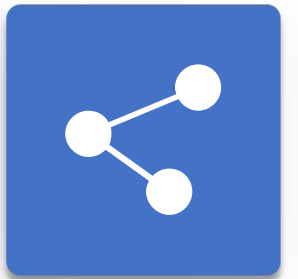




示波器的使用



实验背景
EXPERIMENT BACKGROUNDS

实验目的
EXPERIMENT OBJECTIVE

实验原理
EXPERIMENT PRINCIPLE

1

2

3

4

5

6

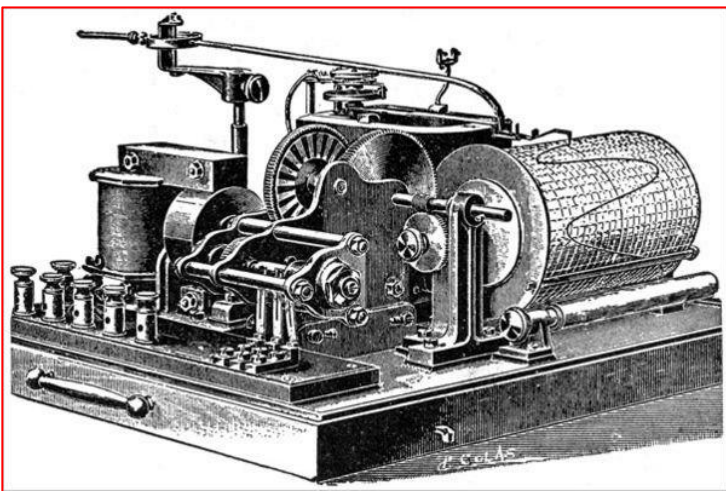
实验装置
EXPERIMENTAL DEVICE

实验内容
EXPERIMENT CONTENT

思考题
EXERCISES

1

EXPERIMENT BACKGROUNDS 实验背景



Hospitalier Ondograph
波形记录器



ART- Analog Real Time Oscilloscopes

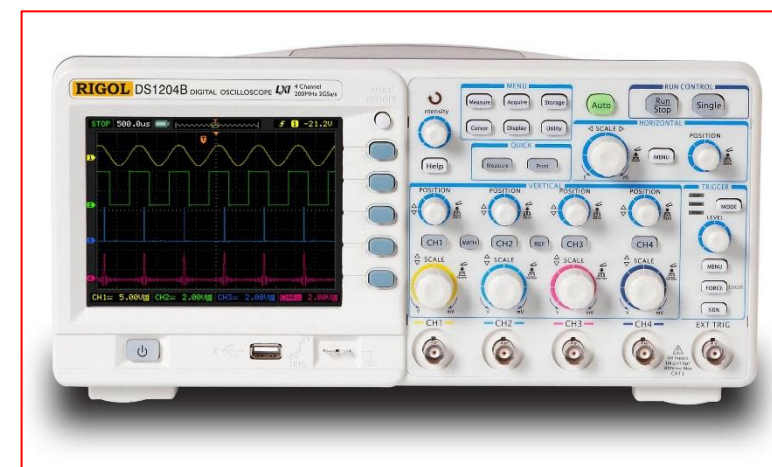


(Braun KF, 1850-1918)

诺贝尔奖获得者、
德国物理学家K.F.布劳恩



CRT (Cathode Ray Tube) 示波器, 1950年



DSO-Digital Storage Oscilloscopes

2

EXPERIMENT OBJECTIVE 实验目的



- 从物理学角度了解示波器的结构和工作原理，了解示波器的扫描原理。
- 熟悉示波器面板旋钮的功能，掌握示波器的调节和使用方法。
- 学习用示波器观察信号波形，并测量其幅度大小、周期（或频率）、相位。
- 掌握用李萨如图形测量正弦信号频率的原理和方法。

3

EXPERIMENT PRINCIPLE 实验原理

3 实验原理

3.1 示波器原理

示波器能将振荡信号以波形（正弦波、方波、锯齿波）显示在荧光屏上。它由示波管、放大器（包括X轴放大和Y轴放大）、扫描与触发同步系统和电源四个基本部分组成。

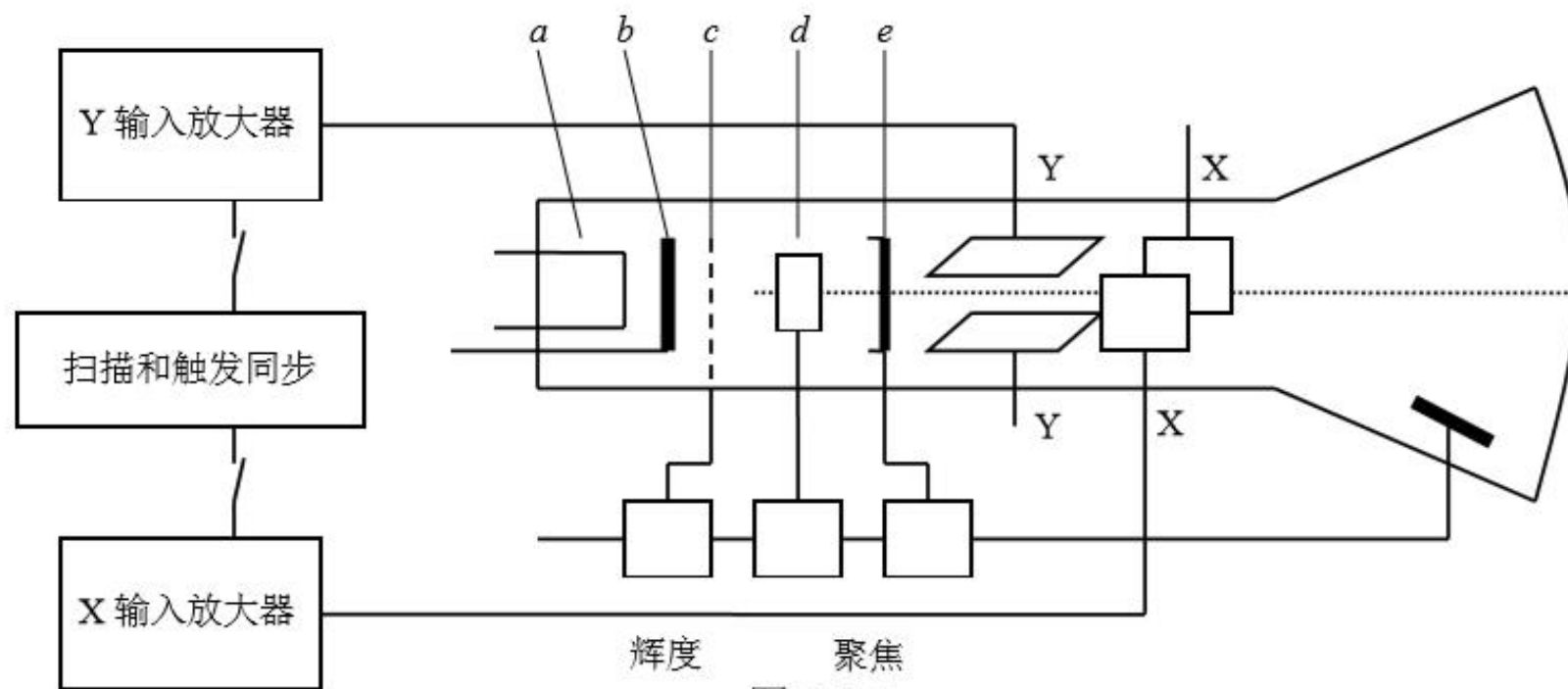
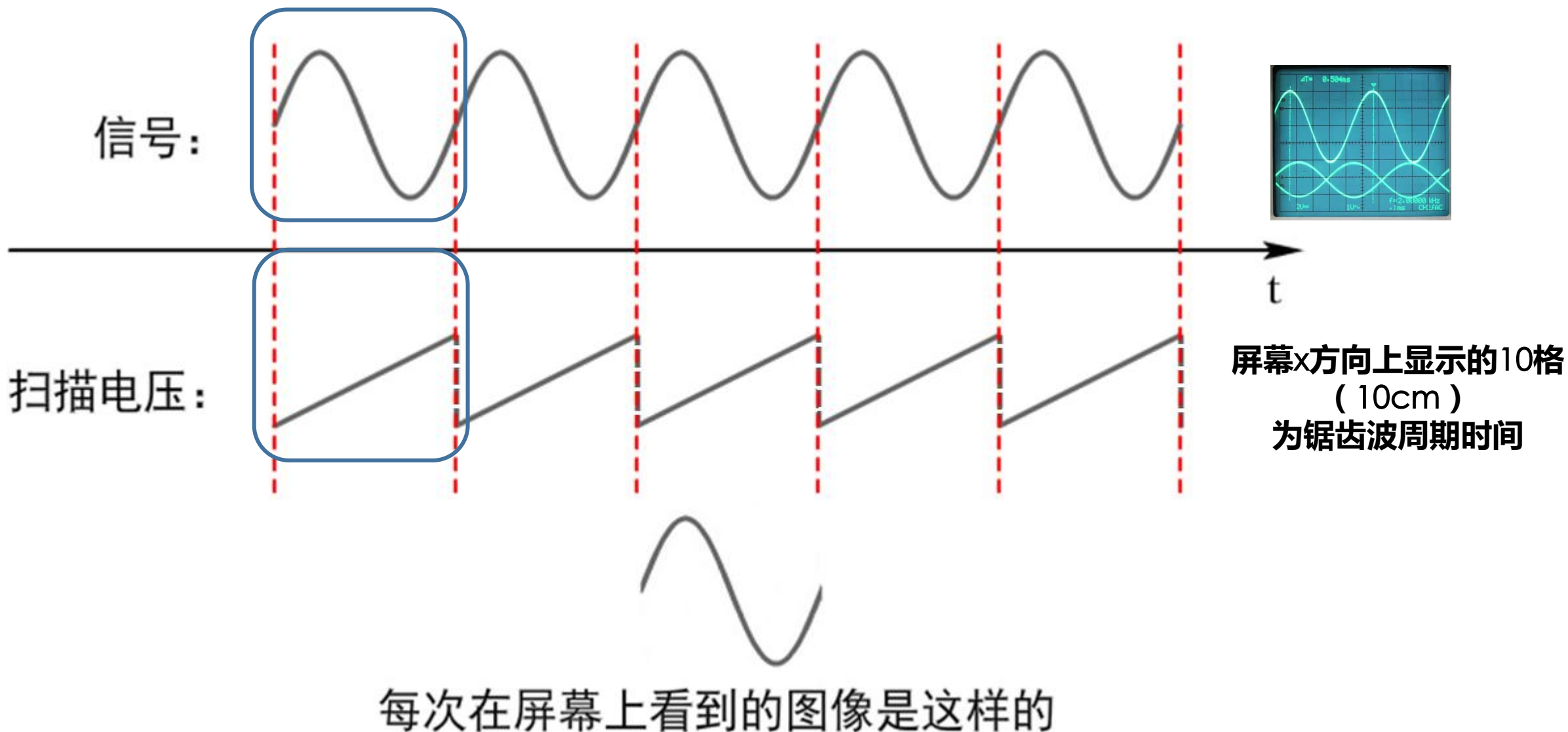


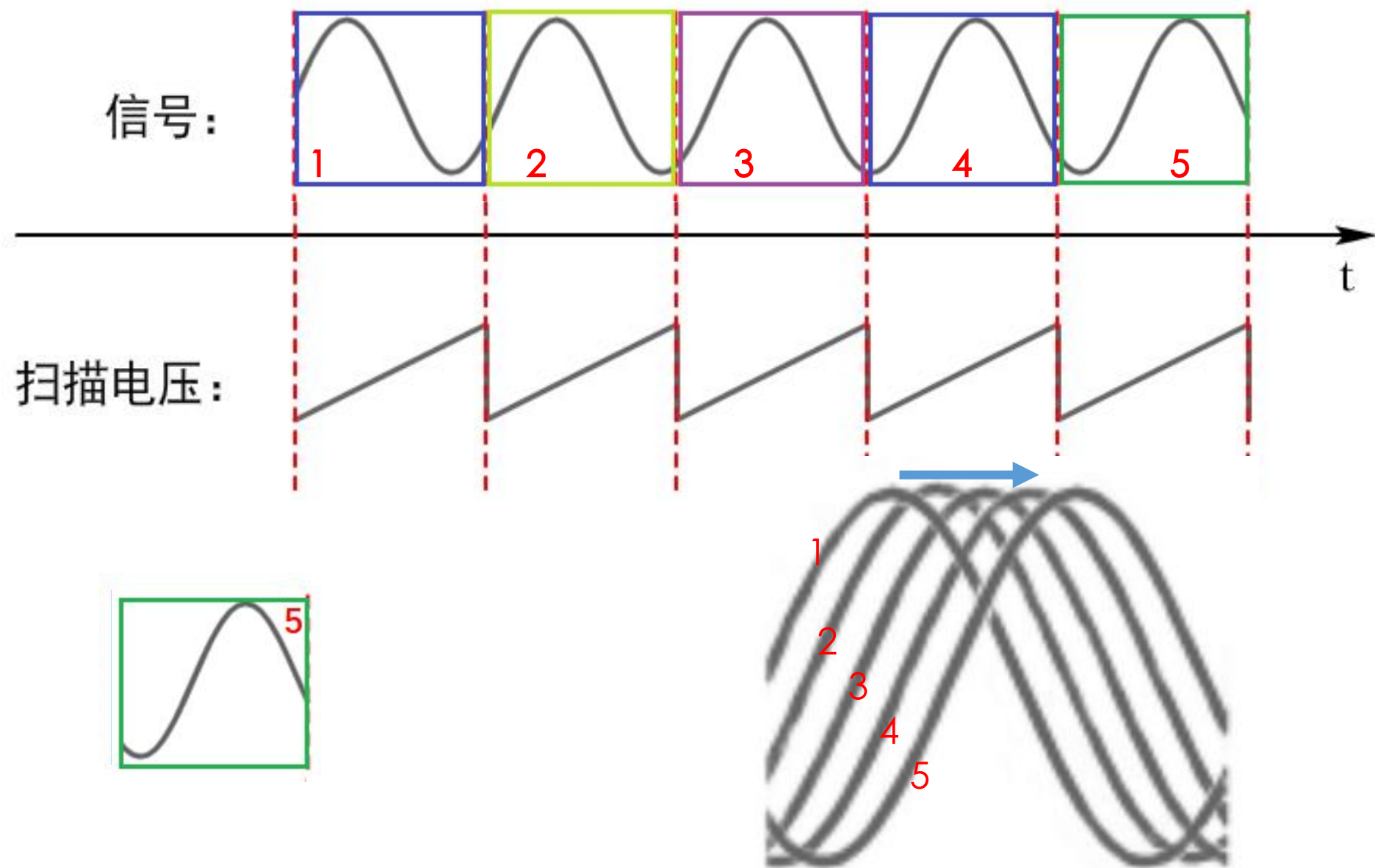
图 4-1-1

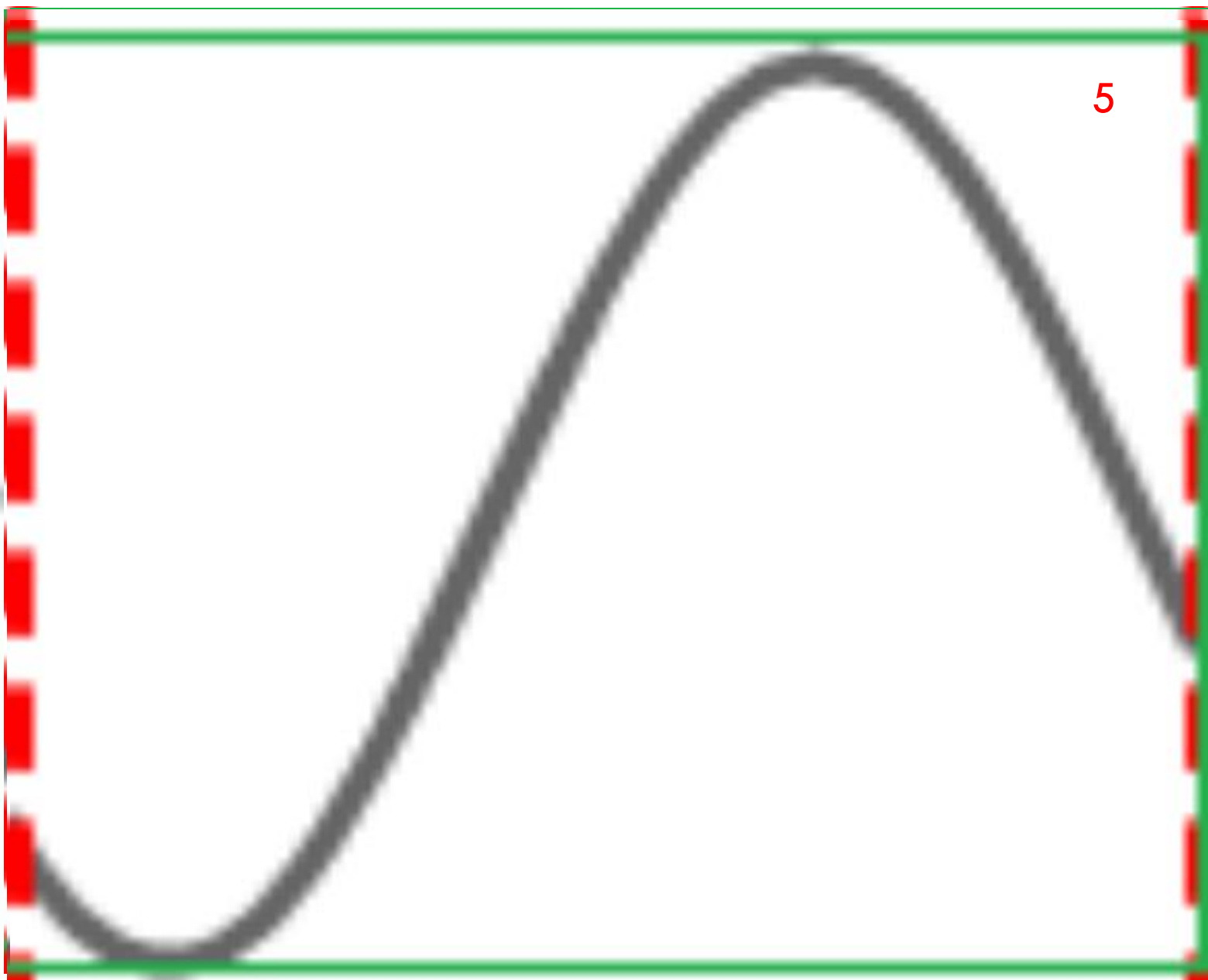
(a-灯丝,b-阴极,c-栅极,d-聚焦阳极,e-加速极)

信号周期为扫描周期的整数倍时，例如信号周期等于扫描周期时

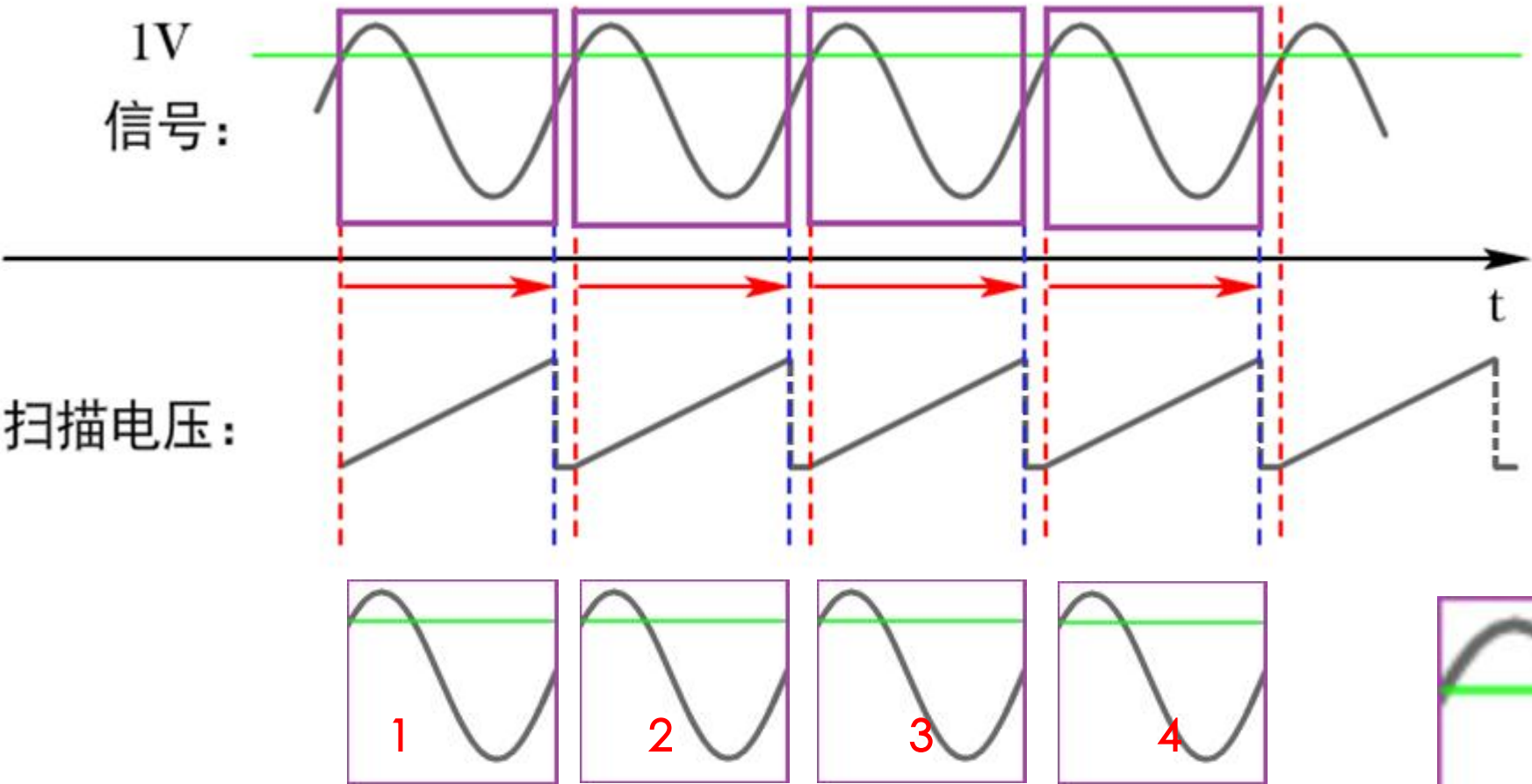


信号周期略大于扫描周期时，波形右移

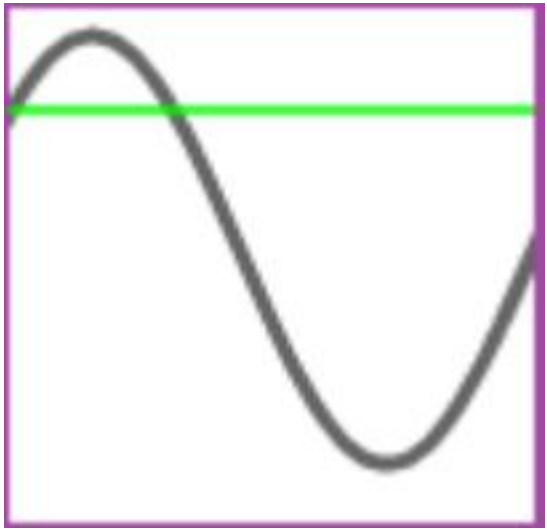




触发扫描同步，可获得稳定的波形



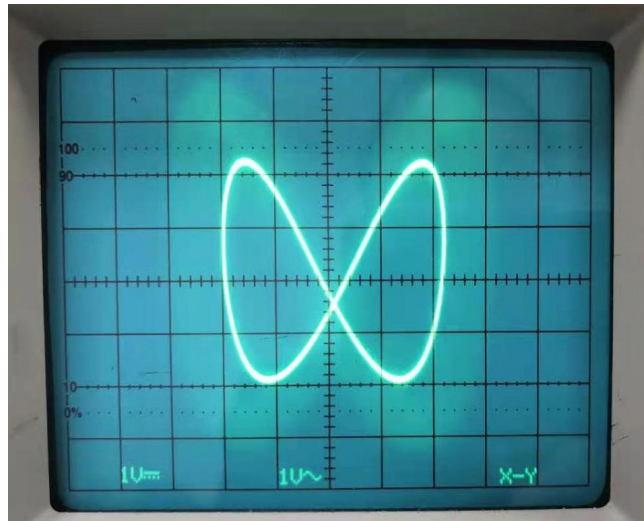
思考：获得一个稳定波形的原理？理解触发同步



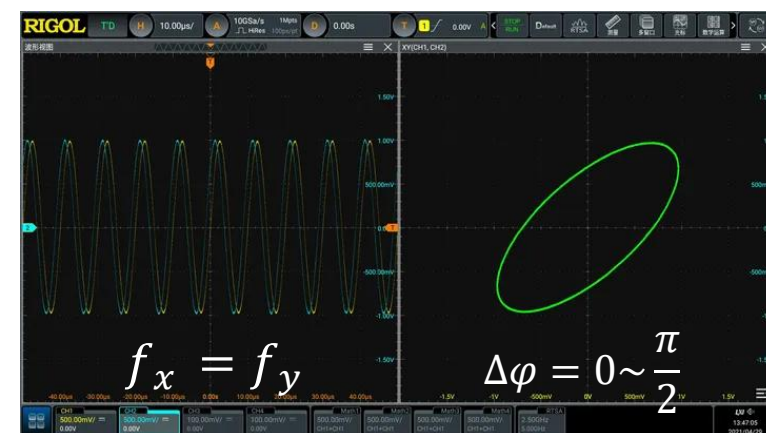
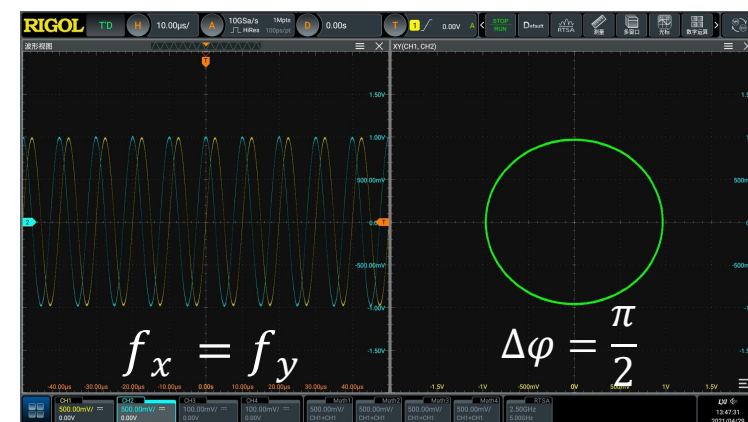
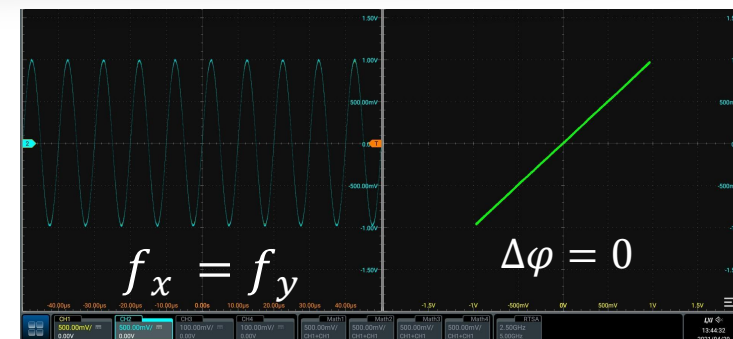
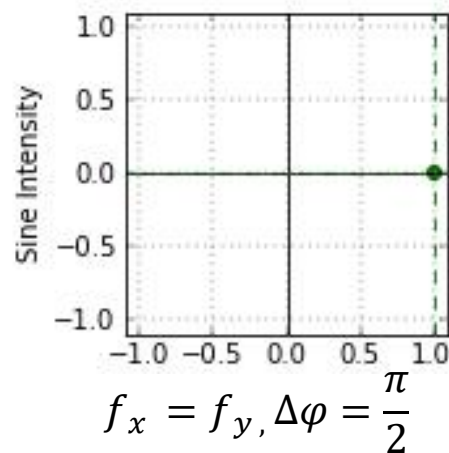
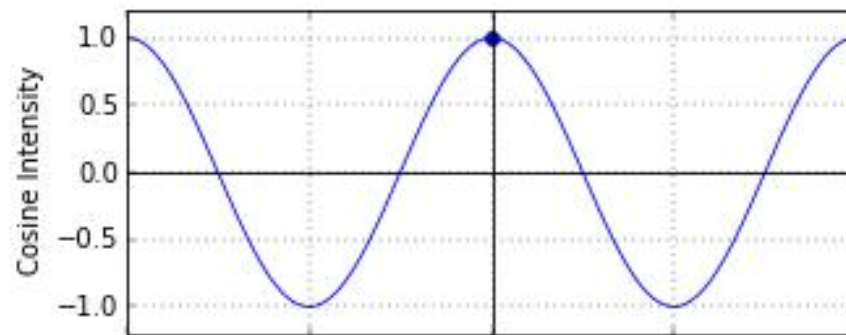
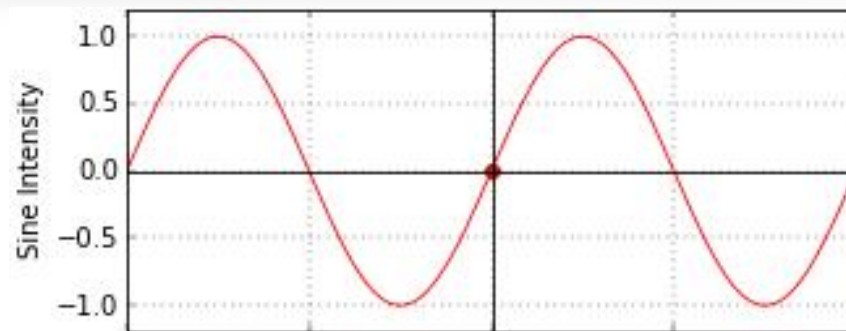
3 实验原理

3.2 李萨如图原理

- 相互垂直的两个振动的叠加;
- 当相位差恒定, 振动频率是质数比, 可以形成稳定的李萨如图;
- 可作于测量未知信号的频率。



X-ch1信号输入
Y-ch2信号输入



信号频率和该轴上交点的数量成反比

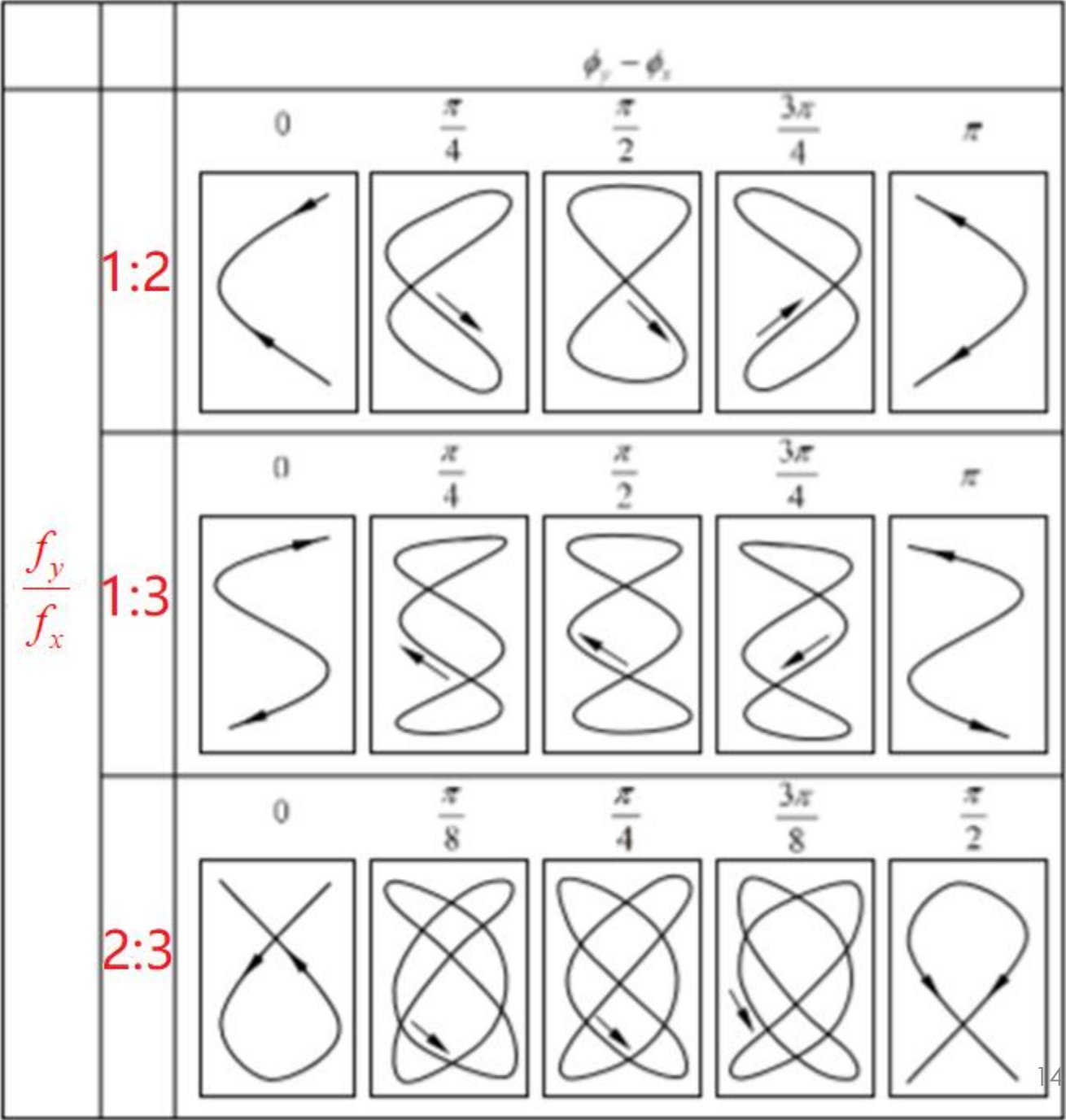
$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{T_x}{T_y} = \frac{N_x}{N_y}$$

$$f_y = \frac{N_x}{N_y} f_x$$

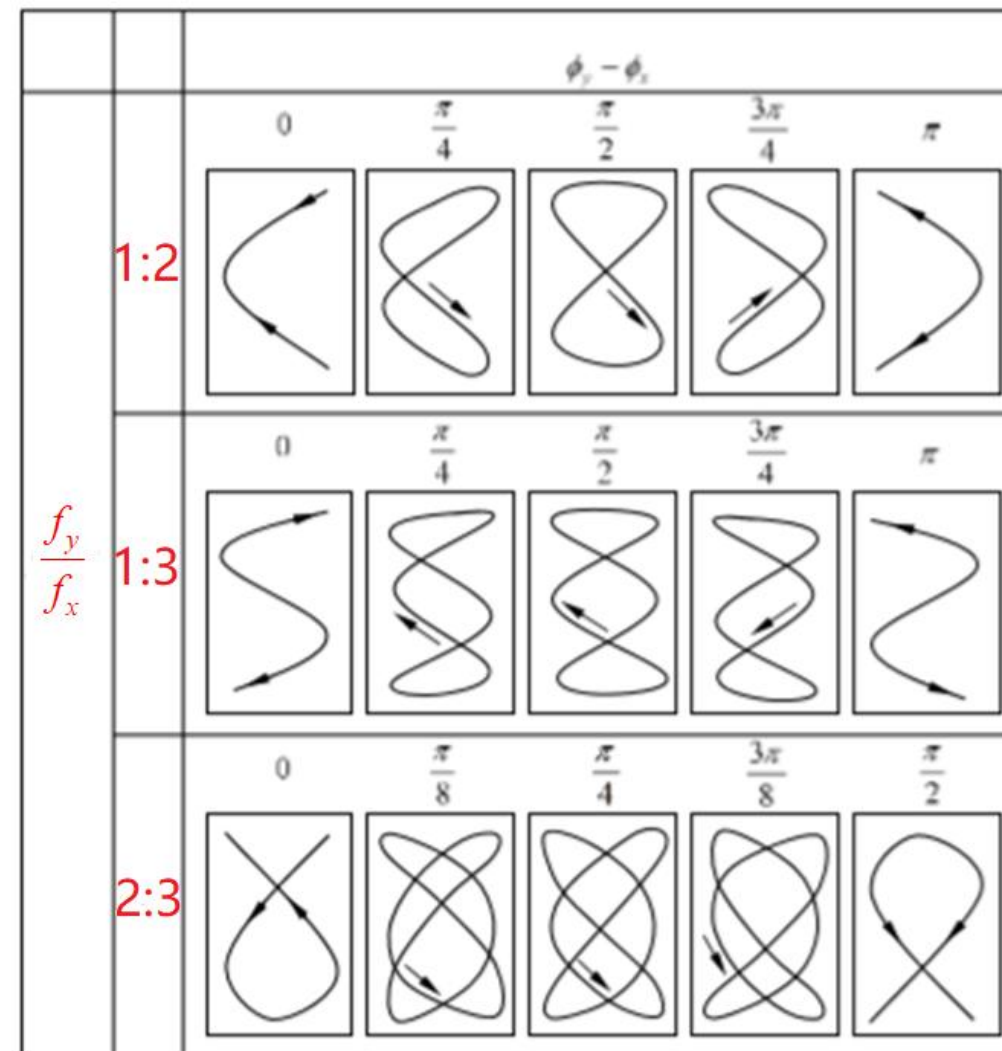
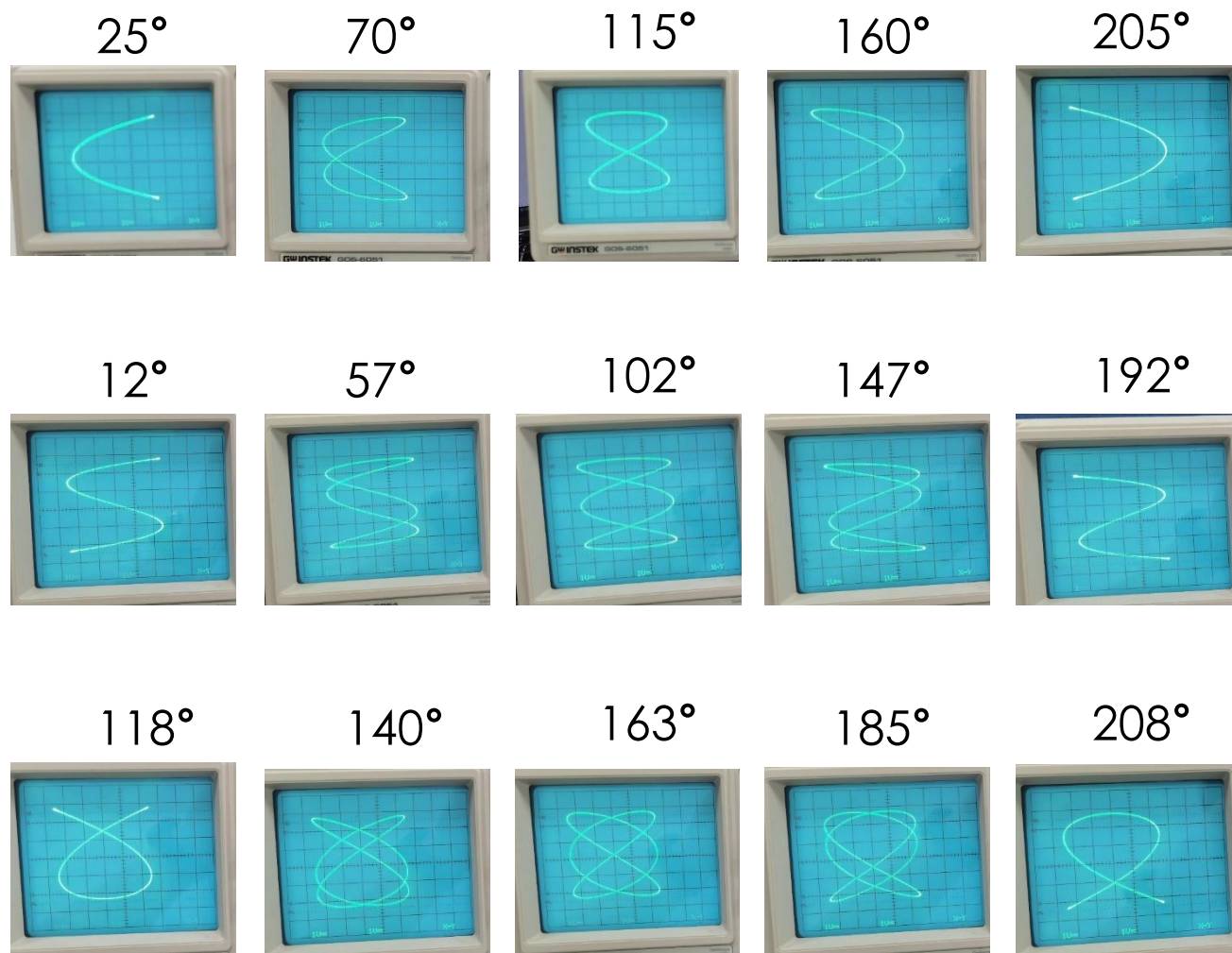
已知一通道信号（Ch1-X）频率

↓

可测量未知信号（Ch2-Y）的频率（或相位差）



不同频率比、相位差下的李萨如图形



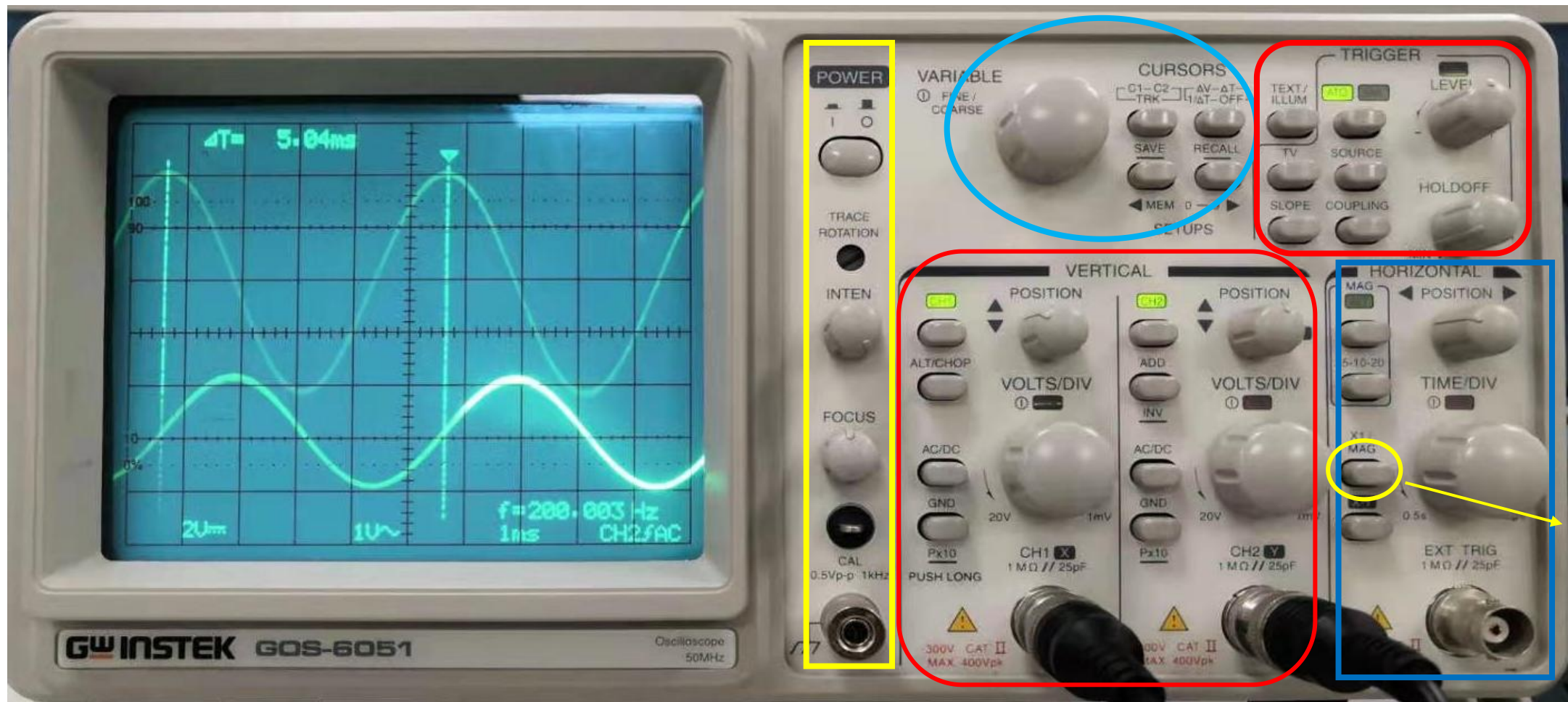
4

EXPERIMENTAL DEVICE

实验装置

4 实验装置 EXPERIMENTAL DEVICE

4.1 示波器



X轴和Y轴分别施加外接ch1、ch2信号
(李萨如图形)

长横线：长按按钮后的功能，一般用不到

ALT/CHOP: (两个通道) 断续显示/交替显示

AC/DC: 交流/直流 耦合

GND: 将该通道信号接地

Px10: 放大10倍 (MAG也表示放大)

ADD: 两个信号相加
并在屏幕上出现 “+”

调至黄灯亮



TRIGGER(触发)：
获得稳定波形的操作步骤

依次调节

Auto

SOURCE (触发源) --选CH1/CH2

COUPLING (触发耦合方式) --选AC

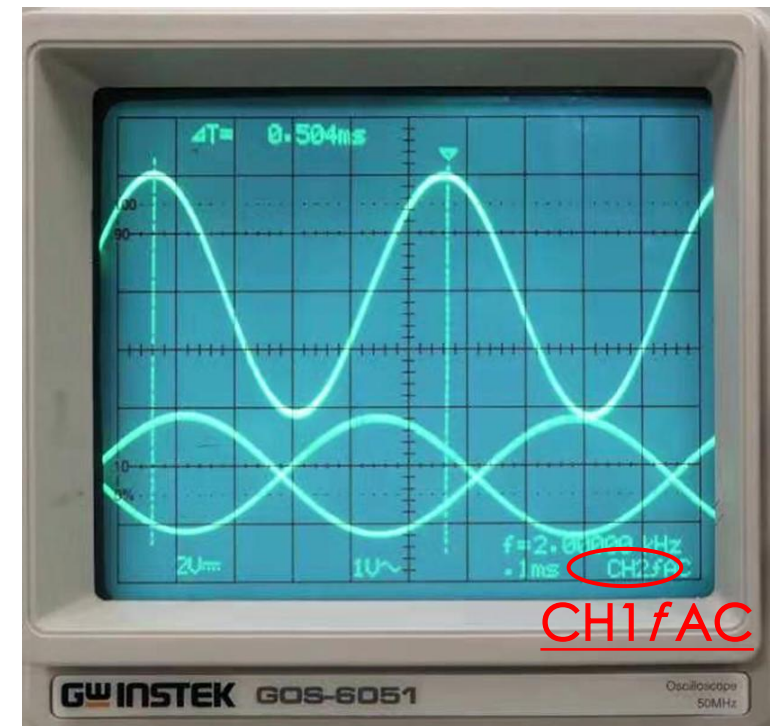
LEVEL (触发电平) -至黄灯亮(在信号电压的范围内)

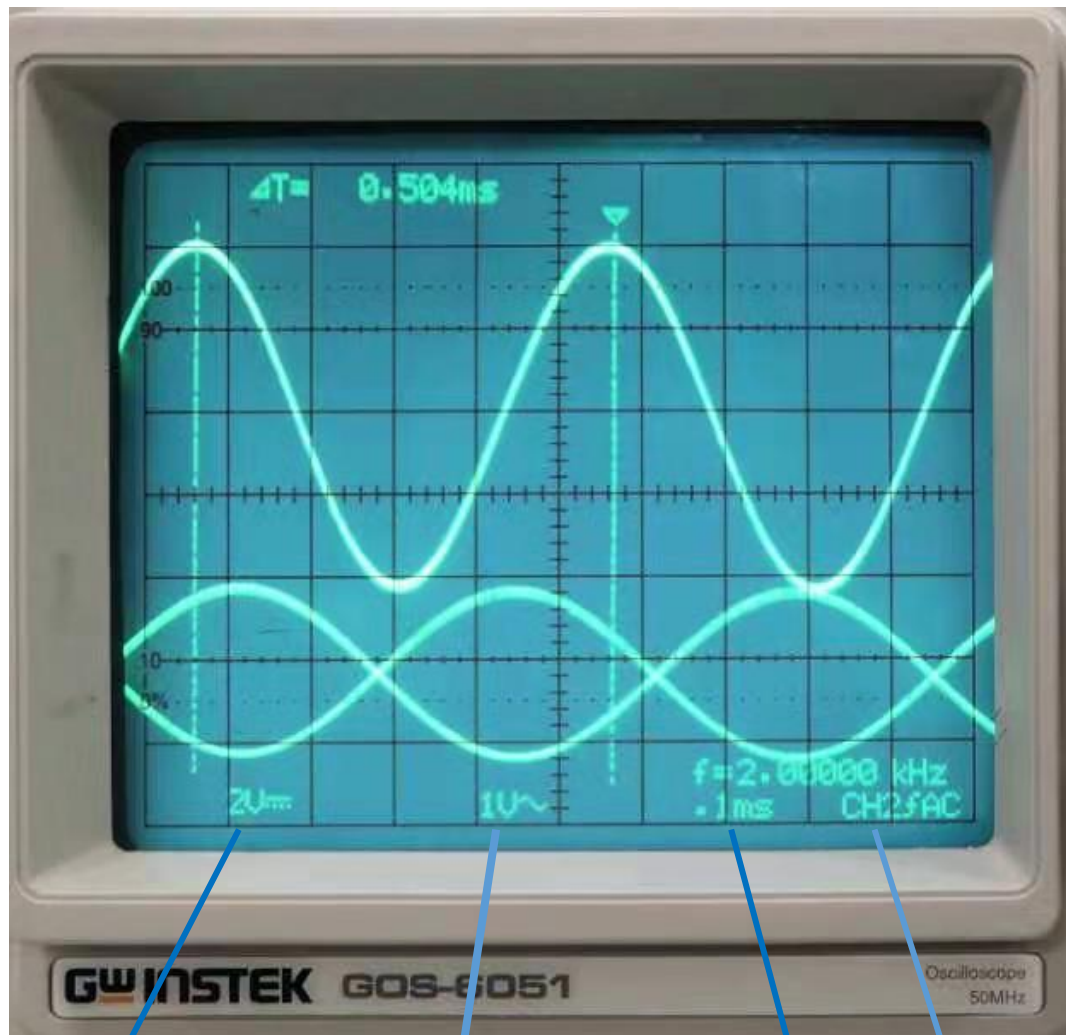
➤ SOURCE (触发源)

- CH1: 参考通道一信号
- CH2: 参考通道二信号
- VERT: 参考全部信号 (的频率)
- LINE: 参考市电~50Hz/60Hz (的频率)
- EXT: 参考外部输入信号 (的频率)

➤ COUPLING (触发方式)

- AC: 交流耦合
- LFR: 过滤低频
- HFR: 过滤高频
- Slope: 上升沿触发 f
下降沿触发 t



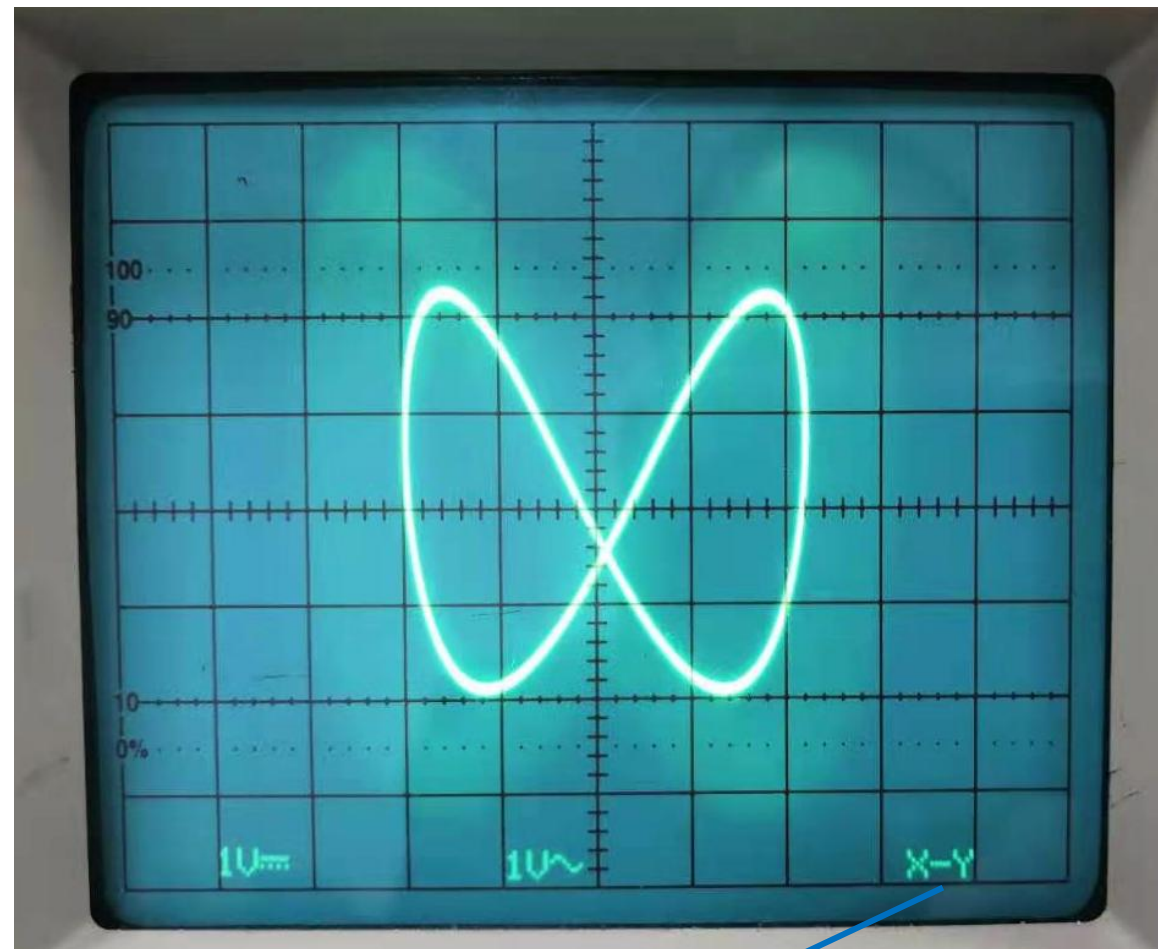


CH1: DC/ D=2V/DIV

CH2: AC/ D=1V/DIV

$Q=0.1 \text{ ms/div}$

A模式 (扫描模式, 触发源CH2)



X-Y模式 (李萨如图模式)

4.2 信号发生器

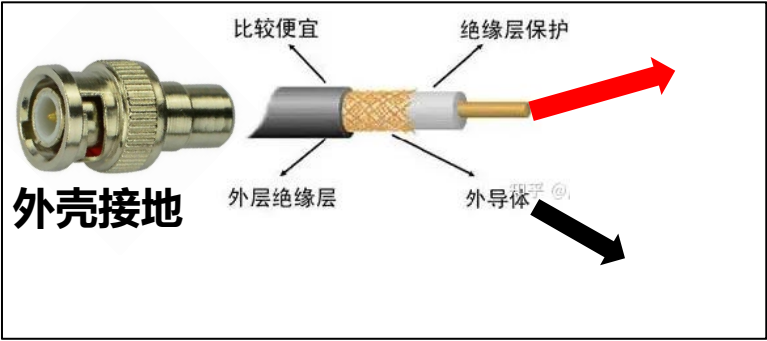


输出函数信号
函数：正弦、频率、幅度、偏置（0mV）

输出屏幕上设定参数的信号
作为已知信号

背后还有一根线（输出~50Hz正弦交流信号）当作未知信号

同轴电缆BNC接头，全称是Bayonet Nut Connector（刺刀螺母连接器）。主要用于串行数字接口视频信号、业余无线电天线、航空电子、测试设备等。这种同轴接头，可以使信号串扰减少。



5

EXPERIMENT CONTENT 实验内容



5.1 用比较法验证： $f_y = nf_x$

选择扫描时基信号：0.5ms/div, 相当于扫描频率为 $f_x = 200Hz$ 。
细心调节信号发生器的输出频率，使示波器全屏显示1个、2个。。。完整周期的波形。

波形个数n	1	2	3	4	5	6
测量 f_y (Hz)	(调节并记录至最小单位为小数点后一位 (0.1HZ) 即可)					
计算 f_x (Hz)						

结果： $\bar{f}_x = \frac{\sum f_{xi}}{6} = \dots$ 和 $E = \frac{|\bar{f}_x - 200|}{200} = \dots$

理解：用信号发生器检验示波器扫描时基（时基是一个时间显示的基本单位，时间基准）的精度，注意 f_y 的有效位数和百分误差的位数选取。

5.2 用李萨如图测量未知信号的频率

- 1、用信号发生器背后一根待测信号线 (约为 50Hz), 输入示波器 “CH2” 通道, 作为Y轴;
- 2、用信号发生器的CH1输出信号作为已知频率信号, 输入示波器 “CH1” 通道, 作为X轴信号;
- 3、示波器调节X-Y模式, 调节信号发生器的输出频率 f_x , 仔细调节(调到三位小数)直到出现稳定的李萨如图形, 画出图形, 并按比例得到相应的 f_y 。

$f_y : f_x$	1:1	1:2	1:3	2:1	3:1	2:3
图形						
垂直交点数 N_y						
水平交点数 N_x						
f_x (Hz)						
f_y (Hz)						
结论	$\overline{f_y} = \sum_{i=1}^6 f_{yi}$			$E = \frac{\overline{f_y} - 50\text{Hz}}{50\text{Hz}}$		

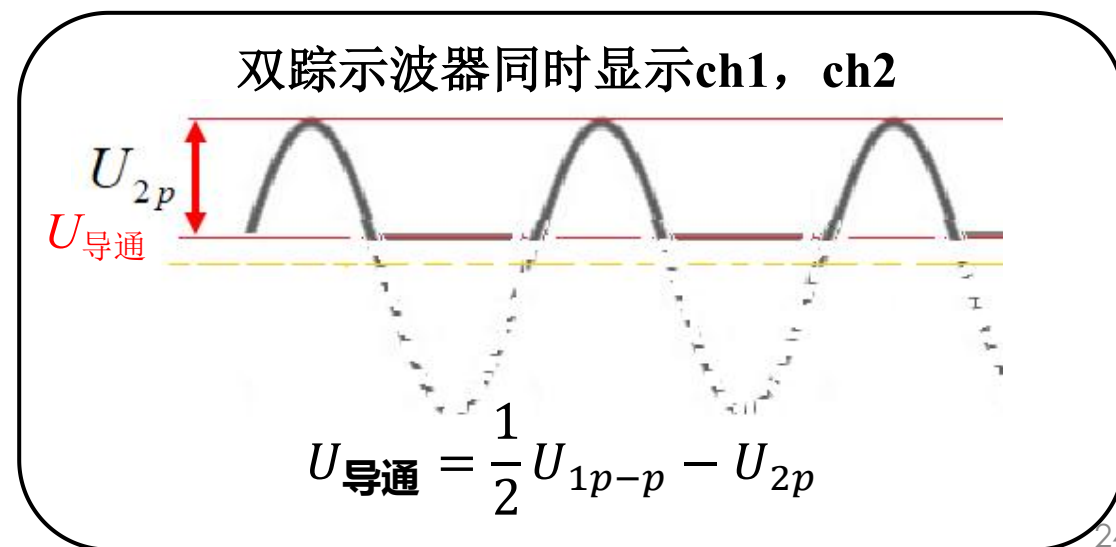
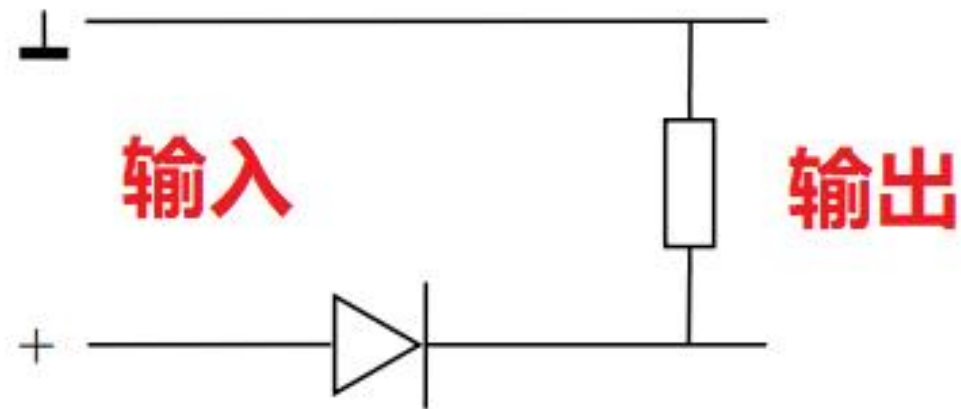
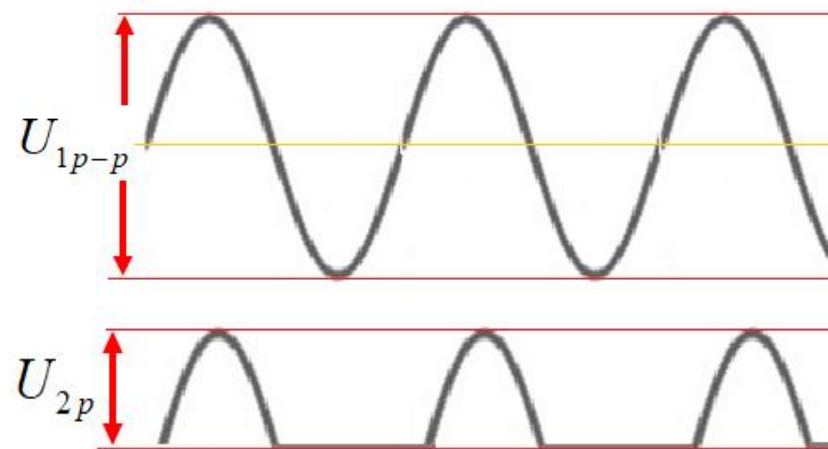
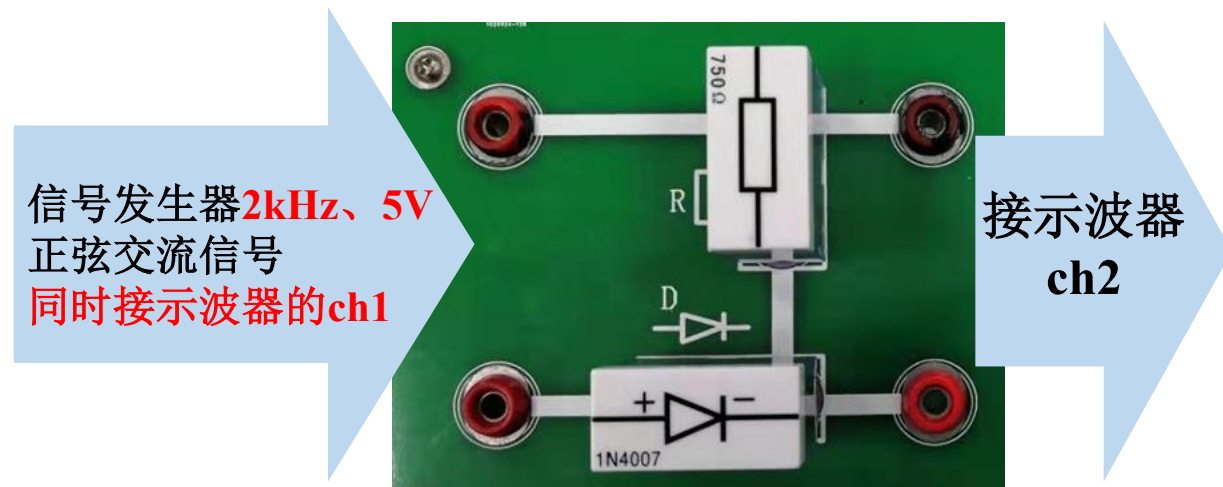
$$f_y = \frac{N_x}{N_y} f_x$$

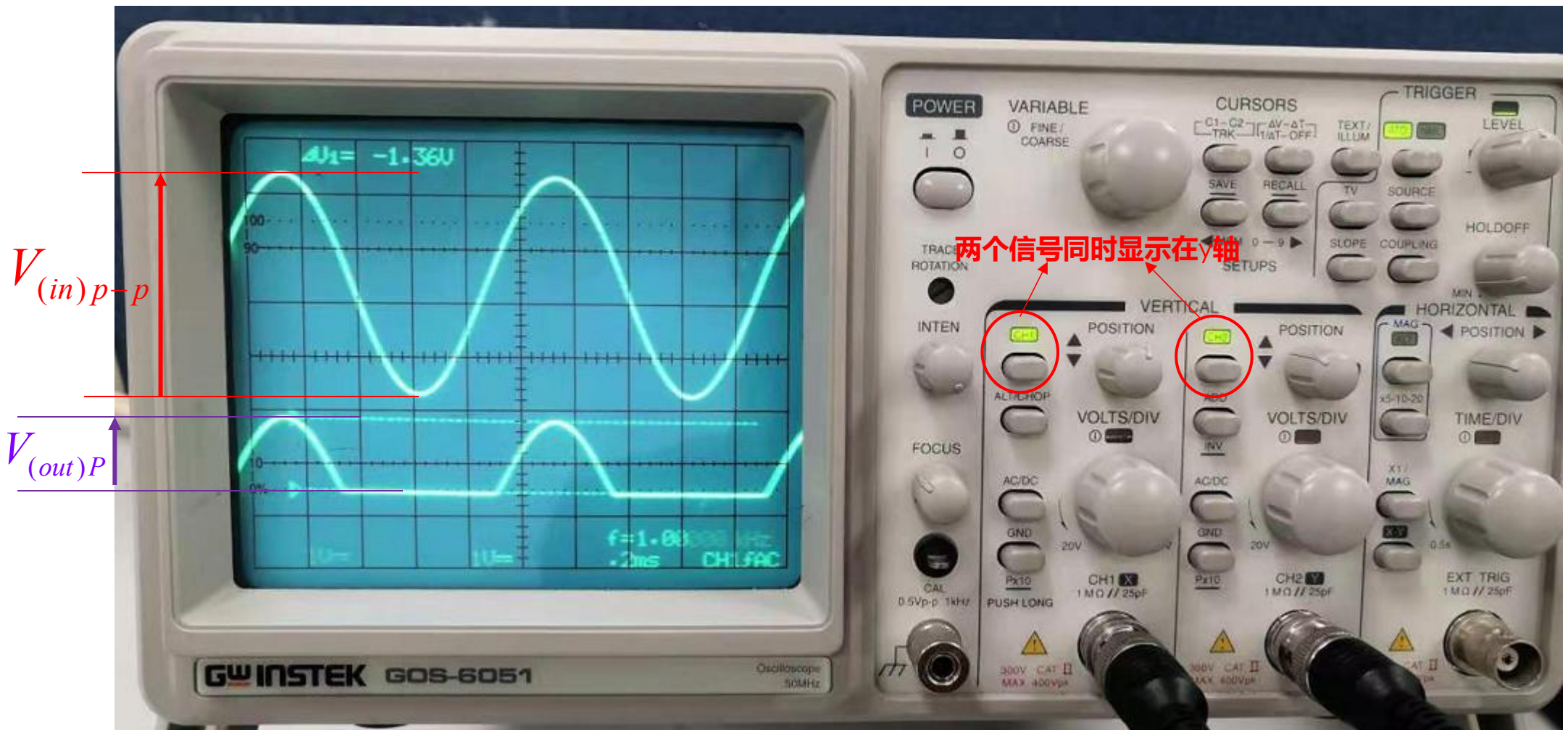
$$\overline{f_y} = \sum_{i=1}^6 f_{yi}$$

$$E = \frac{\overline{f_y} - 50\text{Hz}}{50\text{Hz}}$$

5 实验内容

5.3 二极管导通电压测量





	光标法	直读法 ($D=$ _____)
U_{1p-p}		(了解即可)
U_{2p}		

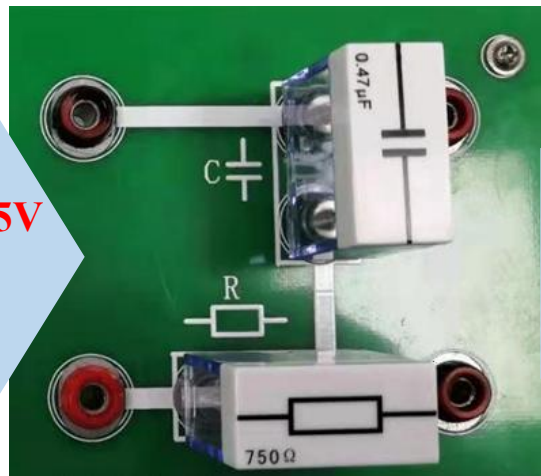
用两种方法分别读出两个电压，并计算 $U_{\text{导通}}$

$$U_{\text{导通}} = \frac{1}{2} U_{1p-p} - U_{2p}$$

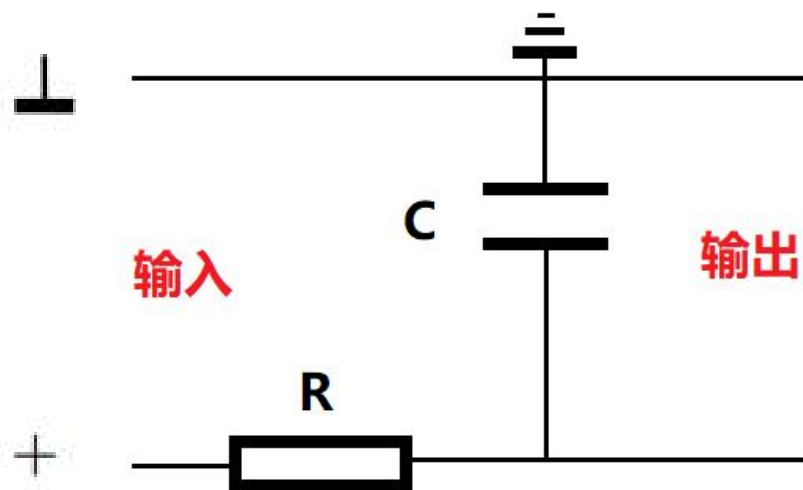
5 实验内容

5.2 RC电路的相位差测量

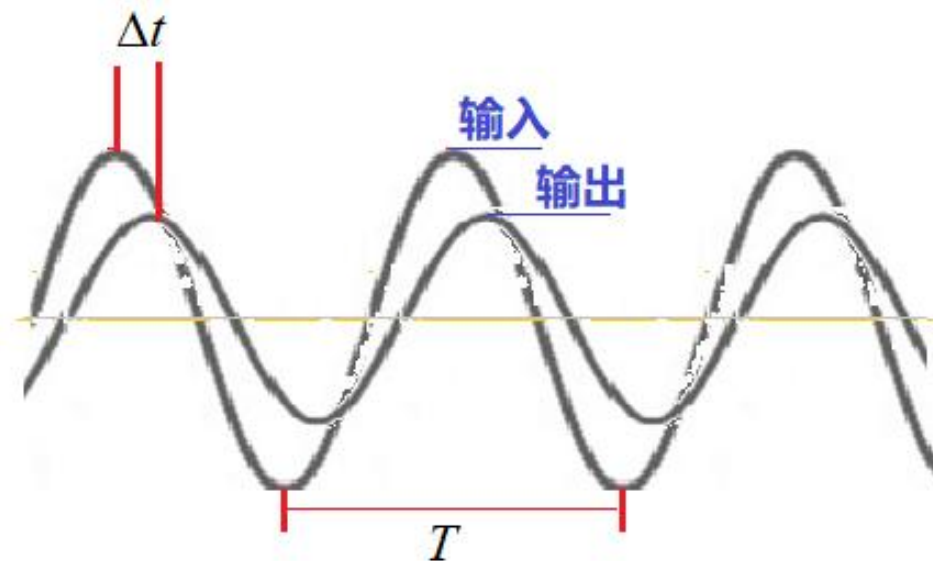
信号发生器**2kHz、5V**
正弦交流信号
同时接示波器的**ch1**



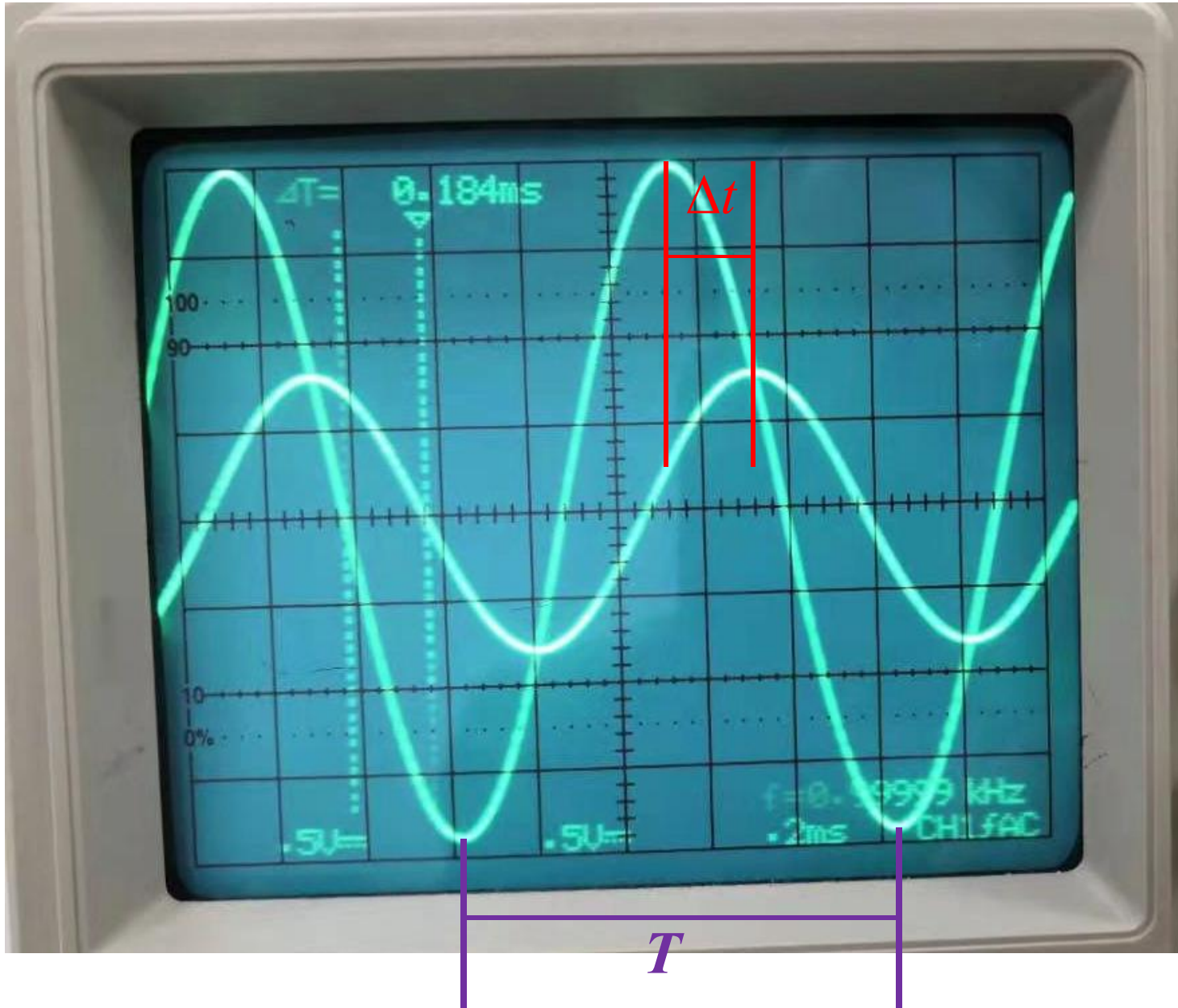
接示波器
ch2



$$U_{out} = U_C = \frac{1}{1 + i\omega CR} U_{in}$$



$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ$$



光标法		直读法	
Δt		Δx	(了解即可)
T		X	

$$\Delta\phi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ$$

$$\Delta\phi = \frac{\Delta x}{X} \times 360^\circ$$

6

EXERCISES 思考题



- 示波器的主要结构与各部分的作用是什么？示波器为什么能显示被测信号的波形？
- 在观察李萨如图形时为什么总是不断的来回翻动，翻动的快慢是受哪种因素所影响？
- 切实理解示波器同步的概念，如果发生波形左移或右移时应该如何调整才能使其稳定下来？

谢谢

THANKS FOR LISTENING

