

国家级高技能人才培养基地建设项目成果教材

电力电子技术 实训指导

DIANLI DIANZI JISHU

SHIXUN ZHIDAO

杭州市公共实训指导中心 组织编写



中国劳动社会保障出版社

国家级高技能人才培养基地建设项目成果教材

附录(97C)自修题容计图

电力电子技术实训指导

主 编 何丽莉 陈 晨
副主编 樊爱国 包政华 陈国强



中国劳动社会保障出版社



北航

C1735912

2014年4月

TM1-43

94

010840410

图书在版编目(CIP)数据

电力电子技术实训指导/何丽莉, 陈晨主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社,
2014

国家级高技能人才培训基地建设项目成果教材

ISBN 978-7-5167-1155-2

I. ①电… II. ①何… ②陈… III. ①电力电子技术-技术培训-教材 IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 095066 号

主 编 何丽莉 陈晨
副主编 李国良 王爱华

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)

*

三河市华骏印务包装有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 197 千字

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

定价: 21.00 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

前 言

人力资源是第一资源，人才优势是第一优势。技能人才是人才队伍的重要组成部分，是推动经济发展和社会进步的重要力量。在全面建成小康社会、加快推进现代化建设的关键时期，无论是经济转型升级，还是创新社会管理，都更加需要技能人才的支撑。因此，加快培养一支具有良好职业素养、专业知识和技能水平的高素质技能人才队伍，已成为我们肩负的一项历史责任。

近年来，在国家一系列促进就业政策的推动下，各地积极畅通就业渠道、强化技能培训，把人口压力转化为人力资源优势，保持了就业形势的基本稳定。但是，伴随产业结构调整、经济转型升级和社会管理创新的进程，就业趋向的变化会进一步显现，就业结构的调整会进一步加快，就业技能更新和提升的要求会进一步突出。要解决这些发展中的矛盾和问题，就必须牢固树立素质就业和终身培训的理念，努力构建面向全体劳动者的职业技能培训制度。这是我们的必由之路，同时也是当今世界各发达国家在人才队伍建设上的一条共同经验。

为探索建立具有自身特点的高技能人才培训体系，杭州市公共实训基地按照国家级高技能人才培训基地项目建设的要求，整合社会资源，创新体制机制，着手开展高技能人才培训师资队伍建设和教材体系开发等工作。在杭州职业技术学院的大力支持下，基地组织相关专家编写了先进机械制造、电工电子与自动化、食品与药品分析检测等专业（职业）高级工技能实训指导教材，该系列教材既注重了高级工应掌握的基本理论和“四新”要求，又强化了岗位实际操作技能训练的特点，具有较强的指导性和实用性，是一套适应高技能人才岗位技能培训与鉴定的好教材。希望这套实训教材的出版，能为培养更多技能人才提供有针对性的指导，帮助广大职工和青年学习职业技能、立足岗位成才。同时，也希望以此为契机，进一步促进政府部门、职业院校和行业企业加强协作，强化国家级高技能人才培训基地各项基础工程建设，真正把它建设成高技能人才的“孵化器”，使之成为推广运用新技术和新工艺的“方向标”，努力营造全社会“崇尚一技之长、不唯学历凭能力”的浓厚氛围。

杭州市人力资源和社会保障局副局长

方海洋

2014年4月

目 录

实训安全须知	1
第一章 THEAZD-2 型实训考核装置简介	2
第二章 电力电子技术基础实训	4
项目一 单晶体管触发电路实训	4
项目二 正弦波同步移相触发电路实训	7
项目三 锯齿波同步移相触发电路实训	10
项目四 单相半波可控整流电路实训	13
项目五 单相桥式半控整流电路实训	17
项目六 单相桥式全控整流电路实训	21
项目七 三相半波可控整流电路实训	23
项目八 三相桥式半控整流电路实训	27
项目九 三相桥式全控整流电路实训	30
项目十 单相交流调压电路实训	32
项目十一 单相交流调功电路实训	37
项目十二 三相交流调压电路实训	41
项目十三 SCR、MOSFET、GTR、IGBT、TRIAC 特性实训	43
项目十四 MOSFET、GTR、IGBT 驱动与保护电路实训	46
第三章 典型电力电子器件线路实训	51
项目一 单相正弦波脉宽调制 (SPWM) 逆变电路实训	51
项目二 全桥 DC-DC 变换电路实训	56
项目三 半桥型开关稳压电源的性能研究	59
项目四 直流斩波电路的性能研究 (六种典型线路)	63
项目五 单相并联逆变电路实训	70
第四章 直流电动机调速系统实训	74
项目一 晶闸管直流调速系统主要单元的调试	74
项目二 电压单闭环不可逆直流调速系统实训	77
项目三 带电流截止负反馈的转速单闭环直流调速系统实训	82
项目四 转速、电流双闭环直流调速系统实训	87
项目五 电压、电流双闭环直流调速系统实训	92
项目六 逻辑无环流可逆直流调速系统实训	97
项目七 双闭环控制可逆直流脉宽调速系统 (H 桥)	106
项目八 小容量晶闸管直流调速系统实训	110



项目九 欧陆 514C 型直流调速控制系统实训	117
第五章 交流电动机调速系统实训	126
项目一 双闭环三相异步电动机调压调速系统实训	126
项目二 单相 SPWM 变频调速系统实训 (选做)	131

1	附录全交调突
2	附录全交调突
3	附录全交调突
4	附录全交调突
5	附录全交调突
6	附录全交调突
7	附录全交调突
8	附录全交调突
9	附录全交调突
10	附录全交调突
11	附录全交调突
12	附录全交调突
13	附录全交调突
14	附录全交调突
15	附录全交调突
16	附录全交调突
17	附录全交调突
18	附录全交调突
19	附录全交调突
20	附录全交调突
21	附录全交调突
22	附录全交调突
23	附录全交调突
24	附录全交调突
25	附录全交调突
26	附录全交调突
27	附录全交调突
28	附录全交调突
29	附录全交调突
30	附录全交调突
31	附录全交调突
32	附录全交调突
33	附录全交调突
34	附录全交调突
35	附录全交调突
36	附录全交调突
37	附录全交调突
38	附录全交调突
39	附录全交调突
40	附录全交调突
41	附录全交调突
42	附录全交调突
43	附录全交调突
44	附录全交调突
45	附录全交调突
46	附录全交调突
47	附录全交调突
48	附录全交调突
49	附录全交调突
50	附录全交调突
51	附录全交调突
52	附录全交调突
53	附录全交调突
54	附录全交调突
55	附录全交调突
56	附录全交调突
57	附录全交调突
58	附录全交调突
59	附录全交调突
60	附录全交调突
61	附录全交调突
62	附录全交调突
63	附录全交调突
64	附录全交调突
65	附录全交调突
66	附录全交调突
67	附录全交调突
68	附录全交调突
69	附录全交调突
70	附录全交调突
71	附录全交调突
72	附录全交调突
73	附录全交调突
74	附录全交调突
75	附录全交调突
76	附录全交调突
77	附录全交调突
78	附录全交调突
79	附录全交调突
80	附录全交调突
81	附录全交调突
82	附录全交调突
83	附录全交调突
84	附录全交调突
85	附录全交调突
86	附录全交调突
87	附录全交调突
88	附录全交调突
89	附录全交调突
90	附录全交调突
91	附录全交调突
92	附录全交调突
93	附录全交调突
94	附录全交调突
95	附录全交调突
96	附录全交调突
97	附录全交调突
98	附录全交调突
99	附录全交调突
100	附录全交调突
101	附录全交调突
102	附录全交调突
103	附录全交调突
104	附录全交调突
105	附录全交调突
106	附录全交调突
107	附录全交调突
108	附录全交调突
109	附录全交调突
110	附录全交调突

实训安全须知

为了顺利完成电力电子与自动控制实训，确保实训时人身安全与设备可靠运行要严格遵守如下安全操作说明：

1. 在实训过程时，严禁实训人员双手同时接到隔离变压器的两个输出端，将人体作为负载使用。

2. 为了提高学生的安全用电常识，任何接线和拆线都必须在切断主电源后方可进行。

3. 为了提高实训过程中的效率，学生独立完成接线或改接线路后，应仔细再次核对线路，并提醒组内其他同学引起注意后方可接通电源。

4. 如果在实训过程中发生过流告警，应仔细检查线路以及电位器的调节参数，确定无误后方能重新进行实训。

5. 在实训中应注意所接仪表的最大量程，选择合适的负载完成实训，以免损坏仪表、电源或负载。

6. 电源控制屏以及各挂件所用熔丝规格和型号是经反复实训选定的，不得私自改变其规格和型号，否则可能会引起不可预料的后果。

7. 在进行电流、转速闭环实训前一定要确认反馈极性是否正确，应构成负反馈，避免出现正反馈，造成过流。

8. 除作阶跃启动实训外，系统启动前负载电阻必须放在最大阻值，给定电位器必须退回至零位后，才允许合闸启动并慢慢增加给定，以免元件和设备过载损坏。

9. 在直流电动机启动时，要先开励磁电源，后加电枢电压。在完成实训时，要先关电枢电压，再关励磁电源。

第一章 THEAZD-2型实训考核装置简介

本书介绍的实验实训项目依据 THEAZD-2 型电力电子实训考核装置开展操作。图 1—1 所示为 THEAZD-2 型电力电子实训考核装置控制柜。

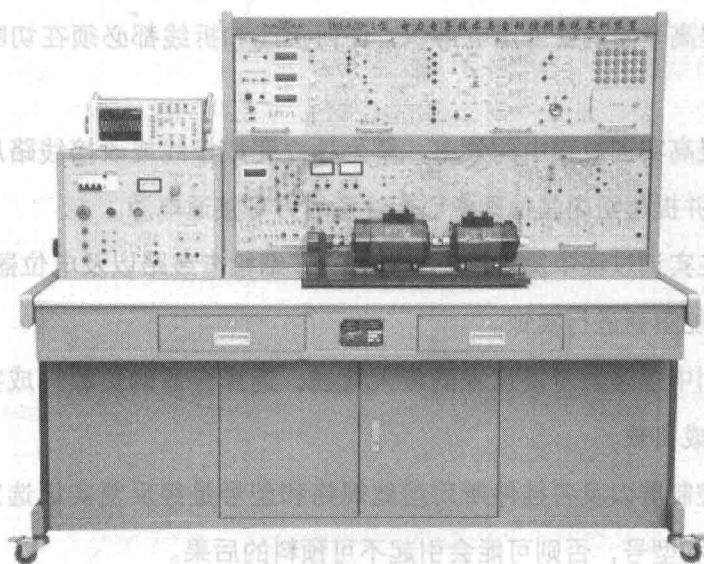


图 1—1 THEAZD-2 型电力电子实训考核装置控制柜实物图

一、实训考核装置特点

1. 该实训装置采用组件式结构，面板上标有原理图与测试点，图线分明，任务明确，操作、维护方便。
2. 引用典型电路，模仿实际生产现场，有利于提高波形分析、系统调试的能力和技术知识应用的掌握。
3. 装置具有设故、排故功能。该装置标配有设故与排故挂箱，具有独立的设故区域、排故区域，对学生的技能有一个统一的考核标准，结合相关的实训组件，可进行实训和考核。

二、系统组成

该实训装置包括以下组件：MEC01 电源控制屏；MEC02 实训桌；MEC21 直流数字电压、电流表；MEC25 智能型转矩、转速、输出功率测试仪；MEC42 可调电阻器；

其中,有 12 个挂箱设置了故障,分别是 PAC10 (晶闸管及电抗器组件)、PAC13 (三相 785 触发电路组件)、PAC14 (晶闸管触发电路组件)、PAC20 (直流斩波电路组件)、PAC21 (新器件驱动与保护电路组件)、PAC22-1 (单相 H 型交直交变频电路组件)、PAC23 (开关型稳压电源电路组件)、PAC24-1 (单相交流调功电路组件)、PAC25 (GTR 单相并联逆变电路组件)、PAC31 (调速控制组件 I)、PAC32 (调速控制组件 II)、PAC34 (小容量晶闸管直流调速系统组件)。实训过程中,可根据项目需要选择相应的挂箱开展设故和排故操作。

第二章 电力电子技术基础实训

本章介绍电力电子技术基础的实训内容，其中包括单相、三相整流电路，直流斩波电路，单相、三相交流调压电路，单相并联逆变电路，晶闸管（SCR）、门极可关断晶闸管（GTO）、功率三极管（GTR）、功率场效应晶体管（MOSFET）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）等新器件的特性及驱动与保护电路的实训。

项目一 单结晶体管触发电路实训

一、实训目的

1. 熟悉单结晶体管触发电路的工作原理及电路中各元件的作用。
2. 掌握单结晶体管触发电路的调试步骤与方法。
3. 熟悉与掌握单结晶体管触发电路及其主要点的波形测量与分析。
4. 熟悉单结晶体管触发电路故障的分析与处理。

二、实训所需挂箱及附件

实训所需挂箱及附件见表 2—1。

表 2—1 单结晶体管触发电路实训挂箱

序号	型号	备注
1	MEC01 电源控制屏	该控制屏包含“三相交流电源”等模块
2	PAC14 晶闸管触发电路组件	该挂箱包含“单结晶体管触发电路”等模块
3	PAC09A 交直流电源、变压器及二极管组件	该挂箱包含单相同步变压器等模块
4	双踪示波器	自备

三、实训线路及原理

利用单结晶体管（又称双基极二极管）的负阻特性和 RC 电路的充放电特性，可组成频率可调的自激振荡电路，如图 2—1 所示。

图中 V6 为单结晶体管，其常用的型号有 BT33 和 BT35 两种，由等效电阻 V5 和 C1 组成 RC 充电回路，由 C1—V6—脉冲变压器组成电容放电回路，调节 RP1 即可改变 C1 充电回路中的等效电阻。

工作原理简述如下：

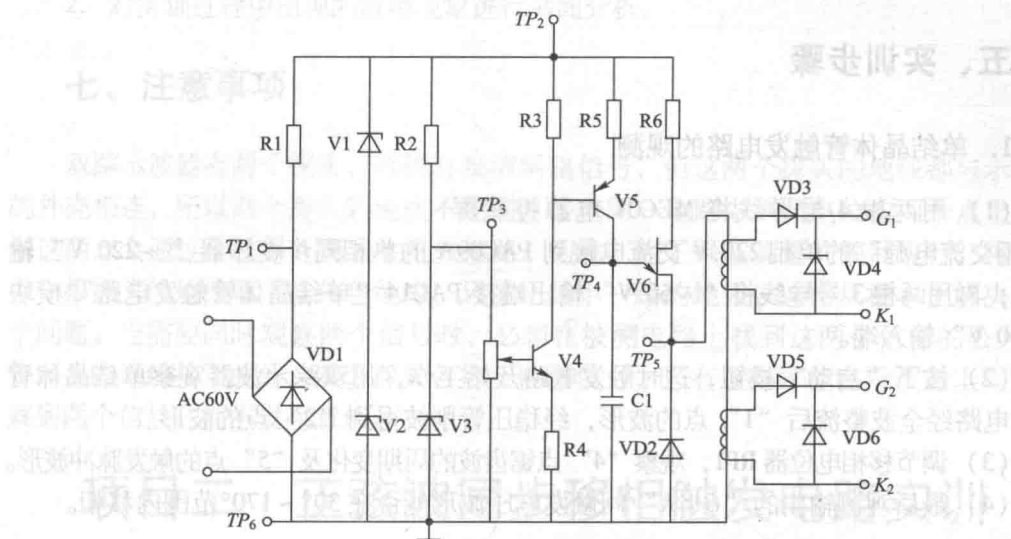


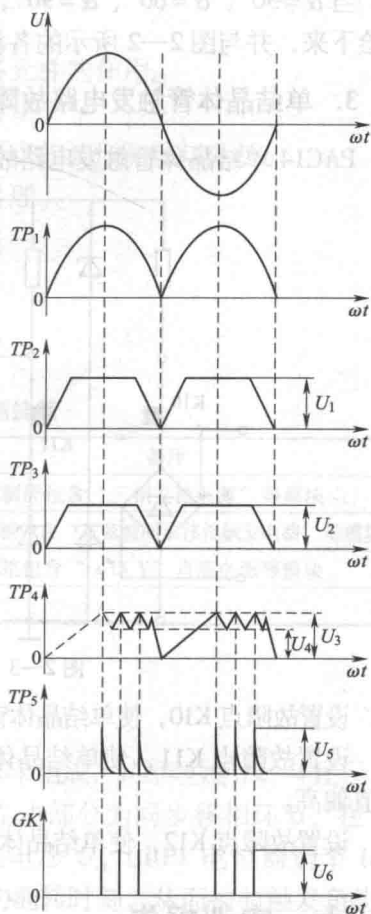
图 2—1 单结晶体管触发电路原理图

由同步变压器副边输出 60 V 的交流同步电压，经 VD1 全波整流，再由稳压管 V1、V2 进行削波，从而得到梯形波电压，其过零点与电源电压的过零点同步，梯形波通过 R5 及等效可变电阻 V5 向电容 C1 充电，当充电电压达到单结晶体管的峰值电压 U_p 时，单结晶体管 V6 导通，电容通过脉冲变压器原边放电，脉冲变压器副边输出脉冲。同时由于放电时间常数很小，C1 两端的电压很快下降到单结晶体管的谷点电压 U_v ，使 V6 关断，C1 再次充电，周而复始，电容 C1 两端电压呈现锯齿波形，在脉冲变压器副边输出尖脉冲。一个梯形波周期内，V6 可能导通、关断多次，但对晶闸管的触发只有第一个输出脉冲起作用。电容 C1 的充电时间常数由等效电阻决定，调节 RP1 改变 C1 的充电时间，控制第一个尖脉冲的出现时刻，实现脉冲的移相控制。单结晶体管触发电路的各点波形如图 2—2 所示。

电位器 RP1 已装在面板上，同步信号已在内部接好，所有的测试信号都在面板上引出。

四、实训内容

1. 单结晶体管触发电路的调试。
2. 单结晶体管触发电路各点电压波形的观察。
3. 单结晶体管触发电路故障的分析与处理。

图 2—2 单结晶体管触发电路各点的电压波形 ($\alpha = 90^\circ$)



五、实训步骤

1. 单结晶体管触发电路的观测

(1) 用两根 4 号导线将 MEC01 电源控制屏“三相交流电源”的单相 220 V 交流电接到 PAC09A 的单相同步变压器“~220 V”输入端,再用两根 3 号导线将“~60 V”输出端接 PAC14 “单结晶体管触发电路”模块“~60 V”输入端。

(2) 按下“启动”按钮,这时触发电路开始工作,用双踪示波器观察单结晶体管触发电路经全波整流后“1”点的波形,经稳压管削波得到“2”点的波形。

(3) 调节移相电位器 RP1,观察“4”点锯齿波的周期变化及“5”点的触发脉冲波形。

(4) 最后观测输出的“G、K”间触发电压波形能否在 $30^\circ \sim 170^\circ$ 范围内移相。

2. 单结晶体管触发电路各点波形的记录

当 $\alpha = 30^\circ$ 、 $\alpha = 60^\circ$ 、 $\alpha = 90^\circ$ 、 $\alpha = 120^\circ$ 时,将单结晶体管触发电路的各观测点波形描绘下来,并与图 2—2 所示的各波形进行比较。

3. 单结晶体管触发电路故障的设置与分析

PAC14 单结晶体管触发电路故障点 K10、K11、K12 如图 2—3 所示。其中:

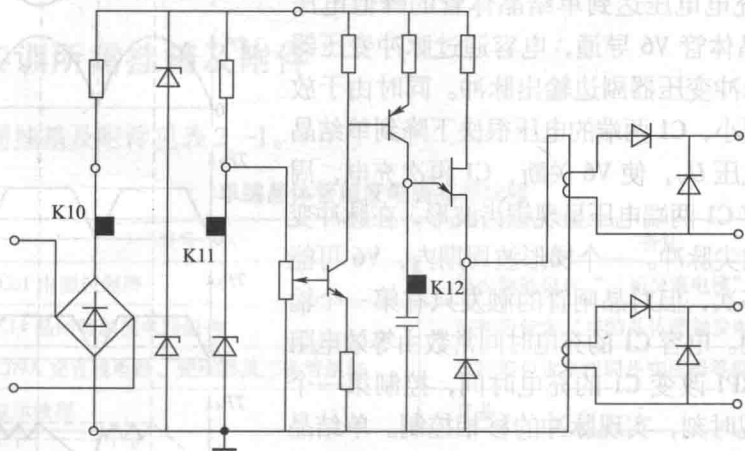


图 2—3 PAC14 挂箱故障点设置示意图

设置故障点 K10,使单结晶体管触发电路同步信号丢失,测试点“1”全波整流无波形。

设置故障点 K11,使单结晶体管触发电路给定电压稳压管故障,则测试点“3”电压值偏高。

设置故障点 K12,使单结晶体管触发电路积分电容断路,则测试点“4”无锯齿波。

六、实训报告

1. 画出 $\alpha = 60^\circ$ 时,单结晶体管触发电路各点输出的波形及其幅值。



2. 对实训过程中出现的故障现象进行书面分析。

七、注意事项

双踪示波器有两个探头，可同时观测两路信号，但这两个探头的地线都与示波器的外壳相连，所以两个探头的地线不能同时接在同一电路中不同电位的两个点上，否则这两点会通过示波器外壳发生电气短路。为此，为了保证测量的顺利进行，可将其中一根探头的地线取下或外包绝缘，只使用其中一路的地线，这样从根本上解决了这个问题。当需要同时观察两个信号时，必须在被测电路上找到这两个信号的公共点，将探头的地线接于此处，两个探头各接至被测信号，只有这样才能在示波器上同时观察到两个信号，而不发生意外。

项目二 正弦波同步移相触发电路实训

一、实训目的

- 1. 熟悉正弦波同步移相触发电路的工作原理和各元件的作用。
- 2. 掌握正弦波同步移相触发电路的调试步骤和方法。
- 3. 熟悉与掌握正弦波同步移相触发电路及其主要点的波形测量与分析。
- 4. 熟悉正弦波同步移相触发电路故障的分析与处理。

二、实训所需挂箱及附件

实训所需挂箱及附件见表 2—2。

表 2—2 正弦波同步移相触发电路实训挂箱

序号	型号	备注
1	MEC01 电源控制屏	该控制屏包含“三相交流电源”等模块
2	PAC14 晶闸管触发电路组件	该挂箱包含“正弦波同步移相触发电路”等模块
3	PAC09A 交直流电源、变压器及二极管组件	该挂箱包含“±15 V”直流电源等模块
4	双踪示波器	自备

三、实训线路及原理

正弦波同步移相触发电路由同步移相、脉冲放大等环节组成，其原理如图 2—4 所示。

同步信号由同步变压器二次侧提供，三极管 V1 左边部分为同步移相环节，在 V1 的基极综合了同步信号电压 U_r 、偏移电压 U_b 及控制电压 U_{ct} （RP1 电位器调节 U_{ct} ，RP2 调节 U_b ）。调节 RP1 及 RP2 均可改变 V1 三极管的翻转时刻，从而控制触发电角的位置。脉冲形成整形环节是一分立元件的集基耦合单稳态脉冲电路，V2 的集电极耦合到 V3 的基极，V3 的集电极通过 C4、RP3 耦合到 V2 的基极。

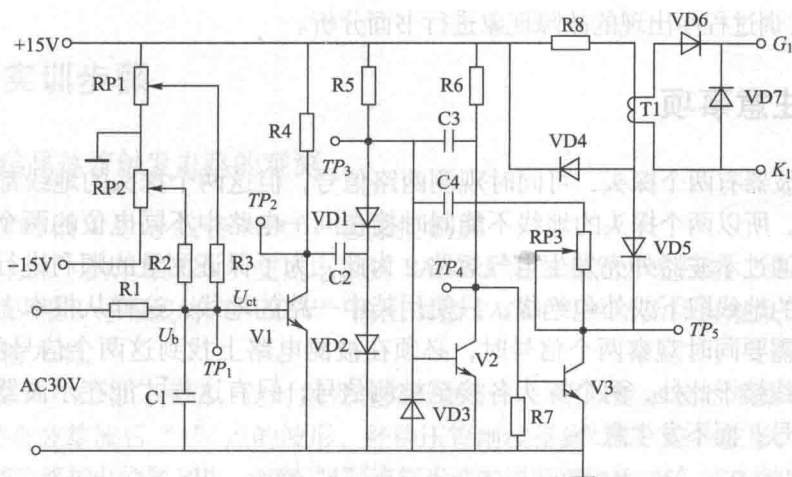


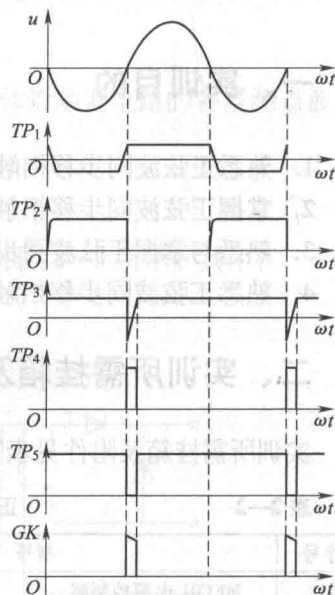
图 2—4 正弦波同步移相触发电路原理图

当 V1 未导通时, R5 供给 V2 足够的基极电流使之饱和导通, V3 截止。电源电压通过 R8、T1、VD5、V2 对 C4 充电至 15 V 左右, 极性为左负右正。

当 V1 导通时, V1 的集电极从高电位翻转为低电位, V2 截止, V3 导通, 脉冲变压器输出脉冲。由于设置了 C4、RP3 阻容正反馈电路, 使 V3 加速导通, 提高输出脉冲的前沿陡度。同时 V3 导通经正反馈耦合, V2 的基极保持低电压, V2 维持截止状态, 电容 C4 通过 RP3、V3 放电到零, 再反向充电, 当 V2 的基极电位升到 0.7 V 后, V2 从截止变为导通, V3 从导通变为截止。V2 的基极电位上升到 0.7 V 的时间由其充放电时间常数所决定, 改变 RP3 的阻值就改变了其时间常数, 也就改变了输出脉冲的宽度。

正弦波同步移相触发电路的各点电压波形如图 2—5 所示。

电位器 RP1、RP2、RP3 均已安装在面板上, 同步变压器二次侧已在内部接好, 所有的测试信号都在面板上引出。

图 2—5 正弦波同步移相触发电路的各点电压波形 ($\alpha = 0^\circ$)

四、实训内容

1. 正弦波同步移相触发电路的调试。
2. 正弦波同步移相触发电路中各点波形的观察。
3. 正弦波同步移相触发电路故障的分析与处理。

五、实训步骤

1. 用两根 4 号导线将 MEC01 电源控制屏“三相交流电源”的单相 220 V 交流电



接到 PAC09A 的单相同步变压器“~220 V”输入端,再用两根 3 号导线将“~30 V”输出端接 PAC14 “正弦波同步移相触发电路”模块“~30 V”输入端,三根 2 号导线将 PAC09A 组件的一路 $\pm 15\text{ V}$ 直流电源接到 PAC14 的 $\pm 15\text{ V}$ 输入端口。打开 PAC09A 电源开关后,按下 MEC01 的“启动”按钮,这时触发电路开始工作,用双踪示波器观察正弦波同步移相触发电路各观察点的电压波形,并与图 2—5 中各点波形相比较。

2. 确定脉冲的初始相位

当 $U_{\alpha}=0$ 时(将 RP1 电位器逆时针旋到底),调节 U_b (调 RP2),使 U_4 波形与图 2—6 中的 TP_4 波形相同,使得触发脉冲的后沿接近 90° 。

3. 保持 RP2 电位器不变,顺时针旋转 RP1 (即逐渐增大 U_{α}),用示波器同时观察同步电压信号及输出脉冲“5”点的波形,注意 U_{α} 增加时脉冲的移动情况,并估计移相范围。

4. 调节 U_{α} (调 RP1),使 $\alpha = 60^\circ$,观察并记录面板上观察点“1”~“5”及输出脉冲即 G_1 、 K_1 间的电压波形及其幅值。调节 RP3,观测“5”点脉冲宽度的变化。

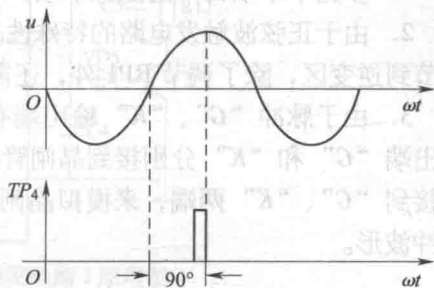


图 2—6 初始脉冲相位的确定 (α 接近 90°)

5. 正弦波同步移相触发电路故障的设置与分析。

PAC14 正弦波同步移相触发电路故障点 K7、K8、K9 如图 2—7 所示。其中:

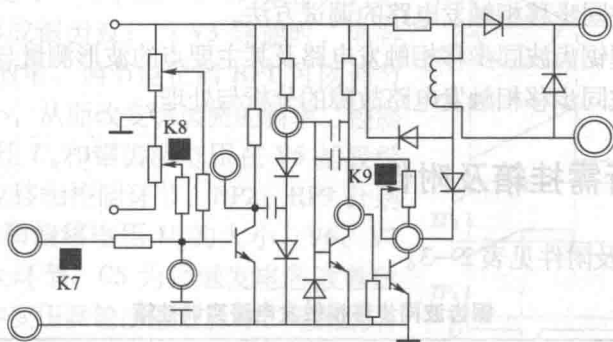


图 2—7 PAC14 挂箱故障点设置示意图

设置故障点 K7,使正弦波同步移相触发电路同步信号丢失,“30 V”同步信号观测孔之间无正弦波。

设置故障点 K8,使正弦波同步移相触发电路偏移电压调节电位器故障,此时若调节 RP2,触发角的位置无变化。

设置故障点 K9,使正弦波同步移相触发电路脉冲宽度调节电位器故障,此时若调节 RP3,输出脉冲的宽度无变化。

六、实训报告

1. 画出 $\alpha = 60^\circ$ 时,观察点“1”~“5”输出脉冲电压的波形。



2. 指出 U_{α} 增加时, α 应如何变化? 移相范围大约等于多少度? 指出同步电压的哪一段为脉冲移相范围。

3. 分析 RP3 对输出脉冲宽度的影响。

七、注意事项

1. 参见本章项目一的注意事项。
2. 由于正弦波触发电路的特殊性, 我们设计移相电路的调节范围较小, 如需将 α 调节到逆变区, 除了调节 RP1 外, 还需调节 RP2 电位器。
3. 由于脉冲 “G”、“K” 输出端有电容影响, 故观察输出脉冲电压波形时, 需将输出端 “G” 和 “K” 分别接到晶闸管的门极和阴极 (或者也可用 $100\ \Omega$ 左右阻值的电阻接到 “G”、“K” 两端, 来模拟晶闸管门极与阴极的阻值), 否则无法观察到正确的脉冲波形。

项目三 锯齿波同步移相触发电路实训

一、实训目的

1. 熟悉锯齿波同步移相触发电路的工作原理及电路中各元件的作用。
2. 掌握锯齿波同步移相触发电路的调试方法。
3. 熟悉与掌握锯齿波同步移相触发电路及其主要点的波形测量与分析。
4. 熟悉锯齿波同步移相触发电路故障的分析与处理。

二、实训所需挂箱及附件

实训所需挂箱及附件见表 2—3。

表 2—3 锯齿波同步移相触发电路实训挂箱

序号	型号	备注
1	MEC01 电源控制屏	该控制屏包含 “三相交流电源” 等模块
2	PAC14 晶闸管触发电路组件	该挂箱包含 “锯齿波同步移相触发电路” 等模块
3	PAC09A 交直流电源、变压器及二极管组件	该挂箱包含 “ $\pm 15\text{ V}$ ” 直流电源等模块
4	双踪示波器	自备

三、实训线路及原理

锯齿波同步移相触发电路 I、II 由同步检测、锯齿波形成、移相控制、脉冲形成、脉冲放大等环节组成, 其原理图如图 2—8 所示。

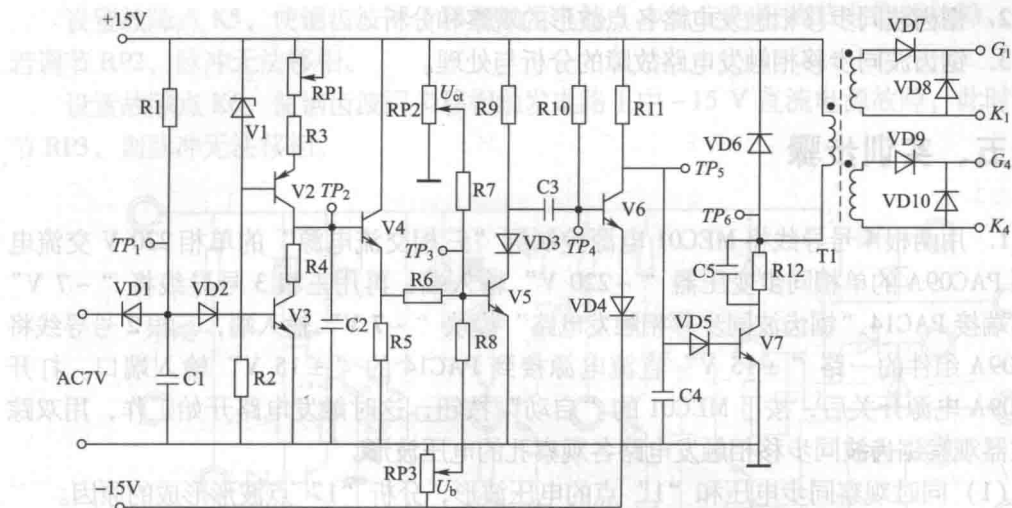


图 2—8 锯齿波同步移相触发电路 I 原理图

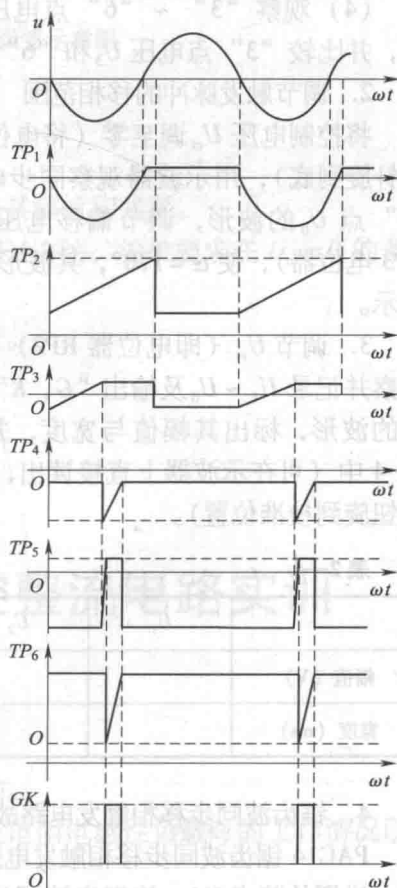
由 V3、VD1、VD2、C1 等元件组成同步检测环节，其作用是利用同步电压 U_T 来控制锯齿波产生的时刻及锯齿波的宽度。锯齿波的形成电路由如图 2—8 中的恒流源 (V1, R2, RP1, R3, V2) 及电容 C2 和开关管 V3 所组成。由 V1、R2 组成的稳压电路对 V2 管设置了一个固定基极电压，则 V2 发射极电压也恒定。从而形成恒定电流对 C2 充电。当 V3 截止时，恒流源对 C2 充电形成锯齿波；当 V3 导通时，电容 C2 通过 R4、V3 放电。调节电位器 RP1 可以调节恒流源的电流大小，从而改变锯齿波的斜率。控制电压 U_{α} 、偏移电压 U_b 和锯齿波电压在 V5 基极综合叠加，从而构成移相控制环节，RP2、RP3 分别调节控制电压 U_{α} 和偏移电压 U_b 的大小。V6、V7 构成脉冲形成放大环节，C5 为强触发电容改善脉冲的前沿，由脉冲变压器输出触发脉冲，电路的各点电压波形如图 2—9 所示。

本装置有两路锯齿波同步移相触发电路 I 和 II，在电路上完全一样，只是锯齿波触发电路 II 输出的触发脉冲相位与 I 恰好相差 180° ，供单相整流及逆变实验用。

电位器 RP1、RP2、RP3 均已安装在挂箱的面板上，同步变压器二次侧已在挂箱内部接好，所有的测试信号都在面板上引出。

四、实训内容

1. 锯齿波同步移相触发电路的调试。

图 2—9 锯齿波同步移相触发电路 I 各点电压波形 ($\alpha = 90^\circ$)