浙江大学

**物 理 实 验 报 告**

**实验名称： 示波器实验**

**指导教师： 厉位阳**

专业： 竺可桢学院混合班

班级： 混合1903班

姓名： 徐圣泽

学号： 3190102721

实验日期: 3 月 6 日 星期 五 下午

1. 实验目的：

1.了解示波器的基本原理和结构。

2.学习使用示波器观察波形和测量信号周期及其时间参数。

3.观察李萨如图形。

1. 实验内容：

1. 用x轴的时基测信号的时间参数

测量示波器自带方波输出信号的周期(时基分别为0.1 ms/cm，0.2 ms/cm，0.5ms/cm)。

选择信号发生器的对称方波接y输入(幅度和y轴量程任选)，信号频率为200Hz～2kHz(每隔200Hz测一次)，选择示波器合适的时基，测量对应频率的厘米数、周期和频率。以信号发生器的频率为x轴，示波器频率为y轴，作y-x曲线，求出斜率并讨论。

选择信号发生器的非对称方波接Y轴，频率分别为200，500，1K，2K，5K，10K，20K(Hz)，测量各频率时的周期和正波的宽度。

选择信号发生器的输出为三角波，频率为500Hz、1kHz、1.5kHz，测量各个频率时的上升时间。下降时间和周期。

2. 观察李萨如图形并测频率

用两台信号发生器分别接y轴和x轴，取等于1、1/2、2、2/3、3/4时，测出对应的和，画出有关图形并求出待测信号的频率。

1. 实验原理：

1.用x 轴时基测时间参数

在实验中或工程技术上都经常用示波器来测量信号的时间参数，如信号的周期或频率，信号波形的宽度、上升时间或下降时间，信号的占空比(宽度/周期)等。如雷达通过测量发射脉冲与反射(接受)脉冲信号的时间差来实现测距离，其他无线电测距、声纳测潜艇位置等都属于这一原理。

我们有公式，其中扫描电压的周期为Tx(或频率fx)，被测信号的周期为Ty(或频率fy)。

设待测信号接y轴输入端，则是待测信号的周期，是x轴扫描信号的周期，N是一个扫描周期内所显示的待测信号的波形周期数。如荧光屏上显示2个信号波形，扫描信号周期是10ms，则待测信号的周期是5ms。

X轴扫描信号的周期实际上是以时基单位(时间/cm)来标示的，一般示波管荧光屏的直径以10cm居多，则上式中的Tx，由时基乘上10cm，如时基为0.1ms/cm，则扫描信号的周期为1ms。为此在实际测量中，运用以下公式：

Ty=时基单位×波形厘米数

式中的波形厘米数，可以是信号一个周期的读数(可测待测信号的周期)、正脉冲(或负脉冲)的信号宽度的读数或待测信号波形的其他参数。

2.用李萨如图形测信号的频率

如果将不同的信号分别输入y轴和x轴的输入端，当两个信号的频率满足一定关系时，荧光屏上会显示出李萨如图形。可用测李萨如图形的相位参数或波形的切点数来测量时间参数。

两个互相垂直的振动(有相同的自变量)的合成为李萨如图形。

两正交正弦电压的相位差一定，频率比为一个有理数时，合成的图形为一条稳定的闭合曲线。图5是几种频率比时的图形，频率比与图形的切点数之间有下列关系：。

1. 实验数据原始记录：

1.用x轴时基测信号的时间参数

（1）测量示波器自备方波输出信号的周期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 |
| 选择时基(ms/cm) | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 方波信号(Hz) | 1000 | 1000 | 1000 |

表1 不同时基下自备方波输出信号周期

（2）选择信号发生器的对称方波接Y输入

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 信号频率(Hz) | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| 波形 |  |  |  |  |  |
| 时基(ms/cm) | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 厘米数(cm) | 5.0 | 5.1 | 8.3 | 6.3 | 9.9 |
| 周期(ms) | 5.0 | 2.55 | 1.66 | 1.26 | 0.99 |
| 示波器频率(Hz) | 200.0 | 392.2 | 602.4 | 793.7 | 1010.1 |
| 序号 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 信号频率(Hz) | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
| 波形 |  |  |  |  |  |
| 时基(ms/cm) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 厘米数(cm) | 8.2 | 7.2 | 6.3 | 5.6 | 5.0 |
| 周期(ms) | 0.82 | 0.72 | 0.63 | 0.56 | 0.50 |
| 示波器频率(Hz) | 1219.5 | 1388.9 | 1587.3 | 1785.7 | 2000.0 |

表2 不同信号频率下示波器频率记录

（3）选择信号发生器的非对称方波接Y输入

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 已知频率(Hz) | 200 | 500 | 1K | 2K | 10K | 20K |
| 信号周期(ms) | 5 | 2 | 1 | 0.5 | 0.1 | 0.05 |
| 波形 |  |  |  |  |  |  |
| 时基 (ms/cm) | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.02 | 0.01 |
| 正波宽度(cm) | 3.5 | 2.8 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| 正波时间(ms) | 3.5 | 1.4 | 0.70 | 0.35 | 0.070 | 0.035 |
| 正波：负波 | 7:3 | 7:3 | 7:3 | 7:3 | 7:3 | 7:3 |

表3 不同信号频率下非对称方波的正负波记录

（4）选择信号发生器输出三角波

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 |
| 已知频率(Hz) | 500 | 1K | 1.5K |
| 波形 |  |  |  |
| 时基 (ms/cm) | 0.5 | 0.2 | 0.1 |
| 三角信号上升时间(ms) | 1.0 | 0.50 | 0.333 |
| 三角信号下降时间(ms) | 1.0 | 0.50 | 0.333 |
| 周期(ms) | 2.0 | 1.0 | 0.67 |

表4 不同信号频率下三角波升降时间记录

2.观察李萨如图形并测频率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 波形 |  |  |  |  |
| nx | 1 | 2 | 1 | 2 |
| ny | 2 | 3 | 1 | 1 |
| fx(Hz) | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| fy范围(Hz) | 510~545 | 679.9~710.9 | 1016~1056 | 1968~2009 |
| fx/fy实际范围 | 1.83/1~1.96/1 | 1/0.68~1/0.71 | 0.947/1~0.984/1 | 1/2.01~1/1.97 |
| fx/fy理论范围 | 2:1 | 3:2 | 1:1 | 1:2 |
| 公用信号频率(Hz) | 510~545 | 679.9~170.9 | 1016~1056 | 1968~2009 |

表5 不同频率比下的李萨如图形记录

1. 实验数据处理和结果分析：

1.用x轴时基测信号的时间参数

（1）测量示波器自备方波输出信号的周期

在不同时基下，测得的自备方波输出信号波形的厘米数分别为10.0,5.0,2.0，通过T=时基单位×波形厘米数，计算得到的周期均为1ms。

以0.1ms/cm为时基测出的时基最准确，因为每一格宽度代表的时间最短，精度最高。

（2）选择信号发生器的对称方波接Y输入

在选择发生器接入不同信号频率的对称方波时，选择合适的时基并记录该时基下波形对应的厘米数，根据公式Ty=时基单位×波形厘米数，计算得到了相应的周期，并通过fy=1/Ty得到示波器频率。

以信号发生器频率作为横坐标，示波器频率作为纵坐标，通过描点法作出y-x曲线，如下图。

图1 信号发生器频率和示波器频率关系

函数图象的斜率为0.9962，相对误差为(1-0.9962)/1\*100%=0.38%，符合实验预期结果。

（3）选择信号发生器的非对称方波接Y输入

图2 信号周期和正波时间关系

在不同频率下，输出非对称方波，正波时间始终占信号周期的0.7，换言之，正波与负波输出比例不变。

（4）选择信号发生器输出三角波

图3 已知频率和升降比关系

在不同频率（500Hz、1KHz、1.5KHz）下，输出对称三角波，无论信号发生器的频率有多大，显示屏上的波形图形不发生变化，这说明三角波上升和下降的时间比例不变，始终为1:1（1.0:1.0、0.5:0.5、0.33:0.33），符合预期结果。

2.观察李萨如图形并测频率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| fx/fy实际范围 | 1.83/1~1.96/1 | 1/0.68~1/0.71 | 0.947/1~0.984/1 | 1/2.01~1/1.97 |
| fx/fy理论范围 | 2:1 | 3:2 | 1:1 | 1:2 |
| 误差范围 | 2%~8.6% | 1.96%~6% | 1.6%~5.3% | 0.5%~1.5% |

表6 fx：fy理论值与实际值误差

在已知fx频率时，调节fy频率得到清晰的李萨如图形。在理论验证中，fx与fy的比值都为整数比，但在具体实验的过程中，得到的fy为一个范围，这说明在实际实验中，李萨如图形的显示条件并非严格的整数比，但比值都接近理论整数比。同时验证了nx:ny=fy：fx的公式。

在实验的过程中还发现，如果fy比fx大很多，荧光屏上的线条之间会非常密集以至无法分辨，形成一个矩形状图案；如果fy比fx小很多，荧光屏上会显示一条上下震荡的水平线段。

1. 实验心得：

思考题

1.假定在示波器的 y 轴输入一个正弦电压，所用的水平扫描频率为 120Hz，在荧光屏上出现三个稳定的正弦波形，那么输入信号的频率是多少？这是否是测量信号频率的好方法？为什么？

输入信号的频率为360Hz。这并不是测量信号频率的最好办法，我通过查阅资料发现，用示波器测量信号，是一种较为直观的好方法，但是也只能看到信号的综合叠加后的情况，如果要知道信号的频谱情况，就需要用到频谱分析仪了。

心得体会

在示波器实验的学习过程中，我大致完成了实验目标，达到了实验目的。

通过对示波器原理的学习和示波器的实际操作，我初步掌握了示波器的使用方法，并通过示波器观察到了各种信号波形。虽然示波器中仍有许多功能我尚未摸索清楚，但是对示波器有了更加清晰和具体的认识，也对电学实验有了一定程度的了解。

无论是示波器实验还是之前进行的误差配套实验，都需要我们严谨求实地记录实验数据，不抱着侥幸心理企图凭借弄虚作假来蒙混过关。

经过这两个实验的学习，我也总结出了几点示波器实验与误差配套实验的不同之处：

1. 本实验更重视实验原理的掌握。此前的误差配套力学实验的实验原理较为简单，此实验要求实验者在足够清楚实验原理的基础上着手实际操作。
2. 本实验对实际操作的要求更高。相对于之前的只需要读取数据的实验，本实验通过控制变量方法进行分组实验，要求实验者自己动手改变输入信号并观察实验现象，可操作性更强。
3. 本实验的数据处理部分与上实验有显著不同。本实验数据处理分析的过程较简单，对于计算过程的要求较低。在示波器实验中，需要使用的公式较少，实验者只需要通过比较数据的实际值和理论值来验证已知结论，并不需要进行大量的计算过程。同时，本实验要求实验者通过另一种数据处理的方式——作图——来验证结论的正确性。

通过总结发现两个实验有很大的不同，这也教会我们掌握更多的方法，帮助我们对于物理实验的有了更加全面的认识。我相信在日后的实验里还会掌握更多的实验技巧和方法，见识物理学的神奇之处，了解客观事实背后的运行机理。