

天津大学物理实验报告

机械学院 大二 年级 工程力学 专业 一班 姓名 袁健杰 成绩 91

实验日期: 2018.3.8 学号 3016201027 同组实验者

实验题目: 示波器的使用

一、实验目的:

1. 本实验通过观测各种不同信号电压的波形, 学习示波器和信号源最基本的使用方法。
2. 通过观察测量, 理解电信号的各种参量的物理意义。

二、实验仪器:

双踪电子示波器, 数字函数信号发生器, 二极管及桥式整流电路板, 低压交流电源。

三、实验原理:

1. 示波器原理

如图1所示, 示波器的主要元件为示波管, 示波管内有电子枪, 可以发射电子束, 电子束可以调节亮度、聚焦。电子束穿过两个分别为水平放置和垂直放置的平板电极, 由于电子的质量很小, 同时所带电荷相对较大, 因此

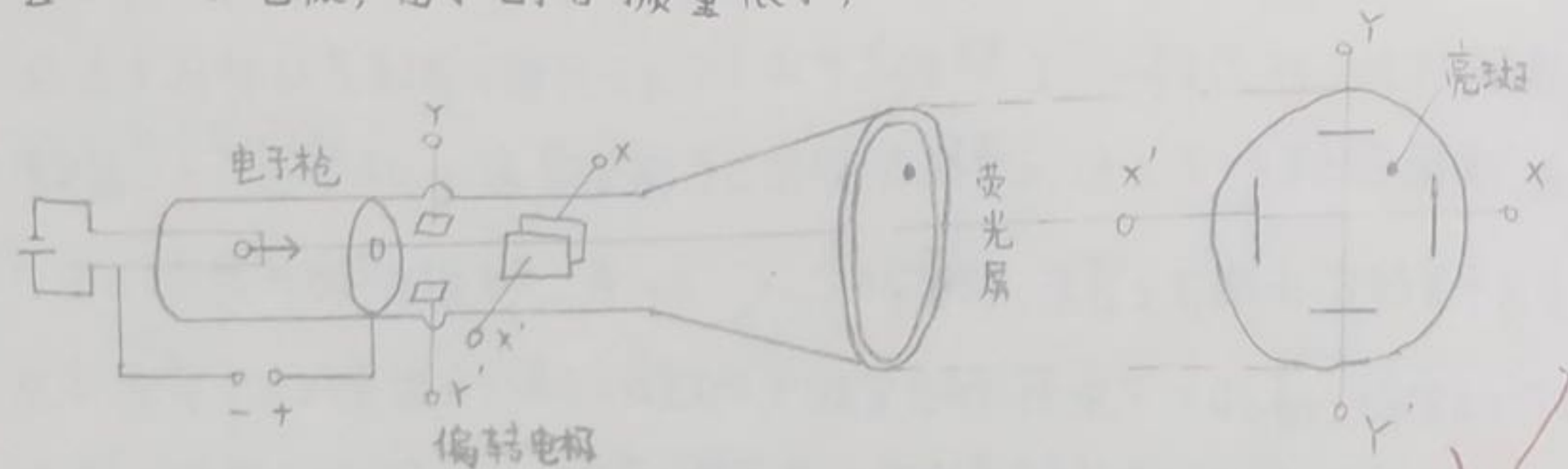


图1 示波管的结构

天津大学物理实验报告

附 页

惯性小, 当水平和垂直方向上施加电场后, 电子束可以迅速跟踪电场的变化, 打到荧屏上发光, 产生电信号的轨迹。

示波管产生的电信号轨迹可以用曲线的参量方程描述:

$$\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \end{cases}$$

当X方向信号为 $f(t) = \sin \omega t$, Y方向信号为 $g(t) = \cos \omega t$ 时, 显然屏幕上会出现一个单位圆; 当X方向信号为 $f(t) = A \sin \omega t$, Y方向信号为 $g(t) = B \cos \omega t$ 时, 为一个椭圆。如果相位有变化, $f(t) = A \sin(\omega t)$, $g(t) = B \cos(\omega t + \phi)$, 椭圆的倾斜方向也会随 ϕ 而变化, 利用这一点可以进行信号的相位测量。

特别地, 当X方向信号为一锯齿波时, X方向信号变成一个扫描电压信号, 即:

$$\begin{cases} x = f(t) = kt \\ y = g(t) = B \cos(\omega t + \phi) \end{cases}$$

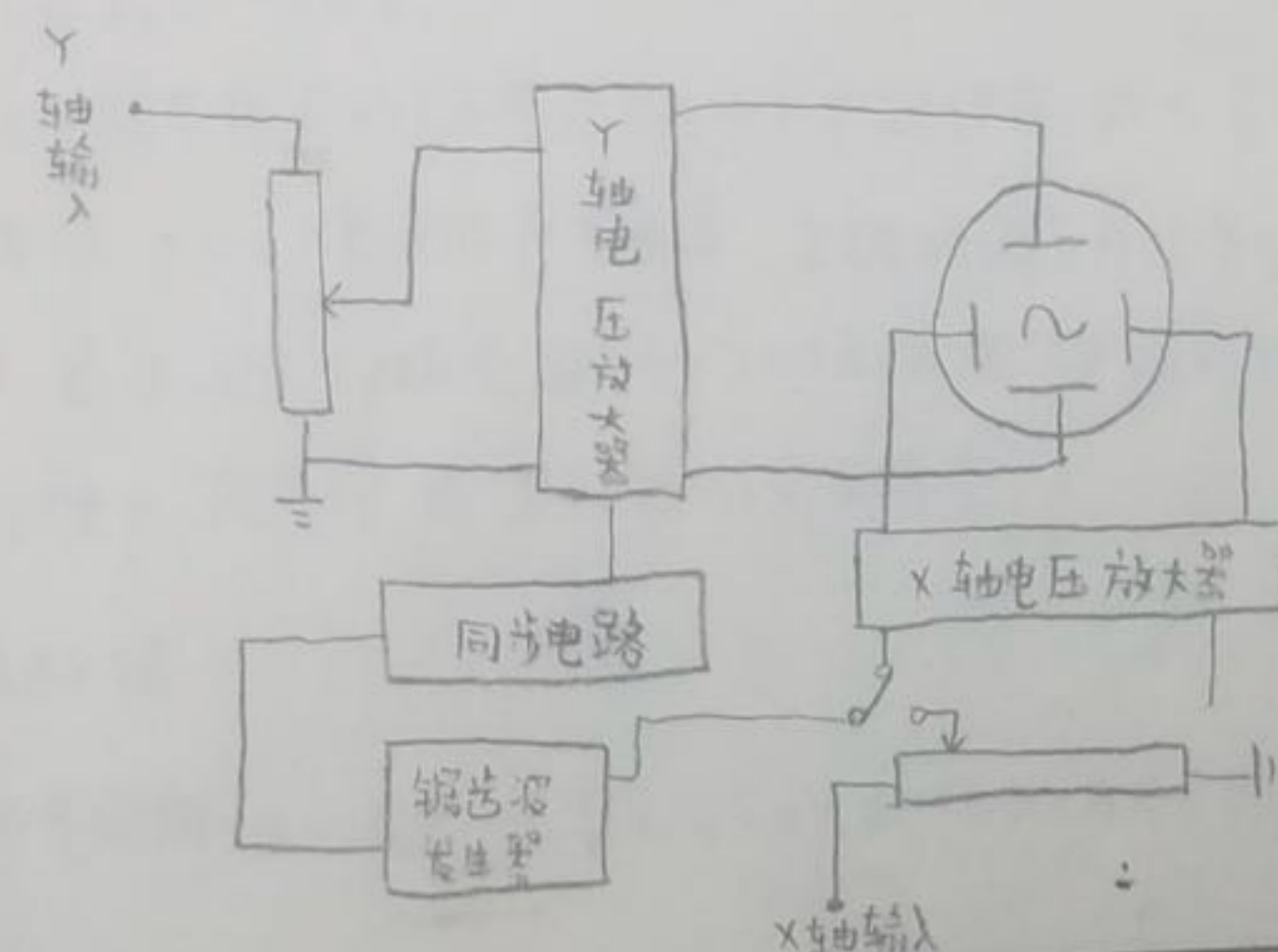


图2 示波器电路原理框图

天津大学物理实验报告

机械学院 大二 年级 工程力学 专业 1 班 姓名 袁建杰 成绩 _____

实验日期: _____ 学号 306201027 同组实验者 _____

实验题目:

此时示波器上观察到的波形就是y方向的电压信号波形,即y随x的变化波形。

由 $x = kt$ 得 $t = x/k$, 故有:

$$y = y(t) = B \cdot \cos(\omega t + \phi) = B \cdot \cos\left(\frac{\omega}{k}x + \phi\right)$$

也可以这样说,当只有y方向有一正弦信号时,屏幕上电子束的亮点不断上下振动,形成一垂直直线,这时在x方向加一水平线性扫描电压,就会把垂直的亮线在水平方向展开。如果只有水平扫描信号,y方向无信号,当扫描频率很低时,会看见光点从左到右匀速运动,不断成小扫描周期,运动速度会越来越快,最后会变成一水平的亮线。这时在y方向加一正弦波信号,就会把这个亮线抖成一个正弦波形。

2. 波形的稳定和同步

示波器工作时,x方向的扫描电压从负到正变化,然后从正变为负,光点在x方向从左到右匀速运动,同时y方向随y方向信号运动,一个扫描周期后,一个完整的y信号波形就出现在屏幕上,进入下一个扫描周期。由于扫描信号周期很短,为ms、 μ s、ns量级,屏幕上不断有波形显示出来,只有在每次扫描出的波形能够严格重合的情况下才能看见稳定的信号波形。使用示波器的时候若调节不适当会看到运动的波形或者杂乱的波形,这就是每次扫描的图形不重合造成的,叫作不同步。

天津大学物理实验报告

附 页

为得到稳定的波形显示,需满足一定的条件。当y方向为一周期性信号,在x方向周期为y方向周期为整数倍时,每次扫描的波形起始点相同,信号波形重合,波形是稳定的,即:

$$\frac{T_x}{T_y} = n \quad \text{或} \quad \frac{f_y}{f_x} = n \quad (n \text{ 为整数})$$

此时屏幕上将显示n个y方向波形。

3. 同步调节

可以调节扫描时基和扫描周期微调,满足波形稳定条件,使波形暂时稳定,通常待测信号和扫描频率无关且频率不稳定,这时可以启用示波器中的同步功能,调节示波器面板上的“同步旋钮”,这时电路会自动调节扫描频率,以维持y和x方向频率整数比的关系,使波形稳定。用于控制扫描锯齿波信号频率的信号叫作同步信号,同步信号取自待测信号,当同步信号频率接近扫描频率整数倍时,同步信号总是在其信号的同位置迫使锯齿波发生器停止扫描,从而迫使扫描频率和待测信号保持频率整数比的关系。

调节时,同步信号的大小要适当,太小不起作用,太大会使锯齿波的振幅和周期一大一小,使波形严重失真。正确的调节方法是把“同步增幅”调到最小,通过调节“扫描范围”和“扫描微调”旋钮使波形基本稳定,然后逐步增大“同步增幅”直到波形完全稳定。

4. 触发扫描

对于不是周期性的信号,就要采用触发扫描的方式,也就是用待测信

天津大学物理实验报告

机械学院 大二 年级 工程力学 专业 1 班 姓名 袁健杰 成绩

实验日期: 学号 301201027 同组实验者

实验题目:

号控制扫描电路的工作,当待测信号以正或负的斜率穿过某一电压值时,启动一次扫描。这样扫描的起始点总是由触发电平控制,每次屏幕上显示的波形都重合,波形总是稳定的。示波器面板上都有触发控制按钮,选择“上升沿”还是“下降沿”,有“触发电平”调节起始触发电平,只有触发电平在待测信号范围内才可以启动触发。多通道示波器还可以选择Y轴的不同通道信号作为触发信源,也可以选择外部触发信号或使用交流电信号触发。

5. 信号通道

示波器的一般有X轴输入,一个Y轴输入的叫单踪示波器,两个Y轴输入的叫双踪示波器。双踪示波器的两个通道信号波形可以只显示一个,可以两个交替显示,也可以两个信号叠加合成显示。示波器本身的电板板偏转灵敏度很低($0.1 \sim 1 \text{ mm/V}$),不能使电子束发生足够的偏转,因此需要把输入信号放大,X轴和Y轴都有电压放大电路,同时输入信号如果过大,波形也会失真,在X轴和Y轴有衰减器,然后再加入到放大器,衰减可以按挡位调节,同时有连续微调旋钮,X轴可以用开关选择内部扫描信号或者外部输入信号。

天津大学物理实验报告

附 页

四. 实验步骤

1. 熟悉示波器操作,观察并测量交流电信号

(1) 旋转“扫描频率旋钮”至X-Y,将CH1和CH2通道耦合方式置于“GND”,调节“亮度旋钮”、“聚焦旋钮”至合适位置,太亮会影响荧光屏寿命。调节CH1Y的位置和水平位置,将光点移动到中心,顺时针旋转“扫描频率旋钮”,逐挡调节,注意观察各挡位光点的运动,5ms时扫描将变成直线,调节CH1垂直位置,使扫描线和中心水平线对齐。

(2) 交流电由低压变压器变成6V、12V、18V(有效值),将6V交流电接入CH1,CH1耦合方式选择AC或DC,CH1“衰减旋钮”置于1V挡位,触发选择AUTO,触发源选择CH1,“触发旋钮”置于中间适当位置,可以看到正弦波形。

① 自由调节CH1衰减,观察波形幅度的变化,旋转CH1“衰减旋钮”中间的VAR按钮,观察衰减的连续变化,可以向外拨出VAR按钮,观察波形幅度变化,调节CH1的POSITION按钮,观察波形的上下移动。

② 调节“扫描频率旋钮”,观察波形变化,调节“SWANPAR”旋钮,观察扫描频率的连续改变下波形的变化,按下“X10MAG”按钮,观察波形。

③ 自由改变触发源,观察波形稳定情况,最后回到CH1。

④ 正负大范围调节LEVEL,观察波形稳定性变化,注意稳定的临界点位置。

⑤ 调节“水平POSITION旋钮”,观察波形移动,最后将波形的左端移进屏幕第二大格附近,调节触发的LEVEL旋钮,观察波形起始扫描点的变化,按下或者抬起“触发斜率选择按钮”,观察波形变化。

天津大学物理实验报告

机械学院 大二 年级 工程力学 专业 1 班 姓名 袁健杰 成绩

实验日期: 学号 3016201027 同组实验者

实验题目:

⑥ 将信号发生器信号频率设为 1kHz , 幅度 5V , 接入 CH_1 , 通道选择 MODE 置于 CH_2 , 调出稳定波形, 改变 MODE 观察屏幕上波形的变化, 改变 ALT/CHOP 和 TRIG ALT 观察屏幕变化。调节 CH_1 和 CH_2 的衰减旋钮, 连续衰减旋钮调节两通道波形幅度一致。

13) 交流电的测量

① 校准

将输入耦合开关置于 "GND", 这时屏幕应显示一条扫描线, 则调节 "CH POSITION" 使扫描线位于屏的水平中心线上, 再将输入耦合开关置于 "DC"。由于探头可进行大范围的衰减, 需要对探头进行相位补偿, 否则波形有可能失真。

a. 将探头连入 CH_1 , 探头开关置于 $\times 10$ 的位置。

b. VOLTS/DIV 置于 50mV

c. 将示波器内置 1kHz , $V_{\text{pp}} = 2\text{V}$ 方波接入 CH_1 。

d. 调整探头上的补偿螺丝, 直到屏上显示平直的方波信号如图所示。



(a) 正确补偿



(b) 过度补偿



(c) 补偿不足

天津大学物理实验报告

附 页

e. X, Y 连续调节旋钮均置于校准位置 "CAL", 旋转 "TIME/DIV" 至 0.5ms , 屏幕上可以显示 5 个周期的波形; 旋转 "TIME/DIV" 至 0.1ms , 屏幕上可以显示 1 个周期的波形, 对应于示波器输出 1kHz , 2V_{pp} 的信号, 可以检查示波器的校准是否正确。



0.5ms/DIV 波形



0.1ms/DIV 波形

注意 X, Y 连续调节旋钮一定要在校准位置 "CAL", "VAR" 和 "SWAP VAR" 是一个带开关的电位器, 示波器在出厂检定和后期维护校准时, 是在这两个旋钮处在 "CAL" 位置进行的。

② 信号电压的测量

将输入耦合开关置于 "GND", 这时屏幕应显示一条扫描线, 则调节 "CH POSITION" 使扫描线位于屏的水平中心线上, 再将输入耦合开关置于 "AC"; 若测直流信号、超低频信号、交直流混合信号, 则应将扫描基线调至某一适当位置作为基准电平线, 再将输入耦合开关置于 "DC", 根据待测信号的幅度和频率选择合适的扫描频率和衰减, 调节偏转 "电平" 使波形稳定。图 1 与图 2 分别是纯交流信号和含有直流电平的电压信号波形图。

天津大学物理实验报告

学院 机械 年级 大二 专业 工程力学 班 1 姓名 袁健杰 成绩

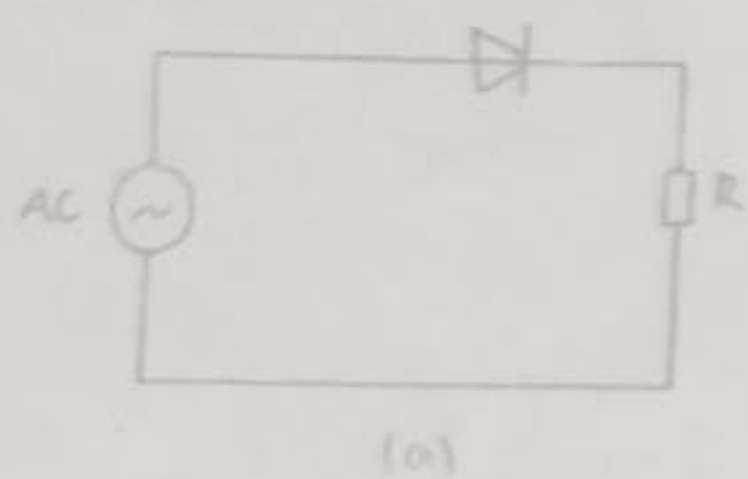
实验日期: 2018.3.8 学号 3016201027 同组实验者

实验题目:

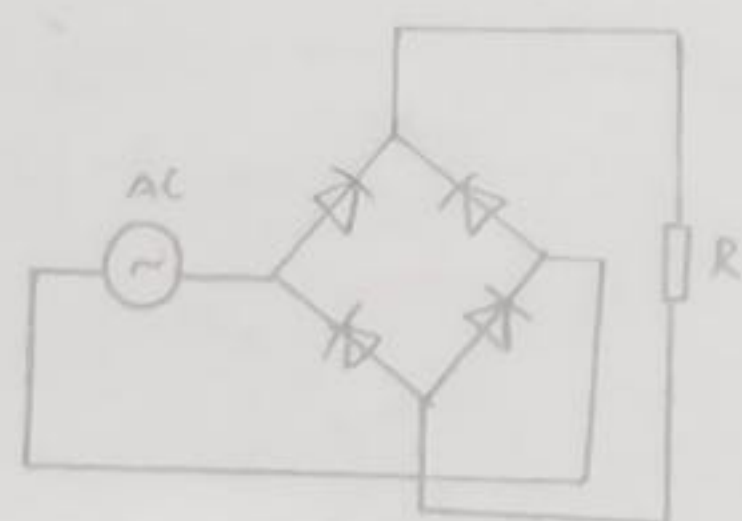
波形稳定后根据水平和垂直的挡位设置,可以知道水平方向每格代表的时间和垂直方向每格代表的电压,测出交流电的峰峰电压、周期。

2. 观察测量半波和全波整流信号

单个二极管的半波整流削去交流电的负半周,四个二极管构成全波整流电路,将正弦波的负半周翻到正向。二者都是脉冲的直流电,既有交流成分也有直流成分。测量正弦波半波整流、全波整流后的幅值和直流分量电平。要求利用实验室提供的电路板自行连接半波和全波整流电路。



(a) 半波整流电路



(b) 全波整流电路

直流分量电平的测量方法: 将耦合方式置于AC时只有交流成分输入示波器, 置于DC时直流分量和交流分量一起输入, 因此分别将耦合方式设置为AC和DC, 通过测量波形在荧光屏上的位移量即可得到直流分量电平。

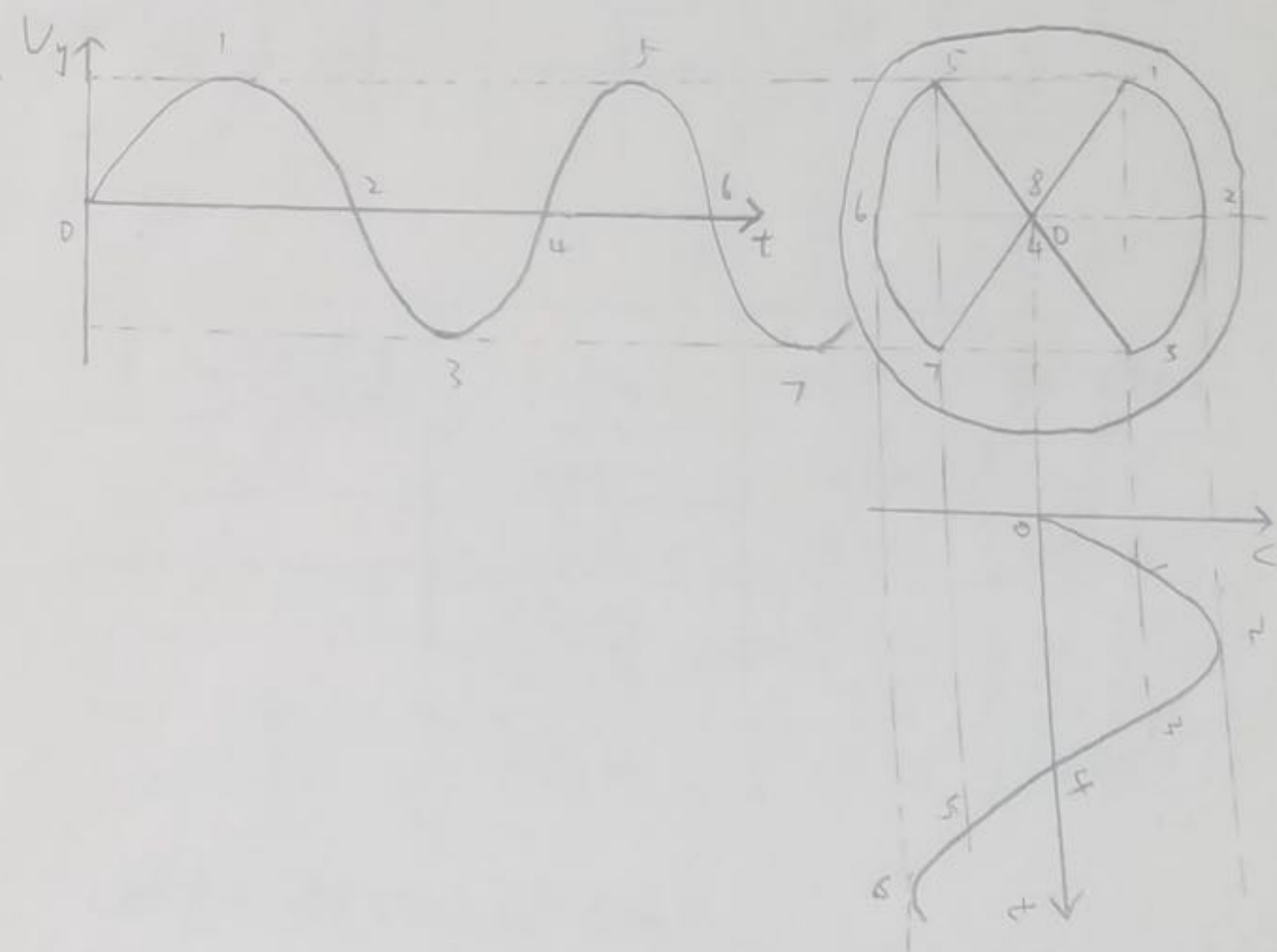
天津大学物理实验报告

附 页

3. 李萨如图形

通常Y轴信号的展开是依靠示波器内部产生的线性扫描电压驱动X轴实现的。若选择外信号驱动X轴, 屏幕上一般会出现复杂图形。若Y轴、X轴均为正弦信号, 且二者信号频率成整数比, 屏上将显示李萨如图形。

李萨如图形实质上是两个垂直谐振动的合成运动的图像。利用图解法不但能给出质点的运动轨迹, 且能直观清楚地给出质点运动过程。利用未知频率的信号和已知频率的信号合成的李萨如图形可测未知信号的频率。



图(a) 李萨如图形的合成

天津大学物理实验报告

机械学院 大二 年级 工程力学 专业 1 班 姓名 袁健杰 成绩

实验日期: 2018.3.8 学号 301620102 同组实验者

实验题目:

另用标准信号驱动 X 轴, 由图 (a) 可以发现:

$$\frac{T_x}{T_y} = \frac{f_y}{f_x} = \frac{\text{图形在 X 轴方向的切点数}}{\text{图形在 Y 轴方向的切点数}} = \frac{m}{n}$$

利用双踪示波器的 X-Y 工作方式可使 CH1 输入端成为 X 轴输入端, CH2 输入端成为 Y 轴输入端。

把数字信号发生器当作标准信号源, 按表所给比例, 用 X-Y 工作方式, 利用李萨如图形测量交流电的频率。

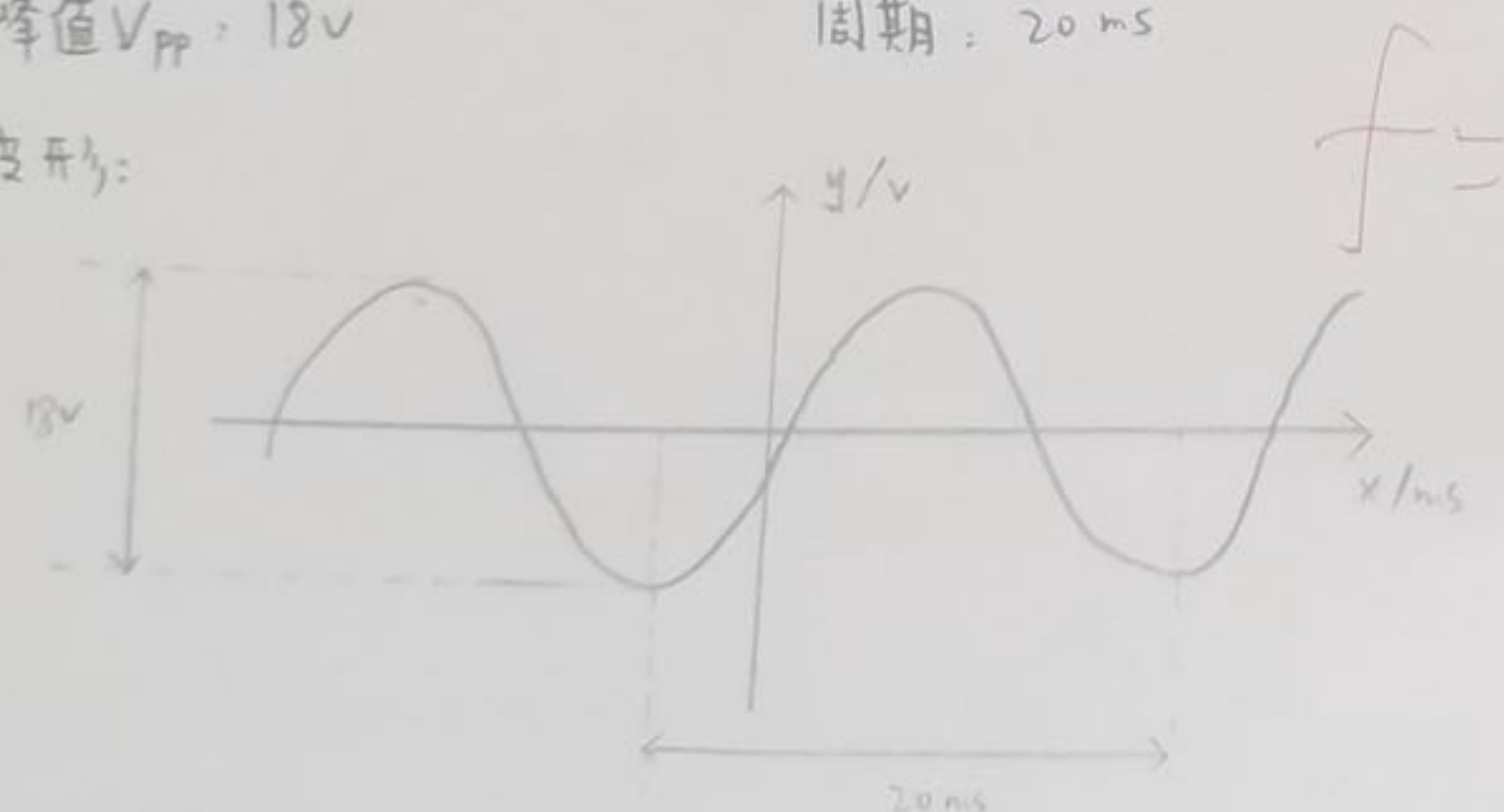
五. 实验数据处理

1. 6V 输出信号的电压

峰值 V_{pp} : 18V

周期: 20ms

波形:



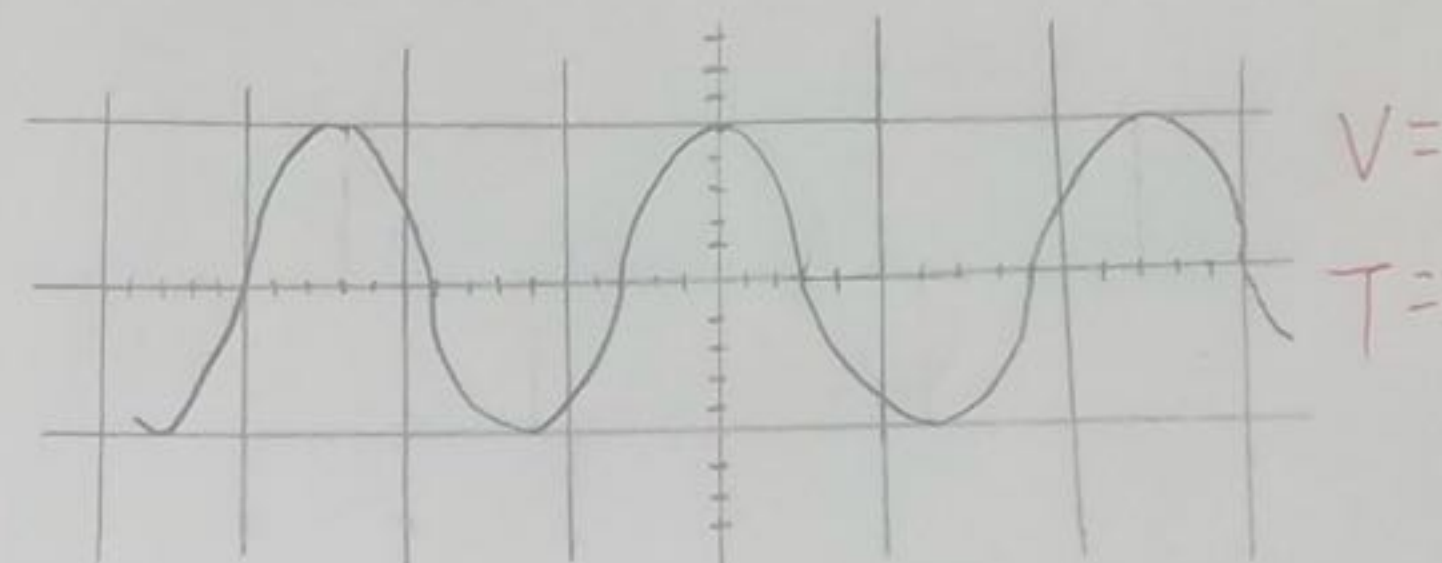
具体图形记录见附坐标纸。

天津大学物理实验报告

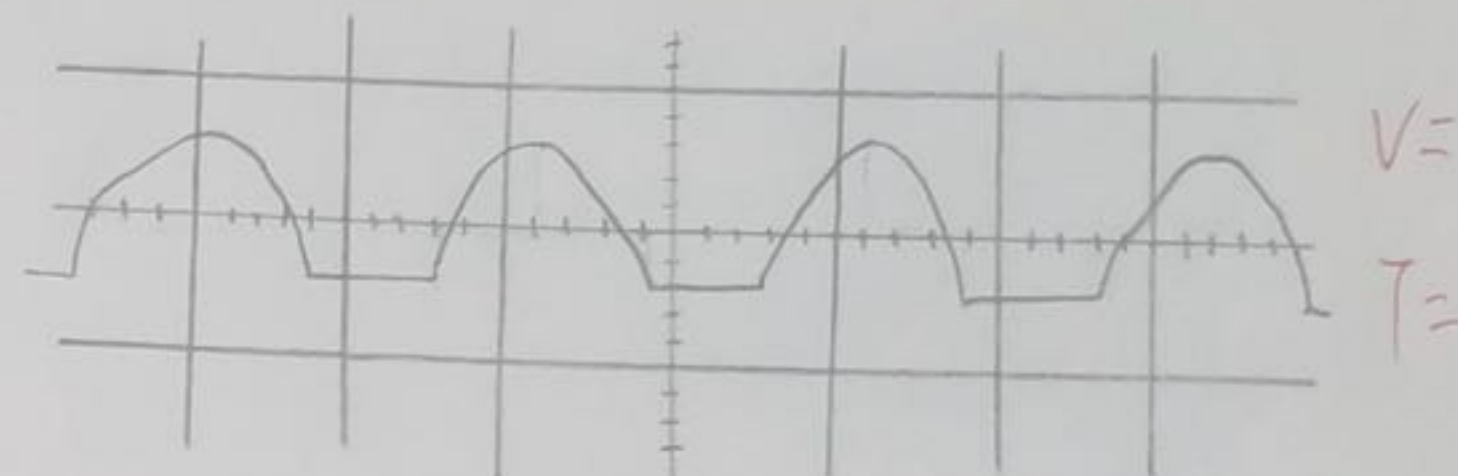
附 页

2. 观察测量半波和全波整流信号 (详见坐标纸)

(1) 全波:



(2) 半波:



3.

| $\frac{m}{n} = \frac{\text{X轴方向切点}}{\text{Y轴方向切点}}$ | f_x / Hz | f_y / Hz | 平均频率/Hz |
|---|-------------------|-------------------|---------|
| 1:1 | 50.030 | 50.030 | 50.030 |
| 2:3 | 74.966 | 49.977 | 62.472 |
| 1:2 | 99.954 | 49.977 | 74.966 |
| 1:3 | 149.997 | 49.999 | 99.998 |
| 1:4 | 199.860 | 49.965 | 124.913 |

关于李萨如图形的记录见坐标纸。

$$V = V_0 \left(1 + 2.4 \frac{d}{D}\right) \left(1 + 1.6 \frac{d}{h}\right) \quad (3)$$

天津大学物理实验报告

天津大学物理实验报告

附 页

机械学院 大二 年级 工程力学 专业 1 班 姓名 袁健杰 成绩

实验日期: 2018.3.8 学号 3016201027 同组实验者

实验题目:

六、实验分析与总结

1. 李萨如图形在调试时全呈现出不稳定状态,要通过微调最终使其趋于稳定状态,在稳定状态下记录下李萨如图形。
2. 电路连接因有二极管的存在,所以要注意保证电路的连通方向正确。

复

正

小
度

确



天津大学
TIANJIN UNIVERSITY

300072 TIANJIN, CHINA

袁健杰 力学(1)班

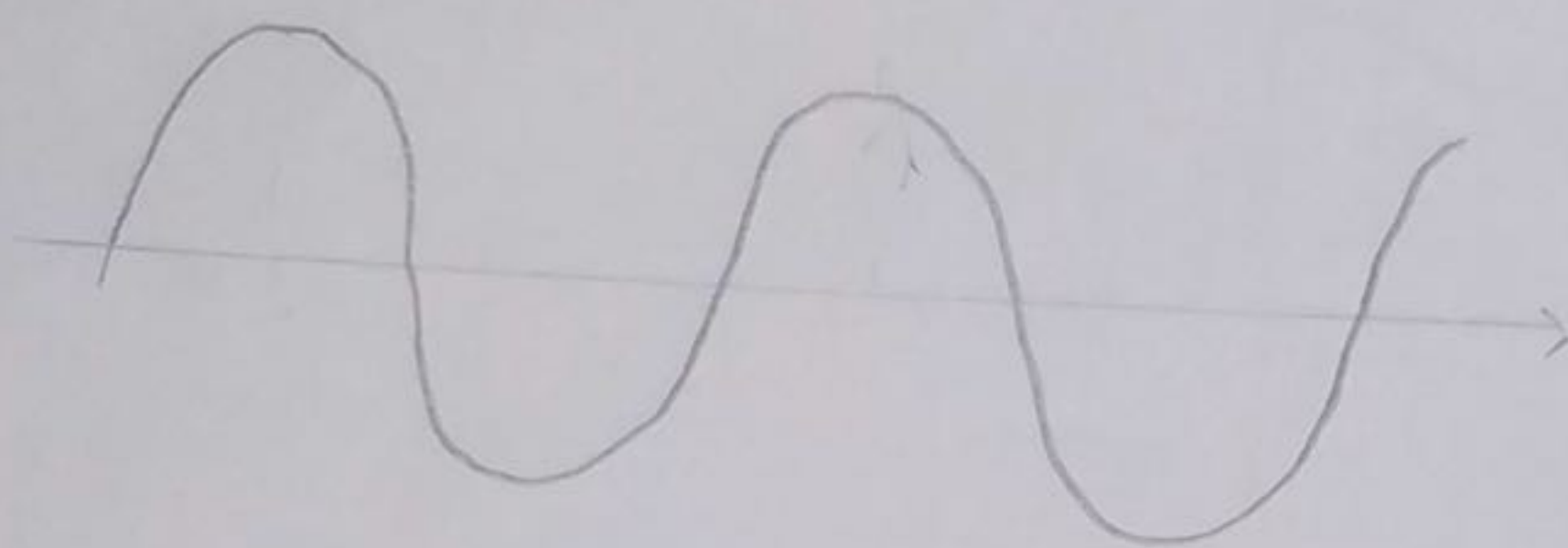
2016201027

1. 6V 输出信号的电压

峰值 $V_{pp} : 18V$

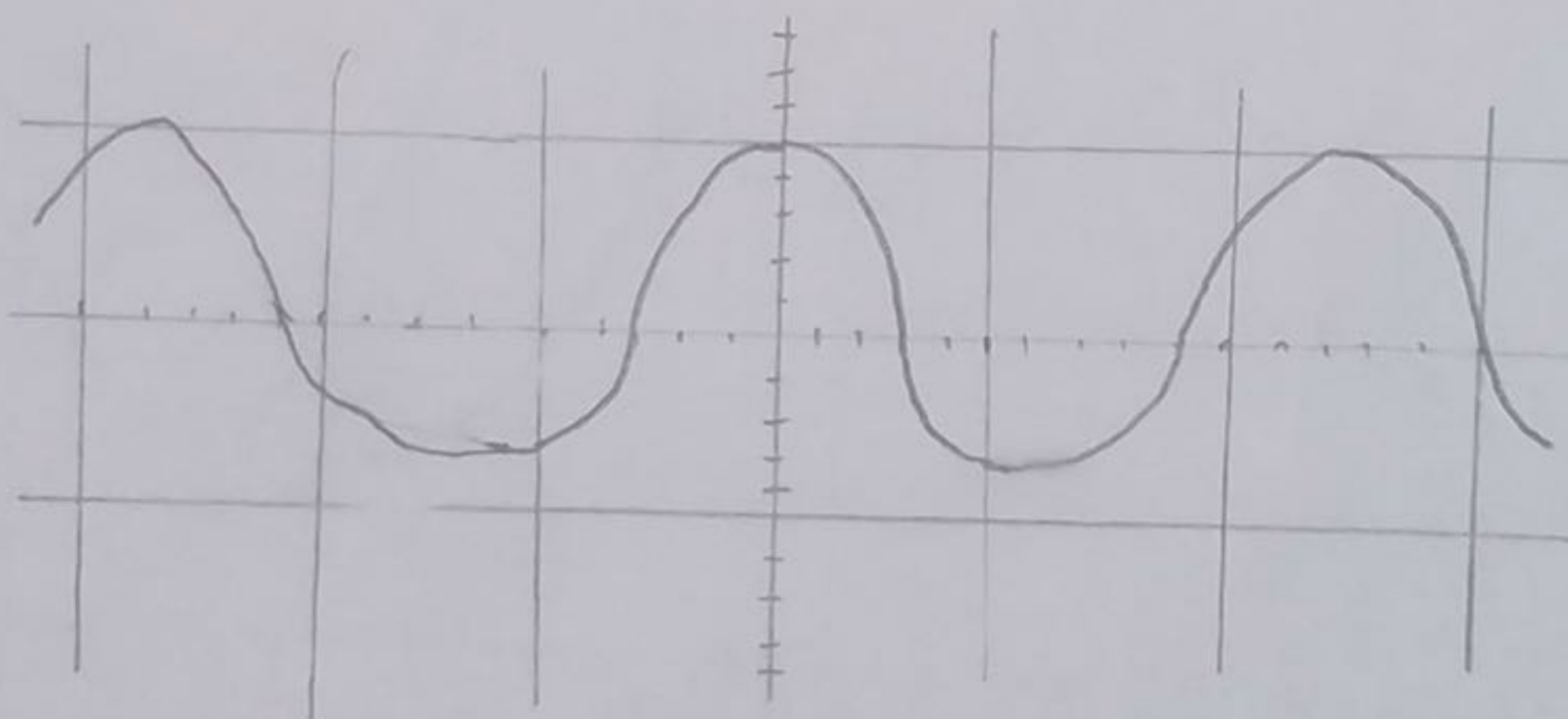
周期 $T : 20ms$

波形:

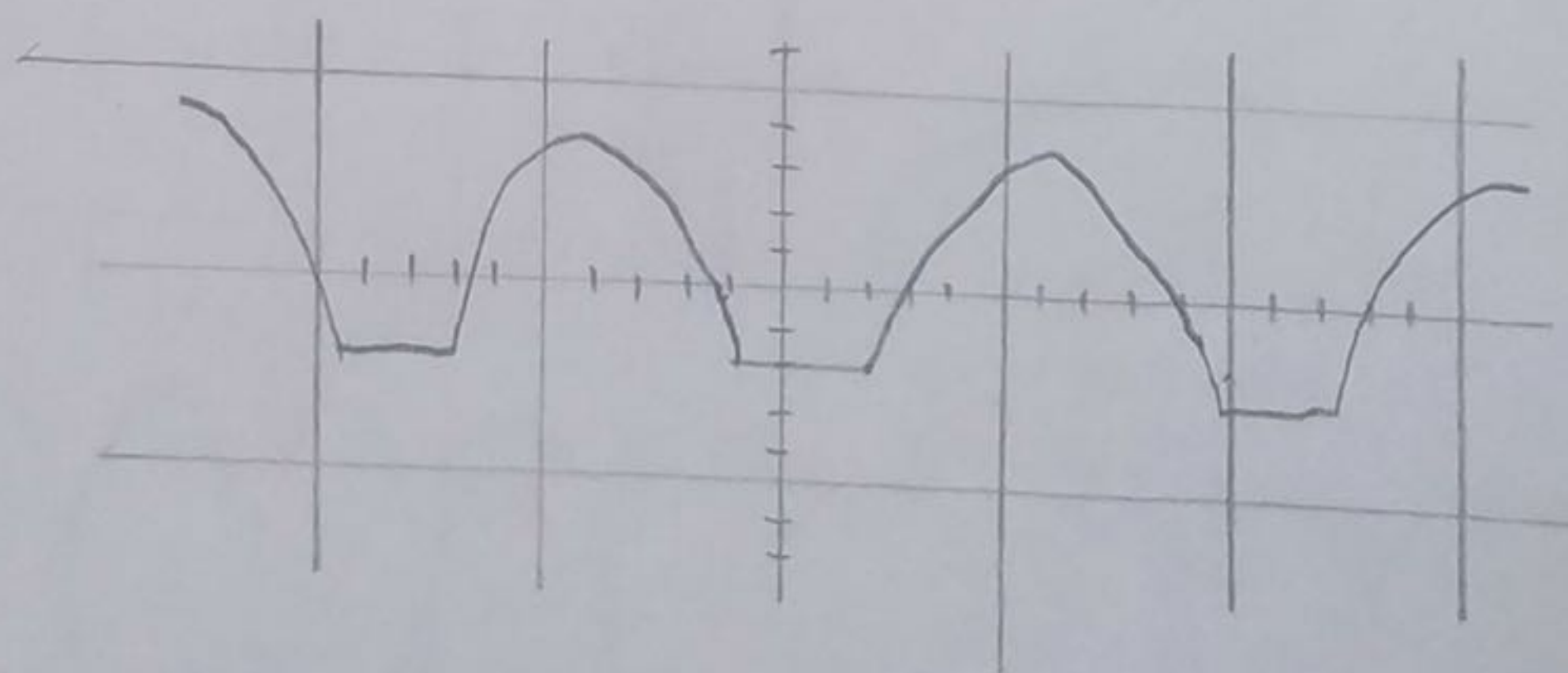


2. 观察测量半波和全波整流信号

全波:



半波:



2.1 迎 9#

2078.3.8

| $\frac{m}{n} =$ | $\frac{x \text{ 轴方向切点}}{y \text{ 轴方向切点}}$ | f_x / Hz | f_y / Hz | 平均频率 / Hz |
|-----------------|---|------------|------------|-----------|
| 1:1 | | 50.030 | 50.030 | 50.030 |
| 2:3 | | 74.966 | 49.977 | 62.472 |
| 1:2 | | 99.934 | 49.977 | 74.966 |
| 1:3 | | 149.927 | 49.999 | 99.998 |
| 1:4 | | 199.860 | 49.965 | 124.912 |

袁健杰

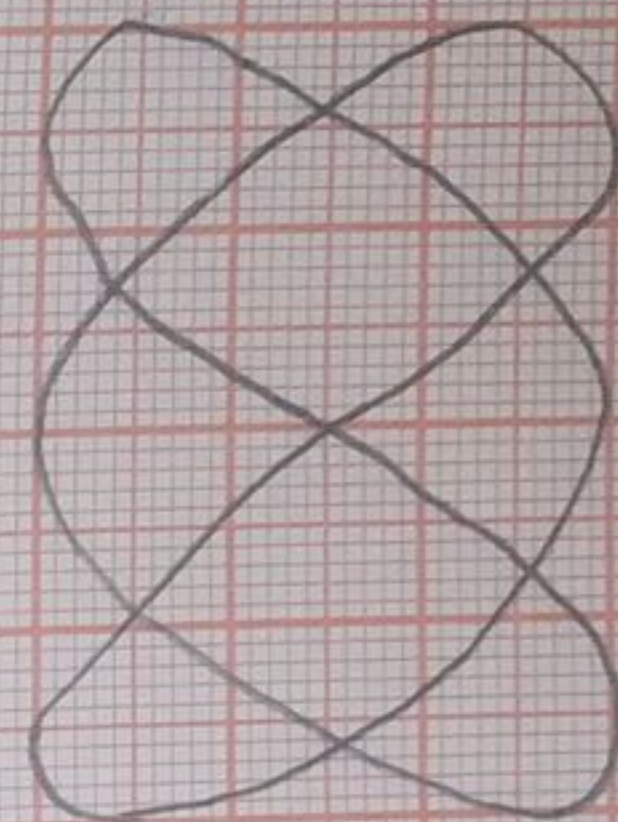
力学193班

3016201027

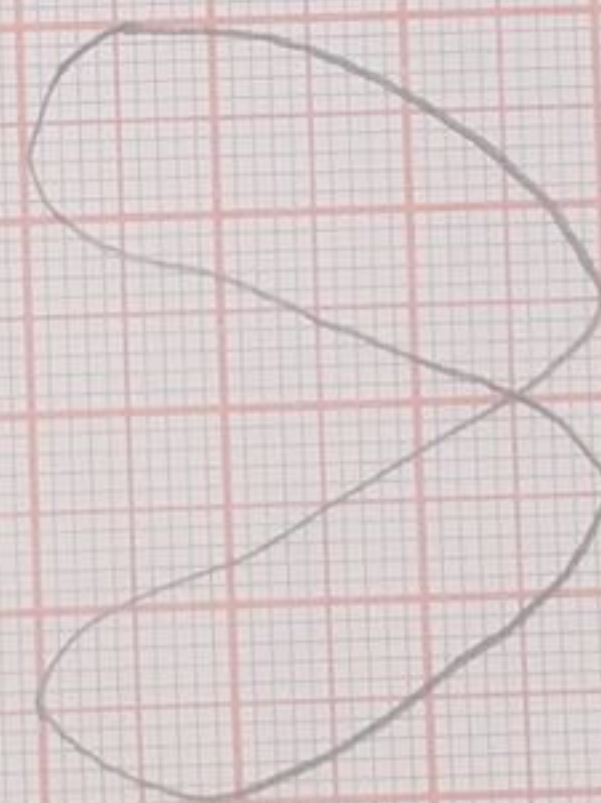
李萍如图形:



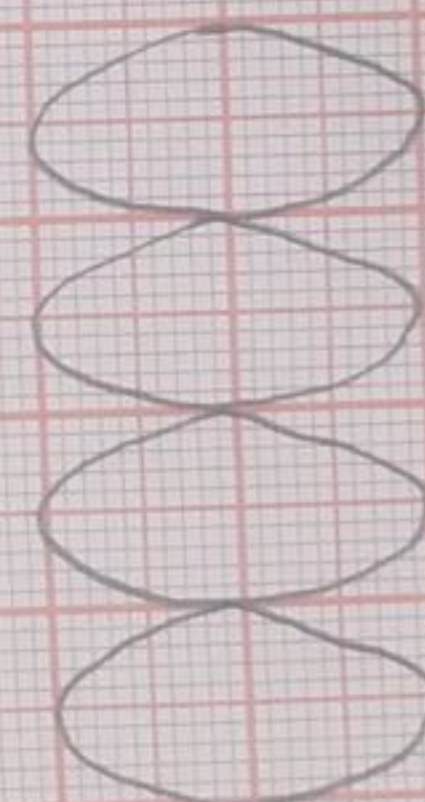
1:1



2:3

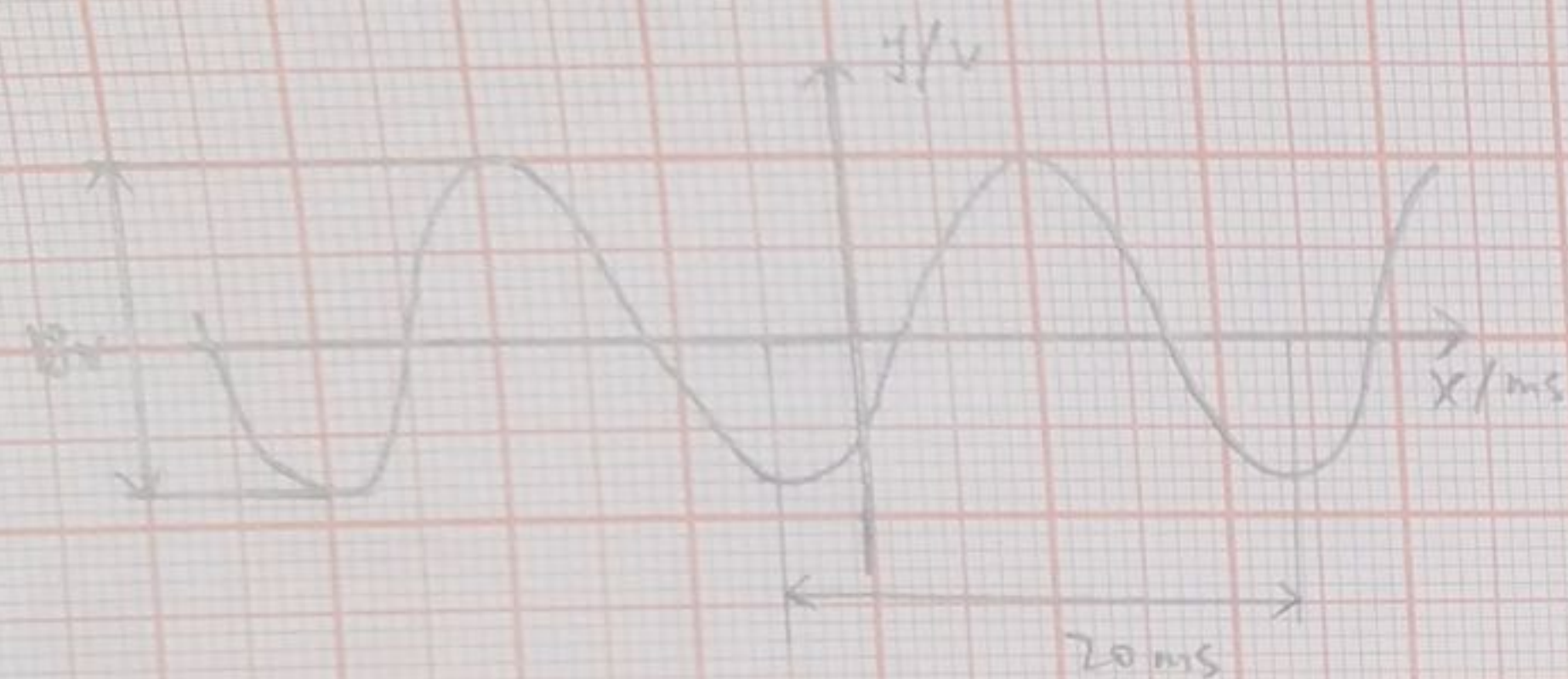


1:2

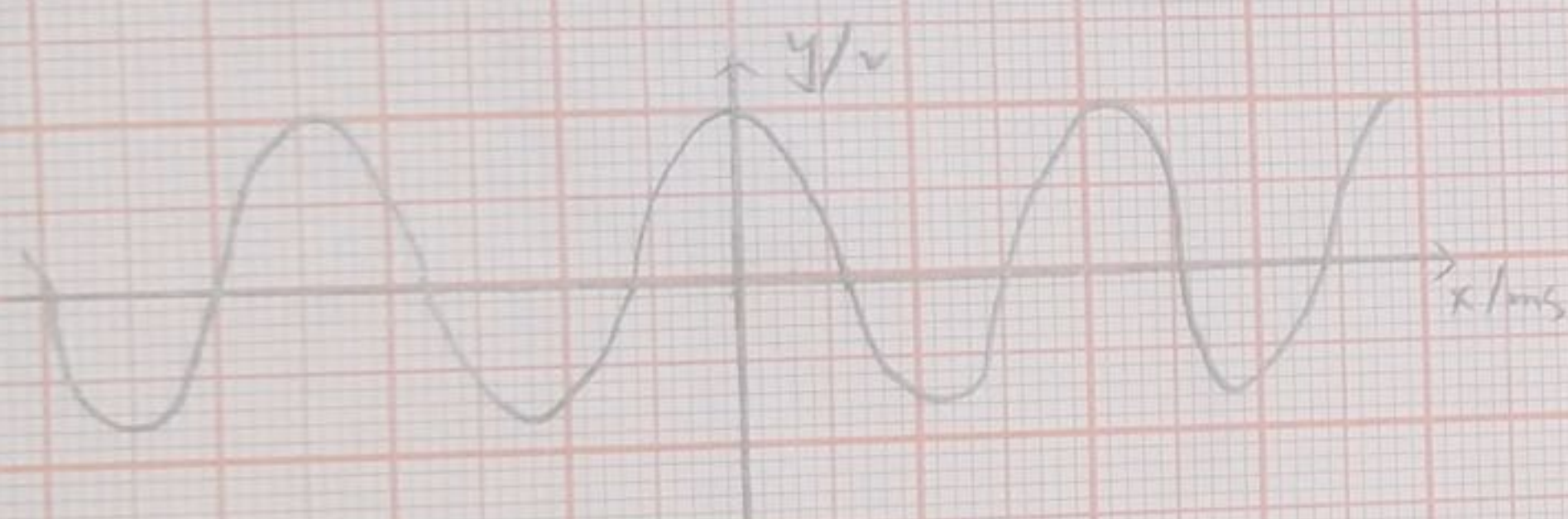


1:4

6V 输出信号的电压



全波整流信号图形:



半波整流信号图形:

