广州航海学院

电子测量技术 实验报告

|  |  |
| --- | --- |
| 成绩 |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 专业班级 |  | 实验日期 |  |
| 姓 名 |  | 学 号 |  |
| 实验名称 | 示波器测试技术综合应用 | 指导教师 |  |

（报告内容包括实验目的、实验设备及器材、实验步骤、程序框图、代码、运行结果、实验小结等）

一、实验目的

1、掌握示波器的基本工作原理、熟悉示波器的操作方法；

2、掌握用示波器进行电压测量的方法；

3、掌握用示波器进行频率测量的各种方法；

4、掌握用示波器进行周期、脉冲间隔、脉冲上升时间的测量方法；

5、掌握用示波器进行信号间的相位差测量的方法。

二、实验仪器

函数信号发生器2台、双踪示波器1台或者数字示波器1台、RC移相电路

三、实验内容

示波器的工作原理：示波器一般由示波管、扫描信号发生器、信号输入和放大系统、同步系统以及电源五部分组成。示波器内有电子枪，电子枪发射电子束经Y轴偏转板或X轴偏转板会发生偏转，从而打在荧屏上。人们可以根据显示在荧屏上波的形状、幅度来判断信号源的电压、频率等的大小。

1、用直接测量法测量波形的电压

所谓直接测量法就是直接从示波器屏幕上量出被测电压的高度，然后换算成电压值。若已知CH1通道的偏转灵敏度为Dh 则被测电压值为：



其中：—被测电压峰峰值或任意两点间的电压值，单位为V。

—偏转灵敏度，单位为V/DIV，可从CH1通道的VOLTS/DIV开关读出。

—被测电压波形峰峰高度或任意两点间的高度，单位为DIV。

注：用示波器测量时，测量通道的VAR旋钮应位于CAL处。

2、用比较测量法测量方波电压信号的电压

比较测量法就是用已知电压和被测电压比较，求出被测电压值。比较测量法原理方框图如图6-1所示。



图6-1 比较测量法原理框图

进行测量时，先将被测信号接入Y通道，选择合适的垂直灵敏度，从屏幕上得到高度合适的波形（使峰峰高度不超过6格，以保证Y通道良好的线性），读出被测两点间的高度，然后将比较信号V1接入Y通道，保持垂直灵敏度不变，选择比较信号步进器，使屏幕上得到的高度与差不多，设高度为，则被测电压V为：



比较测量法的测量误差主要取决于比较电压的准确度和确定h1、h2的误差，而与输入衰耗器和垂直通道的增益无关，因此，测量误差比直接测量误差要小些。

3、用直接法测量信号的频率

如果示波器的水平扫描是直接对时间校准的，所观察波形的时间间隔可以在荧光屏上直接测量，若被测信号一个周期所对应光迹在水平方向的距离为，则信号的周期T为：



其中：—示波器的时基因数。

则被测信号的频率。在用直接法测周期、频率时，扫描速度微调应在CAL位置，扫描速度开关的位置也应恰当，使被测信号所对应的光迹长度适中。用此方法亦可测量脉冲上升时间及脉冲宽度。

4、李萨如图形法测频率

几乎任何一种示波器均可用李沙育图形进行准确的频率测量。利用示波器的X—Ｙ工作方式，测量时，内扫描发生器不工作，但水平放大器（即X轴）应接入经校准、频率可变的标准信号，此信号可由标准频率信号源供给；而将被测信号接入垂直放大器（即Y轴）进行比较测量，如下图6-2所示，为用李萨如图形法测量频率的接线图。

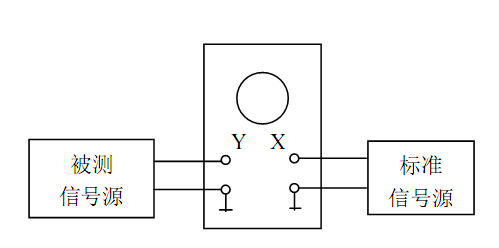


图6-2 李萨如图形法测量频率的接线图

如果在示波器的CH1通道加上一个正弦波，在示波器的CH2通道加上另一个正弦波，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，如下图所示。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



其中，代表CH1通道上标准正弦波信号的频率，代表CH2通道上被测正弦波信号的频率，代表李萨如图形与水平轴交点的数目，代表李萨如图形与垂直轴的交点数目。

常见不同频率比和相位差的李萨如图形

 频率比计算示例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 李萨如图形 | Lissajous12 | Lissajous34 | Lissajous58 |
| 频率比 |  |  |  |

5、用示波器测量相位差的原理

（1）用李萨如图法测量相位差（椭圆法）

使示波器工作在X-Y方式，分别把两个信号输入到X偏转板和Y偏转板，然后移相，则得到如图6-3所示的李萨如图形。从示波器屏幕上读出A和B的值（格数），则信号的相位差为



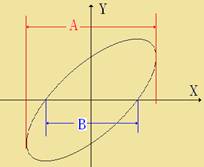


图6-3 用李萨如图法测量相位差（椭圆法）

（2）双迹法测量相位差

对所有频率的信号，双迹法测量相位差的准确度都较高，它特别适合于高于100KHz的频率，双迹法的另一个特点使可以测量幅度、频率和波形不同的信号之间的相位差。

测量RC移相电路的相位差时仪器的连接如图6-4所示。



电阻R：4.7KΩ可调，电容C：0.47μF

图6-4 测量RC网络相位移时的仪器连接

使示波器工作在扫描工作方式，选择交替显示，调节两条扫描线重合。把两待测信号通过示波器的两个输入通道输入，示波器处于波形显示状态。将、分别接入示波器的CH1、CH2通道后，调节示波器，使两通道的零位位于统一刻度线上，用CH1（或CH2）通道的信号作为内触发信号。适当调节显示器灵敏度旋钮，使屏幕上两屏幕上两个波形的幅度适中，改变扫描速度开关，使屏幕上的波形略大于一个周期，如图6-4所示。再调节X轴“移位”旋钮，使其中一个波形周期的起点对准纵横坐标刻度的交点。读出一个周期波形的起点与终点间X轴方向的距离，记为AC，再读出两信号波形起点间的X轴方向的距离，记为AB,则两波形之间的相位差为：





图6-5 双迹法测量相位差

注：若以CH1通道的信号作为触发信号，则为CH2的信号滞后于CH1信号的相角，同样，若以CH2通道的信号作为触发信号，则为CH1的信号滞后于CH2信号的相角。

6、用调制法测量频率

调制环法是把未知频率信号与已知频率信号进行比较。标准信号发生器、被测信号源与示波器按图6-6所示连接，示波器处于X-Y图示仪状态。



电阻R：4.7KΩ可调，电容C：0.47μF

图6-6 调制法测频时仪器连接

移相电阻R两端的信号与被测信号串联后加到“X轴输入”端，因而形成了调制。标准信号发生器输出端RC移相网络中的电容的容抗（）应与移相电阻的阻值R相等。移相电阻采用可变电阻是为了在标准信号发生器输出频率变

动后，能调节R的阻值，使其仍与电容的容抗相等。

调节标准信号发生器输出信号的频率，使其远低于被测信号的频率，而其输出信号的幅度要求大于被测信号（幅度比约为10：1）。调节X、Y轴灵敏度开关，使图形的大小适中，而居于屏幕中央。此时屏幕上出现的图形将会扭动。调节标准信号发生器的输出频率，尽可能使图形停止扭动。同时调节移相电位器。使屏幕上的图形水平幅度增大，以利于观测。数出图形中单一方向上的峰点数记着m，如图6-7所示。若此时标准信号的频率为，则被测信号的频率为：





图6-7 调制环形图

7、环形图测量频率

标准信号发生器、被测信号源与示波器按图6-8所示连接。示波器处于X-Y图示仪状态。



电阻R：4.7KΩ可调，电容C：0.47μF

图6-8 断续环法测频时仪器连接

标准信号发生器的输出端接RC移相网络。移相器中的电容在标准信号源输出信号频率确定时的容抗应等于电阻的阻值，即,以形成圆扫描。

由于加到“Y轴输入”端和“X轴输入”端的信号频率相同（相位不同），所以显示在屏幕上的图形是一个圆或椭圆。由于加到Z轴上的被测信号的频率高于标准信号源输出的频率，因此，圆或椭圆将被测信号的正负半周分割成亮、暗间隔的小段（断续环形图），如图6-9所示。调节X、Y轴的灵敏度及移位旋钮，使屏幕上的圆环足够大，且居中。调节标准信号源输出信号的频率，同时仔细观察屏幕上的圆环，使圆环的亮点不沿圆环走动。同时微调相移器中的电阻，尽量使圆环成标准的圆形。阻值的调节方向应与标准信号源频率的调节方向对应起来。如果标准信号源的输出频率调高，则相移电阻的阻值应调小。圆环上的亮点停止走动时，表明此时被测信号的频率与标准信号源输出的频率正好成正倍数。数出圆环上的亮点数记为m，读出标准信号的频率记为，则被测信号的频率为：



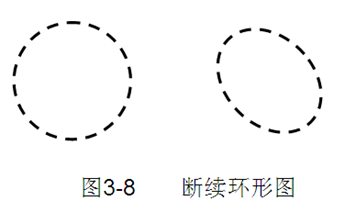


图6-9 断续环形图

8、虚线法测量频率

标准信号发生器、被测信号源与示波器按图6-10所示连接。



图6-10 虚线法测频时的仪器连接

示波器处于波形显示状态。调节X、Y两轴“移位”旋钮，使扫描线位于屏幕中间。调节X、Y灵敏度旋钮使屏幕上一个周期的波形不超过水平方向有效观察范围。调节标准信号发生器输出信号频率，使其比被测信号的频率低数倍，并让屏幕上出现的虚线稳定，此时被测信号的频率正好与标准信号的频率成整倍数。数出虚线上亮点数，记着m,并读出标准信号发生器输出信号的频率，记为，则被测信号的频率为：



**四、实验内容与步骤**

1、测量正弦电压的电压和频率、周期

（1）首先将示波器的各个旋钮的功能和用法弄清楚。

（2）将示波器的各个旋钮调到实验所需的正常状态，然后使之处于工作状态。

（3）用信号发生器作为信号源，调节输出电压峰峰值为2V，频率为10kHz，其输出信号接在CH1信号输入端上。

（4）调节扫描时间旋钮和CH1的信号输入衰减值，正确选择同步信号，是得到清晰、稳定的正弦波形。

（5）记录波形在竖直方向的幅度Y，一个周期信号波形在水平方向的幅度X，还有扫描时间，电压灵敏度。

（6）改变输出信号，改为接在CH2信号输入端上，类似上面的步骤在测。

（7）将所得的数据整理成如下表6-1

**表6-1 测量正弦电压的电压和频率、周期**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | X | Y | 扫描时间 | 电压灵敏度 | 测量值U（V） | 有效值U’(V) | 周期（s） | 测量的频率  （kHz） | 信号源频率（kHz） |
| A(CH1) | 5.00 | 4.00 | 20µs/格 | 0.5V/格 | 2.00 | 0.710 |  | 10.00 | 10.00 |
| B(CH2) | 5.00 | 4.00 | 20µs/格 | 0.5V/格 | 2.10 | 0.740 |  | 1.00 | 1.00 |

2、测量两个正弦波电压的相位差

◆用李萨如图法测量相位差（椭圆法）

（1）调节好示波器，使之工作在X-Y方式。

（2）分别以频率为500Hz ，1000Hz，1500Hz的两个信号频率输入到X，Y偏转板。

（3）通过移相的方法使两信号的相位差稳定在某一固定值，得到图6-3所示的李萨如图形。

（4）从示波器屏幕上读出A和B的值

（5）将数据整理成表6-2。

**表6-2 测量两个正弦波电压的相位差（李萨如图形法）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频率 | A | B |  | 参考值 | 百分差 |
| 500Hz | 4.0 | 2.8 |  |  | 1.3% |
| 1000Hz | 4.0 | 2.8 |  |  | 1.3% |
| 1500Hz | 4.0 | 2.8 |  |  | 1.3% |

◆双迹法测量相位差

（1）使示波器工作在扫描工作方式，选择交替显示，调节两条扫描线重合。

（2）分别以频率为500Hz ，1000Hz，1500Hz的两个信号频率输入到X，Y偏转板，得到如图6-5所示的图。

（3）从图中读出一个信号周期T所占的距离AC，相位差对应距离AB。

（4）将数据整理成表6-3。

**表6-3 测量两个正弦波电压的相位差（**双迹**法）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频率 | AB | AC |  | 参考值 | 百分差 |
| 500Hz | 0.5 | 4.0 |  |  | 0.0% |
| 1000Hz | 0.6 | 4.8 |  |  | 4.0% |
| 1500Hz | 0.8 | 6.4 |  |  | 0.0% |

3、利用李萨如图形测频率

将两信号发生器分别从示波器的CH1输入端和CH2输入端输入,将CH1和CH2输入端信号置于X-Y模式，可保持CH1输入端信号发生器的频率不变（例如*f*x=100Hz）,调节CH2输入端信号发生器的频率,使屏中出现大小适中的图形，即出现如讲义中所示的李莎如图形,计算出*f*y，读出信号发生器上CH2输入端信号的频率*f*y′,比较*f*y和*f*y′。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 1:1 | 2:1 | 3:1 |
| （CH1）(Hz) | 100 | 100 | 100 |
| 李萨如图形 | IMG_20171102_232730 | IMG_20171102_232706 | IMG_20171102_232640 |
|  | 1 | 2 | 3 |
|  | 1 | 1 | 1 |
| (Hz)  （计算值） | 1/1 | 1/2 | 1/3 |
| *f*y′(Hz)（标准值） | 1/1 | 2/1 | 3/1 |

其中，代表CH1通道上标准正弦波信号的频率，代表CH2通道上被测正弦波信号的频率，代表李萨如图形与水平轴交点的数目，代表李萨如图形与垂直轴的交点数目。

四、实验小结

通过本次实验，我对示波器有了更深的了解。