

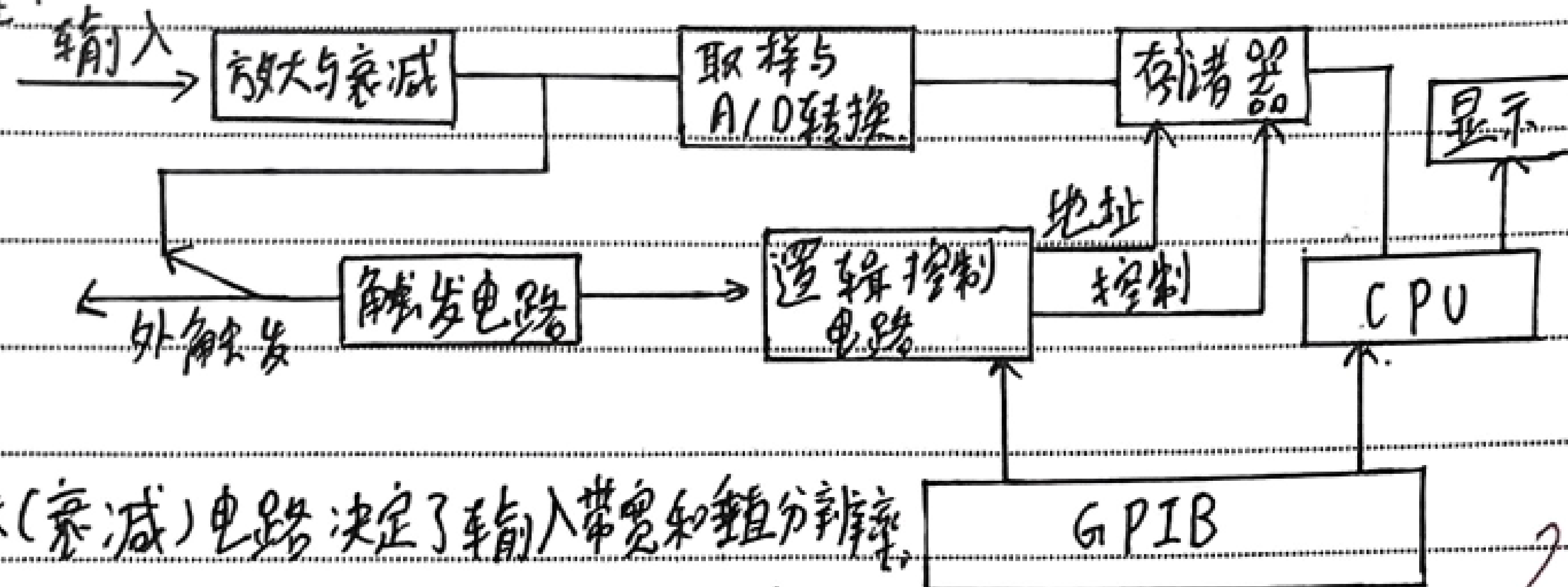
实验目的(1)了解数字示波器的基本原理和主要功能。

(2)熟悉数字示波器的面板和操作菜单。

(3)掌握用数字示波器测量电信号的电压频率等。

实验原理 数字示波器是计算机技术的一种应用,具有波形触发、存储、显示、测量、波形数据分析处理等独特优点。其主要原理有:①奈奎斯特定理 ②电路与系统 ③数字信号处理

工作原理:



注:①放大(衰减)电路决定了输入带宽和垂直分辨率。

②A/D转换电路决定了示波器的水平分辨率。

③CPU为中央处理器 GPIB为通用接口总线系统。

实验DS1072V数字示波器的基本构造:电源开关、菜单操作键、多功能旋钮、常用菜单、运行控制、触发控制、水平控制、垂直控制、探头补偿、外部触发输入、信号输入通道、VSB接口。

垂直控制:“CH1, CH2”键可进行通道设置,按“OFF”键关闭当前选择的通道,转动垂直位移旋钮(POSITION)控制信号垂直方向位移,转动垂直档位调节旋钮(SCALE)可改变灵敏度(电压分度)。

水平控制:水平位移旋钮(POSITION)可控制水平显示位置,转动水平档位调节旋钮(SCALE)。

按“MENU”键可进入时基菜单,用以选择“X-Y”或“Y-T”或“ROLL”显示模式。

触发控制:在触发控制区(TRIGGER)转动触发电平调节旋钮(LEVEL)可改变触发电平值,同时出现一条触发线及触发标志,随旋钮转动而上下移动,按下该旋钮触发电平迅速恢复零点。

基本操作方法:当有电信号通过“信号输入通道”输入示波器,若调节得当会显示出方便观测的波形。按“AUTO”键示波器将自动调节垂直、水平和触发条件,以得到最佳波形。

光标测量:按“CURSOR”键进入操作菜单,有自动、手动和追踪3种模式。A.自动模式下系统会显示对应的电压或时间光标,并根据信号的变化,自动调整光标位置。B.手动模式下

选定光标后,旋转“多功能旋钮”调整到合适位置。C.追踪模式,用动“多功能旋钮”使“+”字光标在波形水平位置。



实验仪器 DG1022V 系列双通道函数/任意波形发生器

DS1072V 数字存储示波器、探头、九孔板、~~可调电阻、可调电容~~  $1k\Omega$  电阻、 $0.047\mu F$  电容。

实验步骤与数据记录 (1) 打开 DG1022V 双通道函数/任意波形发生器，熟悉功能操作设置信源输出电压  $5V$ ，输出频率  $10kHz$ 。(2) 打开 DS1072V 数字示波器并设置好信号输入。

① 熟悉各旋钮和按键功能 ② 按 "AUTO" 键自动设置波形显示，按 "MEASURE" 自动测量其电压和周期。随后手动调整波形，用手动测量法测量其电压和周期。

测量交流信号(正弦波)

| 电压 $V_{p-p}$ |       |    | 周期 $T$   |         |    |
|--------------|-------|----|----------|---------|----|
| 自动测量         | 手动测量  |    | 自动测量     | 手动测量    |    |
| 测量值          | 分度值   | 格数 | 测量值      | 分度值     | 格数 |
| 5.00V        | 1.00V | 5  | 1000.0us | 500.0us | 2  |

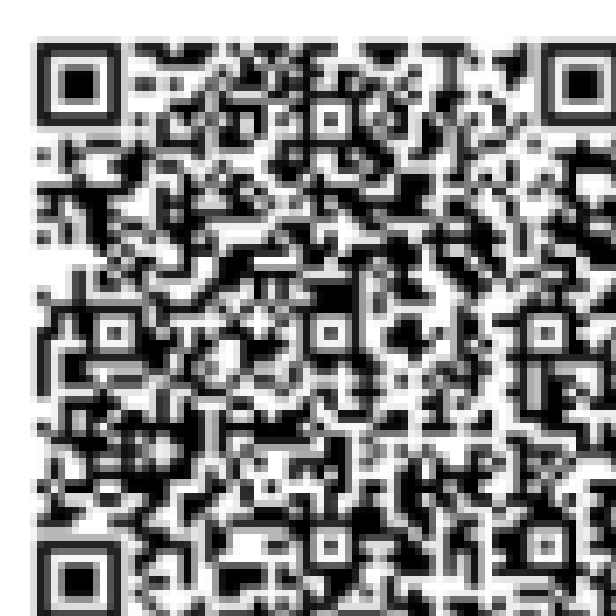
测量直流信号(干电池)

| 分度    | 格数  | 测量值  |
|-------|-----|------|
| 500mV | 2.0 | 1.0V |

测量交流信号的相位差

| 光标法 | $U_c/V$ | $U_{rc}/V$ | $\Delta t/\mu s$ | $T/\mu s$ | $\Delta\phi/\text{rad.}$ |
|-----|---------|------------|------------------|-----------|--------------------------|
|     | 1.68V   | 4.88V      | 24us             | 100us     | 0.48rad                  |

(3) 关闭 DG1022V 双通道函数/任意波形发生器及 DS1072V 数字示波器电源，整理其他实验仪器。





## 实验数据处理

(1) 测量交流信号(正弦波)

测量值 = 分度值  $\times$  格数

$$\text{电压测量值} = 1.00 \text{ V} \times 5 = 5.00 \text{ V}$$

$$\text{周期测量值} = 500.0 \mu\text{s} \times 2 = 1000.0 \mu\text{s}$$

(2) 测量交流信号(干电池)

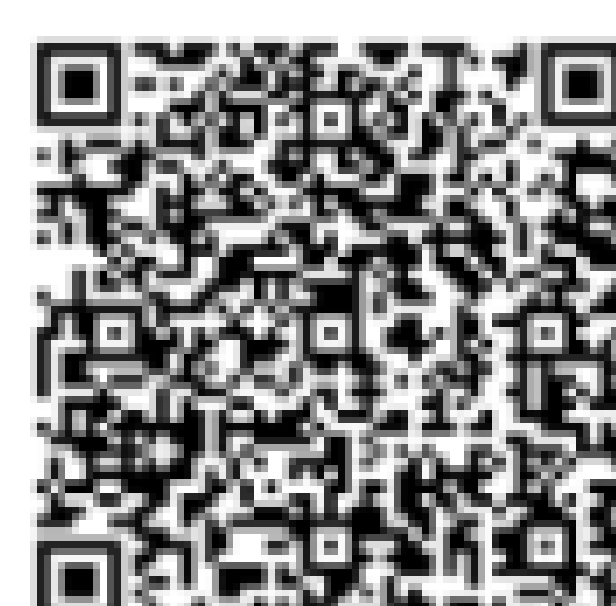
测量值 = 分度值  $\times$  格数

$$\text{电压测量值} = 500.0 \text{ mV} \times 2.0 = 1.0 \text{ V}$$

(3) 测量交流信号的相位差

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T}$$

$$\text{相位差 } \Delta\varphi = 0.48 \pi$$



**实验结论** 通过本次实验后, 我了解了数字示波器的基本原理和主要功能。  
熟悉了数字示波器的面板和操作菜单并掌握了用数字示波器测量电信号的电压、频率等。对如何使用数字示波器有了一定的初步认识, 并掌握了基本物理量的测量方法与技巧, 提高了基本仪器与规范操作能力。

## 实验讨论

- (1) 现象分析: ①当输入信号为交流信号时, 示波器显示的是正弦波形图像, 其图像的具体形状与输入信号的电压峰值和频率有关。  
②当输入信号为直流信号时, 示波器显示的是为一条直线, 其高度与输入信号的电压有关。
- (2) 数据分析: ①为保证测量精度, 可测量波峰到波谷或波峰到波峰或<sup>基准线</sup>将~~参考线~~移至中央零刻度线, 并保证一次显示3-5个波形为宜。
- (3) 关于RC电路: 全称电阻-电容电路, 由最基本的线性元件电阻和电容组成。
- (4) 李萨如图形: 是指在互相垂直的方向上的两个频率成简单整数比的简谐运动后合成的规则的、稳定的闭合曲线。以参数方程 
$$\begin{cases} x(t) = a \sin t \\ y(t) = b \sin(\omega t + \phi) \end{cases}$$
 定义  
可由李萨如图形测出两个信号的频率比和相位差。
- (5) 在遇上不同信号时, 可按“AUTO”键快速设置波形显示, 适用于大部分波形。

Roy





## 思考题

11) 为了提高示波器的测量精度,你在实验中应注意哪些问题?

- ① 基准线调零。
- ② 选择合适的分度值,使一个屏幕能完整显示3~5个波形为宜。
- ③ 可以对示波器进行校准

12) 示波器能否用来测量直流电压?若能,应如何进行?

① 能。

② 将示波器的耦合调至直流模式并将基准线调零,读出屏幕上的亮线与基准线之间的格数 $n$ ,将 $n$ 乘以分度值 $V$ 即可得到待测电压的大小  $V = nU$

13) 如何用示波器观察李萨如图形?如何应用李萨如图形确定两信号的频率比值?

① 按水平控制的“MENU”键进入时基菜单,设置为X-Y

② 向示波器输入两个交流信号即可观察到李萨如图形

③ 不同频率比和相位差的信号组成的李萨如图形如图所示

| 相位差/频率比 | 0 | $\frac{1}{4}\pi$ | $\frac{1}{2}\pi$ | $\frac{3}{4}\pi$ | $\pi$ |
|---------|---|------------------|------------------|------------------|-------|
| 1:1     |   |                  |                  |                  |       |
| 1:2     |   |                  |                  |                  |       |
| 1:3     |   |                  |                  |                  |       |
| 2:3     |   |                  |                  |                  |       |

两信号的频率比值即等于图形在x轴方向上的切线数量与y方向上的切线数量的比值。





## 原始记录

信号源输出电压 5V. 输出频率 10kHz.

| 电压 $V_{p-p}$ |             |    |       | 周期 $T$                            |                    |    |                |
|--------------|-------------|----|-------|-----------------------------------|--------------------|----|----------------|
| 自动测量         | 手动测量        |    |       | 自动测量                              | 手动测量               |    |                |
| 测量值/V        | 分度值/(V/div) | 格数 | 测量值/V | 测量值/ $\mu s$                      | 分度值( $\mu s/div$ ) | 格数 | 测量值/ $\mu s$   |
| 5.12         | 1.00V       | 5  | 5V    | <del>1.000ms</del> 1000.0 $\mu s$ | 500.0 $\mu s$      | 2  | 1000.0 $\mu s$ |

## 测量直流信号(干电池)

| 分度/(V/div) | 格数  | 测量值/V |
|------------|-----|-------|
| 500mV      | 2.0 | 1.0V  |

## 测量交流信号的相位差

|     | $V_c/V$ | $V_{Rc}/V$ | $\phi t/\mu s$ | $T/\mu s$   | $\Delta\phi/rad.$          |
|-----|---------|------------|----------------|-------------|----------------------------|
| 光标法 | 1.68V   | 4.88V      | 24 $\mu s$     | 100 $\mu s$ | <del>1.24</del> 0.48 $\pi$ |

第 3.17.

