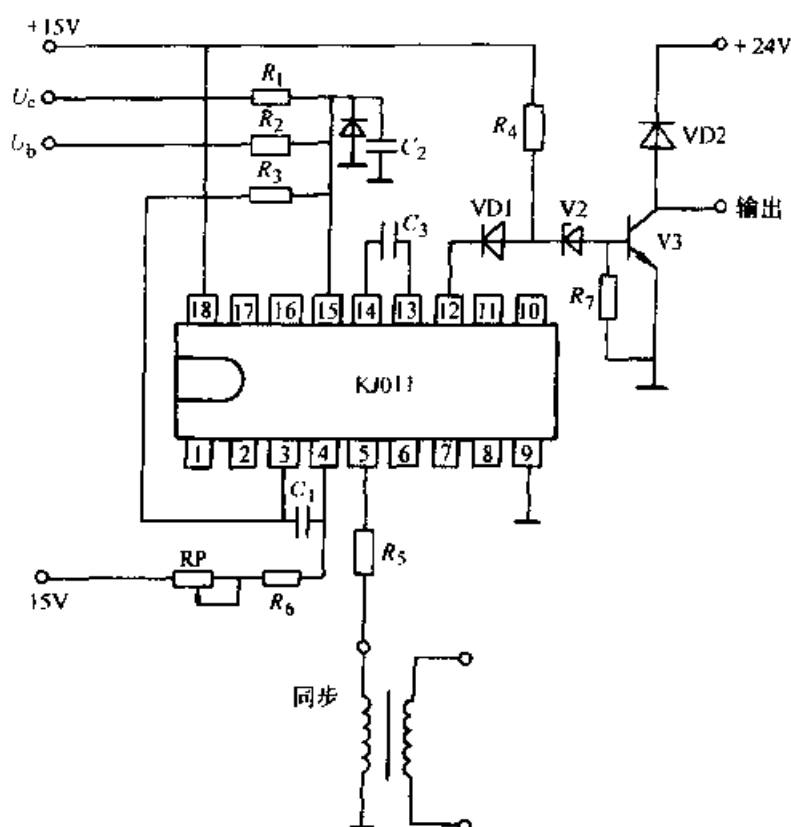


图 B-14 KJ011 的典型应用电路

R_1 、 R_3 、 R_7 10k Ω R_2 15k Ω R_4 2k Ω R_5 5.6~15k Ω

R_6 30k Ω C_1 0.47 μ F C_2 0.022 μ F C_3 0.047 μ F

RP 6.8k Ω VD1、VD2 2CIB2C V1 2CW15 V2 3DG21B

8. KC41 (KJ041) 六路双脉冲形成器

六路双脉冲形成器是三相全控桥式触发线路中常用的电路, 它具有双脉冲形成和电子开关控制封锁双脉冲形成功能。使用两只有电子开关控制的 KC041 (KJ041) 电路组成逻辑控制, 适用于正反组可逆晶闸管电力电子成套装置。KC41 (KJ041) 采用双列直插 16 脚结构。电路内部结构原理示意图见图 B-15。

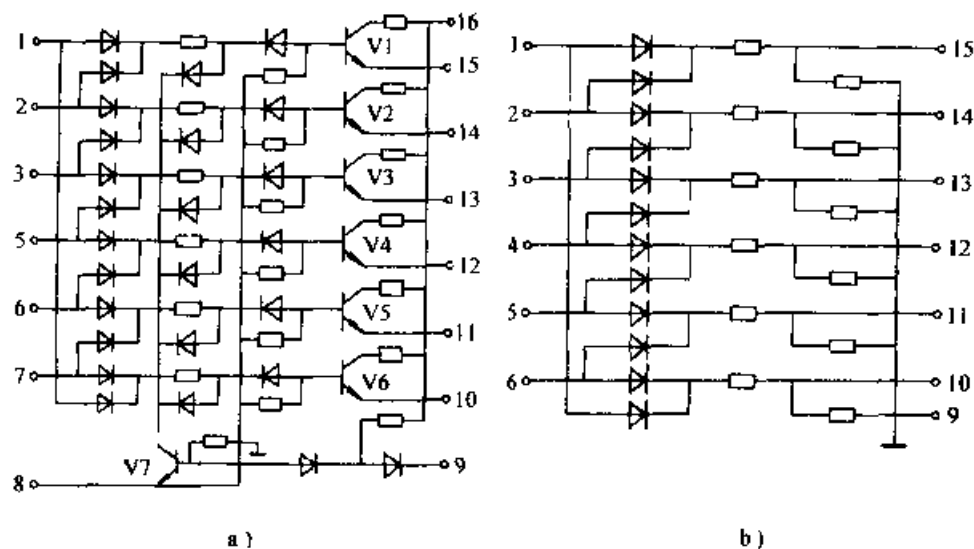


图 B-15 KC41 (KJ041) 内部结构原理示意图

a) KC41C b) KC41B

KC41 (KJ041) 的应用实例见图 B-16。

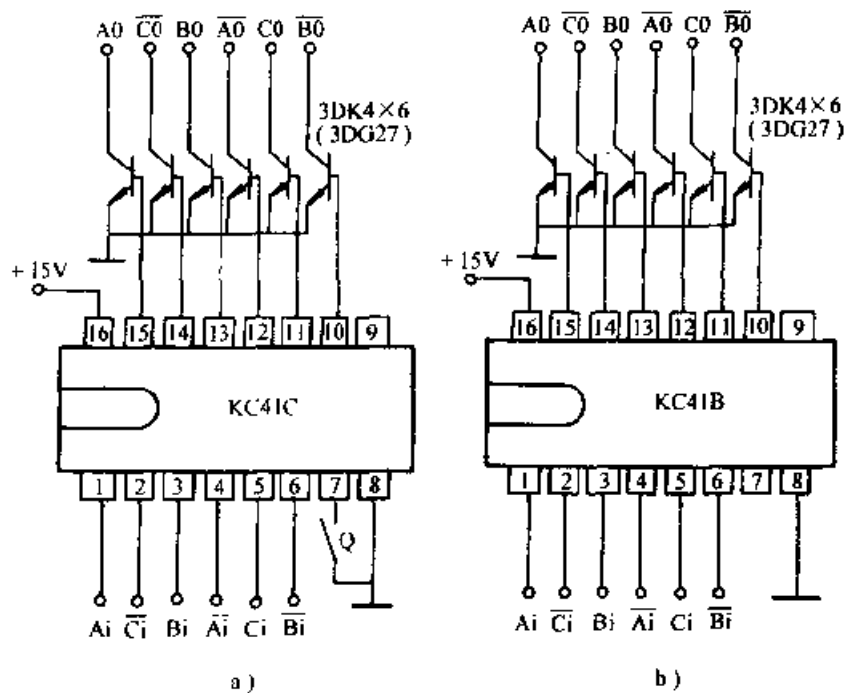


图 B 16 KC41 (KJ041) 应用实例

9. KC42 (KJ042) 脉冲列调制形成器

KC42 (KJ42) 脉冲列调制形成器主要适用于晶闸管三相桥式全控整流电路的脉冲列调制源，也可用于三相半控、单相全控、单相半控电路中。电路具有脉冲占空比可调性好、频率调节范围宽、触发脉冲上升沿可与同步调制信号同步等优

点。它还可作为可控制的方波发生器用于其它电路拓扑的电力电子设备中。KC42 (KJ042) 外形采用双列直插 14 脚结构。该集成电路的内部结构原理示意图见图 B-17。

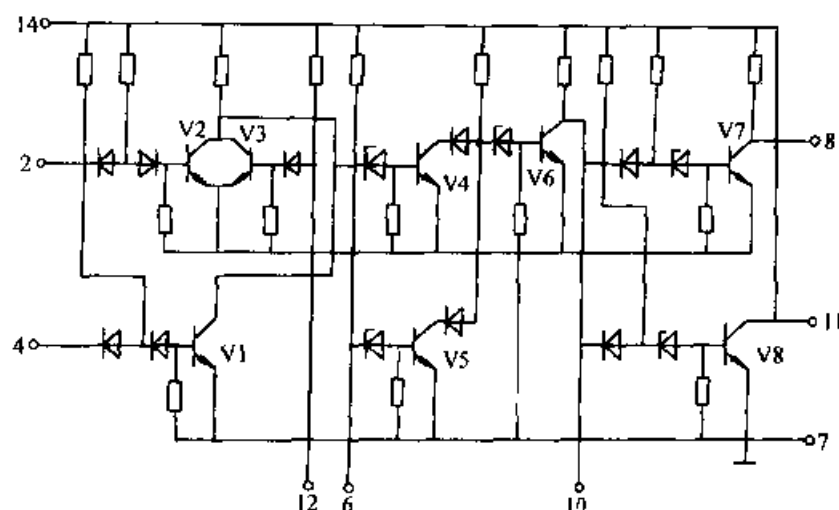


图 B-17 KC42 (KJ042) 内部结构原理示意图

在三相全控桥式电路中，来自三块触发器（如 KC04、KJ004、KC09、KJ009 或 TCA785 以及其它电路产生的脉冲）分别送入 KC42 (KJ042) 的②、④、⑫端，由 V1、V2、V3 进行节点逻辑组合。V5、V6、V8 组成一个环形计数器，由 V4 的集电极输出来控制它的起振和停振，当没有输入脉冲时，V4 导通，振荡器停振。反之，V4 截止，振荡器起振。V6 集电极输出是一系列与来自三相六个触发脉冲的前沿同步间隔 60° 的脉冲，经 V7 倒相放大分别输入三块触发器的⑭端。此时，从

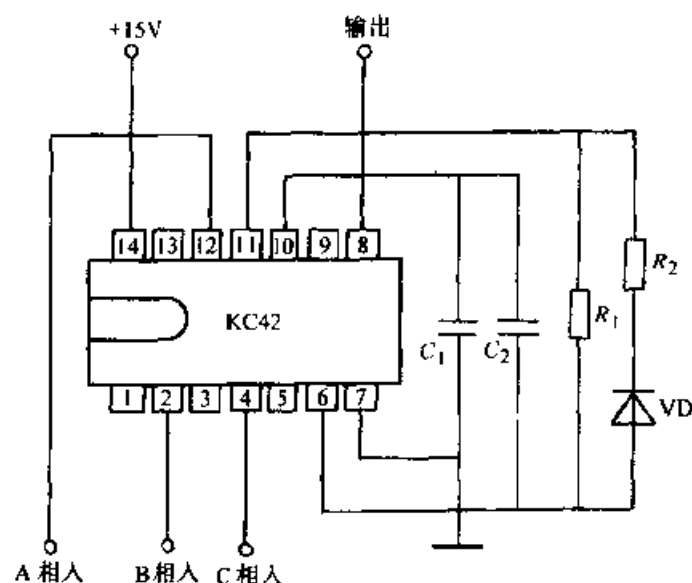


图 B-18 KC42 (KJ042) 用于三相电路的典型接线图

KJ004 (KC04) 或 KJ009 (KC09) 的①端和⑬端输出的是调制后的脉冲列。KC42 (KJ042) 用于三相整流或逆变系统的典型接线见图 B-18。调制脉冲的频率由外接电容 C_2 和 R_1 、 R_2 决定。改变 R_1 、 R_2 的比例可以得到满意的调制脉冲占空比。如将 KC42 用于单相整流电路, 则②、④、⑫三个输入端只需一个, 其它两个接低电位 (0V)。

10. TCA785 (KJ785) 移相触发集成电路

与 KC (KJ) 系列移相触发电路相比, TCA785 对零点的识别更加可靠, 输出脉冲的齐整度更好, 移相范围更宽, 且由于它输出脉冲的宽度可人为自由调节, 故适用范围较广。该集成电路外型为双列直插 16 脚封装。各引脚名称、功能为: ⑬ (V_S) 电源端; ① (O_S) 接地端; ④ (Q_1) 和 ② (Q_2) 输出脉冲 1 和 2 的非端; ⑭ (Q_1) 和 ⑮ (Q_2) 输出脉冲 1 和 2 端; ⑬ (L) 非输出脉冲宽度控制端; ⑫ (C_{12}) 输出 Q_1 、 Q_2 脉宽控制端; ⑪ (V_{11}) 输出脉冲 Q_1 、 Q_2 或 $\bar{Q}_1$ 、 $\bar{Q}_2$ 移相控制直流电压输入端; ⑩ (C_{10}) 外接锯齿波电容连接端; ⑨ (R_9) 锯齿波电阻连接端; ⑧ (V_{REF}) TCA785 自身输出的高稳定基准电压端; ⑦ (Q_Z) 和 ③ (Q_V) TCA785 输出的两个逻辑脉冲信号端; ⑥ (I) 脉冲信号禁止端; ⑤ (V_{SYNC}) 同步电压输入端。TCA785 的内部原理框图见图 B-19。

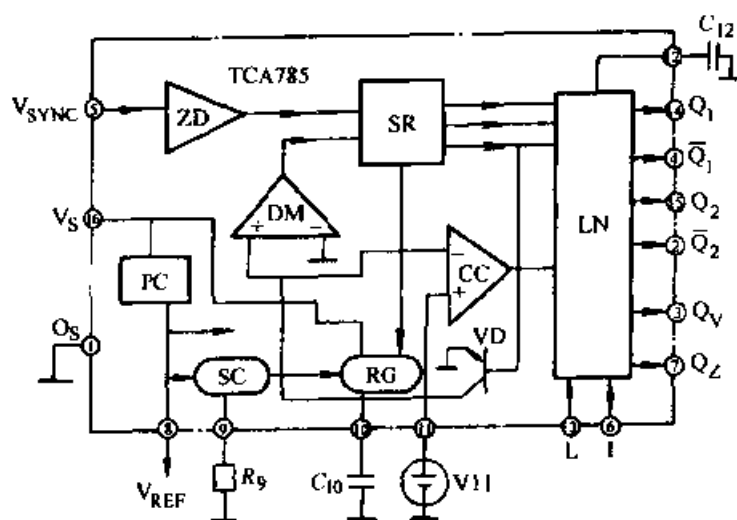


图 B-19 TCA785 内部原理框图

它由零点鉴别器 ZD、同步寄存器 SR、恒流源 SC、控制比较器 CC、放电晶体管 VD、放电监控器 DM、电平转换及稳压电路 PC、锯齿波发生器 RG 及输出逻辑网络 LN 等 9 个单元组成。来自同步电压源的同步电压经高阻值的电阻后送给电源零点鉴别器 ZD, 经 ZD 检测出其过零点后送同步寄存器寄存。同步寄存器中的零点寄存信号控制锯齿波发生器, 锯齿波发生器的电容 C_{10} 由电阻 R_9 决定的恒流源 SC 充电, 当电容 C_{10} 两端的锯齿波电压大于移相控制电压 V_{11} 时, 便产生

一个脉冲信号送到输出逻辑单元。可见，触发脉冲的移相是受移相控制电压 V_{11} 的控制，因而触发脉冲可在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内移相。对每一个半周，在输出端 Q_1 和 Q_2 出现大约 $30\mu s$ 宽度的脉冲，该脉冲可由引脚⑫的电容 C_{12} 扩展到 180° ，如引脚 12 接地，则 Q_1 、 Q_2 输出脉冲的宽度为 180° 的宽脉冲。

由于 TCA785 可输出两路相位互差 180° 的脉冲信号，所以可方便地用于单相全控、单相半控桥或全控桥式整流电路中，三只 TCA785 可用于三相半波、三相半控或全控桥式整流电路中。图 B-20 是以一只 TCA785 用于单相半控桥整流系统中。为简化电路，图中仅用了—个脉冲变压器。

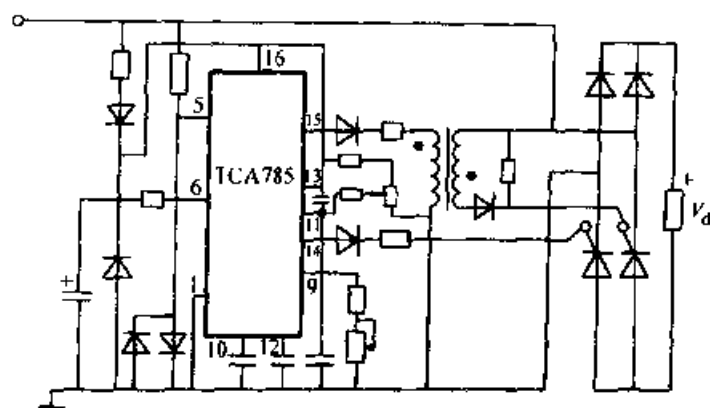


图 B-20 TCA785 在单相半控桥整流系统中的应用

11. TC787/TC788 高性能三相移相触发集成电路

该电路主要适用于三相晶闸管移相触发和三相功率晶体管脉宽调制电路，以及构成多种交流调速和变流装置。它是 TCA785 及 KC (KJ) 系列移相触发集成电路的换代产品。相比而言，TC787/TC788 具有功耗小、功能强、输入阻抗高、抗干扰性能好、移相范围宽、外接元件少等优点，而且装调简便、使用可靠，只需一只这样的集成电路，就可完成三只 TCA785 与一只或多只 KC (KJ) 系列器件组合才能具有的三相移相功能。因此，TC787/TC788 可广泛应用于三相半波、三相全控、三相过零等电力电子、机电一体化产品的移相触发系统。

TC787/TC788 外形采用标准双列直插 18 脚结构，各引脚名称、功能及如下：

(1) 同步电压输入端：引脚① (V_c)、引脚② (V_b) 及引脚⑬ (V_a) 分别为三相同步输入电压连接端，应用中分别接经输入滤波后的同步电压。同步电压的峰峰值应不超过 TC787 或 TC788 的工作电源电压 V_{DD} 。

(2) 脉冲输出端：在半控单脉冲工作模式下，引脚⑧ (C)、引脚⑩ (B)、引脚⑫ (A) 分别为与三相同步电压正半周对应的同相触发脉冲输出端，而引脚⑦ ($-B$)、引脚⑨ ($-A$)、引脚⑪ ($-C$) 分别为与三相同步电压负半周对应的反相

触发脉冲输出端。当 TC787 或 TC788 被设置为全控双窄脉冲工作方式时, 引脚⑧为与三相同步电压中 C 相正半周及 B 相负半周对应的两个脉冲输出端, 引脚②为与三相同步电压中 A 相正半周及 C 相负半周对应的两个脉冲输出端, 引脚⑩为与三相同步电压中 C 相负半周及 B 相正半周对应的两个脉冲输出端, 引脚⑨为与三相同步电压中 A 相同步电压负半周及 C 相电压正半周对应的两个脉冲端输出端, 引脚⑦为与三相同步电压中 B 相电压负半周及 A 相电压正半周对应的两个脉冲输出端, 引脚⑪为与三相同步电压中 B 相正半周及 A 相负半周对应的两个脉冲输出端, 应用中均接脉冲功率放大环节的输入或脉冲变压器所驱动开关管的控制极。

(3) 控制端: 引脚⑤ (Pi): 输出脉冲禁止端。该端用来进行故障状态下封锁 TC787 或 TC788 的输出, 高电平有效, 应用中接保护电路的输出。引脚⑭ (Cb)、引脚⑮ (Cc)、引脚⑯ (Ca): 分别为对应三相同步电压的锯齿波电容连接端。该端连接的电容值大小决定了移相锯齿波的斜率和幅值, 应用中分别通过一个相同容量的电容接地。引脚⑥ (Pc): TC787 或 TC788 工作方式设置端。当该端接高电平时, TC787 或 TC788 输出双脉冲列; 而当该端接低电平时, 输出单脉冲列。引脚④ (Vr): 移相控制电压输入端。该端输入电压的高低直接决定着 TC787 或 TC788 输出脉冲的移相范围, 应用中接给定环节输出, 其电压幅值最大为 TC787 或 TC788 的工作电源电压 V_{DD} 。引脚⑬ (Cx): 该端连接的电容 C_x 的容量决定着 TC787 或 TC788 输出脉冲的宽度, 电容的容量越大, 则脉冲的宽度越宽。

(4) 电源端: TC787 或 TC788 可单电源工作, 亦可双电源工作。单电源工作时引脚③ (V_{SS}) 接地, 而引脚⑰ (V_{DD}) 允许施加的电压为 $-4 \sim -9V$, 引脚⑱ (V_{DD}) 接正电源, 允许施加的电压为 $+4 \sim 9V$ 。

TC787 或 TC788 内部原理框图见图 B-21。

由图可知, 在它们内部集成有三个过零和极性检测单元、三个锯齿波形成单元、三个比较器、一个脉冲发生器、一个抗干扰锁定电路、一个脉冲形成电路、一个脉冲分配及驱动电路。经滤波后的三相同步电压通过过零和极性检测单元检测出零点和极性后, 作为内部三个恒流源的控制信号。三个恒流源输出的恒流电流给三个等值的电容 C_a 、 C_b 、 C_c 恒流充电, 形成良好的等斜率锯齿波。锯齿波形成单元输出的锯齿波与移相控制电压 (V_r) 比较后取得交相点, 该相交点经集或电路内部的抗干扰锁定电路锁定, 保证交相点唯一而稳定, 使交相点以后的锯齿波或移相电压的波动不影响输出。该交相信号与脉冲发生器输出的脉冲 (对 TC787 为调制脉冲, 对 TC788 为方波) 信号经脉冲形成电路处理后变为与三相输入同步信号相位对应且与移相电压大小适应的脉冲信号送到脉冲分配及驱动电路。假设系统未发生过电流、过电压或其它非正常情况, 则引脚⑤禁止端的信号无效, 此时脉冲分配电路根据用户在引脚⑥设定的状态完成双脉冲 (引脚⑥为高电平) 或

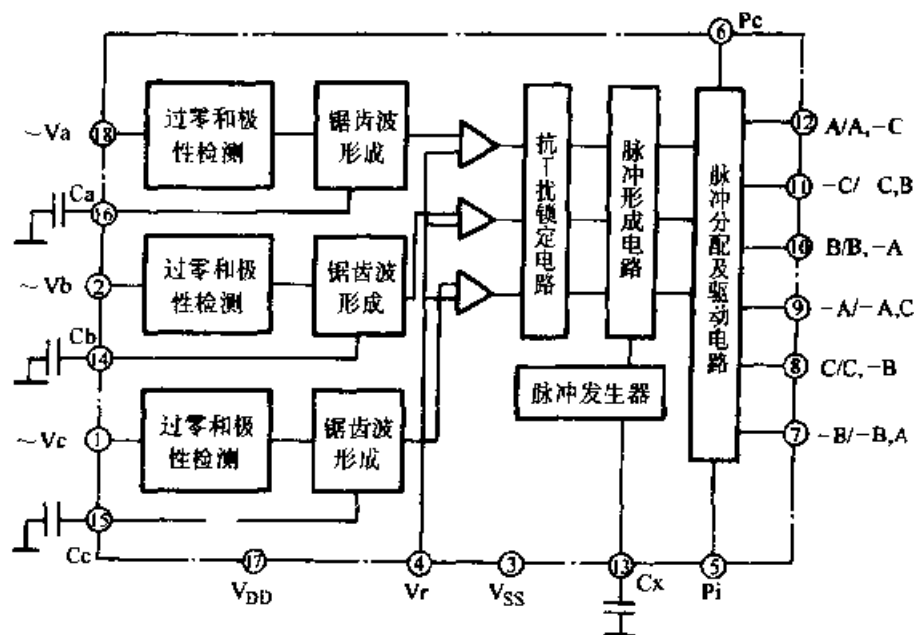


图 B-21 TC787 或 TC788 内部原理框图

单脉冲（引脚③为低电平）的分配功能，并经输出驱动电路功率放大后输出。一旦系统发生过电流、过电压或其它非正常情况，则引脚⑤禁止信号有效，脉冲分配和驱动电路内部的逻辑电路动作，封锁脉冲输出，确保集成电路的六个引脚⑫、⑪、⑩、⑨、⑧、⑦输出全为低电平。TC787、TC788 可方便地用于主功率器件

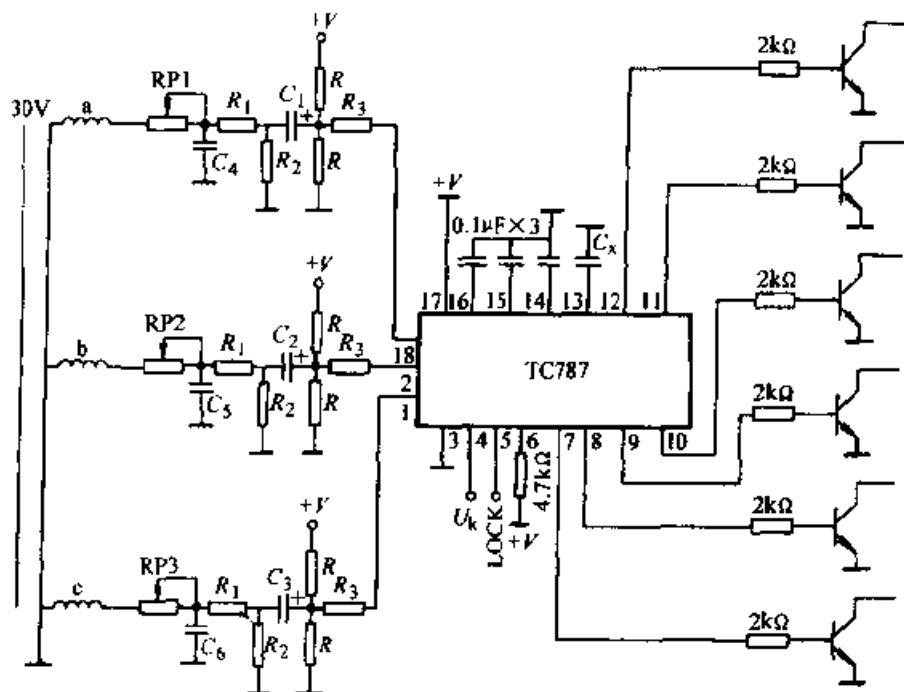


图 B-22 TC787 需同步电平移位网络的单电源使用方法

RP1~RP3 10kΩ R 20kΩ R₁ 51kΩ R₂ 15kΩ R₃ 200kΩ

C₁~C₃ 10μF C₄~C₆ 1μF

为普通晶闸管、双向晶闸管、门极可关断晶闸管、非对称晶闸管的电力电子设备中作移相触发脉冲形成电路。TC788 可用于主功率器件为功率晶体管、功率场效应晶体管、功率 IGBT 或功率 MCT 的电力电子电路中。图 B-22 为 TC787 单电源工作时的典型接方法。

图 B-23 为双电源工作时的典型接线方法。

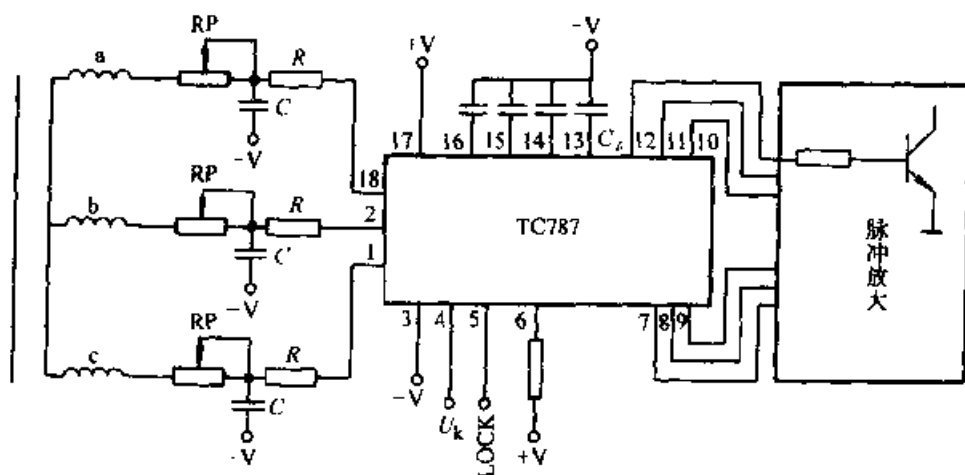


图 B-23 TC787 双电源使用的典型接线图

RP 10k Ω R 200k Ω C 1 μ F

12. KCZ2 集成化二脉冲触发组件

KCZ2 集成化二脉冲触发组件见图 B-24。

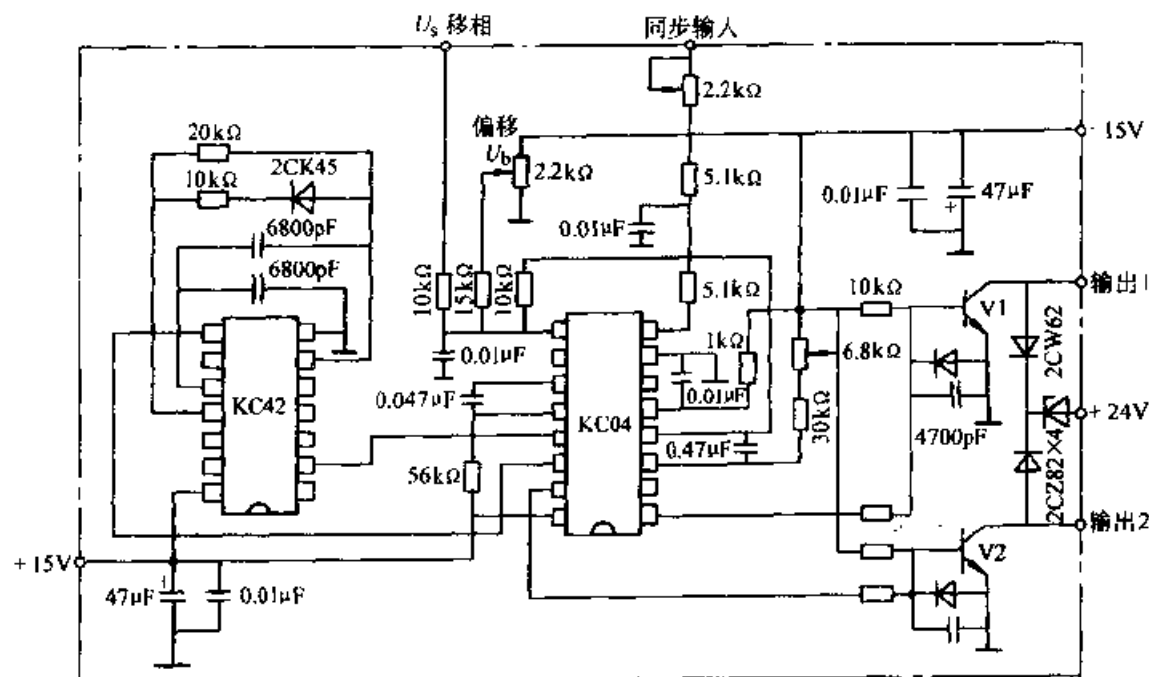


图 B-24 KCZ2 集成化二脉冲触发组件

功能与特点:

主要适用于单相桥式全控变流器的触发。组件每相输出脉冲能可靠驱动一只大功率晶闸管,具有脉冲列调制,能适应各种移相控制电压,同步方式简单等优点。它也适用于半控或反并联晶闸管调压电路。

技术参数:

- 1) 交流同步电压: 30V
- 2) 移相控制电压: $0 \sim +8\text{V}$
- 3) 移相范围: $\geq 170^\circ$
- 4) 触发脉冲形式: ① $\leq 30^\circ$ 脉冲列调制式;
② $180^\circ \sim 0^\circ$ 长脉冲列调制式。
- 5) 输出级允许负载电流: 300mA, 800mA
- 6) 脉冲前沿: $\leq 1\mu\text{s}$
- 7) 脉冲列频率: $5 \sim 10\text{kHz}$
- 8) 各相脉冲不平衡: $\leq 3^\circ, \leq 5^\circ$
- 9) 温度漂移: $\pm 3^\circ (\pm 20^\circ\text{C})$
- 10) 电源电压: $+15\text{V}, -15\text{V} (\pm 5\%)$
- 11) 消耗电流: $+25\text{mA}, -10\text{mA}$
- 12) 允许使用环境温度: $-10 \sim +70^\circ\text{C}$

13. KCZ3 集成化三脉冲触发组件

KCZ3 集成化三脉冲触发组件见图 B-25。

功能与特点:

主要适用于三相桥式半控变流器的触发。每相输出能可靠驱动一只大功率晶闸管,具有能够应用各种移相控制电压、同步方式简单等特点。

技术参数:

- 1) 交流同步电压: 10V
- 2) 移相控制电压: $0 \sim +8\text{V}$
- 3) 移相范围: $\geq 170^\circ$
- 4) 输出级允许负载电流: 300mA
- 5) 脉冲前沿: $\leq 1\mu\text{s}$
- 6) 温度漂移: $\pm 3^\circ (\pm 20^\circ\text{C})$
- 7) 电源电压: $+15\text{V}, -15\text{V} (\pm 5\%)$
- 8) 消耗电流: $+50\text{mA}, -10\text{mA}$
- 9) 允许使用环境温度: $-10 \sim +70^\circ\text{C}$

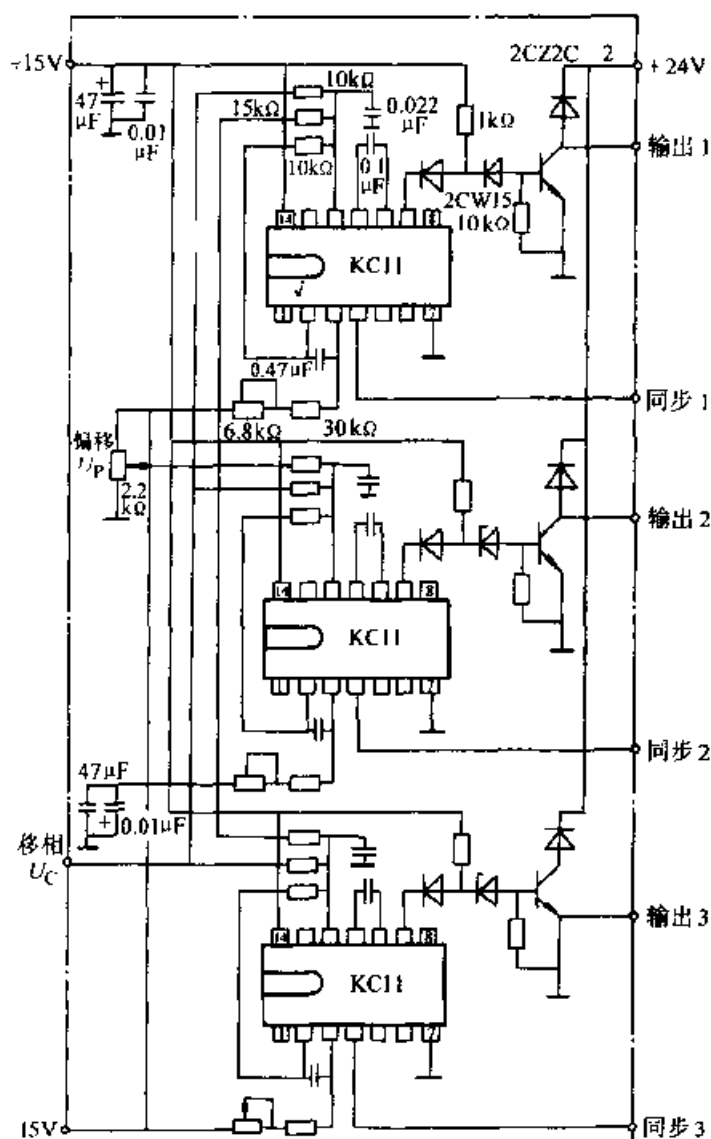


图 B-25 KCZ3 集成化三脉冲组件

14. KCZ6 集成化六脉冲触发组件

KCZ6 集成化六脉冲触发组件见图 B-26。

功能与特点：

用于三相桥式全控变流器的触发。它可将控制电压幅度转换为相应导通角的功率足够大的触发脉冲使主电路可靠工作，每相输出脉冲能可靠触发一只大功率晶闸管，其同步滤波网络不受电源中波形畸变和换流缺口的影响，适应较宽的同步电压范围，并只需三相同步电压。各相脉冲间不均匀度很小，能很方便地与调节系统匹配，并只需调节输入信号的上、下限就可调整整流和逆变角。该组件输出脉冲为列式的双脉冲。脉冲变压器体积小，可使用统一规格的脉冲变压器。有一个脉冲输出控制端用以控制脉冲的输出和在正反组可逆系统中作逻辑切换控

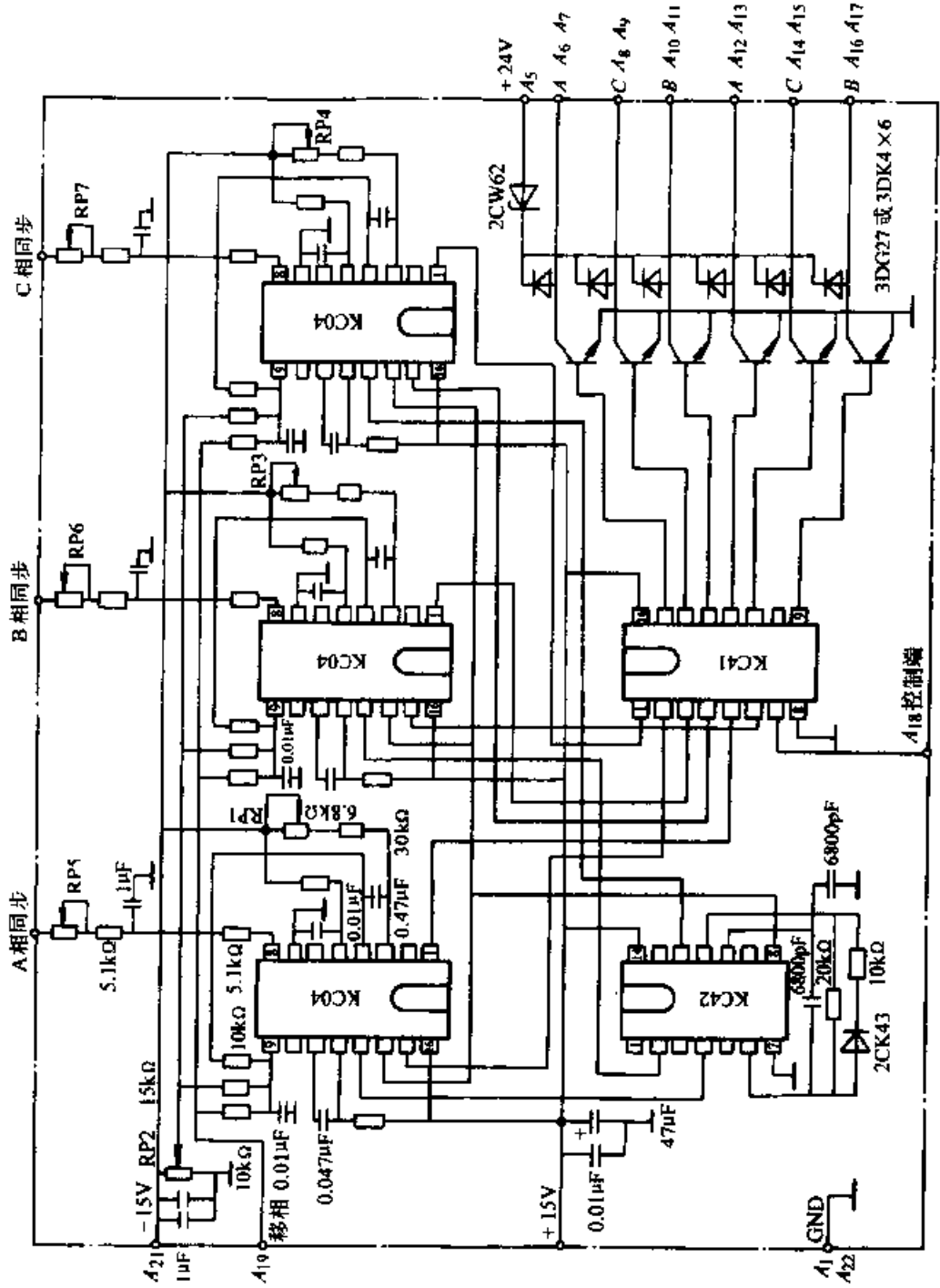


图 B-26 KCZ6 集成化六脉冲触发组件

制。该组件体积小，调整维修方便，线路稍加修改可用于双向晶闸管或反并联晶闸管的三相交流调压电路。

技术参数：

- 1) 交流同步电压：三相 (30 ± 5) V
- 2) 同步端工作电流：2~3mA
- 3) 同步接法：380V/30V Δ /Y
- 4) 移相控制电压（相应于 120° 移相范围）
分为：a. $-8 \sim +8$ V, b. $-4 \sim +4$ V, c. $0 \sim +8$ V, d. $-8 \sim 0$ V, 四种
- 5) 移相输入阻抗： $\geq 3k\Omega$
- 6) 移相范围： 170°
- 7) 触发脉冲形式：脉冲列调制式双脉冲
- 8) 脉冲列频率：5~10kHz
- 9) 输出级允许负载电流：① ≤ 300 mA
② ≤ 800 mA
- 10) 脉冲前沿： $\leq 1\mu s$
- 11) 各相脉冲不平衡度： $\leq \pm 3^\circ$
- 12) 温度漂移： $\pm 3^\circ$ ($\pm 20^\circ C$)
- 13) 电源电压： ± 15 V ($\pm 5\%$)
- 14) 消耗电流： ≤ 70 mA (正电源), ≤ 20 mA (负电源)
- 15) 允许使用环境温度： $-10 \sim +70^\circ C$

15. KCZ1 小功率直流电动机控制组件

KCZ1 小功率直流电动机控制组件见图 B-27。

功能与特点：

适用于额定电压为 200V 的小功率直流电动机的调速。具有电压负反馈、电流截止反馈、励磁输出等功能。组件体积小，调速性能好，调速平稳。组件还可作直流稳压电源。

技术参数：

- 1) 电网电压：220V ($\pm 10\%$)
- 2) 输出额定电压：直流 200V
- 3) 输出额定电流：5A
- 4) 输出励磁电压：下游 200V
- 5) 输出励磁电流：0.5A
- 6) 电流截止：1~5A 可调
- 7) 外接调速电位器：2.2k Ω 多圈电位器

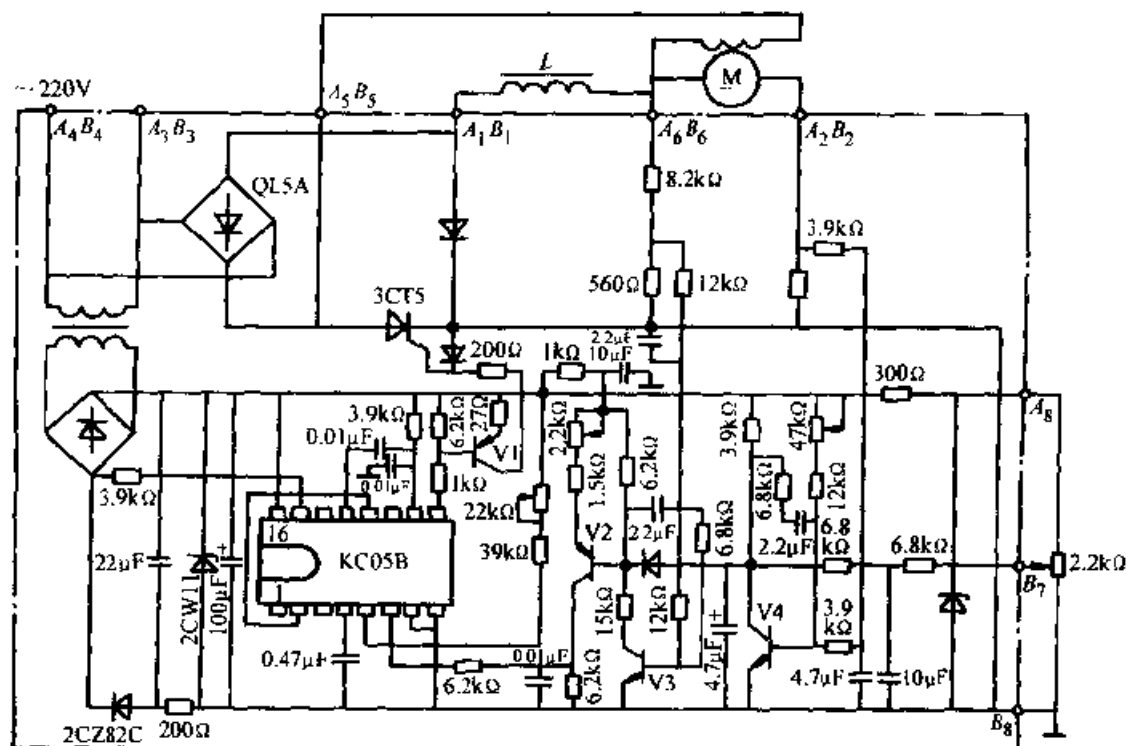


图 B-27 KCZ1 小功率直流电动机控制组件

- 8) 调速比: 可达 20:1
 9) 允许使用环境温度: $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$

附录 C 教学设备介绍

北京机械工业学院电子厂是全国重点教学仪器生产基地之一, 产品销往全国各大中专院校, 并远销澳门大学。产品种类齐全, 采用国际流行的台式模板块结构, 安全导线、外形美观、操作方便、资料齐全, 能跟上教改的发展需要, 并适于对学生综合能力的培养, 还能为特殊用户要求更新设计。现将代表产品介绍如下:

一、BL-1 型电力电子技术实验装置

1. 可完成单三相可控整流、有源逆变、绕线机串级调速、单三相交流调压、KC08 过零触发、GTR 单相并联逆变器、IGBT 斩波等电路实验。具有单结管、正弦波、锯齿波、KC04、KC05 等触发电路。备有 5V、15V、24V、30V 直流电源。
2. 可完成电力电子技术实验中的升降压直流斩波电路、单相交直交变频电路、半桥型开关稳压电源等实验。其实验装置结构如图 C-1 所示。

二、DSC-1 型直流调速实验装置

可完成单双闭环、逻辑无环流、可控环流、弱磁、错位无环流、单片微机控

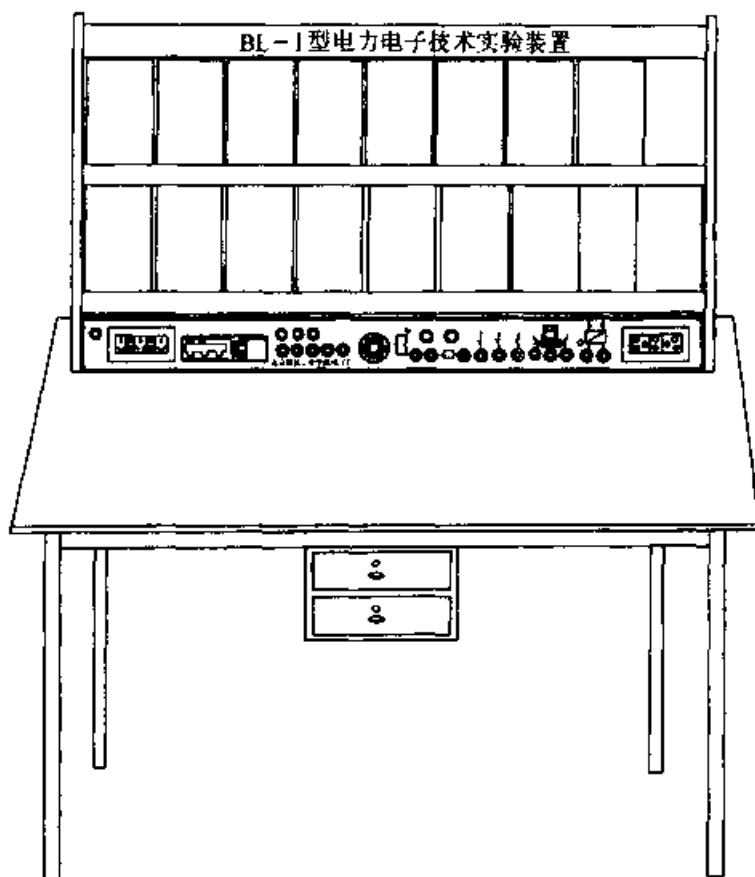


图 C-1 BL-1 型电力电子技术实验装置

制的不可逆调速系统等 10 种直流调速系统实验。其结构型式参考图 C-1。

三、ADSC-1 型交直流调速实验装置

在 DSC-1 基础上增加了 ABB 变频器调速实验。其结构型式参考图 C-1。

四、BT-1 型变流直流调速实验装置

该装置为 BL-1 第一部分与 DSC-1 型合成的综合实验装置，其结构型式见图 C-1。

五、DZ-1 电子实验装置

其结构如图 C-2 所示。该装置实验屏由单元电路和设计实验两部分组成。其中〔单元电路部分〕由放大电路单元、差动放大单元、波形发生单元、LC 振荡与选频放大单元、NE555 定时器、译码显示单元、D/A 转换单元、直流稳压单元等 8 个单元板组成。〔设计实验部分〕模拟单源包括电阻、电容、电感、电位器、晶体管、开关、运放、整流器件、集成稳压器等近 200 个电子元器件；数字单元由 21 个集成电路插座、显示译码电路、频率时钟、单脉冲源、发光管组成。

六、DG-1 型电工实验装置

可完成电路及电工学两门功课实验其结构如图 C-3 所示。

七、DQX-1 型电气技术实验操作装置

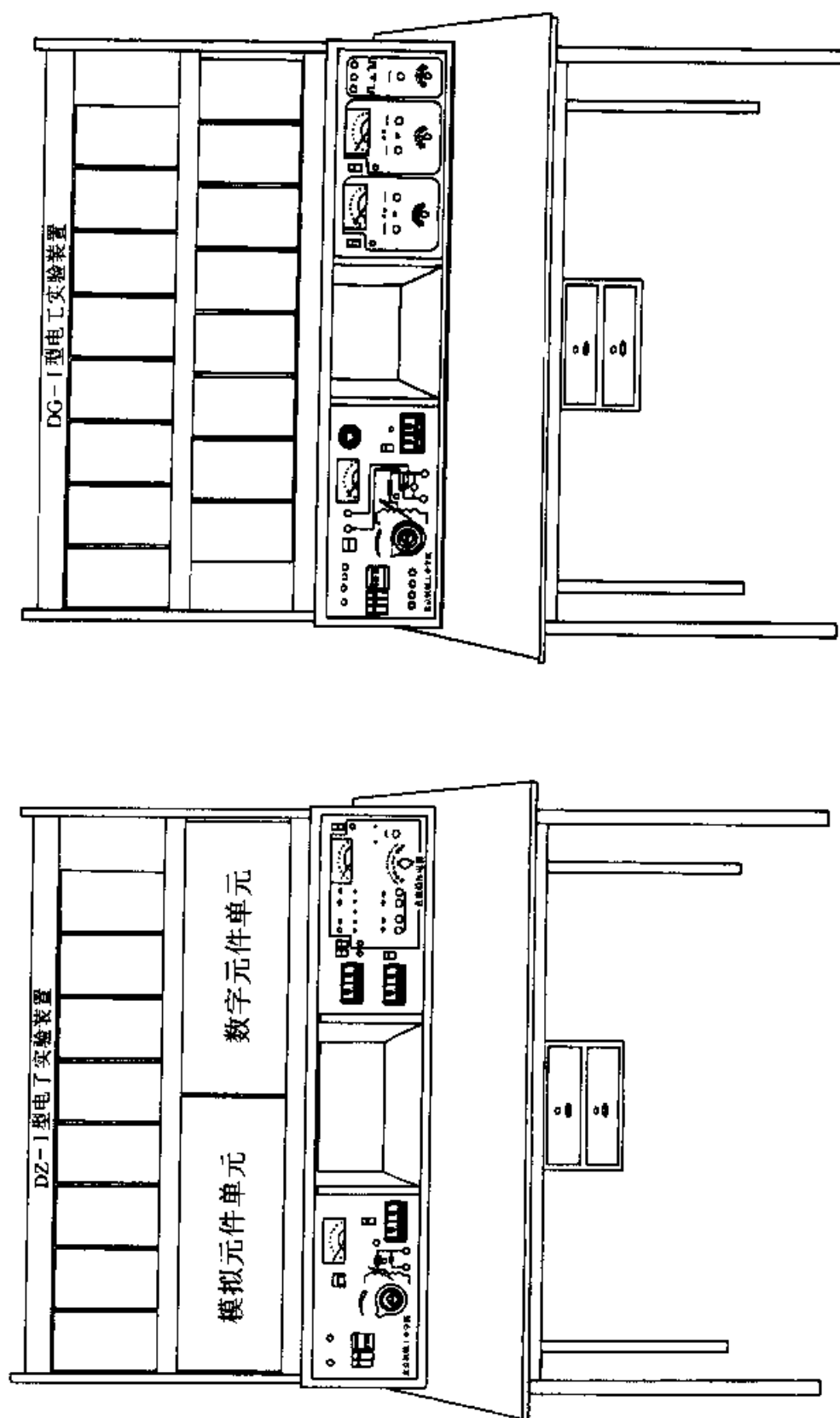


图 C-2 DZ-1 电子实验装置结构图

图 C-3 DG-1 型电工实验装置结构图

操作装置由操作屏（实训专用网板）电源箱、实验桌、工具柜组成。可完成机床控制电路的实训操作，并配一些常用基本电器元件。操作屏可进行旋转，以便于电器安装。

八、JZB- I A 和 JZB- II 电力电子变流实验装置

该装置为柜式结构，可完成 BL- I 型中第一部分实验。同时 JZB- I 还可兼作单双闭环直流调速实验。

