復旦大學 2

实验十六 可控硅调光调速实验 实验报告

姓名 陈力谌达 专业 电工 年级 二 班 组 2 日期 2013.10.24 评阅人

实验记录：

一 实验目的

1 了解可控硅的应用范围

2 熟悉利用可控硅调光、调速的原理及其典型实验电路

二 实验原理与说明

1 可控硅应用范围

(1) 整流：把交流电变换为直流电，使直流电应用范围扩大

(2) 逆变：把直流电变换为交流电，在高压直流输电系统中，先要把送电端的高压交流电路整流后变成高压直流电，经输电线送到受电端，在受电端用可控硅逆变装置把直流电变成交流电对用户供电。

(3) 变频：把某频交流电变成另一频率交流电，可对异步电动机进行变频调速。

(4) 调压：可用于对交流电、直流电的电压进行调整。

(5) 无触点开关：可用来迅速接通，断开大功率交流电或直流电，接通断开时不会产生火花，特别用于防火防爆场所。

可控硅分类

2 单向可控硅（SCR）（普通可控硅）

满足下列要求时才能保证正常工作

(1) 触发脉冲电压、电流有严格要求，导通但不超控制极功耗导致损坏，通常输出脉冲幅度为4~10V

復旦大學

实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录:

(2) 触发脉冲前沿要陡，以达到移向角准确，要求上升时间 <10μS

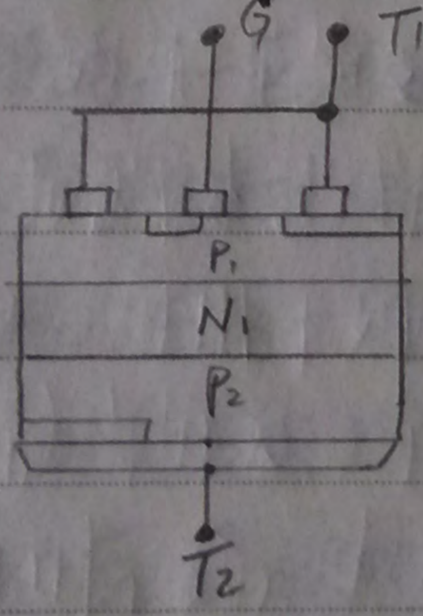
(3) 脉冲有一定宽度，以保证可控工作，对于纯阻性负载其脉宽应 >20μS

(4) 截止期间，触发电路输出的漏电流不应超0.25mA 以免误触发

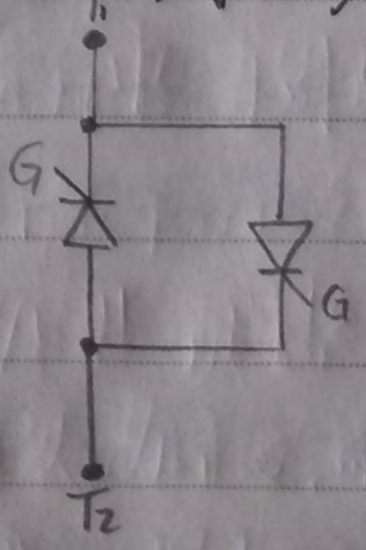
(5) 触发电路与主控电路必须同步，脉冲工作的相位能平稳移动，有足够的移相范围，应150°以上

3 双向可控硅及其触发电路

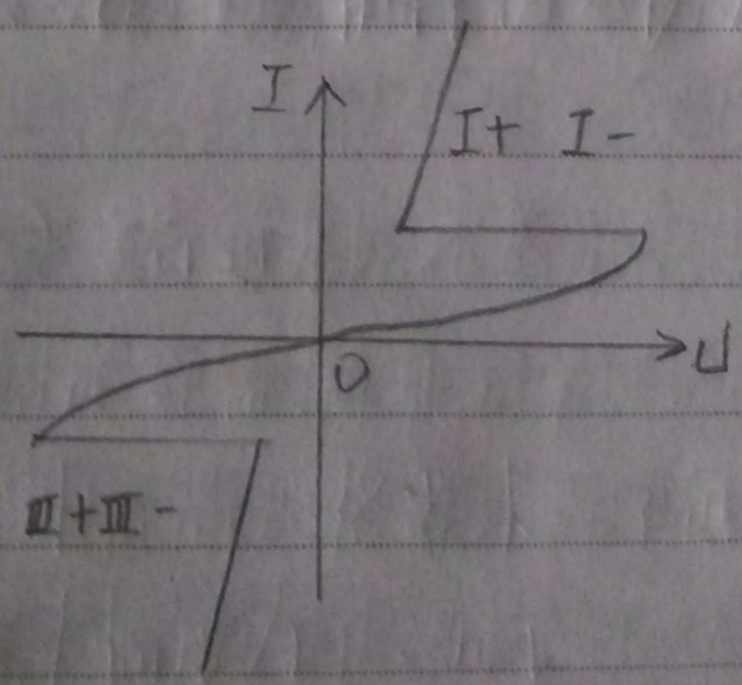
称为双向晶闸 (TRIAC) 它是半导体(硅)闸流管的简称，它是三端交流器件的意思，等效电路，伏安特性如图 1，实质是一对反向并联的SCR，它有两个主电极T1和T2一个门极，这个门极具有短路发射结构，在主电极的正反两个方向均可用交流或直流触发导通，通常定义靠近门极端子为T_1，另一端为T_2，门极为G



(a) 双向晶闸管的基本结构



(b)等效电路



(c)伏安特性

图 1

復旦大學

_____ 实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

双向晶闸管有四种触发方式：即

I+	T_2为正	T_1为负	G相对T1为正
I-	T_2为正	T_1为负	G相对T1为负
III+	T_1为正	T_2为负	G相对T_1为正
III-	T_1为正	T_2为负	G相对T_1为负

在伏安特性中，正向特性处于第I象限，承受正向电压（T_2正T_1为负）时的触发方式为I触发方式，反向特性处于III象限，承受反向电压（T_2负T_1正）时为III触发方式，门极电位相对于主电极可正可负，有I+ I- III+ III- 之分。I方式与普通晶闸管触发方式相同，主回路接法与一般晶闸管相似，但门极电位相对T1极为负，门极应加负信号，实际应用中采用I+与III-方式；与普通管的另一区别是，由于两个SCR制作在一块硅片上，产生相互影响，第一个导通结束时，残余载流子可能使另一个误触发，失去控制能力。因此对换向能力应有一定要求。

可控硅触发电路一般可由单结晶体管，及R-C 组成（图2a）当接上电源E_c以后，E_c就通过R向电容器C充电，当V_c大于单结构晶体管的峰点电压V_p时，E_G之间就导通，C便通过E_G向R_1放电，R_1两端电压V_{R1}就有一个正跳跃，因$R_1 \leq R_2$所以C放电很快，在R1上得到一个尖脉冲，电压V_{R1}由于C经R_1放电，所以C上的电压逐渐下降。当V_c小于单结晶闸的谷点电压V_v时，E_G之间又恢复了阻断状态。接着电源E_c又对电容C充电…周而复始，形成振荡在R_1上就可以得到一个周期性的尖脉冲

復旦大學

实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录:

电压，如图2b. 为改变脉冲出现的时间，可对R调整，调大则时间常数RC增大，即V_C上升慢些，触发脉冲后移，控制角变大。

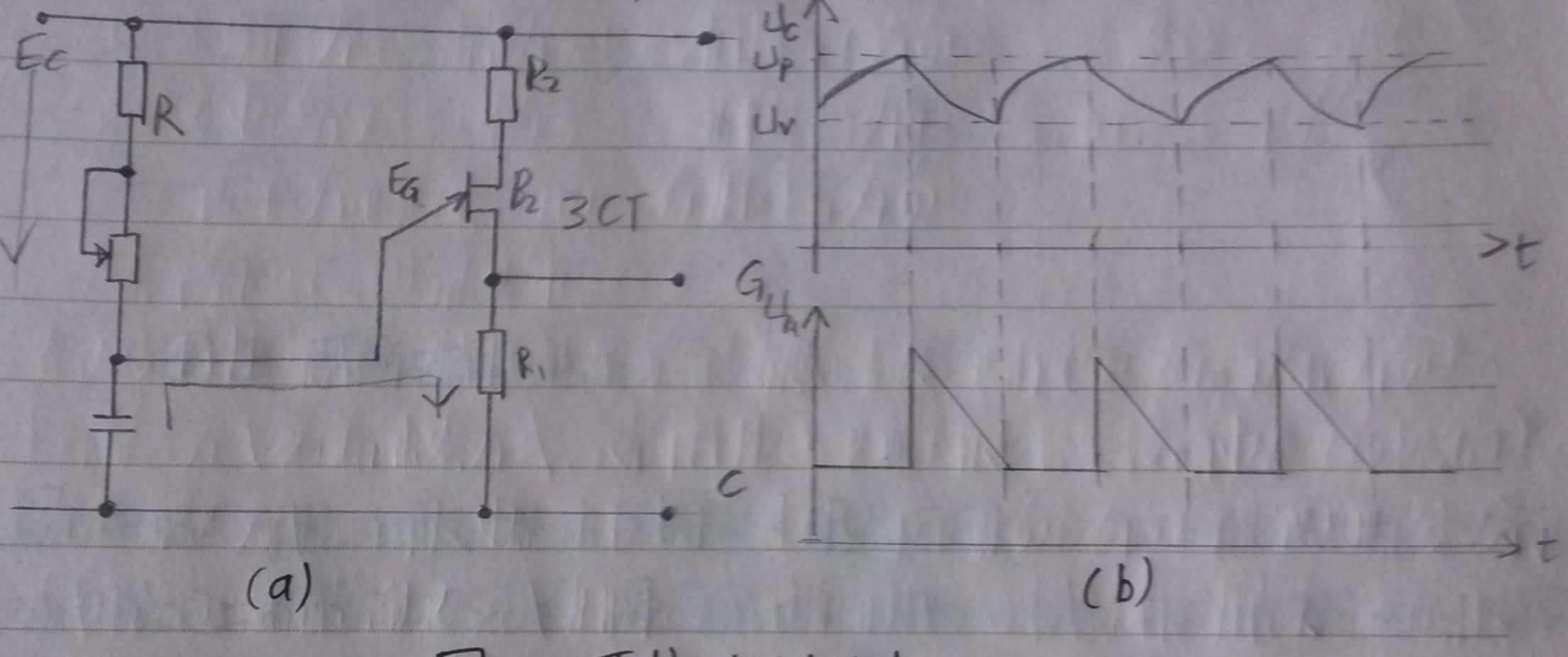


图2 可控硅触发电路

三实验步骤

1按图3接线并检查

2分析电路原理，3(a)是调光电路，开关SW置于1时关闭，2时半波导通灯光变暗，3时全导通最亮。3b 是利用双向触发二极管触发双向可控硅的无滞后宽带范围的调光电路，原理是调节R_1改变C_2充电时间，即改变SCR导通角，使流过灯泡的电流和电压改变实现调光，用R_2C_1拓宽控制范围，调节R_1(W调至最大时)设定在SCR开通的临界点下，本电路的调压范围大约在5~95%之间，图中C_3R_4为可控硅过压保护电路，防止因电网波动引起瞬间变峰击穿可控硅，电路中串入电感线圈L，则可

復旦大學

_____ 实验报告

姓名_____ 专业_____ 年级_____ 班_____ 组_____ 日期_____ 评阅人_____

实验记录:

持可控硅移相而产生对同一电网中的电视机.收音机干扰减小.

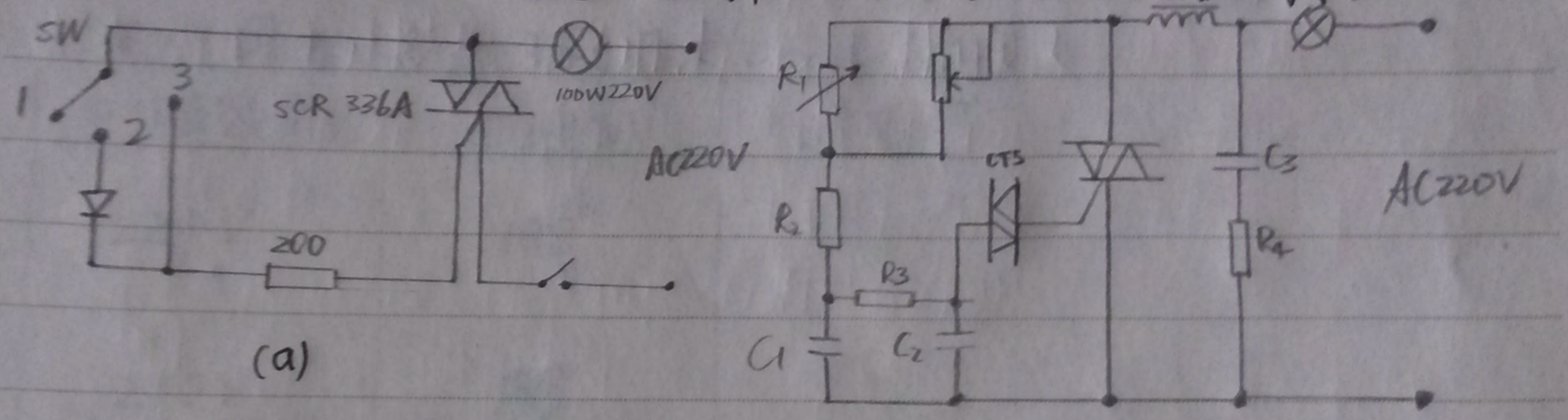


图3 可控硅调光电路

图4电路是可控硅调速电路,原理是:闭合开关K,220V交流电向C充电,使双向触发二极管2CTS导通,导通角由电位器W控制,电动机随通过SCR电流大小而加减速,R_1和C_2是抑制干扰的电路.

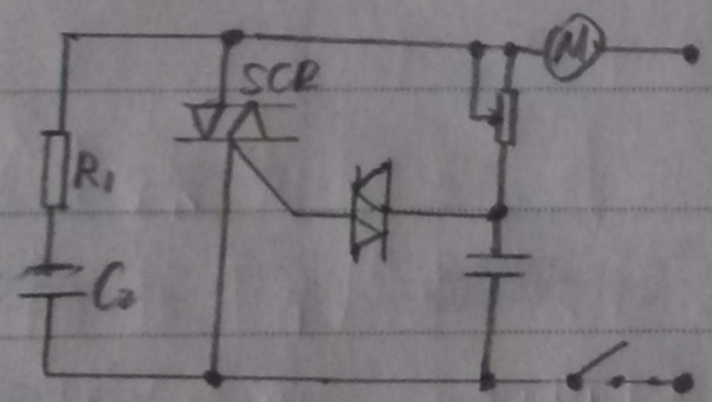


图4 可控硅调速

3用示波器观察输出电压是否随着控制的导通角α变化而变化,观察不同的α时电压波形,记录下相应电压有效值及波形.电压有效值V_o与导通角α关系如下式:

$$V_o = V_m\sqrt{\frac{\int_{\pi-\alpha}^{\pi}\sin(\omega t)^2 d\omega t}{\pi}} = V_m\sqrt{\frac{2\alpha-\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

復旦大學

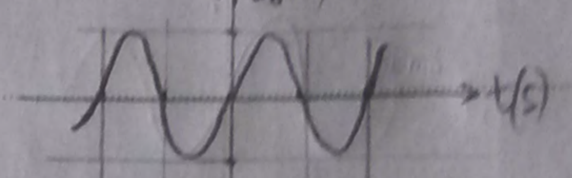
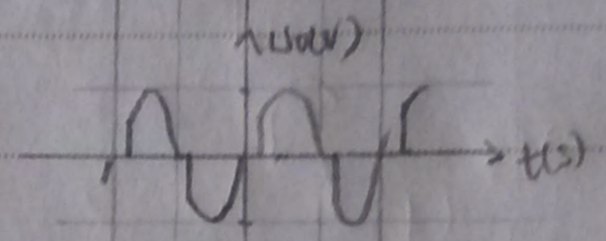
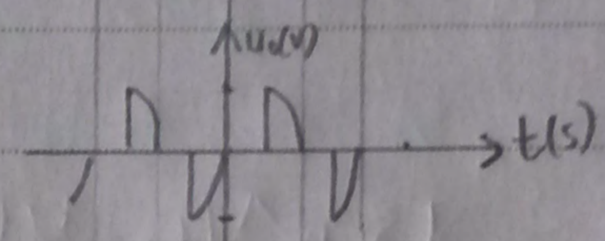
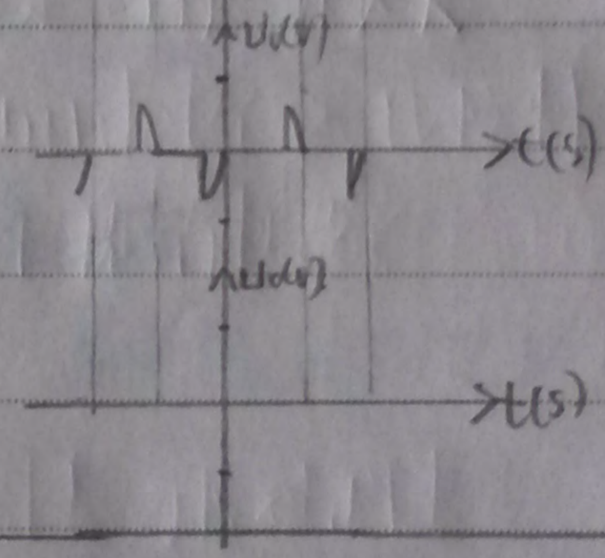
实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

四实验报告

1. 测量调光时各点电压，记录 a~山及波形。

电压有效值V。	导通角	波形图
224V	180°	
210V	~~135~~	
159V	90°	
64V	45°	
0V	0°	
223V	~~[illegible]~~ 162°	
213V	144°	
204V	126°	
178V	108°	
141V	72°	
103V	54°	
64V	36°	
24V	18°	

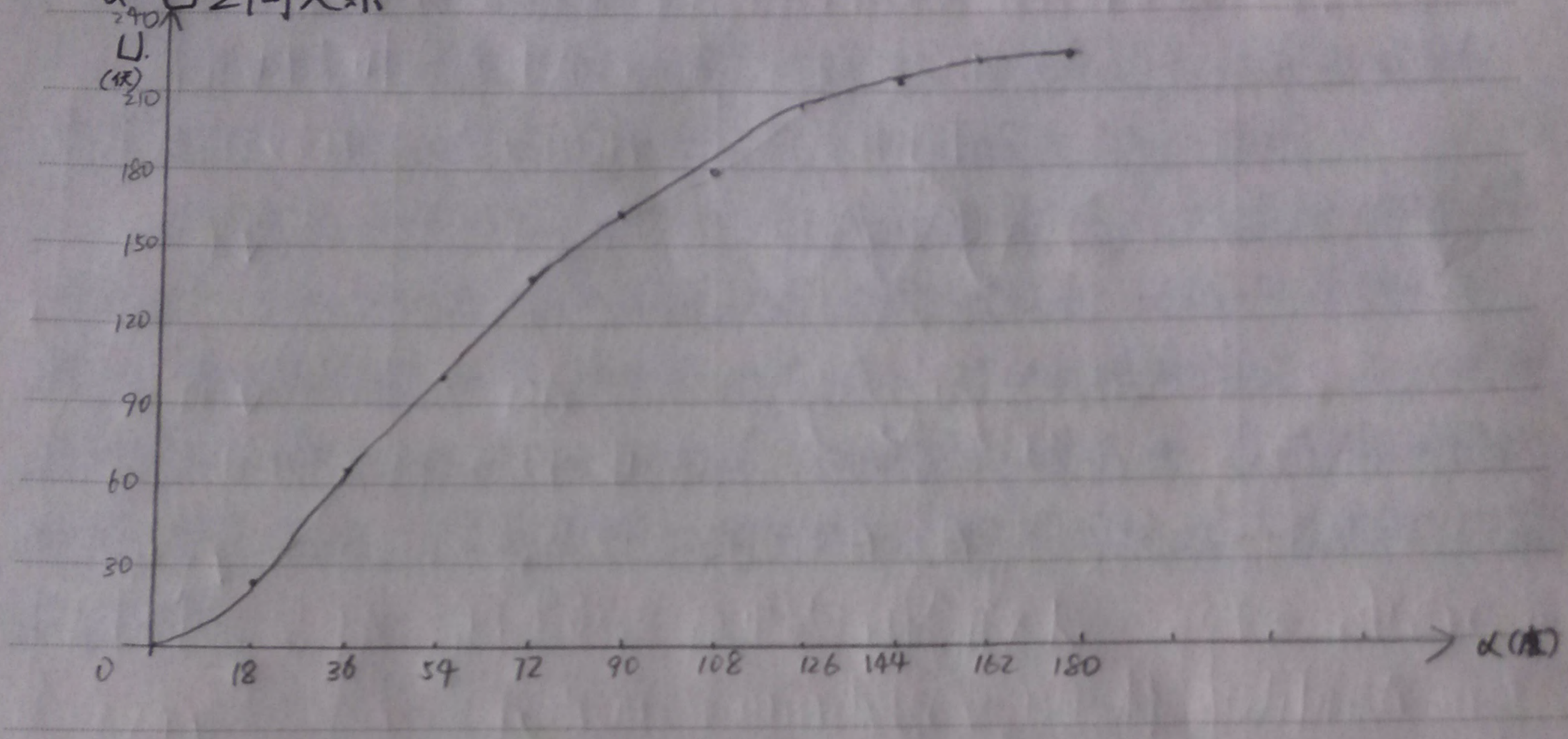
復旦大學

_____ 实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

α-U之间关系



2 电压有效值实际值与运算理论值比较

根据 $V_0 = V_m\sqrt{\frac{2\alpha - \sin(2\alpha)}{4\pi}}$ 其中 $V_m = 317V$ 分别计算 $\alpha = \frac{\pi}{4}k$ 处的 V_0，$k = 0, 1, 2, 3, 4$

电压实际值(V)	电压理论值(V)	误差	导通角
224	224	0	180°
210	213.6	1.69%	135°
159	158.4	0.38%	90°
64	67.5	5.19%	45°
0	0	0	0°

由误差值可见，各点误差均很小，比较符合预期

復旦大學

_____ 实验报告

姓名_____ 专业_____ 年级_____ 班_____ 组_____ 日期_____ 评阅人_____

实验记录:

3 说明可控硅调光.调速原理

可控硅调光调速是通过改变可控硅导通角的方法来改变端电压波形，从而改变端电压有效值，达到调光调速作用。

当可控硅导通角$\alpha = 180°$时，电动机端电压为正弦波，即全导通状态；当$\alpha < 180°$时，非全导通状态，有效值减小。α越小，导通状态越少，电压有效值越小，产生的磁场越小，则电机转速越低。但这时电动机电压和电流波形不连续，波形差，故电动机噪音大，甚至有明显的抖动，带来干扰。调光原理与调速类似，都是通过减小有效电压值实现调节。

4 移相器原理

移相器是能对波的相位进行调整的一种装置。在R-C串联电路中，若输入电压是正弦波，则电路中各处电压电流都是正弦波，输出电压超前输入电压相位一个中角。如果输入电压大小不变，则当改变电源频率f或电路中R.C时，中角都将改变。电机虽然未采用三相电输入，但由于~~电路中电位器W的控制~~电机中两组绕组其中一组中加有电容移相器，将磁动势分解为两个幅值相等、转速相反的旋转磁动势和，从而在气隙中建立正转和反转磁场和，电流与磁场相互作用产生正反电磁转矩。

復旦大學

_____ 实验报告

姓名_____ 专业_____ 年级_____ 班_____ 组_____ 日期_____ 评阅人_____

实验记录:

五实验体会

本次实验.我们对可控硅进行深入的了解,并通过示波器.万用表测量了调节过程中电压的波形变化情况。可控硅应用范围广泛.从本实验中实现调光调速中便能略窥一斑。可控硅通过改变导通角的方式控制正弦波导通的时长,从而改变电压有效值。这样的控制方式可使电压值连续调节.具有一定优越性。

接线过程中,由于电路图与实际仪器中有较大差距,使我们实验充满挑战,这要求我们要加强理论与实践的结合,加深对实验内容的了解。