

淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级:24 物理 1 班

学号:2414050120 姓名 缪雨轩 日期：2025.11.12

一、实验名称：示波器的调节与使用

二、实验目的：

- 初步了解示波器的基本结构和工作原理。
- 掌握示波器的基本调节方法，使其显示稳定的波形。
- 学会使用示波器测量交流信号的电压（峰-峰值、峰值、有效值）、周期和频率。
- 了解并掌握使用李萨如图形（X-Y 模式）测量信号频率的方法。

三、实验原理：

（一）示波器基本原理

示波器是一种显示电压信号随时间变化波形的电子测量仪器。其核心部件是示波管（CRT），它利用电子束在外加电场作用下产生偏转。

垂直（Y 轴）偏转：待测信号电压被放大后加到垂直偏转板上，控制电子束的上下运动，偏转距离与信号电压成正比。

水平（X 轴）偏转：示波器内部产生一个周期性的锯齿波扫描电压，加到水平偏转板上，使电子束从左到右匀速扫描。

当两个方向的偏转同时作用时，电子束在荧光屏上的轨迹就描绘出了待测信号随时间变化的波形。

（二）测量电压

将示波器输入耦合方式置于"AC"或"DC"，调节"V/div"（电压偏转因数 k_v ，单位 V/div），使波形在垂直方向占据合适高度。

读取波形在垂直方向的峰-峰距离 y （单位 div）。

峰-峰值电压： $U_{P-P} = k_v \times y$

峰值电压： $U_P = U_{P-P}/2$

有效值电压 (RMS)：取决于波形。

正弦波： $U = U_P/\sqrt{2} \approx 0.707U_P$

三角波： $U = U_P/\sqrt{3} \approx 0.577U_P$

方波： $U = U_P$

（三）测量周期和频率（周期换算法）

调节"Time/div"（扫描速度 t ，单位 s/div 或 ms/div），使屏幕上显示 1-2 个完整的稳定波形。

读取一个完整周期在水平方向占据的距离 x （单位 div）。

周期： $T = t \times x$

频率： $f = 1/T$

（四）测量频率（李萨如图形法）

将示波器工作方式置于"X-Y"模式，此时内部扫描信号被断开。

将待测频率 f_y 的信号接入 $CH1$ (Y 轴)。

将已知频率 f_x 的标准信号接入 $CH2$ (X 轴)。

电子束在两个正弦信号的合成下，在荧光屏上描绘出稳定的闭合图形，即李萨如图形。

通过数出图形与水平切线（上/下边）的切点数 N_x 和与垂直切线（左/右边）的切点数 N_y ，可得频率关系：

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{N_x}{N_y}$$

故待测频率为： $f_y = f_x \cdot \frac{N_x}{N_y}$

四、主要仪器设备：双踪示波器、信号发生器、交流毫伏表、连接导线若干。

五、实验步骤：

（一）示波器基本调节：

- （1）接通电源，将"触发(Trigger)"置于"自动(Auto)"，"扫描(Sweep)"置于"X-Y"模式之外（如1ms/div）。
- （2）调节"辉度(Intensity)"和"聚焦(Focus)"，使屏幕上出现亮度适中、聚焦清晰的一条水平亮线。
- （3）调节"Y-POS"（垂直位移）和"X-POS"（水平位移）将亮线调至屏幕中心。

（二）测量交流信号电压：

- （1）将函数信号发生器输出（正弦波，1V, 1KHz）接入 \$CH1\$ (Y 输入)。
- （2）调节"V/div"（ k_v ）使波形幅度合适。
- （3）调节"Time/div"（ t ）使波形稳定显示 1-2 个周期。
- （4）读取波形峰-峰垂直距离 y (div)，记录 k_v 值。
- （5）计算 U_{p-p} , U_p 和 $U_{\text{示}}$ (示波器测量的有效值)。
- （6）同时用交流毫伏表测量该信号的有效值 $U_{\text{表}}$ 。
- （7）分别更换为三角波和方波，重复步骤 （4）至 （6）。

（三）周期换算法测频率：

- （1）使用步骤 2 中的波形。
- （2）调节"Time/div"（ t ），使波形易于读取一个周期的水平距离 x (div)。
- （3）记录 t 和 x 。
- （4）计算周期 $T = t \times x$ 和频率 $f_{\text{示}} = 1/T$ 。
- （5）将 $f_{\text{示}}$ 与信号源设定频率 f_0 比较。
- （6）分别对三角波和方波重复步骤（3）至（6）。

（四）李萨如图形法测频率：

- （1）将示波器置于"X-Y"模式。
- （2） $CH1$ (Y 输入) 接入待测信号（ $f_y = 1000\text{ Hz}$ 正弦波）。
- （3） $CH2$ (X 输入) 接入标准信号源（ f_x ）。
- （4）调节标准信号源 f_x ，分别使其频率为 250, 500, 1000, 1500, 2000 Hz。
- （5）待图形稳定后，描绘或记录李萨如图形。
- （6）数出 N_x （水平切点数）和 N_y （垂直切点数）。
- （7）计算 $f_y = f_x \cdot (N_x/N_y)$ 。
- （8）计算 5 次测量 f_y 的平均值。

六、原始数据记录：

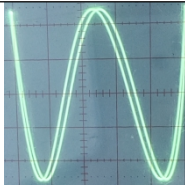
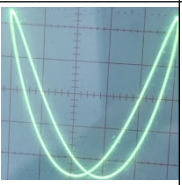
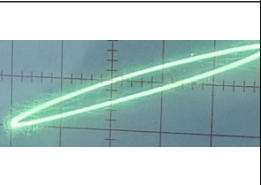
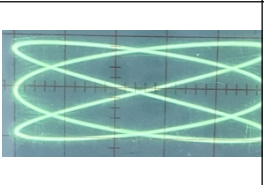
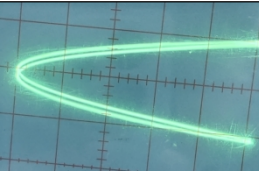
表 1 交流信号电压测量

测量值	正弦波 U=U _p /2 ^{0.5}	三角波 U=0.577U _p	方波 U=U _p
电压偏转因数 ky/(V*div ⁻¹)	0.2	0.2	0.2
峰-峰垂直距离 y/div	5	5	5
峰-峰值 U _{p-p} /V	1	1	1
有效值 U/V	0.5	0.2885	0.5
交流毫伏表测 U(V)	0.507	0.278	0.491
注：U _p =U _{p-p} /2			

表 2 周期换算法测交流信号频率

测量值	正弦波	三角波	方波
扫描速度值 t/(ms*div ⁻¹)	0.2	0.2	0.2
一个周期水平距离 x/div	5	5	5
周期值 T/s	1.E-03	1.E-03	1.E-03
频率值 f/Hz	1000	1000	1000
信号源输出频率 f ₀ /Hz	1000	1000	1000

表 3 李萨如图形法测正弦波信号频率

标准信号 频率 f (Hz)	250	500	1000	1500	2000
李萨如图 形(稳定 时)					
频比=水平 线交点处 Nx / 垂直线 交点处 Ny	8/2	4/2	2/2	4/6	2/4
待测电压 频率 fy=fx*Nx/ Ny	1K	1K	1K	1K	1K
fy 的平均 值 (Hz)	1K				

七、实验结果与讨论:

- （一）本实验掌握了示波器的"辉度"、"聚焦"、"X/Y 位移"、"V/div"、"Time/div"和"触发"等基本调节。
- （二）学会了使用示波器测量交流信号的峰-峰值和峰值。通过测量 $U_{p-p} = 1.0V$ ，计算出了正弦波、三角波和方波的理论有效值，并与毫伏表实测值进行了比较。三角波和方波的测量结果吻合较好（误差 < 4%），正弦波的测量数据偏差较大。
- （三）掌握了周期换算法测频率。通过测量周期 $T = 1.0\ ms$ ，计算得到频率 $f_{\text{示}} = 1000\ Hz$ ，与信号源 $f_0 = 1000\ Hz$ 完全一致。
- （四）掌握了李萨如图形法测频率。通过设置 X-Y 模式，比较已知频率 f_x 和未知频率 f_y ，根据 $\frac{f_y}{f_x} = \frac{N_x}{N_y}$ 公式，五组不同 f_x 的测量结果均准确计算出 $f_y = 1000\ Hz$ 。