

示波器的使用示范报告

一、实验目的

1. 了解示波器显示信号波形的原理，了解示波器各主要组成部分及它们之间的联系和配合；
2. 熟悉使用示波器的基本方法，学会用示波器测量信号的电压和频率；
3. 观察李萨如图形。

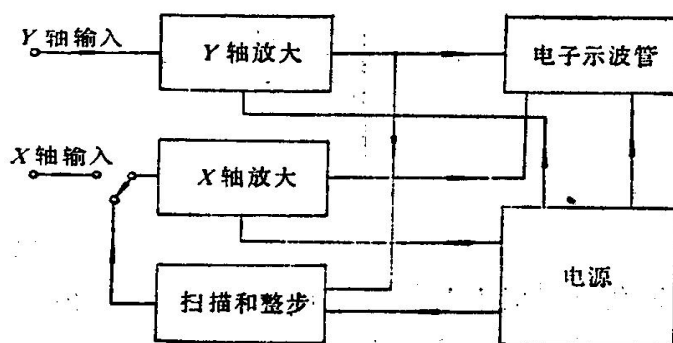
二、实验仪器

1、双踪示波器	GOS-6021 (6031) 型	1 台
2、函数信号发生器	AFG-2225 型	1 台
3、连接线	示波器专用	2 根

示波器和函数信号发生器的使用方法请阅读 *p118* 和 *p127* 附件。

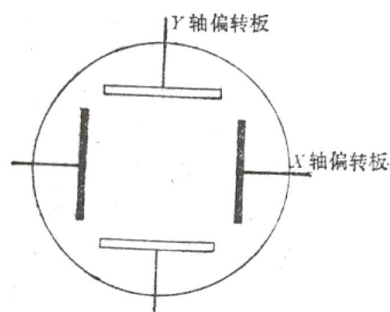
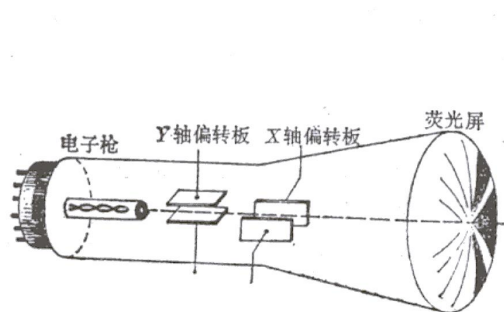
三、实验原理

示波器由示波管、扫描同步系统、Y轴和X轴放大系统和电源四部分组成，



1、示波管

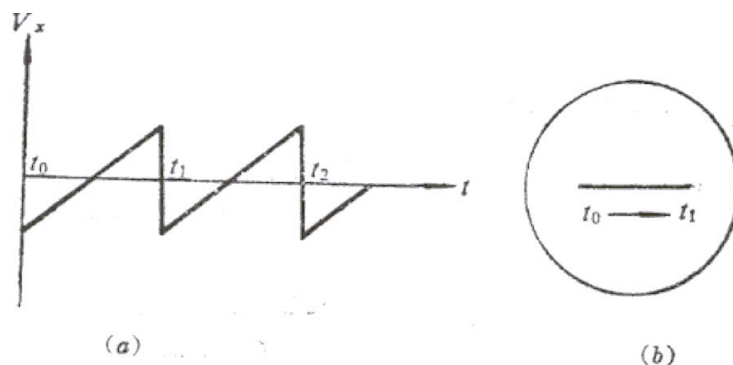
如下图所示，左端为一电子枪，电子枪加热后发出一束电子，电子经电场加速以高速打在右端的荧光屏上，屏上的荧光物发光形成一亮点。亮点在偏转板电压的作用下，位置也随之改变。在一定范围内，亮点的位移与偏转板上所加电压成正比。



示波管结构示意图
示波管内的偏转板

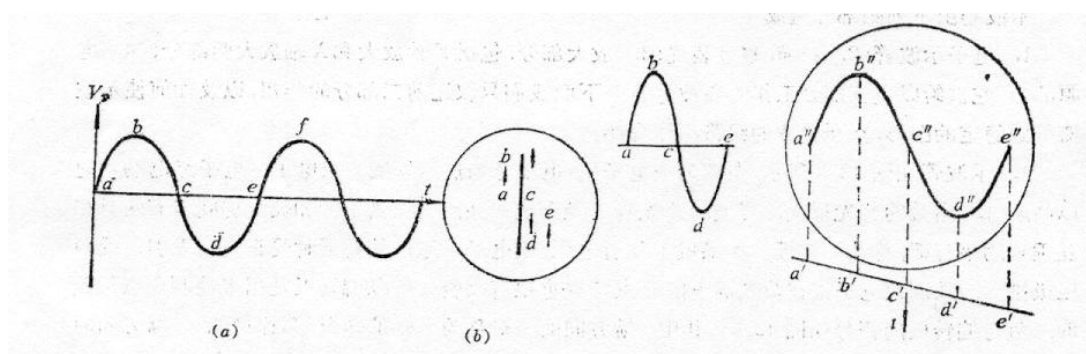
2、扫描同步的作用

如果在X轴偏转板加上波形为锯齿形的电压，在荧光屏上看到的是一条水平线，如图



扫描的作用及其显示

如果在 Y 轴偏转板上加正弦电压，而 X 轴偏转板不加任何电压，则电子束的亮点在纵方向随时间作正弦式振荡，在横方向不动。我们看到的将是一条垂直的亮线，如下图所示



如果在 Y 轴偏转板上加正弦电压，又在 X 轴偏转板上加锯齿形电压，则荧光屏上的亮点将同时进行方向互相垂直的两种位移，其合成原理如上图所示，描出了正弦图形。如果正弦波与锯齿波的周期（频率）相同，这个正弦图形将稳定地停在荧光屏上。但如果正弦波与锯齿波的周期稍有不同，则第二次所描出的曲线将和第一次的曲线位置稍微错开，在荧光屏上将看到不稳定的图形或不断地移动的图形，甚至很复杂的图形。由此可见：

a、要想看到 Y 轴偏转板电压的图形，必须加上 X 轴偏转板电压把它展开，这个过程称为扫描。如果要显示的波形不畸变，扫描必须是线性的，即必须加锯齿波。

b、要使显示的波形稳定，Y 轴偏转板电压频率与 X 轴偏转板电压频率的比值必须是整数，即：

$$\frac{f_y}{f_x} = n \quad n=1, 2, 3,$$

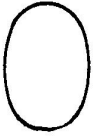
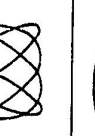
示波器中的锯齿扫描电压的频率虽然可调，但要准确的满足上式，光靠人工调节还是不够的，待测电压的频率越高，越难满足上述条件。为此，在示波器内部加装了自动频率跟踪的装置，称为“同步”。在人工调节到接近满足式频率整数倍时的条件下，再加入“同步”的作用，扫描电压的周期就能准确地等于待测电压周期的整数倍，从而获得稳定的波形。

如果 Y 轴加正弦电压，X 轴也加正弦扫描电压，得出的图形将是李萨如图形，如表所示。李萨如图形可以用来测量未知频率。令 f_y 、 f_x 分别代表 Y 轴和 X 轴电压的频率， n_x 代表 X 方向的切线和图形相切的切点数， n_y 代表 Y 方向的切线和图形相切

的切点数，则有

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{n_x}{n_y}$$

如果已知 f_x ，则由李萨如图形可求出 f_y 。

$f_y:f_x$	1:1	1:2	1:3	2:3	3:2	3:4	2:1
利萨如图形							
N_x	1	1	1	2	3	3	2
N_y	1	2	3	3	2	4	1
$f_y(\text{赫})$	100	100	100	100	100	100	100
$f_x(\text{赫})$	100	200	300	150	$66\frac{2}{3}$	$133\frac{1}{3}$	50

李萨如图形举例表

【实验内容】

1. 示波器的调整
 - (1) 不接外信号，进入非 X-Y 方式
 - (2) 调整扫描信号的位置和清晰度
 - (3) 设置示波器工作方式
2. 正弦波形的显示
 - (1) 熟读示波器的使用说明，掌握示波器的性能及使用方法。
 - (2) 把信号发生器输出接到示波器的 Y 轴输入上，接通电源开关，把示波器和信号发生器的各旋钮调到正常使用位置，使在荧光屏上显示便于观测的稳定波形。
3. 示波器的定标和信号电压、频率的测量
 - (1) 把 Y 轴偏转因数和扫描时间偏转因数旋钮都放在“校准”位置(指示灯“VAR”熄灭)。
 - (2) 把校准信号输出端接到 Y 轴输入插座
 - (3) 把信号发生器的正弦电压接到 Y 轴输入端，用示波器测量正弦电压的幅值和周期，并和信号发生器上显示的频率值比较。
 - (4) 选择不同幅值和频率的 5 种正弦波，重复步骤 (3)，记下测量结果。
4. 李萨如图形的观测
 - (1) 把信号发生器两输出端分别连接到 X 通道和 Y 通道；
 - (2) 分别调节两个通道让他们能够正常显示波形；
 - (3) 切换到 X-Y 模式，调整两个通道的偏转因子，使图形正常显示；
 - (4) 调节 X 或者 Y 信号的频率，观测不同频率比例下的李萨如图形。

【数据记录】

- 1、信号频率测量

示波器测量频率误差 3%					
I	1	2	3	4	5
示波器测量频率 f_1	495Hz	796Hz	0.99 KHz	4.99 KHz	208 KHz
信号发生器频率 f_0	500.000000Hz	800.000000Hz	1.00000 KHz	5.00000 KHz	200.00000 KHz
结果表达 f	$(4.95 \pm 0.15) \times 10^2 \text{ Hz}$	学生自己计算	学生自己计算	学生自己计算	学生自己计算
百分差 $\frac{f_1 - f_0}{f_0} \times 100\%$	-1%	-0.5%	-1%	-0.2%	4%

注意：结果表达式四要素（1、不确定度有效数字不能超过两位；2、测量值平均值与不确定度数值小数点后位数一致；3、共用同一个单位；4、共用同一个科学计数法）

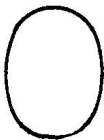
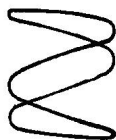
注：本实验频率测量百分差 $\leq 5\%$

2、信号电压测量

示波器测量电压误差 3%					
I	1	2	3	4	5
示波器测量电压 V	0.532 V	1.056 V	1.600 V	3.080 V	16.40 V
信号发生器显示电压 V_0	0.50 V	1.00 V	1.50 V	3.00 V	15.0 V
结果表达 V	$(0.532 \pm 0.016)V$	学生自己计算	学生自己计算	学生自己计算	学生自己计算
百分差 $\frac{V - V_0}{V_0} \times 100\%$	7%	6%	7%	2.7%	10%

注：本实验电压测量百分差 $\leq 10\%$

3、李萨如图形观察

$f_y : f_x$	1: 1	1: 2	1: 3
李萨如图形			
n_x	1	1	1
n_y	1	2	3
f_y (Hz)	50.00000	50.00000	50.00000
f_x (Hz)	50.00000	100.00000	150.00000

4、不确定度的计算(数据处理以第一组数据为例)

(1) 示波器测量频率

$$\Delta_f = 495 \times 3\% = 14.85\text{Hz} = 15\text{Hz} \text{ (注意进位处理不确定度)}$$

$$f_1 = (4.95 \pm 0.15) \times 10^2\text{Hz}$$

同理可得：其他组数据写出结果表达式，单位（写出具体结果）

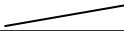
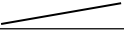
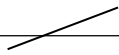
(2) 示波器测量电压

$$\Delta_V = 0.532 \times 3\% = 0.01596\text{V} = 0.016\text{V}$$

$$V = 0.532 \pm 0.016\text{V}$$

同理可得：其他组数据写出结果表达式，单位（写出具体结果）

5、示波器常用操作键

要求	调节按钮	标记	现象
示波器输入接地	GND	左下角有 	中间水平一条直线
选择输入通道	CH1 或 CH2	相应指示灯亮	
选择信号输入方式	AC/DC	交流~直流 	
根据输入通道选择触发源	SOURCE	右下角有 CH1-CH2-。。。变化	
根据信号选择耦合方式	COUPLING	右下角有 AC-HFR-。。。变化	
纵向调节	VOLTS/DIV		图形纵向缩放
横向调节	TIME/DIV		图形横向缩放
调节图形稳定	LEVEL	TAG 亮	图形稳定
测量物理量的选择	COURSORE	ΔT - ΔV -1/ ΔT 变化	标尺变化
选择操作标尺	TRK	标尺上有  出现	 位置变化
移动操作标尺	旋 VARIABLE		标尺移动
切换移动标尺的粗调细调	按 VARIABLE		
处于校准状态	按 TIME/DIV	VAR 红灯灭	

【误差分析】

示波器测量的数据误差主要来源于：

- 1、示波器显示的数字读数时在跳动；
- 2、测量信号时测量线位置的判断不够准确；
- 3、函数信号发生器内部信号转换的系统误差；
- 4、函数信号对应的波形调节的是否稳定；
- 5、连接线接触不好会造成误差。

本报告仅供参考其格式。
数据、内容等请勿抄袭！