

# 南昌大学物理实验报告

课程名称： 大学物理实验

实验名称： 数字示波器的使用

学院： 理学院 专业班级： 应用物理学 152 班

学生姓名： 马文青 学号： 5502215035

实验地点： 基础实验大楼 B211 座位号： 24

实验时间： 第 5 周 星期四 上午 十点 开始

一、实验目的：

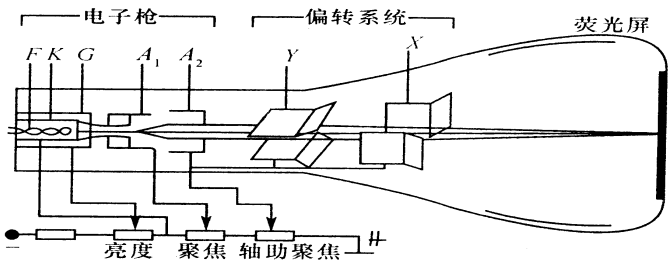
- 1、了解示波器的基本结构和工作原理，掌握示波器的调节和使用方法。
- 2、掌握使用示波器观察电信号波形的方法。
- 3、学会利用双踪示波器观察李萨如图形。

二、实验原理：

双踪示波器包括两部分：示波管和控制示波管工作的电路。

1、示波管

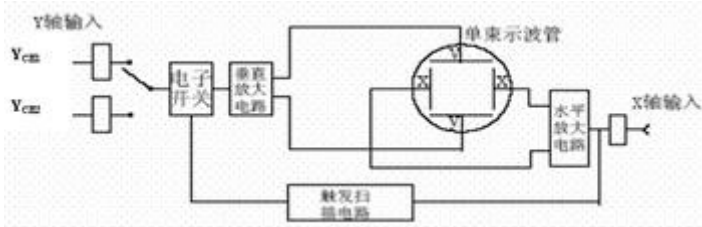
如图所示，示波管是呈喇叭形的玻璃泡，抽成高真空，内部装有电子枪和两对相互垂直的偏转板，喇叭口的球面上涂有荧光物质，构成荧光屏。高速电子撞击在荧光屏上会使荧光物质发光，在荧光屏上就能看到一个亮点。Y 偏转板是水平放置的两块电极。X 偏转板是垂直放置的两块电极。在 Y 偏转板和 X 偏转板上分别加电压，可以在荧光屏上得到相应的图形。



2、双踪示波器的原理

双踪示波器控制电路主要包括：电子开关、垂直放大电路、水平放大电路、扫描发生器、同步电路、电源等。

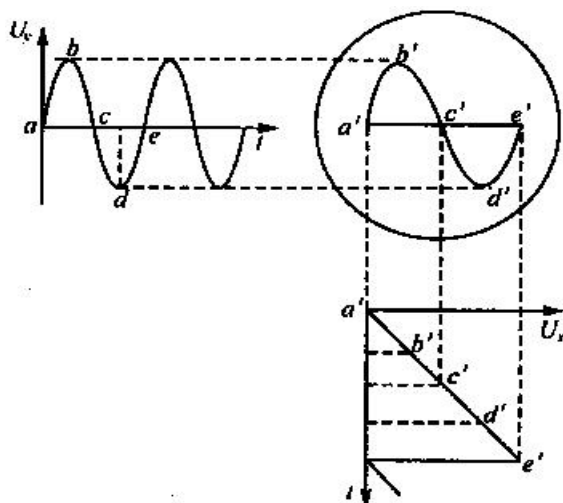
其中，电子开关使两个待测电压信号 Y<sub>CH1</sub> 和 Y<sub>CH2</sub> 周期性地轮流作用在 Y 偏转板，这样在荧光屏上忽而显示 Y<sub>CH1</sub> 信号波形，忽而显示 Y<sub>CH2</sub> 信号波形。由于荧光屏荧光物质的余辉及人眼视觉滞留效应，荧光屏上看到的是两个波形。



当扫描信号的周期与被测信号的周期一致或是整数倍，屏上一般会显示出完整周期的正弦波形。为了获得一定数量的完整周期波形，示波器上设有“Time/div”调节旋钮，用来调节锯齿波电压的周期，使之与被测信号的周期呈合适关系，以显示出完整周期的正弦波形。

3、示波器显示波形原理

如果在示波器的 Y<sub>CH1</sub> 或 Y<sub>CH2</sub> 端口加上正弦波，在示波器的 X 偏转板加上示波器内部的锯齿波，当锯齿波电压的变化周期与正弦电压的变化周期相等时，则在荧光屏上将显示出完整周期的正弦波形，如图。如果在示波器的 Y<sub>CH1</sub>、Y<sub>CH2</sub> 端口同时加上正弦波，在示波器的 X 偏转板加上示波器内部的锯齿波，则在荧光屏上将得到两个正弦波。



#### 4、李萨如图形的基本原理

如果在示波器的 Y 偏转板上加一正弦波，在示波器的 X 偏转板上加上另一正弦波，则当两正弦波信号的频率比值为简单整数比时，在荧光屏上将得到李萨如图形。这些李萨如图形是两个相互垂直的简谐振动合成的结果，它们满足

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

其中  $f_x$  代表偏转板上正弦波信号的频率， $f_y$  代表 Y 偏转板上正弦信号的频率， $n_x$  代表李萨如图形与假想水平线的切点数目， $n_y$  代表李萨如图形与假想垂直线的切点数目。

### 三、实验仪器：

信号发生器、双踪示波器、探头。

### 四、实验内容和步骤：

#### 1、观察波形

打开信号发生器的电源开关，选择信号频率范围，调节旋钮，选择合适的信号源频率，信号源提供三种波形：正弦波、三角波、方波。将被测信号信号发生器的信号从 CH1(x) 输入端输入，调节 “Vol/div” 旋钮，使波形大小适中，调节信号发生器的频率和示波器 Time/div 旋钮，使示波器出现稳定的正弦波；按信号发生器的波形选择按钮，分别选择三角波、方波，调节 SYM 旋钮可以改变波形的对称性，可观察各种波形。

#### 2、测正弦波的电压和频率

(1) 将被测信号信号发生器的信号从 CH1(x) 输入端输入，调节 “Vol/div” 旋钮，使图像大小适中，调节信号发生器的频率示波器 Time/div 旋钮，使示波器出现一、二个稳定的正弦波，记录信号发生器的频率  $f$  和峰-峰值电压  $V_{p-p}$ 。

(2) 示波器显示屏网格尺寸为  $1.0 \times 1.0 \text{ cm}$ ，利用网格线测出正弦波波峰到波谷的垂直距离  $dy$ ，并记录 “Vol/div” 的值。

(3) 根据右式计算  $V_{p-p}$  的值： $V_{p-p} = a \cdot dy$ 。

(4) 利用示波器网格线测出一个完整周期的正弦波的水平宽度  $dx$ ，并记录 “Time/div” 所设定的值  $t$ 。（ $T = t \cdot dx, f = 1/T$ ）

(5) 根据公式计算  $f_y$  的值，并比较记录值，分析产生误差的原因。

(6) 调节信号发生器的频率和信号幅度旋钮，利用示波器重新测量信号的频率和峰-峰值电压。

#### 3、利用李萨如图形测频率


将两信号发生器产生的频率相同的正弦波，分别从示波器的 CH1 和 CH2 输入端输入，按下 “Time/div” 正上方的

“Hori Menu” 按键，屏幕右侧下方出现 “x-y”，按下选择键 “F5”，使屏幕中出现大小适中的椭圆形，可保持 CH1 输入端信号发生器频率不变，调节 CH2 输入端信号发生器的频率，使之出现李萨如图形，利用屏上图形与 x 轴和 y 轴的切点个数比可分别计算 CH2 输入端信号发生器的频率，同时记录该信号发生器频率的示值。比较计算值和信号源显示值。

五、实验数据与处理：

实验次数	dy（单位）	Volts/div（单位）	Vpp（单位）
1	6.2cm	2V	12.4V
2	4.0cm	5V	20.0V

实验次数	dx（单位）	Time/div（单位）	T（单位）
1	4.0cm	250us	1000us
2	4.2cm	500us	2100us

实验次数	fx （单位） CH1	fy （单位） CH2	Nx	Ny	李萨如图形 示意图
1	642	1271	2	1	$\infty$
2	299.6	400.2	4	3	
3	399.8	399.7	1	1	$O$

六、误差分析：

- 1、环境或其他因素的影响，波形会移动。
- 2、实验室电压不稳定。

## 七、思考题：

1、简述示波器显示  $u-t$  图形（即电信号波形）的原理。

答：示波器在  $x$  轴偏转板上加了锯齿型的扫描电压，使光点从左至右做匀速周期性运动。

2、怎样用示波器定量地测量交流信号的电压有效值和频率？

答：对于交流信号，有固有的频率，那么在波形上就有相对稳定的重复性，根据信号在采样点上的重复规律就可以算出信号频率，然后根据波形做积分计算，就可以得出其有效值。

3、观察两个信号的合成李萨如图形时，应如何操作示波器？

答：将两信号分别接入  $CH_1$  和  $CH_2$ ，对应做好记录。将示波器的屏幕显示波形，选择列表里，选中  $CH_1$ ， $CH_2$  下面的  $x-y$ 。

4、为了使李萨如图形稳定下来，能否使用示波器上的同步旋钮？为什么？

答：不能。同步旋钮是使每次扫描都扫描同一个起始相位，使一个示波器内只有一个稳定的图形。但从李萨如图形的形成原理来看，调同步旋钮是不能使它稳定下来的，应该是调频率。

5、用示波器观察周期为  $0.2ms$  的信号电压，若在屏幕上呈现 3 个稳定的波形，扫描电压的周期应等于多少毫秒？

答： $0.6ms$ 。

## 八、附上原始数据：



# 南昌大学物理实验报告

学生姓名：马文青 学号：5502215035 专业班级：应物152班 班级编号：\_\_\_\_\_

实验时间：\_\_\_\_时\_\_\_\_分 第五周 星期四 座位号：24 教师编号：\_\_\_\_ 成绩：\_\_\_\_

实验次数	$d_y$ (单位)	Volts/Div (单位)	$V_{pp}$ (单位)
1	6.2 cm	2 V	12.4 V
2	4.0 cm	5 V	20.0 V

实验次数	$d_x$ (单位)	Time/Div (单位)	$T$ (单位)
1	4.0 cm	250 $\mu s$	1000 $\mu s$
2	4.2 cm	500 $\mu s$	2100 $\mu s$

实验次数	$f_{ex}$ (单位)	$f_y$ (单位)	$N_x$	$N_y$	李萨如图形
1	642	1271	2	1	
2	299.6	400.2	4	3	
3	399.8	399.7	1	1	

