

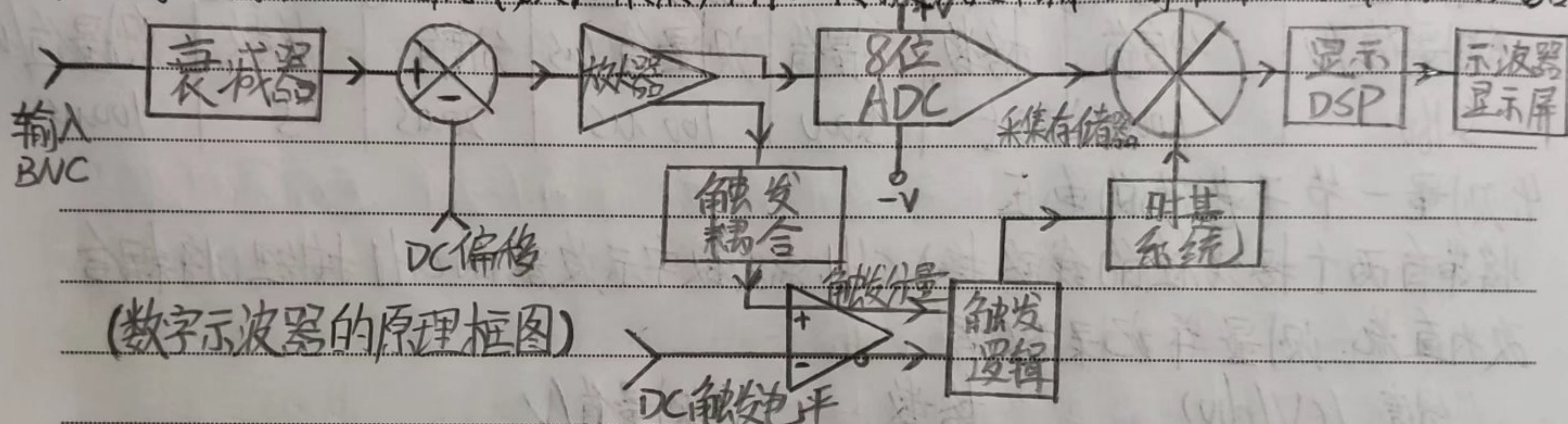
实验目的

- 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

1. 数字示波器的原理

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,是集成数据采集、A/D转换、软件编程等技术的高性能示波器。



(数字示波器的原理框图)

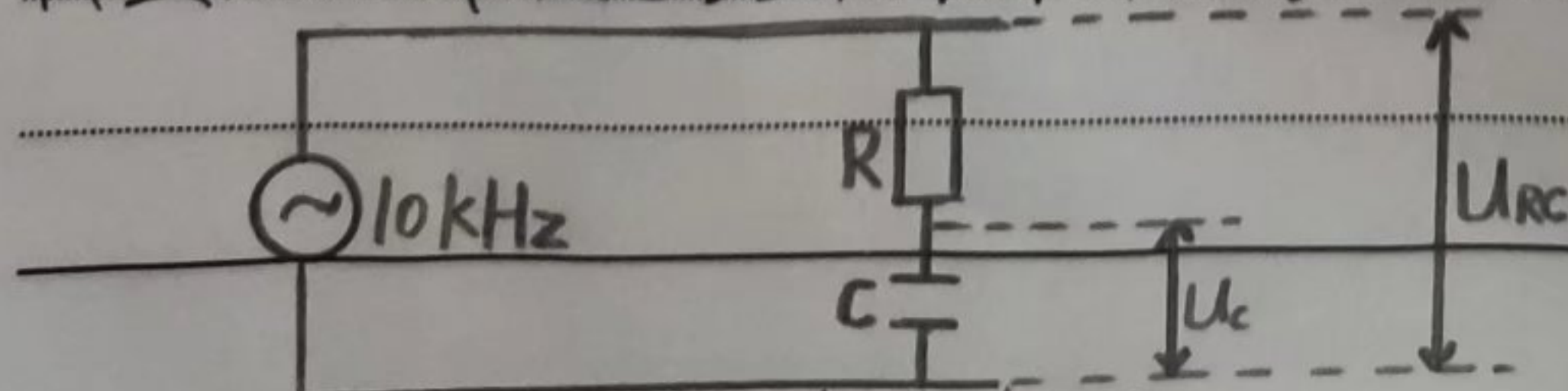
原理: ①奈奎斯特定理 ②电路与系统 ③数字信号处理

2. 数字示波器的使用

- 1) 设置波形显示: ①设置垂直控制系统 ②设置水平控制系统
- 2) 测量电信号: ①自动测量: 按“MEASURE”键进入自动测量操作菜单, 可提供22种自动测量的波形参数(10种电压参数, 12种时间参数); ②手动测量: 参照示波器的基本操作说明, 手动调节相应控制件, 以显示方便观测的最佳波形, 数出待测量占据的格数, 用式: $\text{测量值} = \text{分度值} \times \text{格数}$ 进行计算。
- ③光标测量: 按“Cursor”键进入光标测量的操作菜单, 其中光标模式有自动手动和追踪3种模式可供选择。

3. RC电路

典型的RC串联电路如图所示, 其中 U_R 和 U_C 的相位差为: $\Delta\varphi = 2\pi$ 等



(RC实验线路图)

实验仪器

DG1022U系列双通道函数/任意波形发生器, DS1072U数字存储示波器, 探头, 九孔板, RLC电路特性研究板, 1.5V干电池, 导线若干

实验步骤与数据记录

1. 熟悉数存储示波器及多功能函数信号发生器各旋钮、各按键功能。
2. 设置信号源输出电压 = 5V, 信号源输出频率 = 10kHz。
3. 用手动调节和自动调节 (MEASURE键) 两种方法测量此波形的周期和幅度。

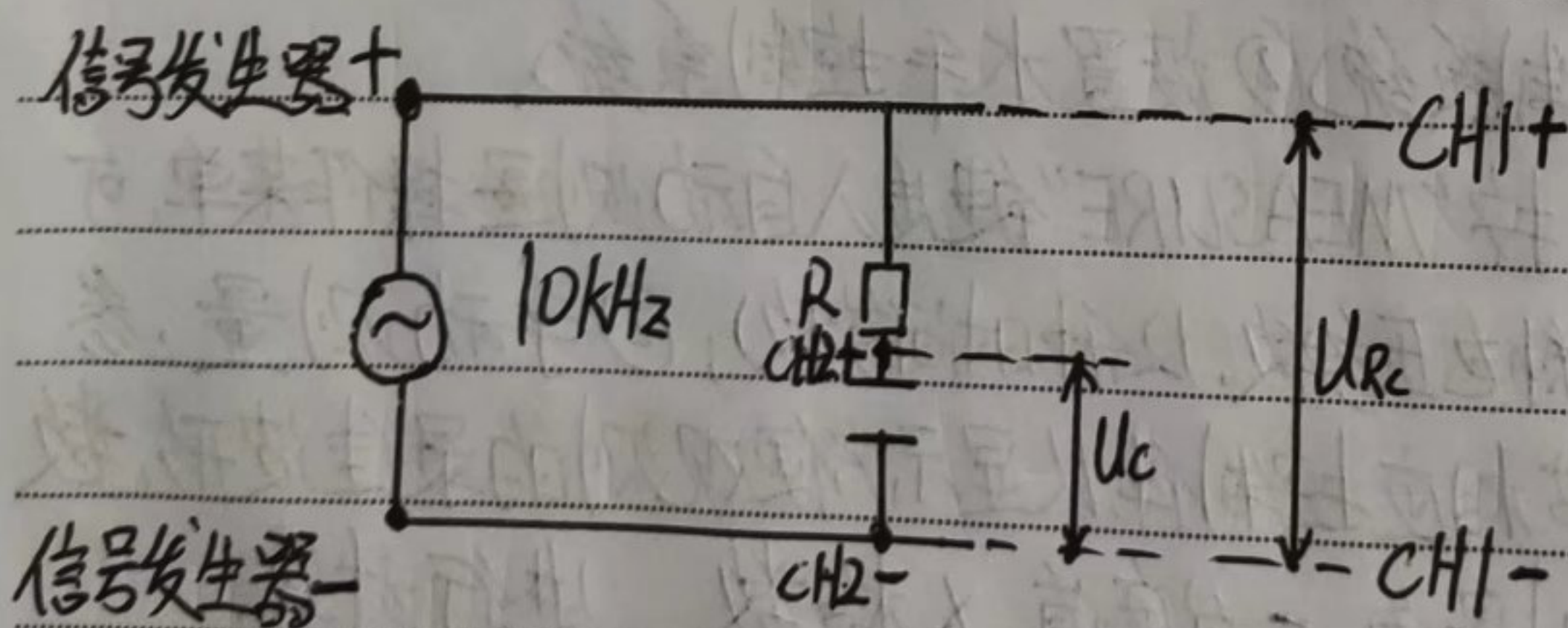
电压 V_{p-p}				周期 T			
自动测量	手动测量			自动测量	手动测量		
测量值/V	分度值	格数	测量值	测量值/ μs	分度值	格数	测量值/ μs
5.16V	1.00V	5	5.00V	100 μs	20 μs	5	100 μs

4. 测量一节干电池的电压。

将带有两个接线柱的线路接入CH1, 点击数字示波器的CH1按钮, 将耦合改为直流, 测量并记录数据。

分度/(V/div)	格数	测量值/V
1.0V	1.4	1.4V

5. 应用光标测量RC电路中的 U_C 和 U_{RC} 的值, 并利用光标法测 $\Delta\phi$ 。



光标法	U_C/V	U_{RC}/V	$\Delta t/\mu s$	$T/\mu s$	$\Delta\phi/rad$
	1.60V	4.80V	19.20 μs	100 μs	0.384 π

$$U_C \text{ 和 } U_{RC} \text{ 的相位差 } \Delta\phi = 2\pi \frac{\Delta t}{T}$$

实验数据处理

1. 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/V	分度值	格数	测量值	测量值/ μs	分度值	格数	测量值/ μs
5.6V	1.00V	5	5.00V	100 μs	20 μs	5	100 μs

由: 测量值 = 分度值 \times 格数, 可得.

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

$$\text{周期 } T = 20.00\mu s \times 5 = 100.00\mu s.$$

2. 测量一节干电池的电压.

分度/(V/div)	格数	测量值
1.0V	1.4	1.4V

由: 测量值 = 分度值 \times 格数, 可得.

$$V_{\text{电池}} = 1.0V \times 1.4 = 1.4V$$

3. 应用光标测量RC电路中的 U_C 和 R_C 的值并得出 $\Delta\varphi$.

光标法	U_C/V	U_{RC}/V	$\Delta t/\mu s$	$T/\mu s$	$\Delta\varphi/\text{rad}$
	1.60V	4.80V	19.20 μs	100.00 μs	0.384 π

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

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot \frac{19.20\mu s}{100.00\mu s} = 0.384\pi.$$

实验结论

- ①测得信号源输出电压 = 5V, 输出频率 = 10.KHz 的电压值约为 5V, 周值为 100.00 μ s
- ②测得实验所用干电池电压为 1.4V.
- ③应用光标法测量时得到 $\Delta\varphi = 0.384\pi$
- ④熟悉使用示波器的基本方法, 并且了解到可用数字示波器测量直流电压。

实验讨论

注意事项:

1. 在自动测量与光标测量时, 待测波形的信源通道只有处于选中的状态时, 测量才有效。
2. 连通函数发生器与数字示波器后, 需按函数发生器上相应的 "Output" 键, 不然无法显示信号。
3. 调节图象时, 尽量让信号波形的波峰为 1-2 个, 更方便观察。
4. 控制水平调节旋钮和垂直控制使图象的波峰调节的方便读数的位置, 使读数更加精确。
5. 在 RC 电路中, 需要正确连接电路。

误差分析:

1. 在利用光标法时, 光标调节时不能刚刚到波峰和波谷位置对正。
2. 仪器会受到外界波影响, 利用水平控制系统和垂直控制系统可适当减小误差。
3. 读数时会有一大格或一小格, 一小格的数值为 ~~0.2~~ 0.2, 注意读数时的准确性。

思考题

(1) 为了提高示波器的测量精度, 在实验应注意哪些问题?

- ① 基准线调零
- ② 读数时尽量让信号波形的波峰为 1-2 个, 方便观察
- ③ 读数要准确, 最小刻度为 0.2 格

(2) 示波器能否用来测量直流电压? 若能, 应如何进行?

- ① 示波器能用来测量直流电压。
- ② 测量直流电压要保证通道的耦合方式处于直流状态, 然后用有两个接线柱的导线连接示波器, 并将导线并联在直流电路中。注意直流信号是一条直线, 在示波器上读出信号跳跃的格数, 由 $\text{测量值} = \text{格数} \times \text{分度值}$ 可得电压值。

(3) 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?

将示波器置于 Y 工作方式, 被测信号输入 Y 轴, 标准频率信号输入“X 外接”慢慢改变标准频率, 使这两个信号频率成整数倍时就会在荧光屏上形成稳定的李萨如图形。两个信号一个加在 Y 轴, 另一个加在 X 轴。数出横向或纵向眼孔数, 眼孔数就是它们的频率比值。横向眼孔多就是频率高, 反之就是 Y 轴信号频率高。

原始记录

测量交流信号

电压 V_{pp}				周期 T			
自动测量	手动测量	自动测量	手动测量	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	测量值	分度值	格数	测量值
5.16V	1.00V	5	5.00V	100 μ s	20 μ s	5	100 μ s

测量直流信号(干电池)

分度 (V/div)	格数	测量值 /V
1.0V	1.4	1.4

测量交流信号的相位差

光标法	U_c / V	U_{RC} / V	$\Delta t / \mu s$	$T / \mu s$	$\Delta \varphi / rad.$
	1.60V	4.80V	19.20 μ s	100 μ s	0.384 π

