



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: ZULFAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

实验十八 示波器的作用

一. 实验目的

1. 了解示波器的基本工作原理和主要性能。
2. 掌握示波器的使用方法
3. 应用示波器测量各种信号的波形参数

二. 实验仪器

仪器用具:

GOS-620型双踪示波器、AFG-2005型数字函数信号发生器、XJ1631型数字函数信号发生器、GAG-810型音频信号发生器

三. 实验原理

示波器能显示各种周期信号的波形。通常用来测量交流信号的幅度、频率、相位差等波形参数，也可以用来测量直流信号的电压。示波器具有灵敏度高、工作频率宽、速度快和输入阻抗大等优点。

1. 示波器主要由示波管(阴极射线管)和提供示波管工作的电子线路组成。

电子线路:

不同型号示波器由于用途不同,可能有各自特殊的辅助电路,但是它们的基本组成是相同的,电子线路主要部分有:放大系统、扫描整步系统和电源部分(高、低电源)等。

放大系统:它包括X轴电压及Y轴电压的放大和衰减系统。它的作用是放大弱信号或衰减强信号,调节偏转板上的电压大小,使荧光屏上显示的信号图形大小适中,便于观察。

扫描整步系统,它包括扫描波发生器和整步装置两部分。

扫描发生器产生一个如图1所示的锯齿波电压,它经X轴放大器后,送至X偏转板上。电子束在这样的周期性锯齿波电压(即 $U_x = kt$)的作用下沿水平方向反复自左向右偏转,亮点在荧光屏上自左向右往复运动,如果锯齿波频率较高,则在屏上呈现一条水平亮线,这一过程叫“扫描”,这一亮线叫扫描线。

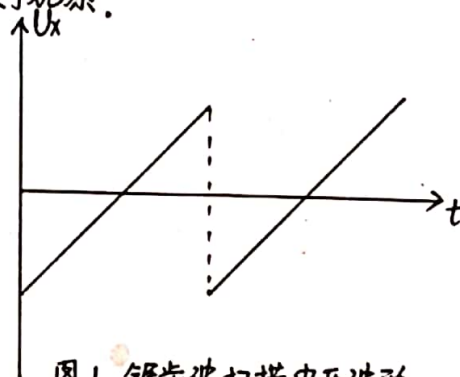


图1 锯齿波扫描电压波形

整步装置的作用是使扫描电压与Y轴输入的被观察的电压保持确定的频率关系和相位关系,即保持同步关系,使荧光屏上的图形稳定。

2. 波形显示原理

如果示波器的两对偏转板都不加信号电压,荧光屏上只出现一个亮点,如果在Y偏转板上加有正弦信号电压,而X偏转板不加电压,荧光屏上只出现一条垂直亮线。如果在Y偏转板上加正弦电压,又在X偏转板上加锯齿波扫描电压,则荧光屏上亮点,的运动将是两个相互垂直振动的合成,荧光屏上将显示出正弦图形。当扫描电压的周期正好是正弦电压周期的两倍时,荧光屏上将显示出两个完整的正弦波图形。





厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN CABLE:0633 P.C:361005

图2是波形的显示原理图。图中 U_x 和 U_y 的瞬时位置相互对应,当 U_y 在a点时, U_x 在a'点,屏上的亮点位置在a"点,当 U_y 在b点时, U_x 在b'点,屏上亮点的位置在b"点, ..., 亮点由a'经b',c',d'至e',描绘出整个完整的正弦图形。依次类推,显示下一波形(e-f-g-h-i...).

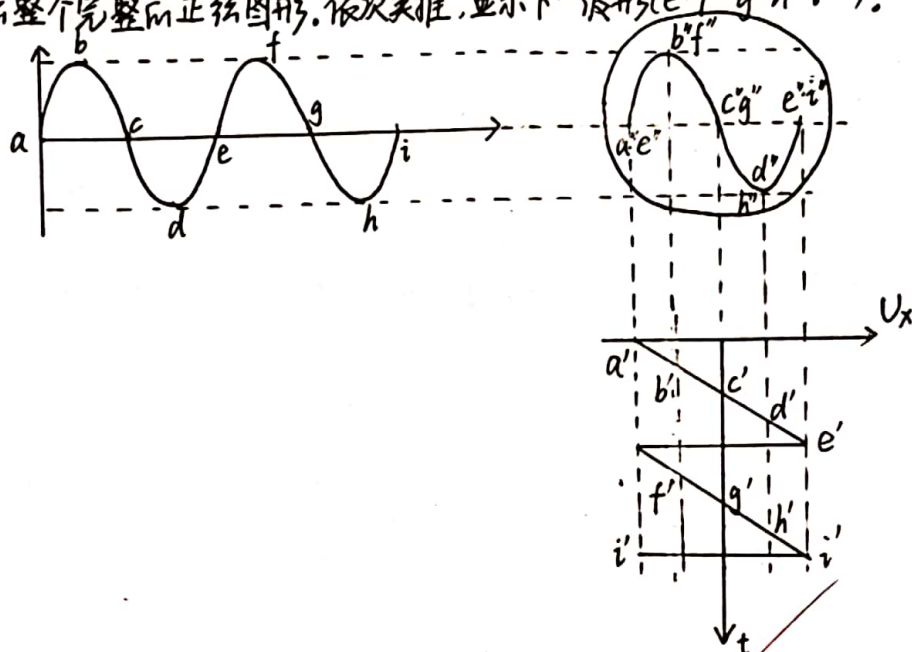


图2. 示波器波形显示原理

综上所述,在荧光屏上构成简单、稳定的示波图形条件是,X偏电压的周期 T_x 等于Y偏电压周期 T_y 的整数倍,即 $\frac{T_x}{T_y} = n$ ($n=1,2,3, \dots$)或 $\frac{f_y}{f_x} = n$,式中 f_y 为Y偏电压频率; f_x 为X偏电压频率; n 为荧光屏上完整波形的数目。

在实际观测信号波形时,必须细心调节加于X偏转板上的锯齿波电压的频率,使式中的条件满足。然而,由于输入电压 U_y 和扫描电压 U_x 都可能不稳定,只要 f_y 或 f_x 中一个发生变化,都会使波形不稳定。为了解决这个问题,需要在 f_y 与 f_x 基本满足倍数关系的基础上,再加入整步控制,使获得的波形稳定。

四. 示波器的使用

1. 示波器的使用步骤:

(1) 开机前预置: "辉度" ② "聚焦" ③ 顺时针旋至合适位置; "垂直位移" ⑪ (或 ⑫); "水平位移" ⑭ 旋至适中位置; "垂直模式" ⑮ 选 CH1 (或 CH2); "触发源" ⑯ 选 CH1 (或 CH2); "输入耦合" ⑩ (或 ⑬) 置于 AC; "扫描方式" ⑰ 选 AUTO。将扫描时间可变旋钮 ⑱ 旋至 "CAL" 位置, 水平放大键 ⑲ 弹出, 并保持此两旋钮不变。

(2) 打开开关, 屏上会现扫描线。若无扫描线, 将 "输入耦合" ⑩ (或 ⑬) 置于 CND, 调节 "垂直位移" ⑪ (或 ⑫), "水平位移" ⑭, 找出扫描线并调至合适位置, 然后重新将 "输入耦合" ⑩ (或 ⑬) 置于 AC。

(3) 被测信号由探头输入, 探头的接地端必须与被测信号的地端连接。



扫描全能王 创建



XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

(4) 根据被测信号的频率和电压幅度,适当选择扫描范围与Y轴灵敏度。

2. 测量信号

(1) 电压测量 a. 直流电压测量 b. 交流电压测量 c. 交、直流合成电压测量

(2) 时间测量

时间的测量指的是对信号波周期、宽度、边沿时间等参数的测量。

(3) 频率测量

a. 利用上述测量时间的方法测量被测号的周期T,再取其倒数,即 $f=1/T$ 。

b. 李萨如图形产生的原理 图3。若X偏转板和Y偏转板上所施加的两个正弦电压振幅和初相位都不同,但两个信号的频率之比为整数比时,则屏上将显示出稳定和复杂的李萨如图形,如图4。

李萨如图形通常使用割线法来测定未知信号的频率。设 f_y 、 f_x 分别为Y偏转板或X偏转板的电压频率, n_x 为水平割线与图形的最多交点数, n_y 为垂直割线与图形的最多交点数,如图4。由理论分析可得频率和最多割点数的比例关系为 $f_y:f_x=n_x:n_y$ 。若已知频率 f_x ,测出 n_x 和 n_y ,则可求出 f_y 。

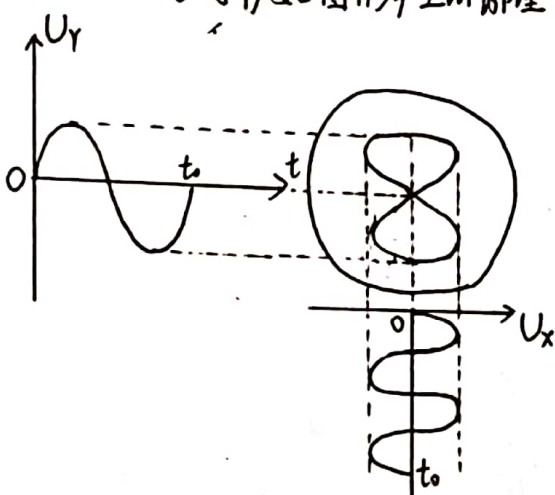


图3 李萨如图形产生原理

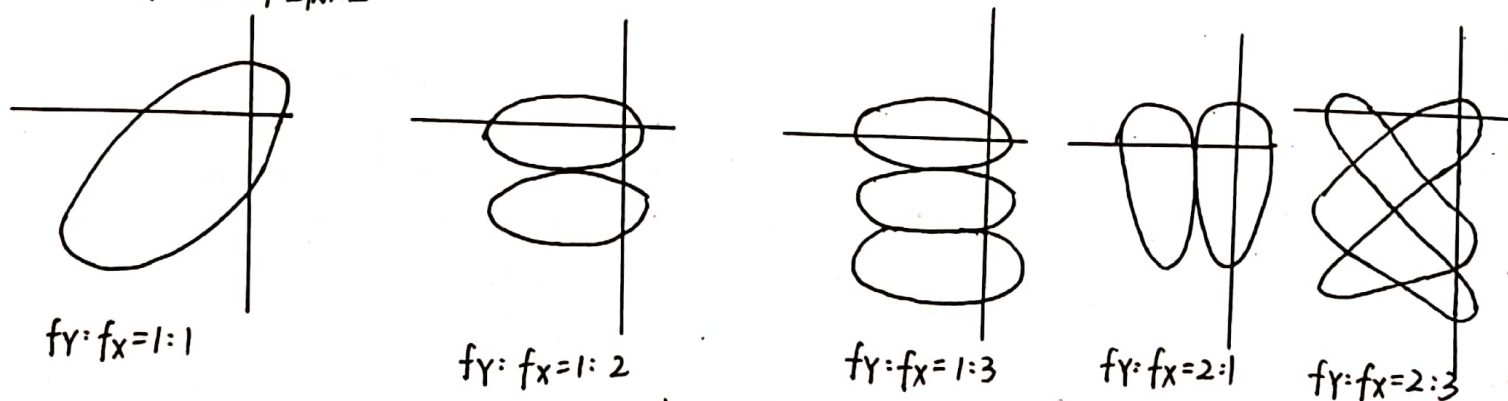


图4 李萨如图形

五. 实验内容

1. 检验示波器的垂直和水平灵敏度,在示波器荧光屏上怎样确定零电平的位置。

2. 测量一般方波参数

(1) 数字函数信号发生器输出端与示波器的CH2输入端连接,打开数字函数信号发生器开关,将占空比调节旋钮调至校准位置“CAL”,函数开关选择方波,频率档极开关选择1K,调节频率调节旋钮,使输出方波频率为2.000kHz。将幅度调节旋钮旋至适中位置。



扫描全能王 创建



(2) 调节示波器的垂直工作方式选择开关放在CH2, 选定CH2的输入耦合方式为AC档(调整时耦合方式应选择GND)

(3) 适当调节CH2的垂直电压灵敏度旋钮及扫描时间调节旋钮, 使示波器至少显示一个周期幅度适中的完整波形, 如图5)

(4) 调节数字函数信号发生器的幅度调节旋钮, 使示波器上显示的方波的幅度为3V。

(5) 读取并计算如图5所示的几个参数, 填入表1。

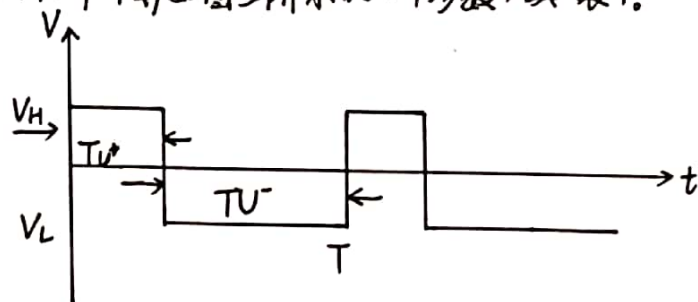


图5 方波

3. 测量正弦波的峰—峰值

(1) 将音频信号发生器输出的正弦波信号接入示波器的CH1的输入端。

(2) 示波器垂直工作方式选择开关放在CH1, 选定CH1的输入耦合方式为AC档。

(3) 首先调节输入信号的频率为5kHz, 峰—峰值为1DV(衰减旋钮置于0db档), 适当调节CH1扫描时间调节旋钮和垂直电压灵敏度旋钮, 使示波器显示至少一个周期的完整波形。然后调节音频信号发生器的衰减旋钮分别置于10db, 20db, 30db, 40db时, 测量正弦波的峰—峰值 V_{pp} , 计算电压的有效值:

$$V = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{pp}, \text{ 填入表2.}$$

4. 测量正弦波的周期与频率

(1) 将数字函数信号发生器输出的正弦波信号接入示波器的CH2的输入端。

(2) 使数字函数信号发生器的输出频率分别为1kHz, 20kHz, 50kHz, 100kHz。

(3) 此时示波器垂直工作方式放在CH2, 选定CH2的耦合方式为AC档, 适当调节CH2的垂直电压灵敏度旋钮及扫描时间调节旋钮, 使示波器至少显示一个周期幅度适中的完整波形。

(4) 测量波形的周期, 计算其频率, 填入表3。

5. 显示李萨如图形

将示波器的扫描时间调节旋钮置于X-Y工作方式, 音频信号发生器的信号函数输出接示波器的CH1的输入端, 数字函数信号发生器的信号输出接示波器的CH2的输入端。使数字函数信号发生器输出正弦波信号, 频率 f_y 固定为1kHz; 使音频信号发生器同样输出正弦波信号, 并调节信号频率 f_x , 显示图4中前三种情况的李萨如图形, 测量并利用割线法计算这三种情况下音频信号发生器的输出频率 f_x 。





厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

六. 注意事项

1. 示波器的电源开关在开或者关之前, 应将辉度旋钮反时针旋到尽头.
2. 示波器荧光屏上的光点, 不能太亮, 不能久留一处, 以免损坏荧光屏.
3. 信号发生器的电源开关在开或者关之前, 应将输出调节到最小.

七. 数据记录

1. 测量方波参数. (表1)

信号频率	占空比(%)	$V_H(V)$	$V_L(V)$	$T_{ut}(ms)$	$T_{u-}(ms)$	$T(ms)$
2kHz	20	2.4 4.8	0.4 0.8	1.0 2.0	4.0 8.0	5.0 10.0
	40	3.6 7.2	1.0 2.0	2.0 4.0	3.0 6.0	5.0 10.0
	60	2.4 4.8	2.0 4.0	2.0 4.0	2.0 4.0	5.0 10.0

$V_H(V)$ 20: 2.4, 40: 1.8, 60: 1.2
 $V_L(V)$ 20: 0.4, 40: 1.0, 60: 2.0
 $T_{ut}(ms)$ 20: 1.0, 40: 2.0, 60: 2.8
 $T_{u-}(ms)$ 20: 4.0, 40: 3.0, 60: 2.8
 $T(ms)$ 20: 5.0, 40: 5.0, 60: 5.6

20: $4.8 \times 0.5 = 2.4V$ $1.2 \times 0.5 = 0.6V$
 40: $3.6 \times 0.5 = 1.8V$ $2.4 \times 0.5 = 1.2V$
 60: $2.4 \times 0.5 = 1.2V$ $3.6 \times 0.5 = 1.8V$

2. 测量正弦波的周期与频率. (表2)

频率正值(Hz)	1k	20k	50k	100k
测量周期T	$5.0 \times 0.2 = 1.0ms$	$5 \times 10 \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-2}ms$	$4 \times 5 \times 10^{-3} = 2.0 \times 10^{-2}ms$	$5 \times 2 \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-2}ms$
计算频率f	1.0 kHz	20 kHz	50 kHz	100 kHz

3. 用图形表示三种情况下的李萨如图形, 测量并用割线法计算未知频率. (表3)

李萨如图形	$f_Y(Hz)$	N_x	N_y	f_x 测量值(Hz)	$f_x = f_Y \frac{N_y}{N_x}(Hz)$
	1.0000×10^3	2	2	999.96	1.0000×10^3
	1.0000×10^3	2	4	1.9999×10^3	2.0000×10^3
	1.0000×10^3	2	6	2.9999×10^3	3.0000×10^3

11.22



扫描全能王 创建



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

八. 数据处理

1. 测量方波参数. (表1)

信号频率	占空比(%)	$V_H(V)$	$V_L(V)$	$T_U(ms)$	$T_U^-(ms)$	$T(ms)$
2kHz	20	2.4	-0.60	0.10	0.40	0.50
	40	1.8	-1.2	0.20	0.30	0.50
	60	1.2	-1.8	0.30	0.20	0.50

2. 测量正弦波周期与频率. (表2)

$$T = T_U + T_D = \dots$$

频率正值(Hz)	1k	20k	50k	100k
测量周期T	1.0ms	0.050ms	0.020ms	0.010ms
计算频率f	1.0kHz	20kHz	50kHz	1.0x10 ⁵ kHz

3. 用图形表示三种情况下的李萨如图形测量并用割线法计算未知频率. (表3)

李萨如图形	$f_Y(Hz)$	N_x	N_y	f_x 测量值(Hz)	$f_x = f_Y \frac{N_y}{N_x} (Hz)$
	1.0000×10^3	2	2	999.96	1.0000×10^3
	1.0000×10^3	2	4	1.9999×10^3	2.0000×10^3
	1.0000×10^3	2	6	2.9999×10^3	3.0000×10^3

计算过程: (1) $f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.0 \text{ kHz}$ $f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0.050 \times 10^{-3}} = 20 \text{ kHz}$
 $f_3 = \frac{1}{T_3} = \frac{1}{0.020 \times 10^{-3}} = 50 \text{ kHz}$ $f_4 = \frac{1}{T_4} = \frac{1}{0.010 \times 10^{-3}} = 1.0 \times 10^5 \text{ kHz}$

(2) $f_{x1} = f_Y \frac{N_y}{N_x} = 1.0000 \times 10^3 \times \frac{2}{2} = 1.0000 \times 10^3$
 $f_{x2} = f_Y \frac{N_y}{N_x} = 1.0000 \times 10^3 \times \frac{4}{2} = 2.0000 \times 10^3$
 $f_{x3} = f_Y \frac{N_y}{N_x} = 1.0000 \times 10^3 \times \frac{6}{2} = 3.0000 \times 10^3$

(3) 频率 f 的相对误差 $\frac{|f_1' - f_1|}{f_1} \times 100\% = 0.004\%$; $\frac{|f_2' - f_2|}{f_2} \times 100\% = 0.005\%$; $\frac{|f_3' - f_3|}{f_3} \times 100\% = 0.003\%$



扫描全能王 创建



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FULFAN XIAMEN CABLE: 0633 P.C: 361005

九. 回答思考题: 1.

2. ① "扫描时间选择钮"调节到X-Y模式, 将X通道关闭, Y通道输出合适m信号
- ② 将"输入信号耦合选择按钮"调到AC或DC档
- ③ 调节"位移调节旋钮"
- ④ 调节"扫描时间选择钮"加快其扫描速度
- ⑤ 调节"Func键"选择折线波形, 调节"垂直衰减旋钮"
- ⑥ X、Y通道均关闭不输入信号, 调节亮度、聚焦。
- ⑦ 调节"触发准位调整钮"。
- ⑧ 将"扫描时间选择钮"调节到X-Y模式, X通道输入方波信号, Y通道输入正弦波信号

1. 辉度 (INTEN) 和垂直衰弱旋钮 (VOLTS/DIV)

3. 作用是同步波形, 在波形处在不断滚动状态时调节, 使之稳定不动
4. 不能, 李萨如图形是否稳定, 要取决于两个信号的频率比, 应调节 f_x 的信号频率使其稳定。

品 11.29



扫描全能王 创建