

职业技能培训教材

YE JINENG PEIXUN JIAOCAI

高级电工 实训指导

主编 周烨 副主编 韦政

 中国劳动社会保障出版社

高级电工实训指导

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级电工实训指导/周烨主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-5167-1351-8

I. ①高… II. ①周… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 194497 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 9.75 印张 230 千字

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定价: 24.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

内 容 简 介

本书分电子线路安装调试与电气测量、单片机技术应用、PLC 控制技术应用和变频技术应用四个部分。这些内容基本反映了近年来高级技工学校电工高技能人才培养实践教学和社会化考核的方向。

本书避免过多理论知识的讲述，突出对操作能力的培养，重点讲述实训项目的操作步骤、操作方法、操作技巧、故障排除，即侧重“学会操作和分析”。实训项目紧密结合企业生产的实际需要，体现电工高技能人才的实际工作经验和技能水平，并具有很强的可操作性，便于培训与考核。

本书由深圳第二高级技工学校组织编写。第一部分和第四部分由周烨编写，第二部分和第三部分由韦政编写，全书由周烨统稿，由方保平审定。

在本书的编写过程中，还得到了深圳第二高级技工学校的江健、李清兵、朱伟斌、张宏、崔平等老师和企业工程技术人员杨本雄、肖剑鸣的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编写时间仓促，不足之处在所难免，敬请广大读者提出宝贵的意见和建议。

目 录

第一部分 电子线路安装调试与电气测量	(1)
预备知识 变压器的联结组别	(1)
实训项目 1 定时交流开关的制作	(6)
实训项目 2 多地单键控制开关电路的调试	(10)
实训项目 3 脉冲式镉镍电池充电电路的调试	(13)
实训项目 4 计数调光开关的制作与调试	(15)
实训项目 5 同步三位二进制加法计数器的制作	(18)
实训项目 6 异步计数器的级联	(22)
实训项目 7 运算放大器输出功能扩展应用	(28)
实训项目 8 三相变压器的测试	(31)
第二部分 单片机技术应用	(35)
预备知识一 TKS B 仿真器和 Keil μ V2 软件的使用	(35)
预备知识二 μ V2 软件的调试技巧	(42)
实训项目 9 μ V2 调试系统的应用	(48)
实训项目 10 简单算术运算程序的应用	(49)
实训项目 11 分支程序的应用	(50)
实训项目 12 循环程序的应用 (查找最大、最小数)	(51)
实训项目 13 航标灯控制	(54)
实训项目 14 计数报警控制	(56)
实训项目 15 数码管显示控制	(58)
实训项目 16 循环灯点亮控制	(61)
实训项目 17 霓虹灯控制	(63)
实训项目 18 算术运算器的制作	(65)
实训项目 19 倒计时报警器的制作	(67)
实训项目 20 继电器控制	(69)
实训项目 21 数据传送	(71)
第三部分 PLC 控制技术应用	(73)
预备知识一 PLC 基本知识	(73)
预备知识二 FX-20P-E 便携式编程器的使用	(80)

预备知识三	基本逻辑指令应用技巧	(84)
预备知识四	步进控制指令的应用	(88)
实训项目 22	基本逻辑指令的应用(电动机启动停止控制)	(96)
实训项目 23	电动机正反转的 PLC 控制	(97)
实训项目 24	电动机正、反转能耗制动控制	(99)
实训项目 25	电动机 Y-D 启动的 PLC 控制	(101)
实训项目 26	三速电动机的 PLC 控制	(103)
实训项目 27	数码管显示控制	(105)
实训项目 28	彩灯循环控制	(107)
实训项目 29	传动带运输机控制系统	(110)
实训项目 30	电动机可逆运行能耗制动控制(步进控制指令)	(115)
第四部分	变频技术应用	(118)
预备知识	变频器基础知识	(118)
实训项目 31	变频器安装、接线和基本操作	(119)
实训项目 32	变频器的 PU 开环与闭环运转	(130)
实训项目 33	变频器的组合和程序运转	(132)
实训项目 34	变频器的频率跳变操作和多段速度运转	(138)
附录 1	FR-A540 型参数表	(142)
附录 2	变频器故障的检查和排除	(147)
附录 3	FR-A540 型变频器的保护功能表	(148)

第一部分 电子线路安装调试与电气测量

预备知识 变压器的联结组别

一、变压器绕组的极性

变压器绕组的极性是指在同一磁通作用下高、低压绕组所产生的感应电动势（电压）之间的相位关系，通常用同名端来标记（同名端用“*”或“.”表示）。

根据国家规定，把电力变压器高、低压绕组的同极性端定为首端（或末端）。

变压器的极性与绕组的绕行方向有关。

1. 绕组串联

绕组的串联分正向串联和反向串联。

(1) 正向串联

正向串联也称首尾相连。即把两个线圈的异名端相连，总电压为两个电压之和。如图 1—1a 所示。

(2) 反向串联

反向串联也称尾尾相连（或首首相连），总电压为两个电压之差，总电压将变小。如图 1—1b 所示。

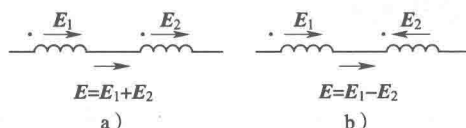


图 1—1 绕组的串联

a) 正向串联 b) 反向串联

因为正、反串联的总电压相差很大，所以常用此法判别两个绕组的同名端。

2. 绕组并联

绕组并联分同极性并联和反极性并联，如图 1—2 所示。

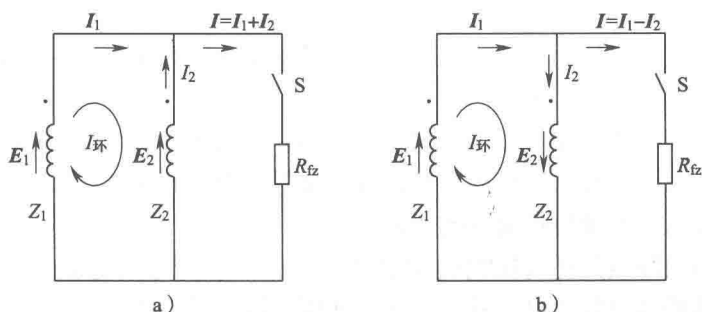


图 1—2 绕组的并联

a) 同极性并联 b) 反极性并联

(1) 同极性并联

1) E_1 与 E_2 大小相等, 则两个绕组回路内部的总电动势为零。如图 1—2a 所示, 不会产生内部环流 I , 这是最理想的状态, 变压器的并联应符合这种条件:

$$I = \frac{E_1 - E_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{0}{Z_1 + Z_2} = 0$$

2) E_1 与 E_2 大小不相等, 则两个绕组回路内部的总电动势不为零, 外部不接负载时, 也会产生环流, 这对绕组的正常工作不利。环流会导致损耗和发热, 输出的电压和电流都会减小, 严重时甚至烧坏绕组。

(2) 反极性并联

如图 1—2b 所示, 这时两个绕组回路内部的环流 $I = \frac{E_1 + E_2}{Z_1 + Z_2}$ 将很大, 甚至烧坏线圈, 这种接法是不允许的, 应避免。

以上分析说明, 绕组极性判别对变压器绕组的连接是十分重要的。

3. 极性的判别

变压器绕组极性的判别有直观法、电压表法和检流计法, 这里介绍电压表法。

如图 1—3 所示, 根据串联接法的分析, 测出电压 U_2 和 U_3 , 如果 $U_3 = U_1 + U_2$, 则是正向串联, A 和 a 是异名端; 如果 $U_3 = U_1 - U_2$, 则是反向串联, A 和 a 是同名端。

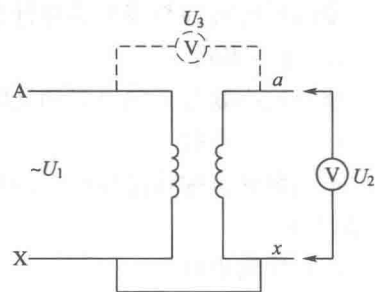


图 1—3 极性的判别

二、三相变压器的联结组及判别

1. 联结组

变压器的高压绕组、低压绕组都可以有三角形和星形两种接法, 高压绕组三角形接法用大写 D 表示、星形用 Y 表示, 有中性线时用 YN 表示; 低压绕组三角形接法用小写 d 表示、星形用 y 表示, 有中性线时用 yn 表示; 根据不同的需要, 高压、低压绕组有各种不同的接法, 形成了不同的联结组别, 也反映出不同的高、低压线电压的相位关系。

为了表示高、低压线电压的相位关系, 采用时钟表示法。即规定高压侧线电压为长针, 将它固定在 12 点的位置, 与之对应的低压侧线电压为短针, 它指向几点钟就是高、低压线电压的相位关系。

变压器的高、低压绕组的联结关系以及高、低压线电压的相位关系采用联结组标号来表示。

根据国标《电力变压器第一部分 总则》(GB 1094.1—1996) 规定, 联结组标号是用一组字母和时钟序数指示高压、中压 (如果有) 及低压绕组的联结方式, 且时钟序数表示中压、低压绕组对高压绕组相位移关系的通用标号。

这种方法的最大特点是把高压侧的相量作为基准, 并把它定位在时间为 12 点 (0 点) 的位置。把低压侧的相量作为时针对待。如果低压相量落后高压相量 30° , 就相当于 1 点钟。

如 Yd11 表示高压星形接法, 低压侧为三角形接法, 短针指向 11 点, 即高压侧线电压

滞后低压侧线电压 30° 。

2. 联结组别的判别方法

判别联结组别可根据变压器接线图作出的相量图，比较高压侧和低压侧线电压的相位关系。

相量图中的相量可以是感应电动势相量，也可以是相电压相量，本书以相电压相量作图，找出低压侧线电压 U_{ab} 与高压侧线电压 U_{AB} 的相量关系，以此来判断联结组别。

在常用的联结组中，可分成 Yy 和 Yd 两种，下面分别介绍它们的判别方法。

(1) Yy 联结

已知变压器的绕组接线图如图 1—4a 所示。

步骤一：首先在接线图上标出每个相电压的参考方向，从同名端指向另一端，这样就保证高压侧和低压侧的相电压是同极性的。

步骤二：画出高压侧相量图。设三相电压对称，将线电压 U_{AB} 固定在 12 点的位置，根据对称性，可作出高压侧线电压相量图，如图 1—4b 所示。

步骤三：画出低压侧相量图。由接线图的同名端可判断出低压侧相电压与高压侧相电压同相，低压侧线电压与高压侧线电压也是同相，它的相量图也和高压侧一样。如图 1—4b 所示。

步骤四：比较高压侧线电压 U_{AB} 与低压侧线电压 U_{ab} 的相位关系。将低压侧线电压 U_{ab} 的相量平移到高压侧相量图的起点（虚线所示），由此看出，高压侧线电压 U_{AB} 与低压侧线电压 U_{ab} 同相位。

步骤五：画出时钟的钟点。把高压侧线电压 U_{AB} 相量作为长针固定在 12 点位置，再把低压侧线电压 U_{ab} 相量作为短针移到时钟上，由于两者相位差为 0 ，故低压侧线电压 U_{ab} 相量也在 12 点位置上，如图 1—4c 所示。

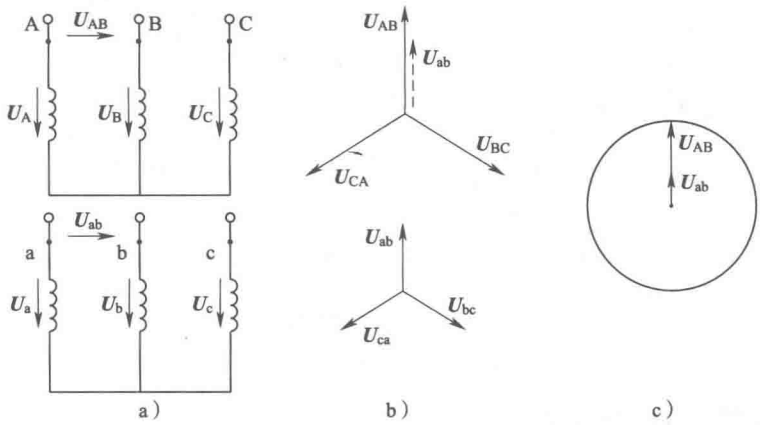


图 1—4 Yy0 联结组

a) 接线图 b) 相量图 c) 时钟图

这种联结组别是 Yy0 接法。

思考：①如果图 1—4a 接线图的低压侧同名端换成另一端，其结果如何？

②如果将低压侧调换相序一次，即 b 相作为引出端 a，c 相作为引出端 b，a 相作为引出端 c，其结果如何？

(2) Yd 接法

已知变压器的绕组接线图如图 1—5a 所示。

步骤一：首先在接线图上标出每个相电压的参考方向，从同名端指向另一端，这样就保证高压侧和低压侧的相电压同极性。

步骤二：画出高压侧相量图。设三相电压对称，将线电压 U_{AB} 固定在 12 点的位置，根据对称性，相电压 U_A 滞后 $U_{AB} 30^\circ$ ，即从 12 点顺时针旋转 30° ，指向 1 点钟，同理 U_B 滞后 $U_A 120^\circ$ ，即从 1 点顺时针旋转 120° ，指向 5 点， U_C 滞后 $U_B 120^\circ$ ，即从 5 点顺时针旋转 120° ，指向 9 点，如图 1—5b 所示。

步骤三：画出低压侧相量图。由接线图 1—5a 看出：低压侧相电压分别与高压侧相电压同相。而低压侧线电压 $U_{ab}=U_b$ ， U_b 与 U_B 是平行关系，因此，低压侧线电压 U_{ab} 指向 5 点，同理， $U_{bc}=U_c$ ， $U_{ca}=U_A$ ，低压侧三角形接线的相量图可画出，如图 1—5b 所示。

步骤四：比较高压侧线电压 U_{AB} 与低压侧线电压 U_{ab} 的相位关系。将低压侧线电压 U_{ab} 的相量平移到高压侧相量图的起点（虚线所示），指向 5 点。如图 1—5b 所示，低压侧线电压 U_{ab} 滞后高压侧线电压 $U_{AB} 150^\circ$ 。

步骤五：画出时钟的钟点。把高压侧线电压 U_{AB} 相量作为长针固定在 12 点位置，再把低压侧线电压 U_{ab} 相量作为短针放到时钟 5 点位置上，如图 1—5c 所示。

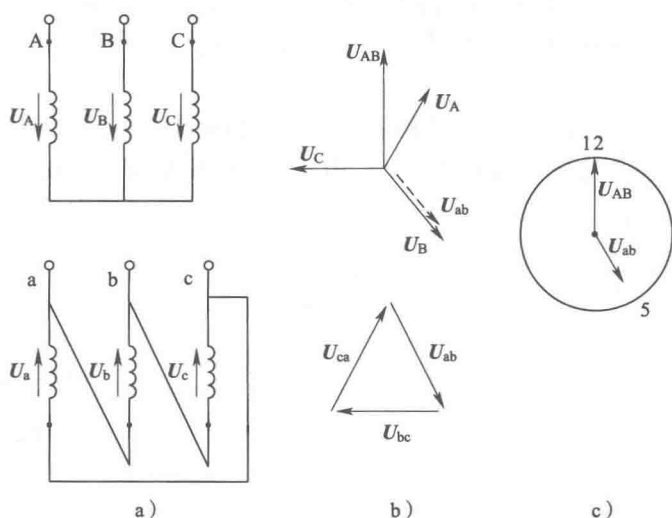


图 1—5 Yd5 联结组

a) 接线图 b) 相量图 c) 时钟图

这种联结组别是 Yd5 的接法。

在一般场合下，Yy 和 Yd 联结可满足需要。只有少数场合，如晶闸管整流电路中，要求有 Dyn11 和 Dyn5 联结组。

(3) Dy 接法

已知变压器的绕组接线图如图 1—6a 所示。

步骤一：首先在接线图上标出每个相电压的参考方向，从同名端指向另一端，这样就保证高压侧和低压侧的相电压同极性。

步骤二：画出高压侧相量图。设三相电压对称，将线电压 U_{AB} 固定在 12 点的位置，根据对称性，三个线电压互差 120° ，根据三角形接法的特点，线电压等于相电压。如图 1—5b 所示。

步骤三：画出低压侧相量图。由接线图的同名端可判断低压侧相电压与高压侧相电压同相，即 U_a 与 U_{AB} 平行，指向 12 点，根据对称性，可作出低压侧相电压相量图。又因 $U_{ab} = U_a - U_b$ ，可作出低压侧线电压 U_{ab} 的相量，指向 11 点，如图 1—6b 所示。

步骤四：比较高压侧线电压 U_{AB} 与低压侧线电压 U_{ab} 的相位关系。将低压侧线电压 U_{ab} 的相量平移到高压侧相量图的起点（虚线所示），指向 11 点。如图 1—6b 所示，低压侧线电压 U_{ab} 超前高压侧线电压 U_{AB} 30° 。

步骤五：画出时钟的钟点。把高压侧线电压 U_{AB} 相量作为长针固定在 12 点位置，再把低压侧线电压 U_{ab} 相量作为短针放到时钟 11 点位置上。

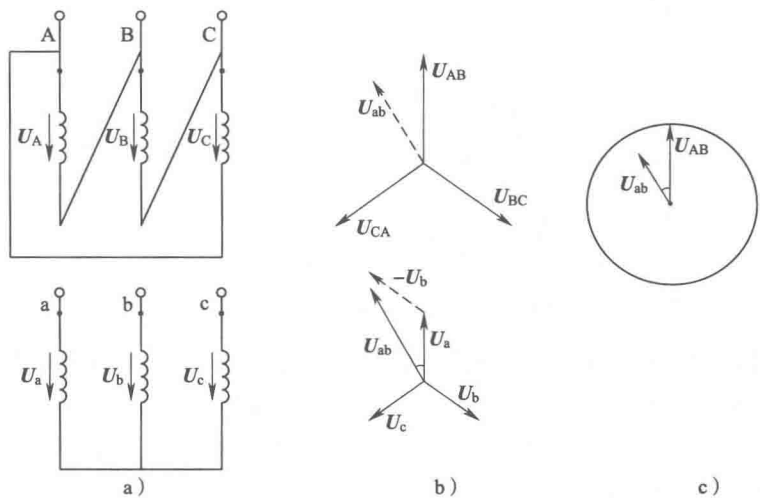


图 1—6 Dy11 联结组
a) 接线图 b) 相量图 c) 时钟图

这种连接组别是 Dy11 的接法。

综上所述：如果掌握以下规律，就能迅速画出。

- 1) 以 $Yy0$ ($Dd0$) 为标准钟。
- 2) 改变同名端，加 6 点，为 $Yy6$ 。
- 3) 调换相序一次，加 4 点，为 $Yy4$ 。
- 4) 低压反相序接成 D 联结，减 1 点，为 $Yd11$ (高压接成 D 联结相反，反相序加 1 点)。
- 5) 低压正相序接成 D 联结，加 1 点，为 $Yd1$ (高压接成 D 联结相反，正相序减 1 点)。
- 6) Yy 、 Dd ，只能接成 2、4、6、8、10、12 点 (偶数点)。
- 7) Yd 、 Dy ，只能接成 1、3、5、7、9、11 点 (奇数点)。

由此知， Yy 和 Yd 接法共有 12 种组合，但为了便于制造和使用，国家标准规定了五种常用的联结组，即 $Yy0$ 、 $Yd11$ 、 $YNd11$ 、 $YNy0$ 、 $Yy0$ 。

在常用的五种联结组中， $Yyn0$ 联结组经常遇到，可供三相动力和单相照明用电，容量不大，一般不超过 1 800 kV·A，高压侧电压不超过 35 kV。此外 $Yyn0$ 联结组不能用于三

相组式变压器，只能用于三相芯式变压器。Yd11 联结组用于 35 kV 的电网中，YNd11 用于高压 110 kV 及以上的输电系统中。

实训项目 1 定时交流开关的制作

一、实训目的

学会 555 集成定时器的应用，实现定时开关功能。

二、电路原理图

定时交流开关的电路图如图 1—7 所示。该电路由整流、滤波和稳压电路、555 单稳态触发电路及晶闸管开关电路组成。

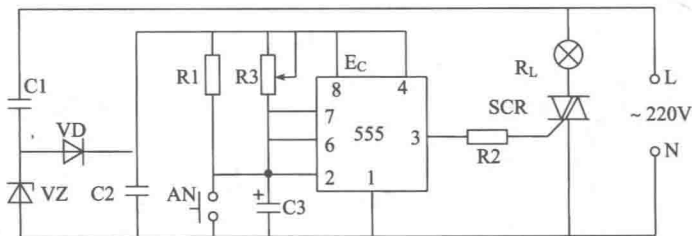


图 1—7 定时交流开关的电路图

电路工作时，220 V 交流电源经整流、滤波和稳压后给 555 集成定时器提供 6 V 的直流工作电源。按钮开关 AN 断开时，555 集成定时器第 3 脚输出为低电平信号，SCR 无触发截止，负载无电。按钮开关 AN 接通后，555 的 2 脚输出为低电平，3 脚输出为高电平，SCR 获得触发电流而导通，负载 R_L 得电工作。

在接通 AN 的同时，C3 充电，C3 充电至 4 V ($2E_c/3$) 时，555 电路自动翻转，定时结束。这时 555 电路 3 脚输出低电平，SCR 无触发电流，交流电源过零时截止，负载 R_L 断电。此后 C3 通过 555 电路的 7 脚快速放电，电路恢复到稳态。调节 R3 可改变定时时间。

三、实训仪器与器材

1. 线路板

2. 元器件

序号	名称	型号及数量	序号	名称	型号及数量
(1)	稳压管	ZCW54×1 只	(7)	电阻	100 kΩ/0.25 W×1 只
(2)	二极管	1N4001×1 只	(8)	电阻	200 Ω/0.25 W×1 只
(3)	电容	0.47 μF/400 V×1 只	(9)	电位器	3 MΩ/0.25 W×1 只
(4)	电解电容	1 000 μF/25 V×1 只	(10)	灯泡	15 W/220 V×1 只
(5)	电解电容	100 μF/25 V×1 只	(11)	双向晶闸管	97A6—1A×1 只
(6)	集成定时器	EN555×1 只			

四、电子元器件简介

1. 双向晶闸管

(1) 双向晶闸管的符号及外形图

双向晶闸管相当于两个单向晶闸管反相并联组成，它有三个电极，分别称为第一电极 T1，第二电极 T2，控制电极 G，其符号及外形如图 1—8 所示。

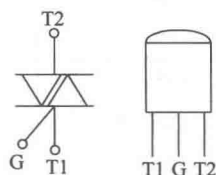


图 1—8 双向晶闸管符号及外形图

(2) 万用表检测双向晶闸管的方法

1) 判定 T2 极。将万用表置于 $R \times 10$ 挡，检测 G、T1、T2 中任意两个电极间的正反向电阻，若测得两个电极间的正反向电阻都呈现低阻约为 $100\ \Omega$ ，则为 G 极、T1 极，余者为 T2 极。

2) 区别 G 极和 T1 极。找出 T2 级以后，先假设剩下两管脚中某一管脚为 T1，另一管脚为 G。将万用表置于 $R \times 1$ 挡按下述步骤测试：

用黑表笔接 T1 极，红表笔接 T2 极，电阻为无穷大。接着在保持红表笔与 T2 极相接的情况下，用红表笔把 T2 极与 G 极短接，给 G 极加上负脉冲信号，电阻值应为 $10\ \Omega$ 左右，证明管子已经导通，导通方向是 $T1 \rightarrow T2$ ，再将红表笔与 G 极脱开（但仍接 T2 极），如果电阻值保持不变，就表明管子在触发之后能维持导通。

用红表笔接 T1 极，黑表笔接 T2 极，然后在保持黑表笔与 T2 极相接的情况下用黑表笔把 T2 极与 G 极短接，给 G 级加上正脉冲信号，电阻值仍为 $10\ \Omega$ 左右。若脱开 G 极阻值不变，则说明管子经触发后，在 $T2 \rightarrow T1$ 方向上也能维持导通状态，具有双向触发特性。由此证明上述假设正确。若假设与实际不符，应重新作出假设，重复上述试验，便能判别 G 极与 T1 极。

2. 555 集成定时器

555 集成定时器是一种模拟、数字混合式单定时器集成电路，主要有双极型（如 5G555）和 CMOS 型（如 CH7555）等，其内部结构和工作原理都基本相同。由于使用灵敏、方便，所以在波形的产生与变换、控制等许多方面都有应用。

(1) 555 集成定时器的管脚排列图

555 集成定时器的管脚排列如图 1—9 所示。

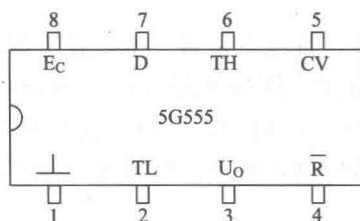


图 1—9 5G555 管脚排列图

(2) 引脚说明

TH—阈值输入端 TL—触发输入端 CV—控制电压 U_o —输出端
D—放电端 $\bar{R}$ —复位（清零）端 E_c —电源端

(3) 555 集成定时器功能表

表 1—1 为 555 集成定时器的功能表。

表 1—1 555 集成定时器功能表

高触发端 (TH)	低触发端 (TL)	复位端 ($\bar{R}$)	输出端 (U_O)	放电端 (D)
X	X	L	L	导通
$>2E_C/3$	X	H	L	导通
$<2E_C/3$	$>E_C/3$	H	不变	不变
$<2E_C/3$	$<E_C/3$	H	H	截止

五、操作步骤

1. 检查元器件

判断双向晶闸管的极性。

2. 电路连接

如图 1—7 所示接线电路。

3. 通电调试

(1) 通电后测试整流稳压电路的输出电压为 6 V。

(2) 接通开关 AN 后, 灯泡发亮, 经过一定的延时后灯泡熄灭。

(3) 调节电位器 R3 可改变亮灯的时间。

(4) 计算电路的定时时间。

电路的定时时间按下式估算: $t \approx 1.1R_3C_3$

式中 t ——电路的定时时间, s;

R_3 ——电位器阻值, Ω ;

C_3 ——电容的电容量, F。

(5) 实测电路的定时时间。

以实测为准, 与计算值应大致相同。

六、常见故障分析

1. 通电后按下按钮灯不亮

应测量交流电供电是否正常, 直流电是否产生。按下按钮测量 555 集成定时器 3 脚是否有高电平输出, 若无高电平输出, 则应测量 555 集成定时器供电是否正常。按钮未按下时, TH (555 的 6 脚) 为低电平, TL (555 的 2 脚) 为高电平; 按钮按下时 TL (555 的 2 脚) 变为低电平, 若定时器供电正常, 各输入端电平正常, 则 555 集成定时器损坏需更换。

2. 通电后灯常亮不灭

先断开 R2 再通电。

(1) 如果灯亮, 则故障在主回路, 检查晶闸管接线及判断晶闸管好坏。

(2) 如果灯不亮, 则故障在控制电路, 应测量各输入端电平, 观察 TH (555 的 6 脚) 电压是否上升:

1) 若上升并能上升到 $2/3E_C$ (555 的 8 脚电位), 而 555 集成定时器 3 脚电平不翻转, 则定时器损坏需更换。

2) 若不上升, 则应检查定时环节 R3、C3 的接线是否正确, 若正确应断开与 6、7 脚的连线, 测量 C3 两端电压是否上升, 若 C3 两端电压上升则定时器损坏需更换。

七、注意事项

- 1. 注意集成电路管脚功能和各分立元件的极性。
- 2. 操作时注意用电安全。

八、项目评价

本实训项目掌握情况, 可通过表 1—2 进行评价。

表 1—2 定时交流开关制作项目评价表

评价内容及要求	评分标准	扣分	得分
一、元件的选择与检查 (15 分)	元件选择错误、极性或管脚接错不得分		
二、电路连接 (20 分) 按给出的电路在小面包板上接线	以电路工作正常为依据: 第一次动作工作正常得 20 分 第二次动作才工作正常得 10 分 第三次动作才工作正常或放弃者不得分		
三、通电调试 (40 分) 自行通电调试: 每按一次按钮灯泡亮, 到灯泡熄灭为一次定时时间, 调节电位器改变亮灯时间	1. 线路正常工作得 40 分 2. 按下按钮灯亮, 但不能定时熄灭得 20 分 3. 按下按钮灯亮, 但时间不可调得 25 分 4. 不能按控制要求工作不得分 注: 通电调试过程中损坏元件扣 10~20 分		
四、测量电路定时时间 (5 分)	1. 电路工作正常后, 实测时间正确得 5 分 2. 电路工作不正常, 不得分		
五、计算电路定时时间 (10 分)	1. 电路工作正常, 公式和结果正确得 10 分 2. 电路工作不正常, 公式和结果正确得 7 分; 仅公式正确得 5 分 3. 公式和结果不正确不得分		
六、简述电路工作原理 (10 分)	简要答出要点得 10 分		

九、复习与思考

- 1. 若电路中灯泡的亮灭不能调整, 是什么原因?
- 2. 单稳态触发器有哪几个工作过程? 它的电路状态是怎样翻转的?

实训项目 2 多地单键控制开关电路的调试

一、实训目的

熟悉 5 位 Johnson（约翰逊）计数器的逻辑功能和特点，掌握其应用。

二、电路原理图

多地单键控制开关电路原理图如图 1—10 所示。

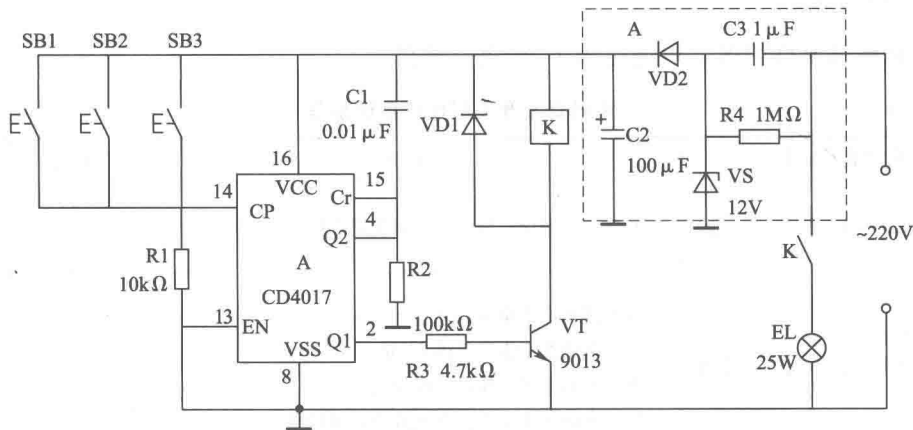


图 1—10 多地单键控制开关电路

如图 1—10 所示 CD4017 输出端 Q2 与清零端 Cr 短接，使 Q0 端与 Q1 端在 CP 端输入脉冲作用下轮流输出高电平。在接通电源的瞬间，由于 15 脚微分电路 R2、C1 的作用使电路清零，Q0 端输出高电平，Q1 端输出低电平，三极管 VT 截止，继电器 K 不动作，灯 EL 不亮。只要按下并接在 CP 端的任一按键开关 SB，CP 端便输入一个正脉冲，Q0 端输出低电平，Q1 端输出高电平，VT 导通，继电器 K 吸合，其常开触点闭合，灯 EL 点亮。再按一次 SB，电路翻转，Q0 输出高电平，Q1 输出低电平，VT 截止，K 失电释放，灯 EL 熄灭。按键开关 SB 的数量可根据需要增加或减少，并可安装在不同的地方，从而实现多地控制。

三、实训仪器与器材

1. 线路板
2. 元器件

序号	名称	型号及数量	序号	名称	型号及数量
(1)	电阻	4.7 kΩ×1 只 10 kΩ×1 只 100 kΩ×1 只 1 MΩ×1 只	(3)	三极管	9013×1 只
(2)	继电器	DC9 V×1 只	(4)	稳压管	12 V×1 只

续表

序号	名称	型号及数量	序号	名称	型号及数量
(5)	二极管	1N4001×2 只	(8)	集成器件	CD4017×1 只
(6)	电容	1 μ F/400 V×2 只	(9)	白炽灯	25 W/220 V×1 只
(7)	电解电容	100 μ F×1 只 0.01 μ F×1 只			

四、电子元器件简介

CD4017 是 5 位 Johnson 计数器，具有 10 个译码输出端，CP、Cr、EN 输入端，时钟输入端的施密特触发器具有脉冲整形功能，对输入时钟脉冲上升和下降时间无限制。EN 为低电平时，计数器在时钟上升沿计数，反之计数功能无效。Cr 为高电平时，计数器清零。Johnson 计数器提供了快速操作，二输入译码选通和无毛刺译码输出。防锁选通，保证了正确的计数顺序。译码输出一般为低电平，且在时钟脉冲由低到高的转换过程中依次变为高电平，每个高电平输出仅维持 10 个时钟周期中的 1 个时钟周期。每 10 个时钟输入周期 Co 信号完成一次进位，并用作多级计数链的下级脉冲时钟。表 1—3 为 CD4017 的功能表。

表 1—3 CD4017 功能表

输 入			输 出	
CP	EN	Cr	Q0~Q9	Co
×	×	H	计数器复位 Q0=H Q1~Q9=L	计数脉冲为 Q0~Q4 时：Co=H 计数脉冲为 Q5~Q9 时：Co=L
↑ H	L ↓	L L	计数	
L × ↓ ×	× H × ↑	L L L L	保持	

其管脚图如图 1—11 所示。

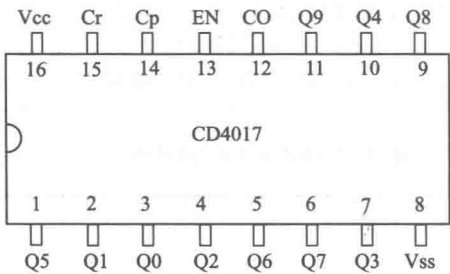


图 1—11 CD4017 管脚图

各功能管脚说明： Co—进位脉冲输出端 CP—时钟输入端 Cr—清除端
EN—禁止端 Q0~Q9—计数脉冲输出端 Vcc—正电源 Vss—接地