

电力电子技术实训指导书

蔡型 杨钧 编

广东工业大学自动化学院



目 录

电力电子技术实训指导书总体要求	2
实训 1 双向晶闸管交流调压电路	3
实训 2 同步信号为锯齿波触发电路	6
实训 3 单相全桥逆变电路	12
实训 4 同步信号为正弦波触发电路	15



电力电子技术实训指导书总体要求

电力电子技术实训课程是理论联系实际,对学生进行基本技能训练,培养学生解决工程实际问题的能力,激发学生的主动性和创新意识的重要实践教学环节。教师的讲解和学生的学习基本停留在书本上,理论多于实践,使得学习者未真正透彻掌握所学的知识。通过实践教学,学生亲自动手装配、调试、动手实践,更易掌握电力电子技术的理论,掌握的知识、技术也更适合于实际应用。电力电子技术的飞速发展和光辉前景必将给我们提供巨大的用武之地和广阔的历史舞台。

一、适用专业

自动化、电气工程及其自动化、电子技术、应用电子技术、电力系统及其自动化等(本科、专科)。根据不同层次的专业和安排的学时数。实训的内容、要求可以有所不同。鼓励和支持学生多做实用、创新和具有挑战性的实训项目。

二、基本要求

- 1.综合运用电力电子技术课程中所学到的理论知识去独立完成一个实训课题。
- 2.通过查阅手册和文献资料,培养学生独立分析问题和解决实际问题的能力。
- 3.进一步熟悉电力电子器件的类型和特性,并掌握合理选用的原则。
- 4.学会电力电子电路的安装与调试技能。
- 5.进一步熟悉电子仪器的正确使用方法。
- 6.学会撰写实训总结报告。
- 7.培养严肃认真的工作作风和严谨的科学态度。
- 8.遵守纪律,注意用电安全。站在电工橡胶绝缘垫上做实验,防止事故尤其是重大事故发生。

三、基本做法

- 1.实训期间,按上课时间到自动化实验室报到。
- 2.领取工具、元件、材料、仪表。
- 3.设计印刷电路板图。
- 4.焊、装电路
- 5.审查同意后,通电调试。
- 6.观察、分析、记录波形。
- 7.撰写实训总结报告。
- 8.上交实训实物、实训总结报告,清还工具、仪表。搞好清洁卫生。

四、评定成绩

- 1.对实训电路熟悉和掌握的程度。
- 2.现场考核:动手能力;安装工艺水平、调试中分析解决问题能力、以及创新精神等。
- 3.实训总结报告。
- 4.遵守纪律、学习态度、工作作风和科学精神等。



实训 1 双向晶闸管交流调压电路

1. 实践目的

设计、装配、调试、观察、分析电路中各工作点的波形。使学生有一定的感性认识，并锻炼学生的动手能力。

2. 实践内容及步骤

(1) 复习教材、到图书馆查找资料，了解、熟悉实践电路，元件的性能及其工作原理。

实践工作原理：

在图 1-1 中，当电源未接通时，C1 电容上的电压为零。电源接通后，C1 经 R9、V2 集射极充电。C1 的电压逐升高，达到单晶体管的峰点电压 U_p 时，单晶体管导通。C1 电容经 e、b1 极向 T2 脉冲变压器原边绕组放电。T2 脉冲变压器输出一个脉冲电压触发双向晶闸管导通。当 C1 电容放电到谷点电压 U_v ，并趋向更低时，单晶体管截止。T2 脉冲变压器上的脉冲电压结束。之后，C1 电容从 U_v 值又开始充电。充电到 U_p 时，单晶体管又导通，不断重复。双向晶闸管由第一个脉冲触发导通，后面的脉冲不起作用。改变 R9 及 V2 集射极的等效电阻，就可以改变电容的充电速度，达到改变 α 角的目的。实现自由移相。

双向晶闸管交流调压电路有关工作点的波形：

(2) 装配。

1) 手工或计算机（自备）设计印刷电路板图。要求元件排列均匀，印刷电路板大小适中，不留空余面积。一般控制信号从左流到右，强电信号从上流到下。**~220V 不能与印刷电路板连接，~220V 的引线要用绝缘胶布牢固扎住。**

2) 为了避免干扰，绘制印刷电路板图，布置地线时应注意各级电路采用一点接地原则。加粗、缩短地线。同时，写上设计者的班级、学号、姓名以便评分。

3) 所有元件相互平衡或垂直。元件引脚、极性正确。同种元件距离印刷电路板的高度一致，注意变压器的同名端。布局合理，美观实用。**~220V 不能与印刷电路板连接，~220V 的引线要用绝缘胶布牢固扎住。**

4) 绘制的印刷电路板图，经审定后，制作印刷电路板。要求印刷电路板冲洗干净，不含任何腐蚀物。钻孔准确，两面无损。

5) 对焊接的要求是：净化元件引线和焊点表面，焊接牢固，无虚焊，焊点光亮、圆滑、饱满、无裂纹、大小适中且一致。做到能免维护。

(3) 调试、检测

1) 根据电气原理图反复核对装配好的电路。经审查，同意后，站在电工橡胶绝缘垫上才能通电调试。确保人身安全，防止事故尤其是重大事故发生。

2) 检查各类电源的电压幅值。如整流、稳压、集成电路插座、三相电压型逆变电路的供电电压幅值。

3. 观察、记录电路中 TP1~TP7 各点的电压波形。



双向晶闸管交流调压电路

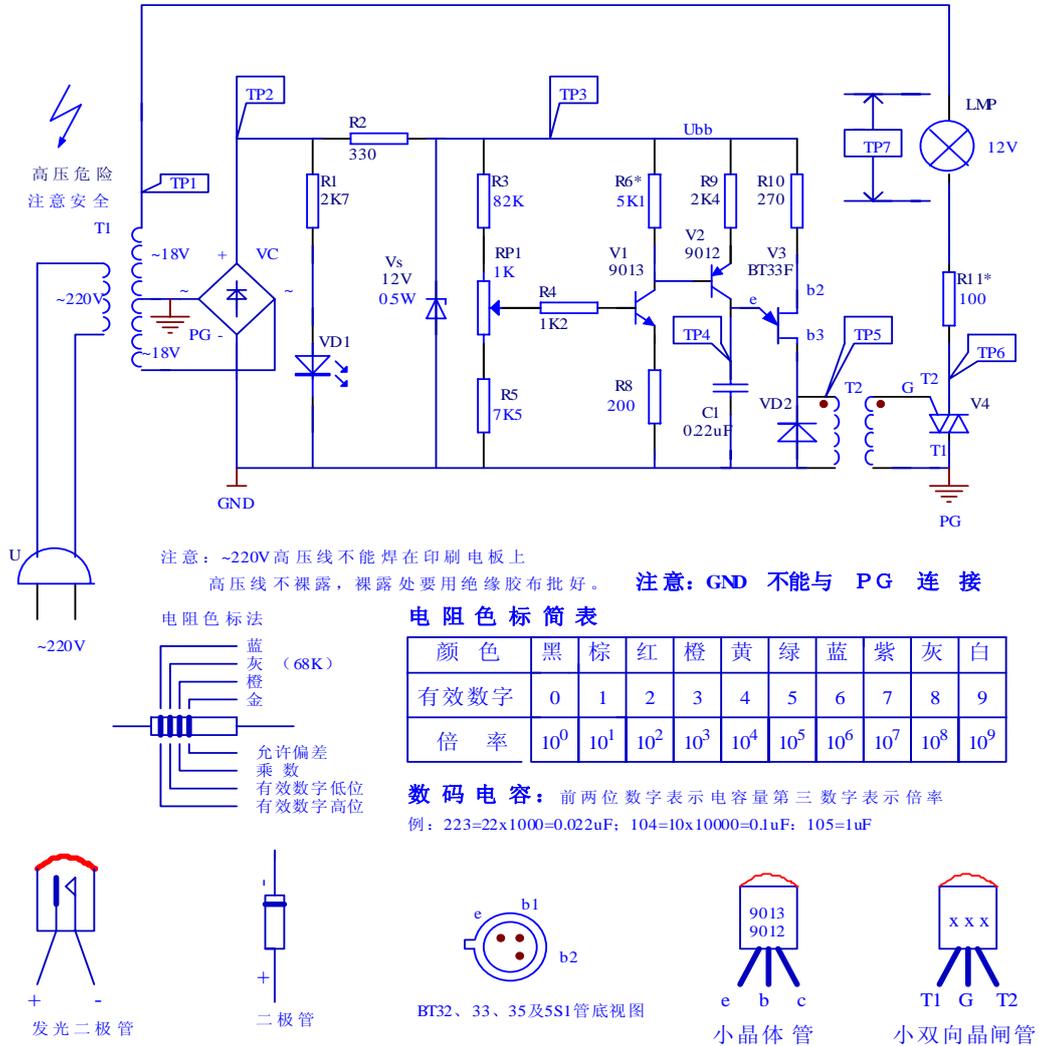


图 1-1 双向晶闸管交流调压电路

4. 实践说明及注意问题

- (1) 注意双线示波器的地线只用一根，免造成电路短路。
- (2) 遵守纪律，无旷课现象，注意用电安全。
- (3) 根据需要教师可以更改或撤换实践电路。
按时完成实践，交还实物、工具、搞好清洁卫生。

5. 实践总结报告的内容。

- (1) 实践任务和要求。
- (2) 实践电路的工作原理、印刷电板布线图以及它们的说明。
- (3) 电路调试。对调试中出现的问题进行分析，并说明解决的措施；测试、记录整理的波形与结果分析。各种波形中其高、低电平表示的意义。
- (4) 收获体会，存在问题及进一步的改进意见等。
- (5) 实践总结报告抄写在课程设计报告本上。或用计算机打印（自备）。不少于2000字，复印件、抄袭件、代做的无效。



实训 2 同步信号为锯齿波触发电路

1. 实训目的

通过装配、调试一种晶闸管触发电路，观察、记录、分析电路中各点电压波形。熟悉、掌握电路的工作原理，提高设计、装配、调试能力。

2. 实训线路：见图 2-1。

3. 实训内容及步骤

(1) 复习有关教材、到图书馆查找有关资料，了解、熟悉晶闸管触发电路的要求和工作原理。

(2) 看懂晶闸管触发电路图，分析电路中各点的电压波形。

(3) 手工或计算机（自备）设计印刷电路板图。要求元件排列均匀，印刷电路板大小适中。一般控制信号从左流到右，强电信号从上流到下。**~220V 不能与印刷电路板连接，~220V 的引线要用绝缘胶布牢固扎住。**

(4) 为了避免干扰，绘制印刷电路板图，布置地线时应注意各级电路采用一点接地原则。加粗、缩短地线。

(5) 所有元件相互平衡或垂直。元件引脚、极性正确。同种元件距离印刷电路板的高度一致，布局合理，美观实用。

(6) 绘制的印刷电路板图，经审定后，制作印刷电路板。要求印刷电路板冲洗干净，不含任何腐蚀物。钻孔准确，两面无损。

(7) 对焊接的要求是：净化元件引线和焊点表面，焊接牢固，无虚焊，焊点光亮、圆滑、饱满、无裂纹、大小适中且一致。做到能免维护。

(8) 根据电气原理图反复核对装配好的电路。经审查，同意后，站在电工橡胶绝缘垫上才能通电调试。确保人身安全，防止事故尤其是重大事故发生。

(9) 整定移相控制电压 $U_{co}=0V$ ，偏移电压 $U_p=-4V$ 。调斜率电位器 RP_3 ，改变锯齿波的上升斜率。使测检点 TP_7 的脉冲前沿落在测检点 TP_3 的锯齿波形中央，见图 2-2。以后偏移电位器 RP_2 、斜率电位器 RP_3 不用再调整。

(10) 以图 2-1 中的“0”点为参考点。改变移相控制电压 $U_{co}=0\sim+8V$ ，脉冲的移相范围 $D=0^\circ\sim90^\circ$ 。

(11) 以图 2-1 中的“0”点为参考点。用双线示波器观察测检点 TP_1 — TP_7 在一个工作周期中的波形，测量波形的正、负电压值 (V)；波形的周期 (μS 、 mS)；对齐相位，全部记录在图 2-2 中。

(12) 测绘移相控制特性：用万用表直流电压档测量图 2-1 中移相控制电压 U_{co} 。用示波器观察测检点 TP_7 的脉冲，记录在表 2-1 中。作出 $\alpha = f(U_{co})$ 移相控制特性的函数曲线。绘制在图 2-4 中。

高压危险

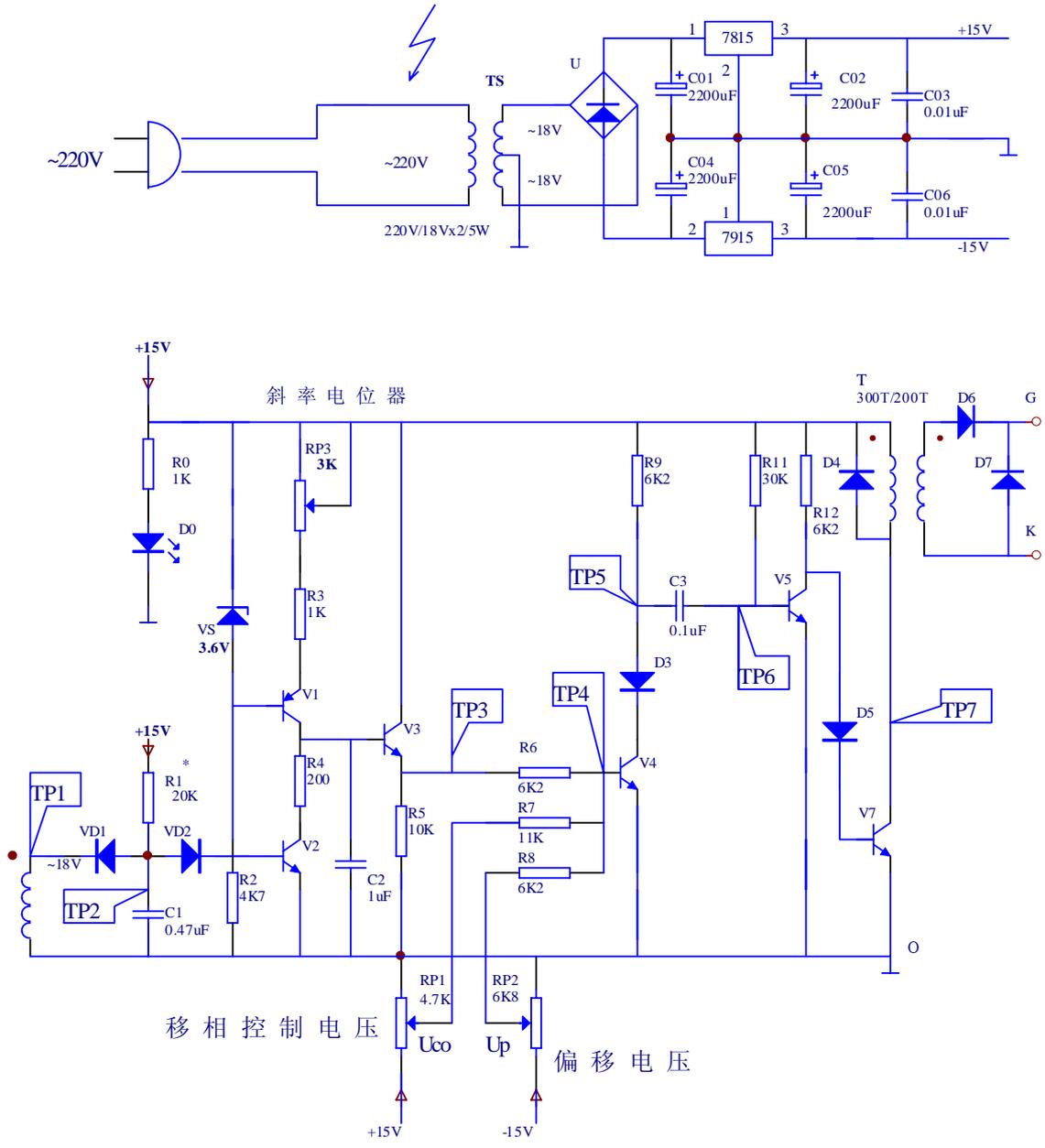


图 2-1 同步信号为锯齿波触发电路

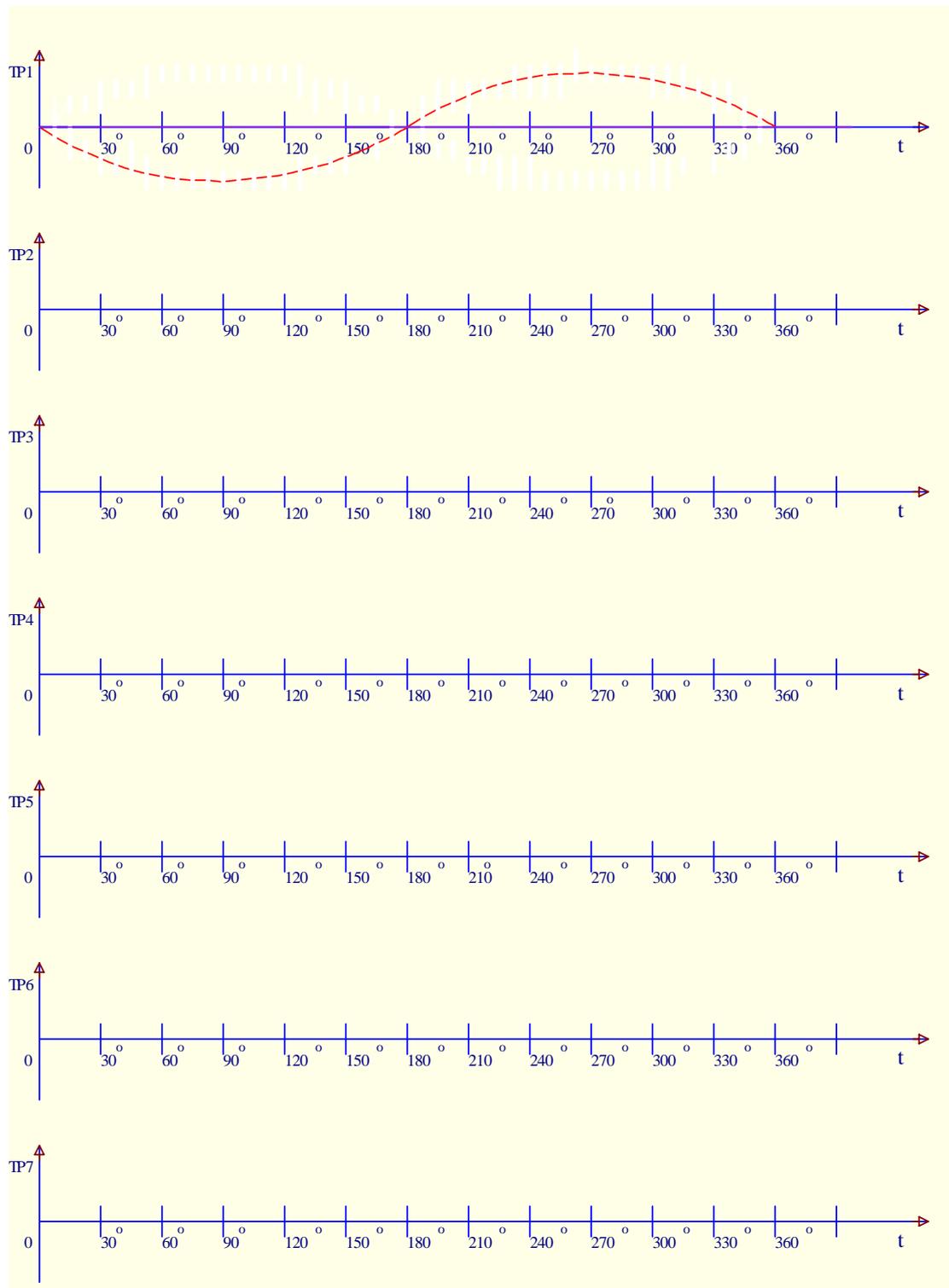


图 2-2 各测量点在同一周期中的波形



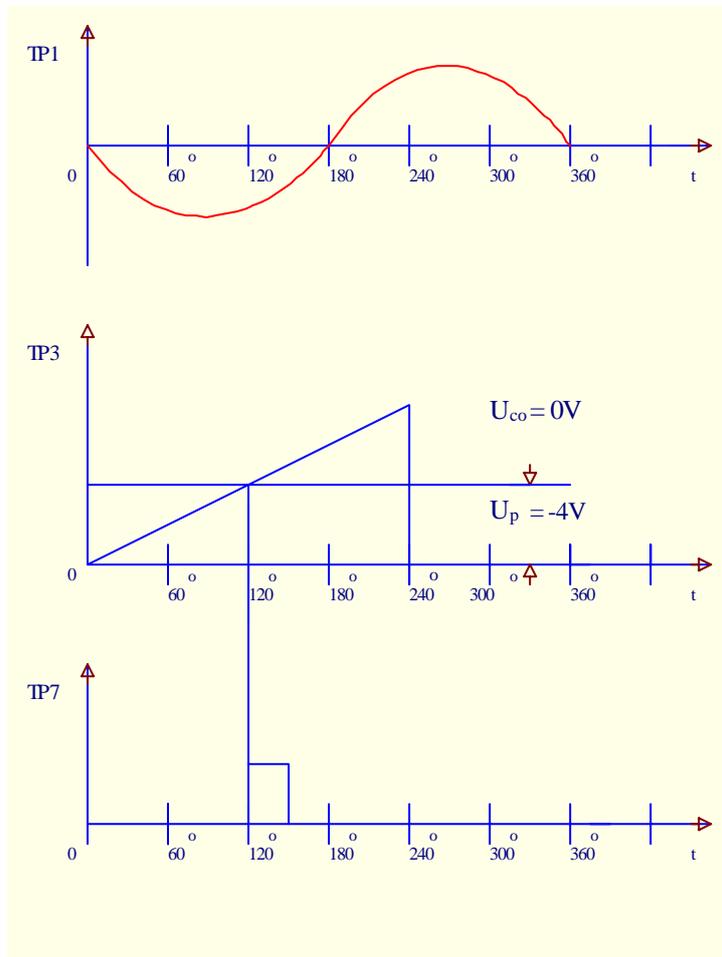


图 2-3 将输出脉冲整定在锯齿波的中央



表 2-1 测绘移相控制特性 $\alpha = f(U_{co})$

α	0°	60°	90°	120°	150°	180°
$U_{co} (+V)$						

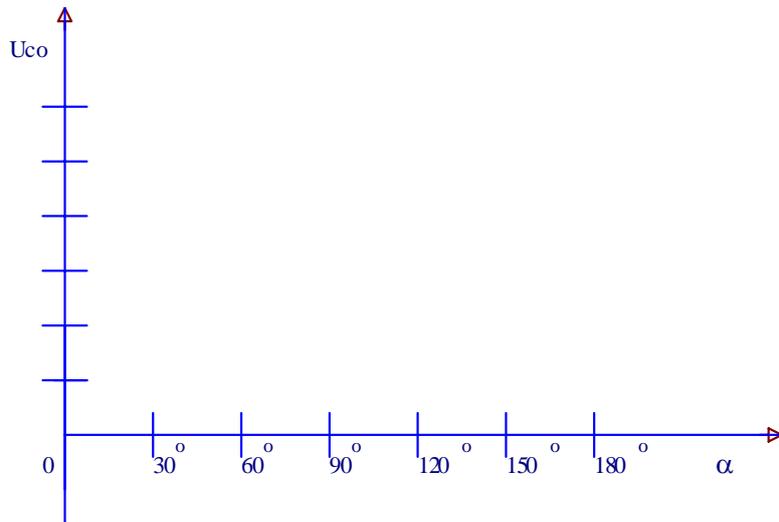


图 2-4 测绘移相控制特性 $\alpha = f(U_{co})$



5. 实训说明及注意问题

- (1) 脉冲变压器 T 可按图 2-1 给出的数据试绕。保证输出脉冲的幅值为 7~8V。
- (2) 注意双线示波器的地线只用一根，免造成电路短路。
- (3) 遵守纪律，无旷课现象，注意用电安全。
- (4) 根据需要教师可以更改或撤换图 2-1 的电路。
- (5) 按时完成实训，交还实物、工具、搞好清洁卫生。

6 实训总结报告的内容

- (1) 课题名称。
- (2) 实训任务和要求。
- (3) 实训电路工作原理、印刷电路板布线图以及它们的说明。
- (4) 电路调试。对调试中出现的问题进行分析，并说明解决的措施。测试、记录、整理的波形与结果分析，并指出各种波形中其高、低电平表示的意义。
- (5) 改变图 2-1 中 R1 的参数，有什么影响？
- (6) 收获体会，存在问题及进一步的改进意见等。
- (7) 实训总结报告抄写在实验报告纸上。或用计算机打印（自备）。不少于 4000 字，复印件无效。按时上交实训总结报告。



实训 3 单相全桥逆变电路

1. 实践目的

设计、装配、调试、观察、分析电路中各工作点的波形。使学生有一定的感性认识，并锻炼学生的动手能力。

2. 实践内容及步骤

(1) 复习教材、到图书馆查找资料，了解、熟悉实践电路，元件的性能及其工作原理。

(2) 装配。

1) 手工或计算机(自备)设计印刷电路板图。要求元件排列均匀，印刷电路板大小适中，不留空余面积。一般控制信号从左流到右，强电信号从上流到下。**~220V 不能与印刷电路板连接，~220V 的引线要用绝缘胶布牢固扎住。**

2) 为了避免干扰，绘制印刷电路板图，布置地线时应注意各级电路采用一点接地原则。加粗、缩短地线。同时，写上设计者的班级、学号、姓名以便评分。

3) 所有元件相互平衡或垂直。元件引脚、极性正确。同种元件距离印刷电路板的高度一致，注意变压器的同名端。布局合理，美观实用。

4) 绘制的印刷电路板图，经审定后，制作印刷电路板。要求印刷电路板冲洗干净，不含任何腐蚀物。钻孔准确，两面无损。

5) 对焊接的要求是：净化元件引线和焊点表面，焊接牢固，无虚焊，焊点光亮、圆滑、饱满、无裂纹、大小适中且一致。做到能免维护。

(3) 调试、检测

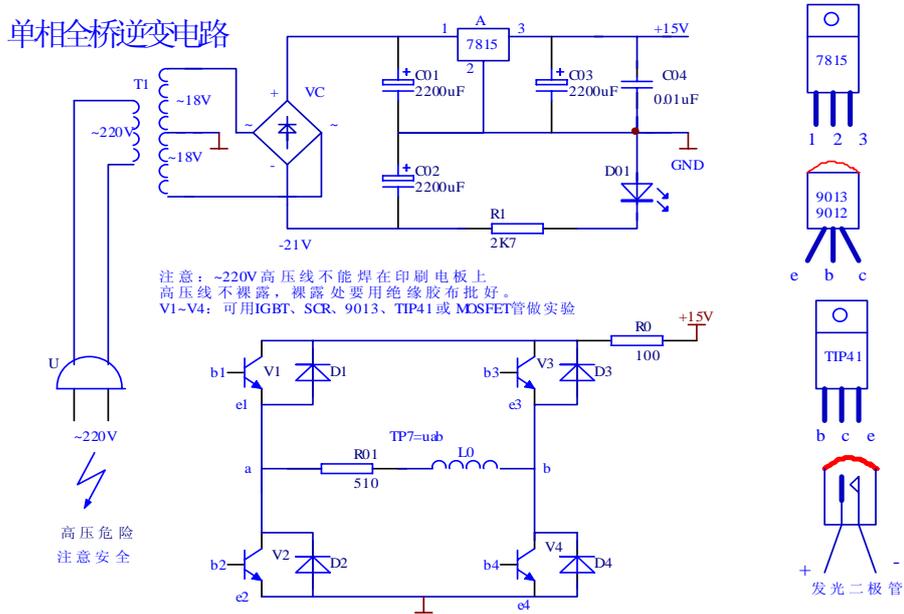
1) 根据电气原理图反复核对装配好的电路。经审查，同意后，站在电工橡胶绝缘垫上才能通电调试。确保人身安全，防止事故尤其是重大事故发生。

2) 检查各类电源的电压幅值。如整流、稳压、插座、供电电压幅值。

3. 观察、记录图 3-1 电路中 TP~TP7 各点的电压波形。

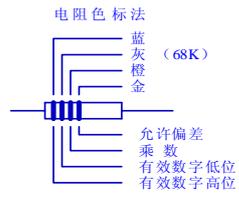
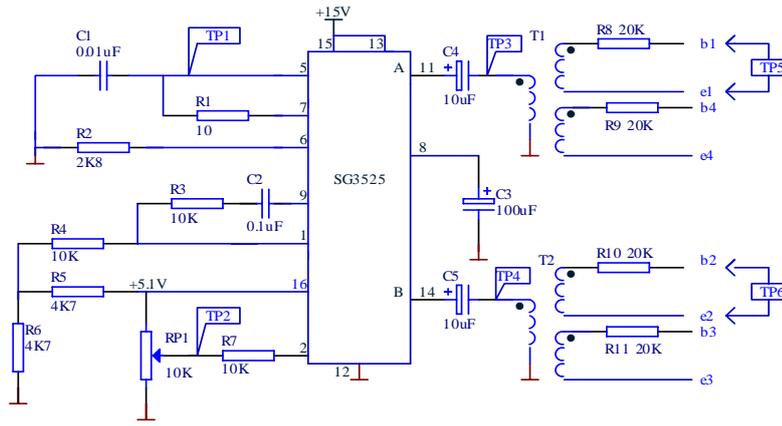
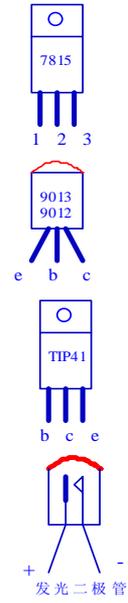


单相全桥逆变电路



注意：-220V 高压线不能焊在印刷电板上
 高压线不裸露，裸露处要用绝缘胶布批好。
 V1~V4：可用IGBT、SCR、9013、TIP41或 MOSFET管做实验

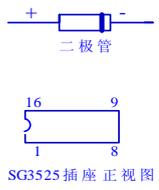
U
 ~220V
 高压危险
 注意安全



电阻色标简表

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
有效数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
倍率	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9

数码电容：前两位数字表示电容量第三数字表示倍率
 例：223=22x1000=0.022uF；104=10x10000=0.1uF；105=1uF



SG3525插座正视图

图 3-1 单相全桥逆变电路

4. 实践说明及注意问题

- (1) 注意双线示波器的地线只用一根，免造成电路短路。
- (2) 遵守纪律，无旷课现象，注意用电安全。
- (3) 根据需要教师可以更改或撤换实践电路。
按时完成实践，交还实物、工具、搞好清洁卫生。

6. 实践总结报告的内容。

- (1) 实践任务和要求。
- (2) 实践电路的工作原理、印刷电板布线图以及它们的说明。
- (3) 电路调试。对调试中出现的问题进行分析，并说明解决的措施；测试、记录整理的波形与结果分析。各种波形中其高、低电平表示的意义。
- (4) 收获体会，存在问题及进一步的改进意见等。
- (5) 实践总结报告抄写在课程设计报告本上。或用计算机打印（自备）。不少于2000字，复印件、抄袭件、代做的无效。



实训 4 同步信号为正弦波触发电路

1. 实践目的

设计、装配、调试、观察、分析电路中各工作点的波形。使学生有一定的感性认识，并锻炼学生的动手能力。

2. 实践内容及步骤

(1) 复习教材、到图书馆查找资料，了解、熟悉实践电路，元件的性能及其工作原理。

实践电路工作原理：

当V1、V3截止，V2导通时。C2通过电源VD2充电+15V，C4通过T2原边绕组→R10→R8→V2的b、e极充电到+15V，同步信号 U_T 与移相控制电压 U_{co} 迭加大于+0.7V后，V1导通→C2通过V1的c、e极→C4反向充电完毕。V2恢复导通。V3截止。改变 U_{co} 的大小，脉冲的移相范围可达 75° 。→VD4放电→V2截止→V3导通→发出脉冲→C4反向充电使脉冲维持一段时间

(2) 装配。

1) 手工或计算机(自备)设计印刷电路板图。要求元件排列均匀，印刷电路板大小适中，不留空余面积。一般控制信号从左流到右，强电信号从上流到下。 $\sim 220V$ 不能与印刷电路板连接， $\sim 220V$ 的引线要用绝缘胶布牢固扎住。

2) 为了避免干扰，绘制印刷电路板图，布置地线时应注意各级电路采用一点接地原则。加粗、缩短地线。同时，写上设计者的班级、学号、姓名以便评分。

3) 所有元件相互平衡或垂直。元件引脚、极性正确。同种元件距离印刷电路板的高度一致，注意变压器的同名端。布局合理，美观实用。

4) 绘制的印刷电路板图，经审定后，制作印刷电路板。要求印刷电路板冲洗干净，不含任何腐蚀物。钻孔准确，两面无损。

5) 对焊接的要求是：净化元件引线和焊点表面，焊接牢固，无虚焊，焊点光亮、圆滑、饱满、无裂纹、大小适中且一致。做到能免维护。

(3) 调试、检测

1) 根据电气原理图反复核对装配好的电路。经审查，同意后，站在电工橡胶绝缘垫上才能通电调试。确保人身安全，防止事故尤其是重大事故发生。

2) 检查各类电源的电压幅值。如整流、稳压、插座、供电电压幅值。

3. 观察、记录电路中图 4-1 TP~TP7 各点的电压波形。



同步信号为正弦波触发电路

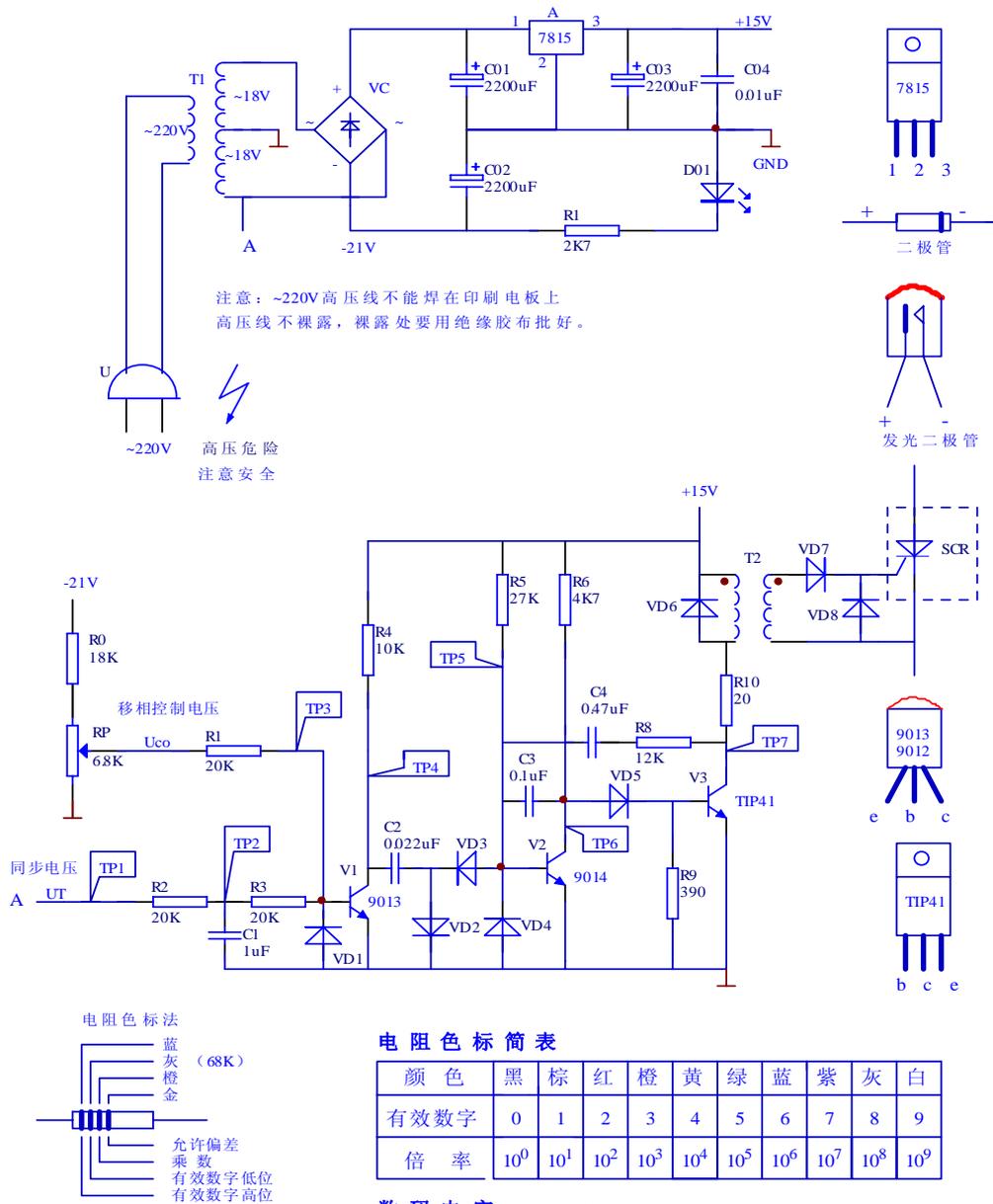


图 4-1 同步波形为正弦波触发电路

4. 实践说明及注意问题

- (1) 注意双线示波器的地线只用一根，免造成电路短路。
- (2) 遵守纪律，无旷课现象，注意用电安全。
- (3) 根据需要教师可以更改或撤换实践电路。

按时完成实践，交还实物、工具、搞好清洁卫生。

7. 实践总结报告的内容。

- (1) 实践任务和要求。
- (2) 实践电路的工作原理、印刷电板布线图以及它们的说明。
- (3) 电路调试。对调试中出现的问题进行分析，并说明解决的措施；测试、记录整理的波形与结果分析。各种波形中其高、低电平表示的意义。
- (4) 收获体会，存在问题及进一步的改进意见等。
- (5) 实践总结报告抄写在课程设计报告本上。或用计算机打印（自备）。不少于2000字，复印件、抄袭件、代做的无效。



