电子线路实验中的仪器使用

电子线路实验A 毛新宇

仪器使用的作用

- 做好实验的前提条件
- 理论知识的检验总结
- 快速准确高效的基础
- 实验现象分析的依据
- 避免假像的火眼金睛
- 查错寻误的神兵利器

主要仪器

- 电源
- 信号源
- 万用表
- 示波器

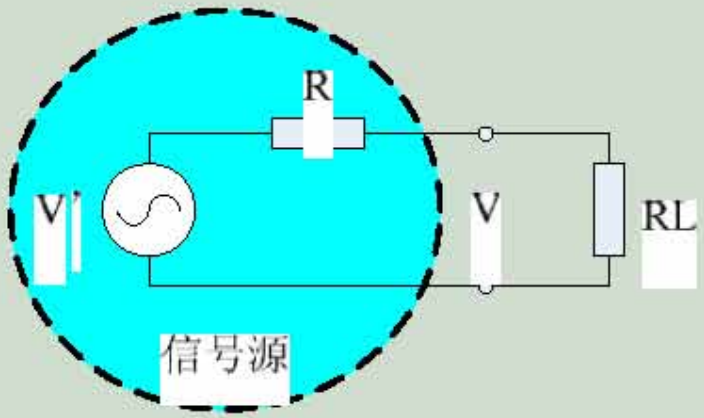
电源

- 双路电源
- 提供高低关系，没有接地
- 注意事项
  - 确认电路没有短路等问题
  - 先调整好合适的电压，再接上
  - 正负极
  - 小心不要让电源短路，尤其不用的时候
  - 负载大小能否带动

信号源

- 输出实验所需的各种信号
- 信号源接地
- 信号源内阻

信号源的内阻



$$\frac{V}{V'} = \frac{RL}{R + RL}$$

$$V' = 2 \cdot V = 2 \cdot x$$

$$V = \frac{RL}{R + RL} \cdot 2 \cdot x$$

RL=10Ω，100Ω，1KΩ，10KΩ

$$V = \frac{1}{6} \cdot x \qquad V = \frac{4}{3} \cdot x \qquad V = \frac{40}{21} \cdot x \qquad V = \frac{400}{201} \cdot x$$

$$V = 2 \cdot x$$

常见的信号

- 正弦波。
- 三角波。三角波的上升和下降都是线形的。
- 锯齿波。是扫描系统常用波形。
- 脉冲。这里的脉冲是狭义上的，指一个特定的信号，是在一个周期内，有确定的时间，信号的电平为某个较高的值，其它时间都是另一个较低的值。与其它正负对称的信号不同，脉冲信号有一个特殊的参数，占空比：是指信号处在较高的值的时间与信号周期的比。。
- 方波。方波是一种特殊的脉冲，它的占空比为50%。
- 噪声。噪声类型、噪声方差、均值来描述

信号参量

- 峰峰值*Vpp*（Peak to Peak）。峰峰值是指一个周期内信号最高值和最低值之间差的值，就是最大和最小之间的范围。它描述了信号值的变化范围的大小。
- 峰值*Vp*（Peak）。峰值是指一个周期内信号最高值或最低值到平均值之间差的值。一般来说，峰值对上下对称的信号才有定义。可以看到，峰值等于峰峰值的一半。
- 有效值/均方根值*Vrms*（Root Mean Square）。是指在一个周期内对信号平方后积分，再开方平均。有效值的意义是：在一个周期内做功的大小等于与该值相等的直流电压所做功的大小。
- 平均值（Average）。指信号在一个周期内的平均值。

对于正负对称的信号来说，平均值显然为零，有时规定这时的平均值为全波整流之后的平均值。

万用表的功能

- 电压表
- 电流表
- 欧姆表/电阻表
- Beta值表
- 频率计

1. 探头位置无误
2. 功能选择正确
3. 档位选择合适

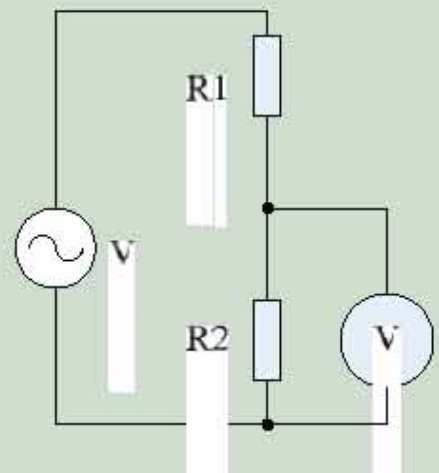
数字表准确度的描述

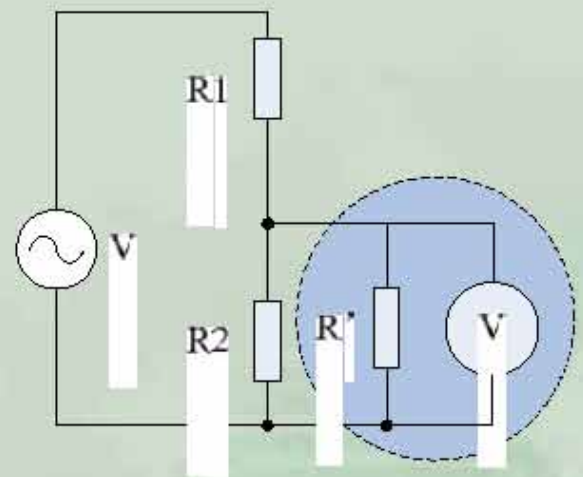
- 二等分的次数定义为AD的分辨率，是描述转换精度的参数，用位（Bit）为单位。
- 固定误差和比例误差。固定误差是在某个仪器的测量范围内保持恒定的误差，比例误差是与显示值成比例的误差。

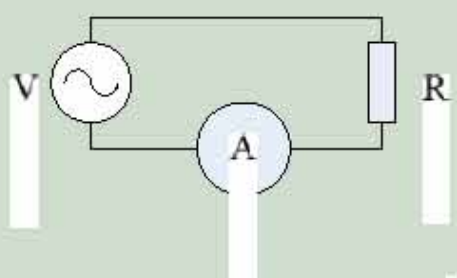
如PF66B型数字万用表的直流电压0~19.999V档的误差为：
±（0.03%读数值+2字）
或者： ±（0.03%读数值+0.01%测量范围）
当测得电压值为8V的时候，固定误差是±2mV，比例误差为8×0.03%=±2.4mV。

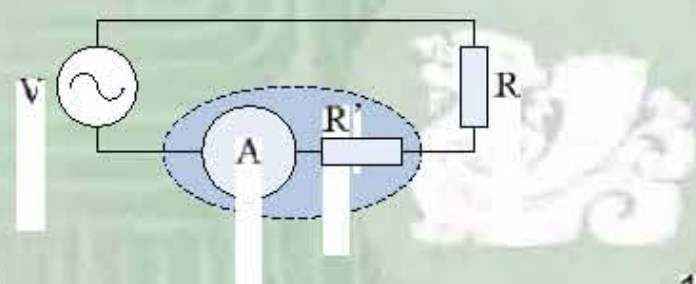
数字仪表的精度常用多少位，或多少位半来表示，“半”表示最高位可能是0或1。如4位精度，4位表示测量范围从0~9999，满量程的最大误差是0.01%。4位半表示范围从0~19999。

使用电压电流表的影响

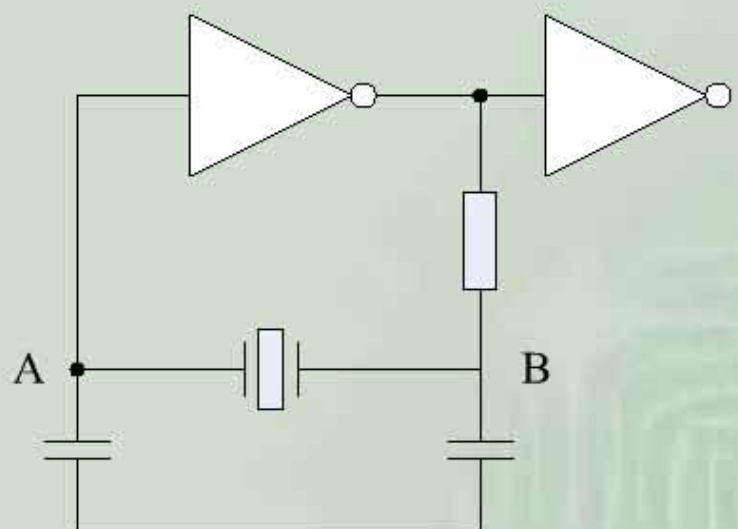




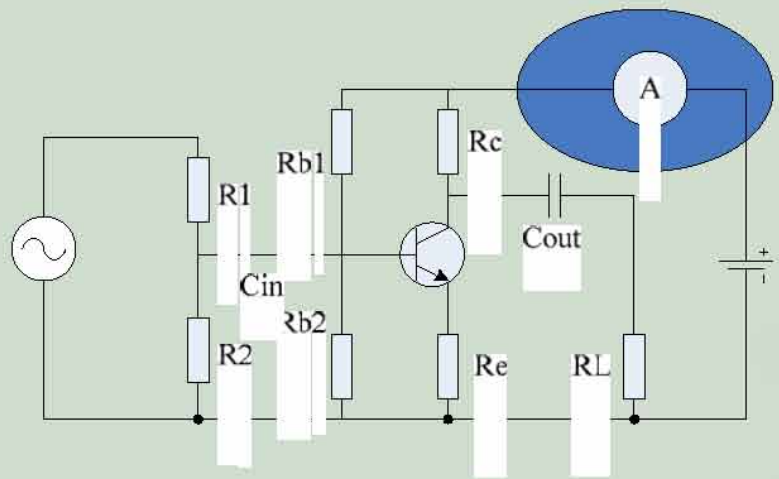


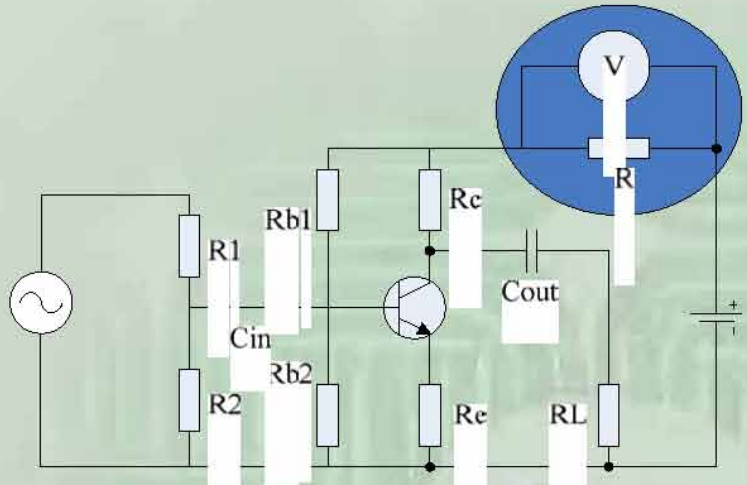


使用电压电流表的影响

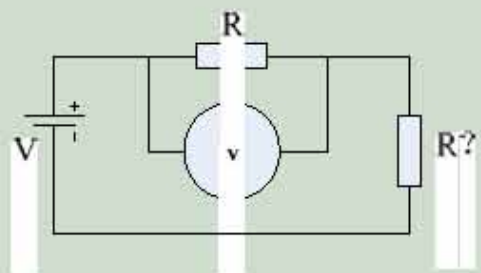


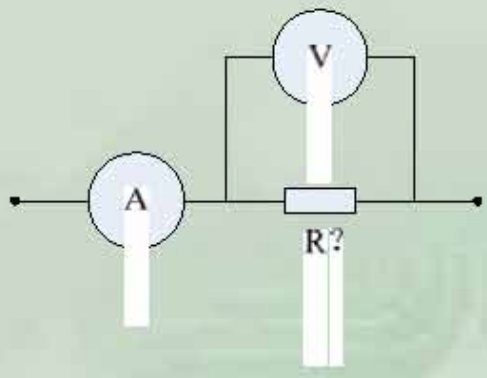
电压电流表的互换





欧姆表

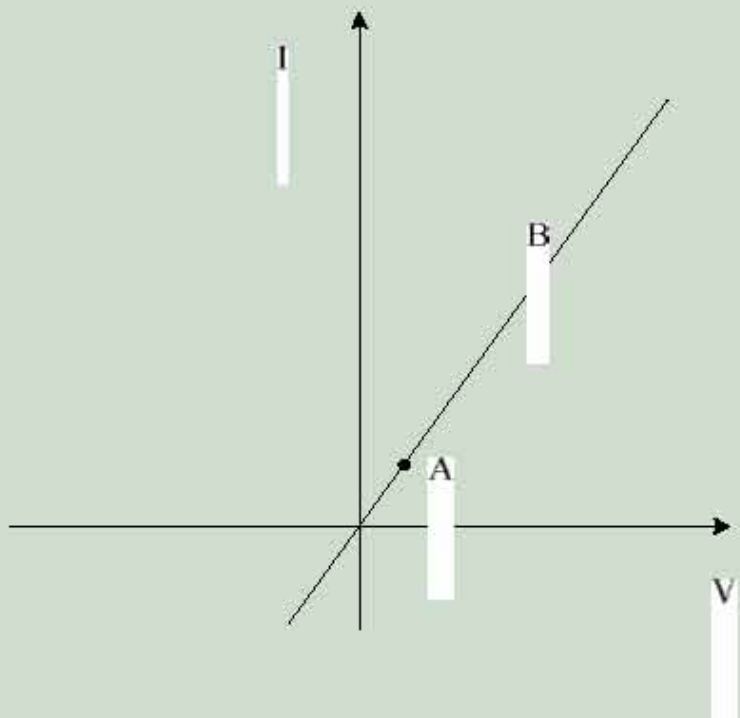


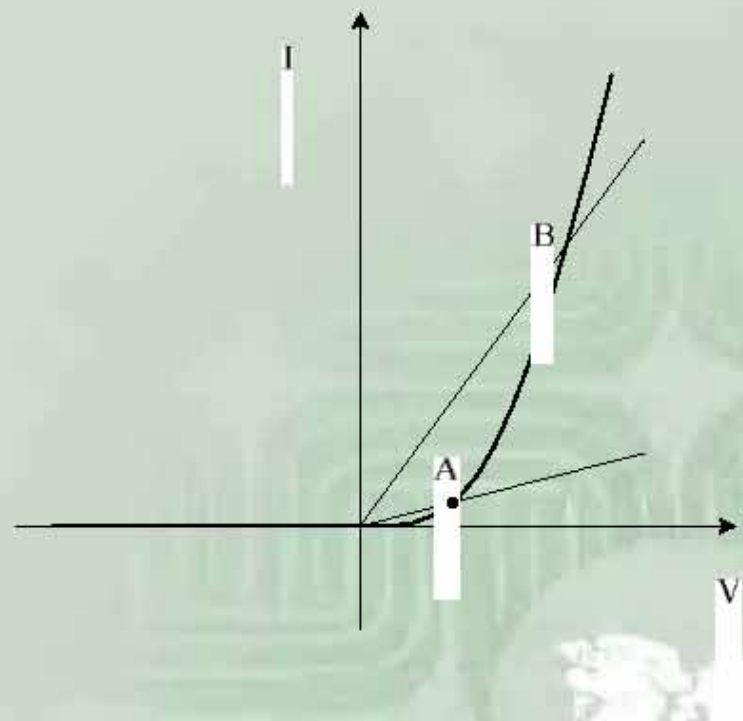


$$\frac{R}{R+R?}=\frac{V_R}{V}$$

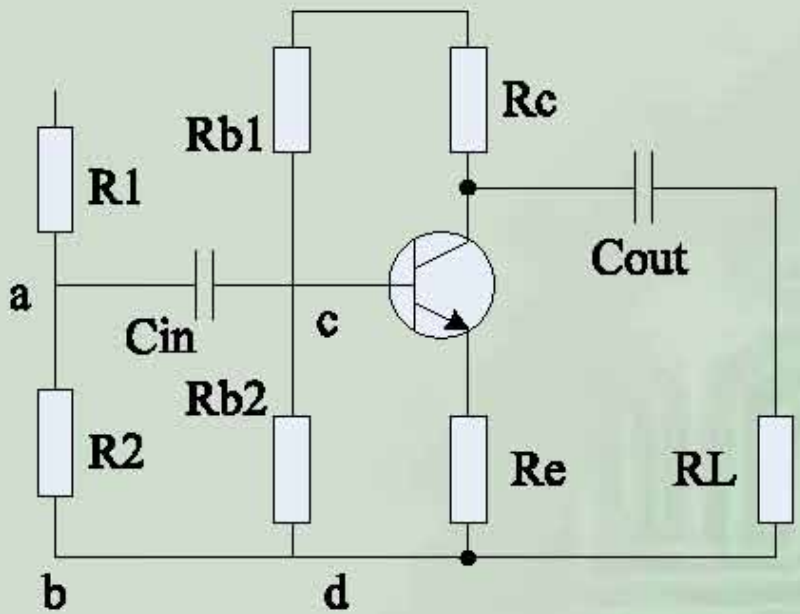
$$R?=\left(\frac{V}{V_R}-1\right)\cdot R$$

测量不同元件的电阻

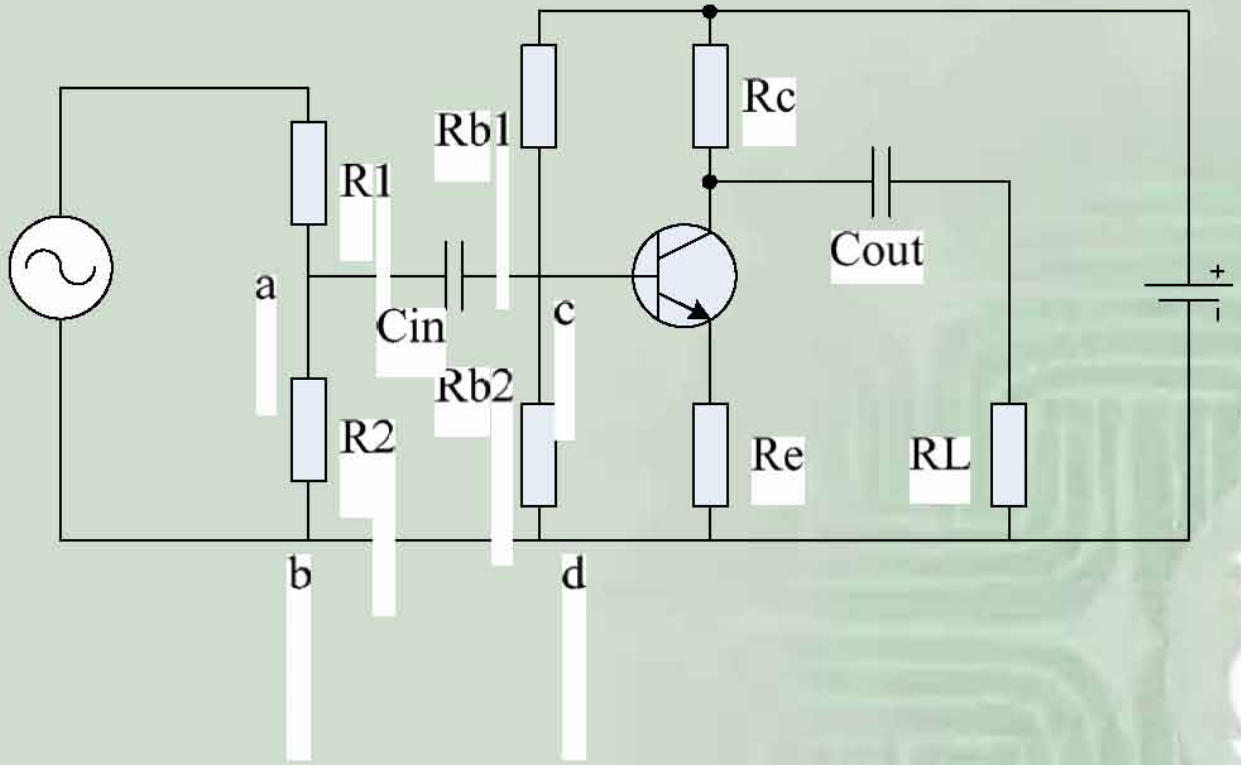




在线测量



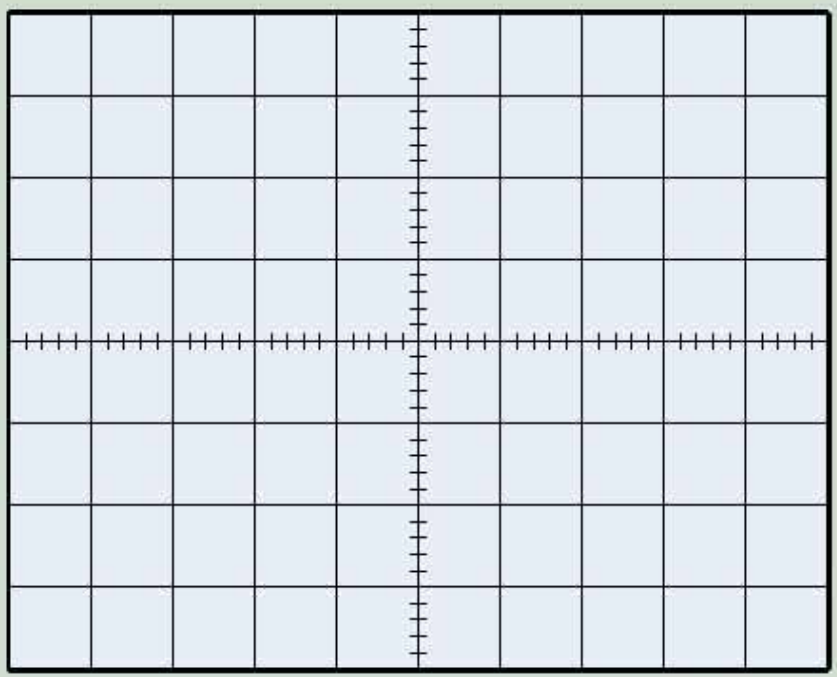
带电测量

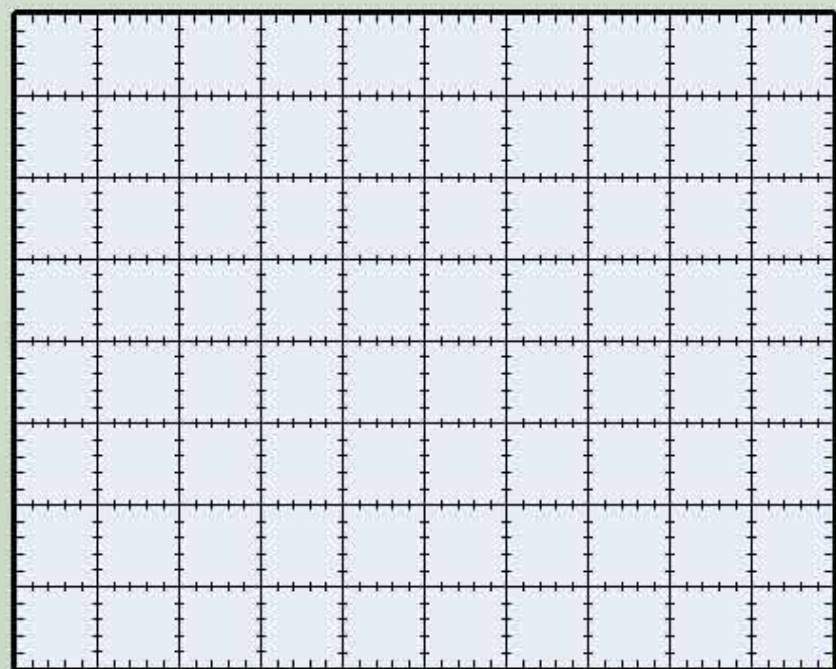


示波器

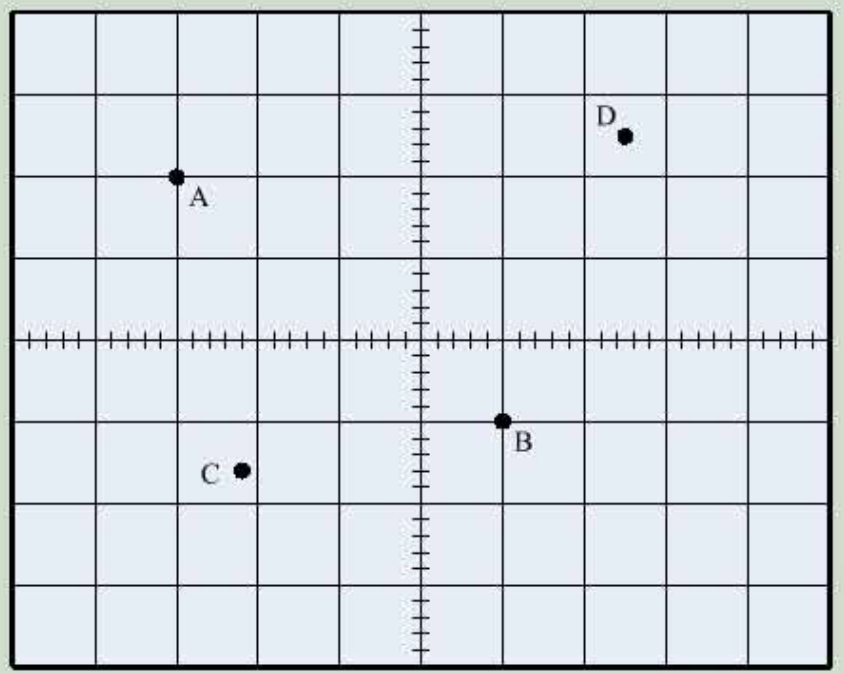
- 示波器所测量的信号是电压信号，
- 是将信号与时间之间或信号与信号之间的函数关系按照设定的比例关系在屏幕上显示出来的仪器。
- 示波器显示的图形其实是一个光点在屏幕上所“勾划”出来的轨迹。

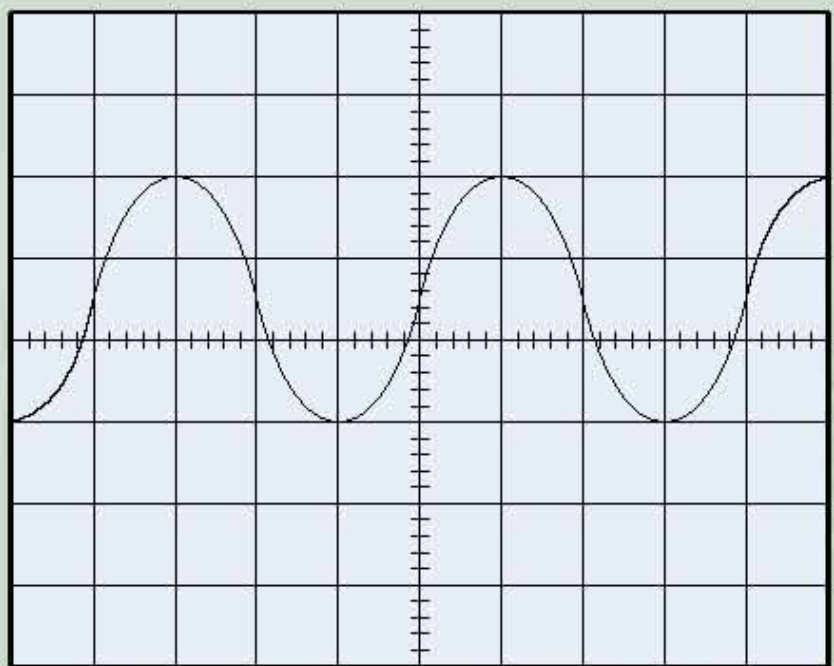
示波器的屏幕





示波器的屏幕

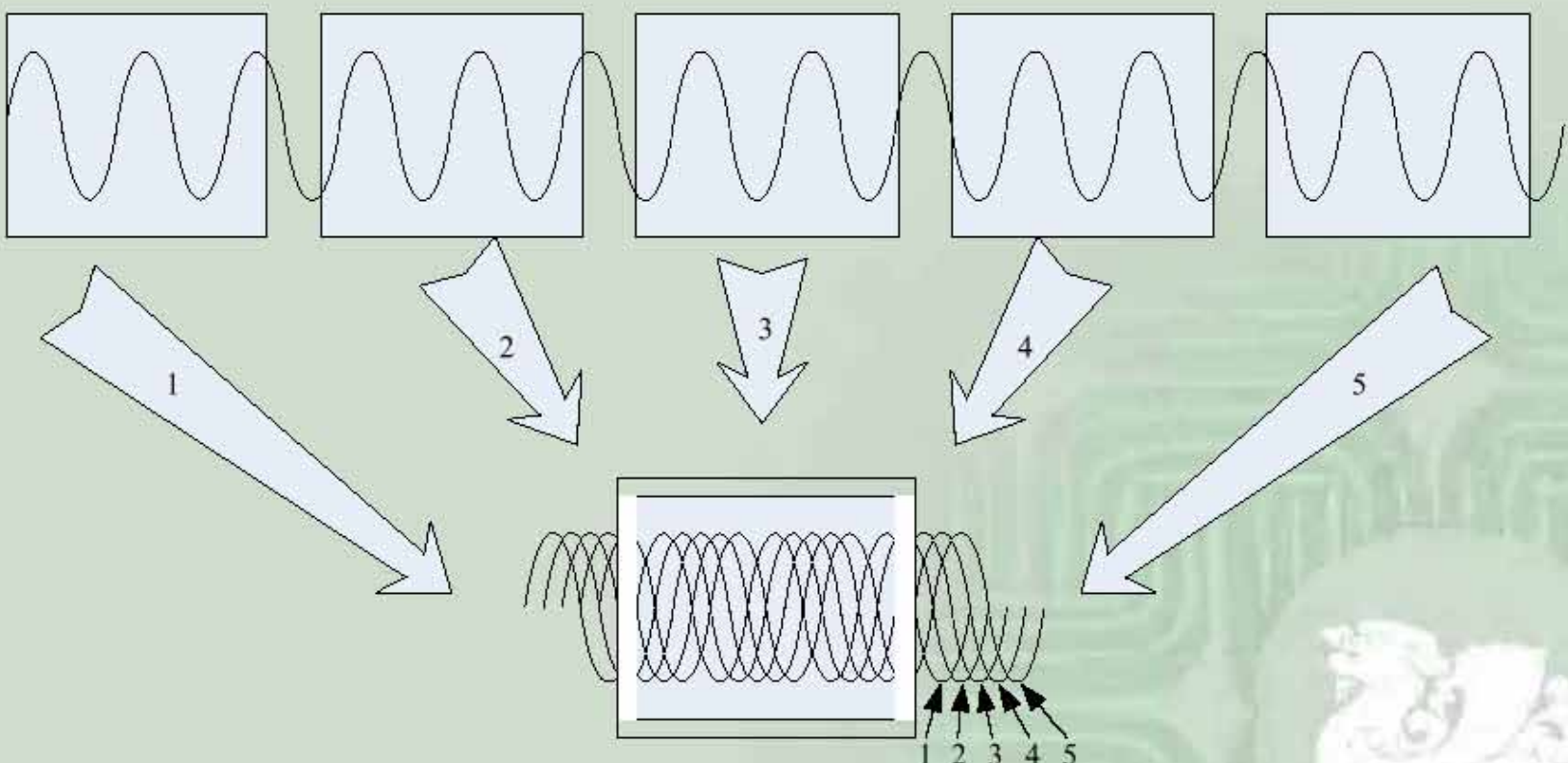




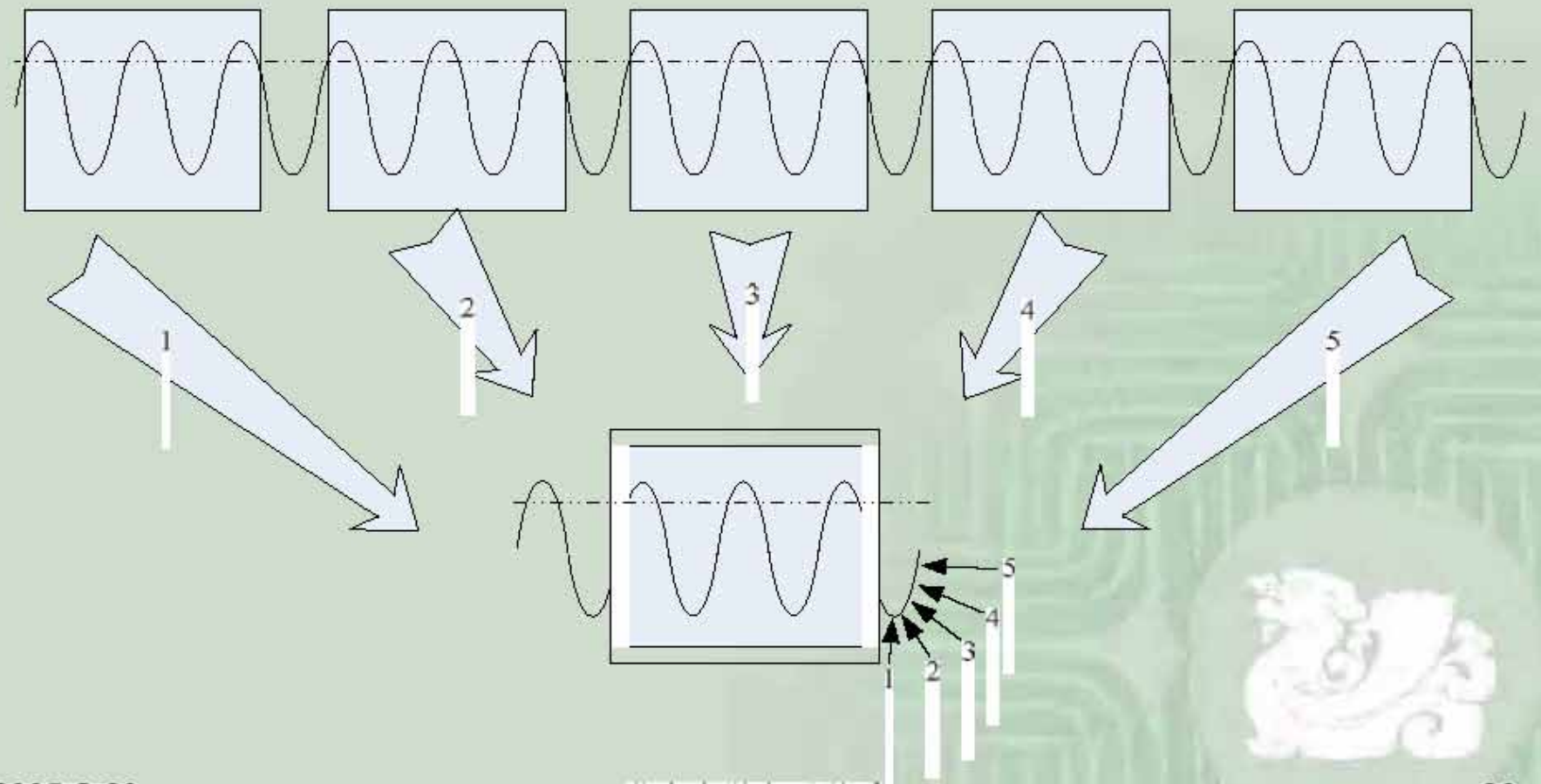
横轴：50ns/div，
纵轴：2v/div，

AB：横向差4格，时间差是200ns，
纵向差3格，电压差是6V

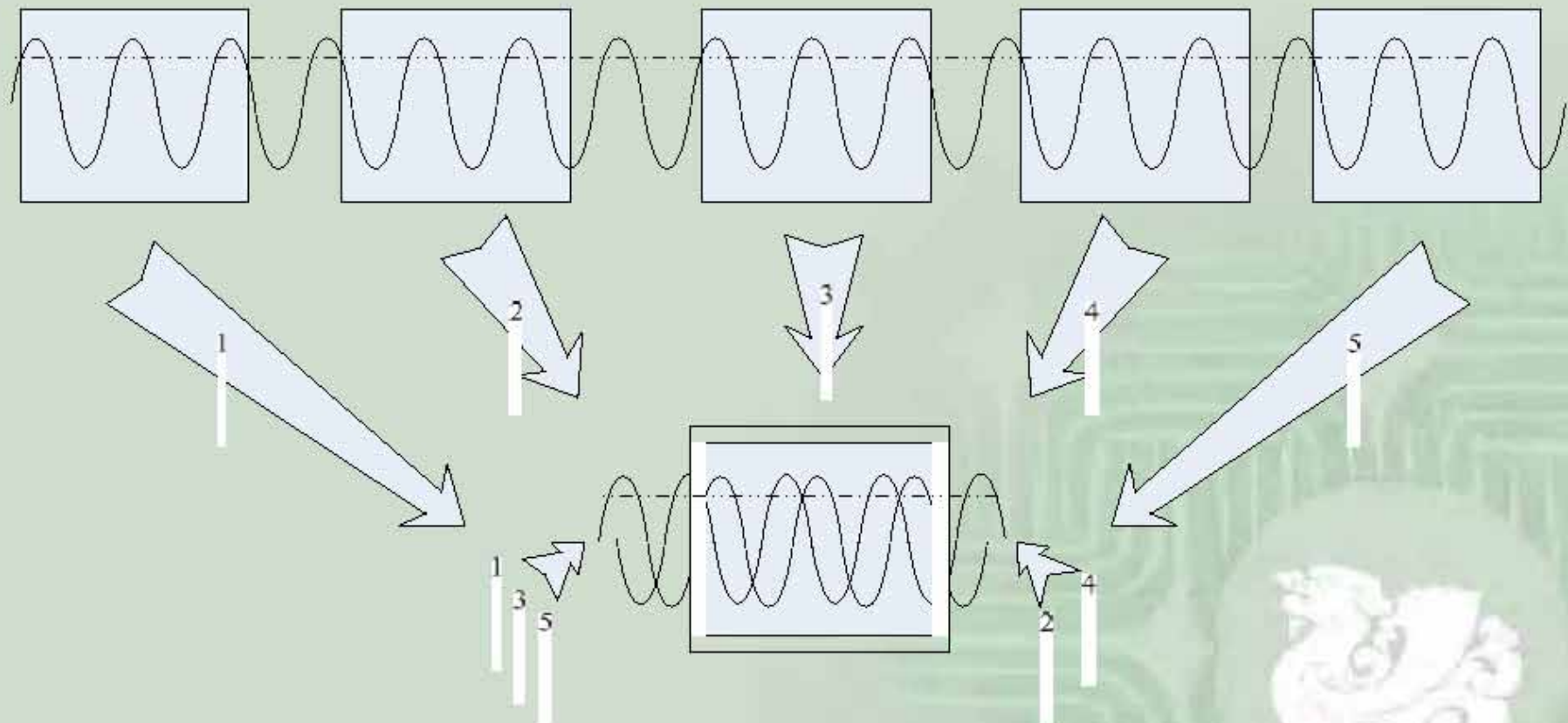
示波器显示波形



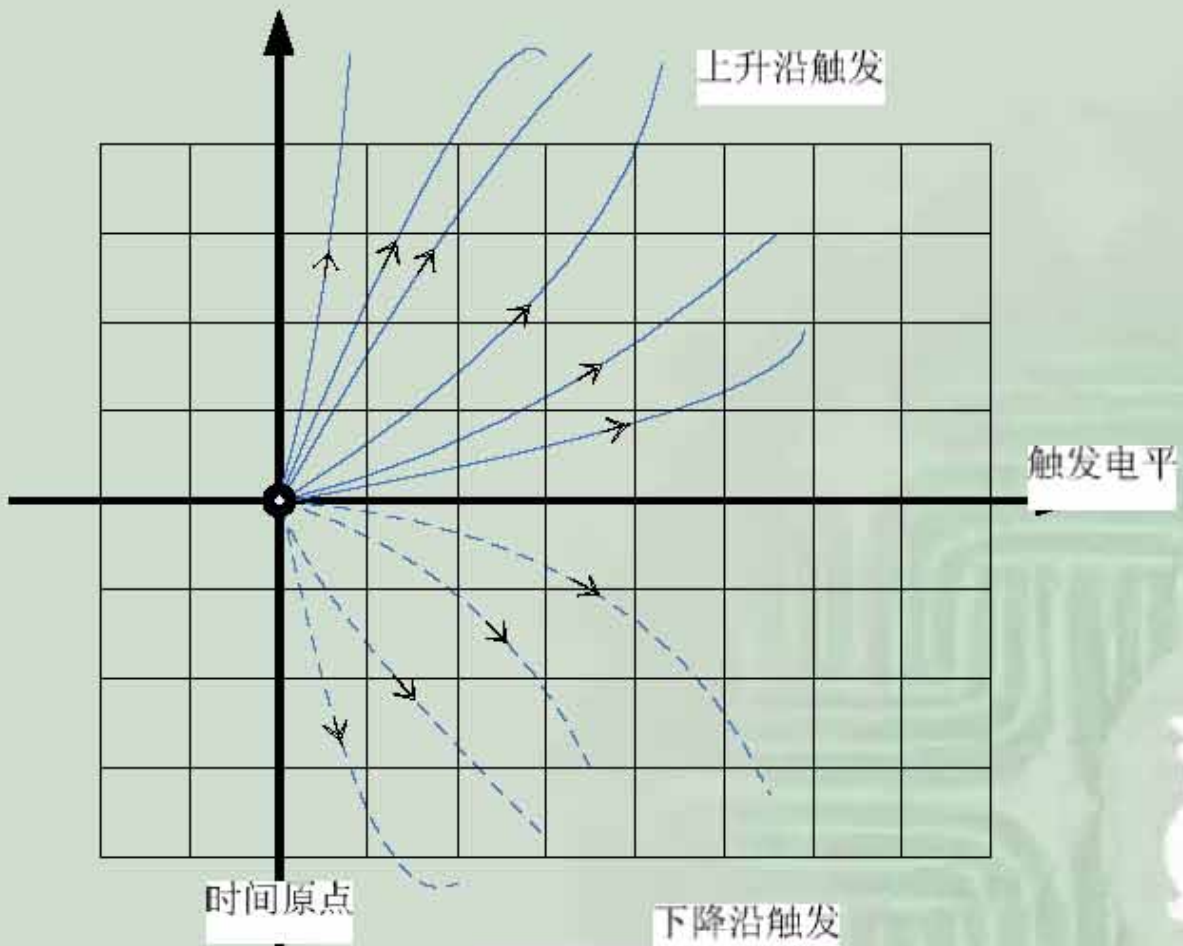
触发



触发沿



触发沿、触发电平和时间原点



示波器的几个重要概念

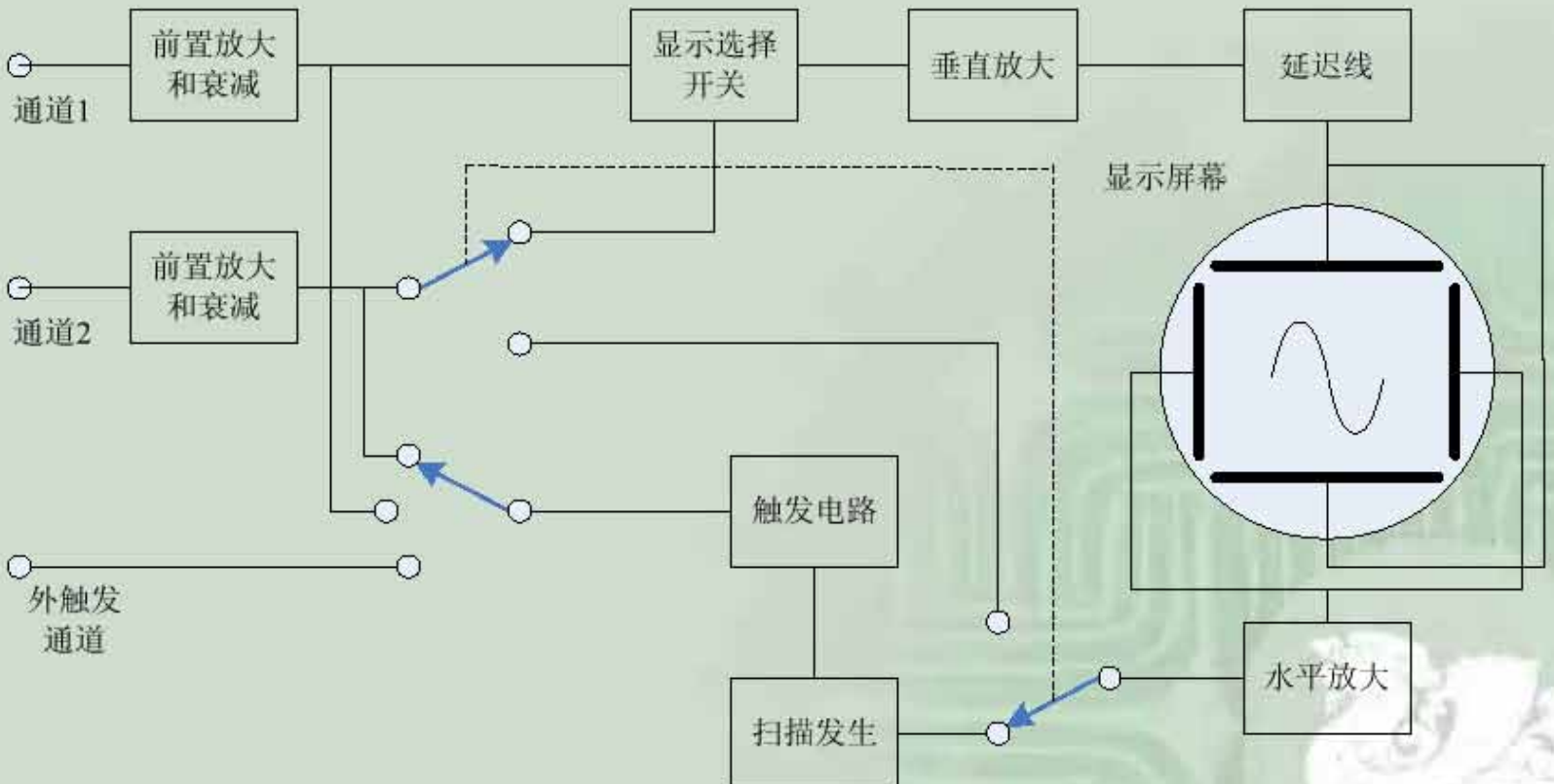
- 在信号波形上所规定的电平值是触发的条件，称之为触发电平。
- 在满足触发条件那一时刻，信号波形开始在屏幕上显示，显示开始所对应的横轴点，被称为时间原点 。
- 达到触发电平的方式，触发沿。

示波器的几个重要概念

- 触发源
  - CH1、
  - CH2、
  - EXT
- 触发方式
  - 正常/Normal
  - 自动/Auto
  - 单次/Single

- 触发方式
- 触发源
- 触发沿
- 触发电平
- 时间原点
- 时间分辨率
- 电压分辨率
- 零点平点
- 延迟触发

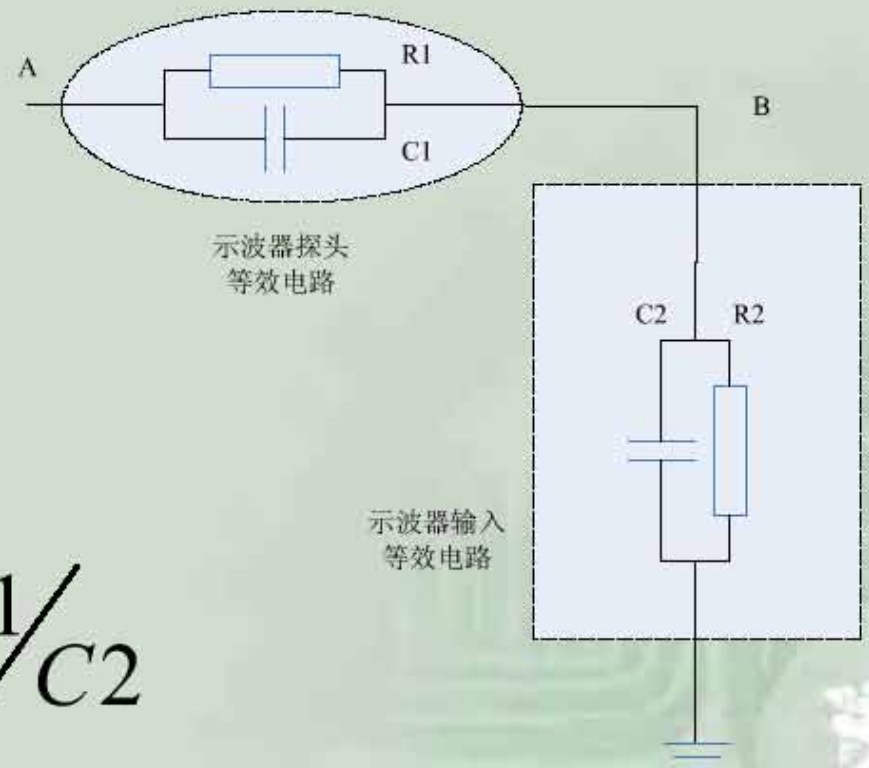
典型示波器原理


通道1
前置放大和衰减
显示选择开关
垂直放大
延迟线
显示屏幕
通道2
前置放大和衰减
触发电路
外触发通道
扫描发生
水平放大

Tek示波器面板

水平轴调节系统
垂直轴调节系统
软键
触发系统
Tektronix
TDS 210
SAVE/RECALL
UTILITY
ACQUIRE
DISPLAY
PROBE COMP
CH 1
CH 2
EXT TRIG

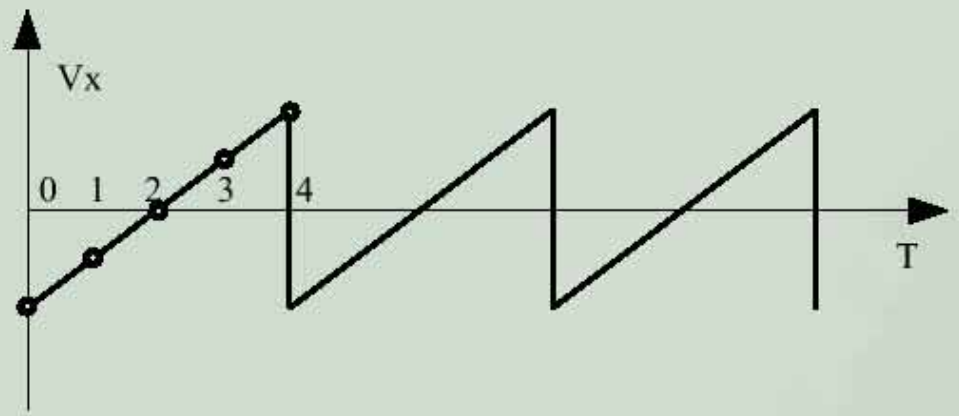
示波器的探头

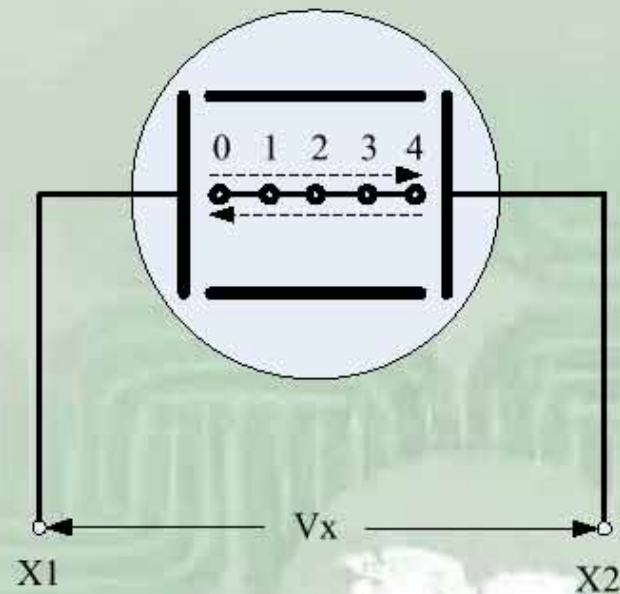


$$R1/R2 = C1/C2$$

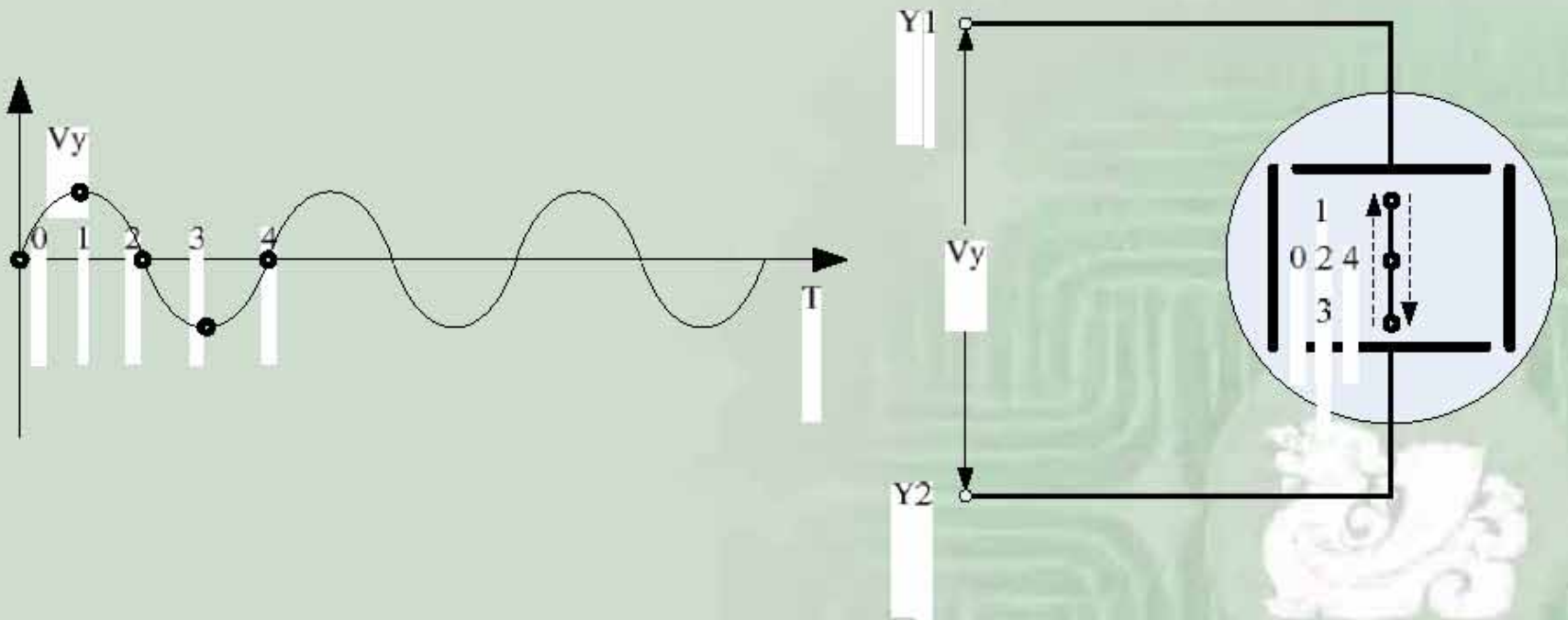
10X/1X

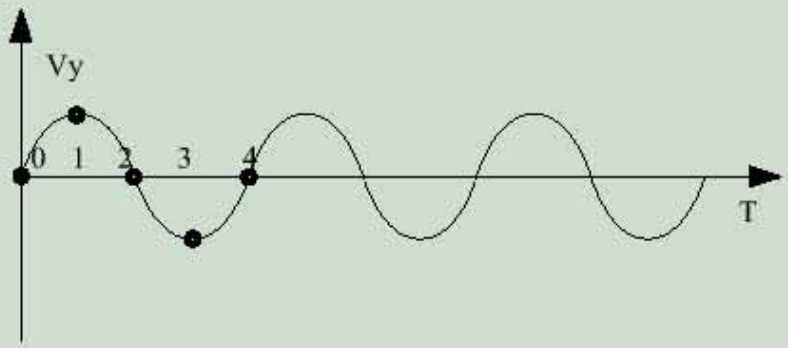
示波器显示原理——横轴扫描

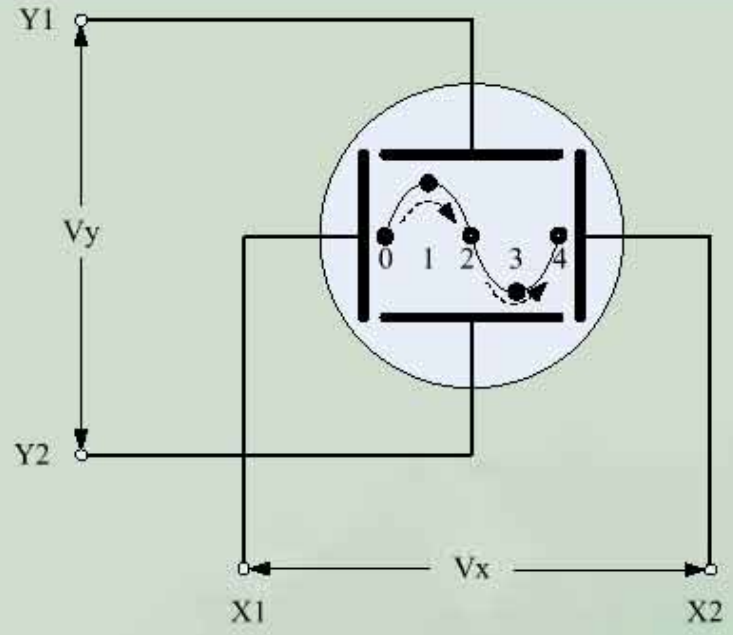


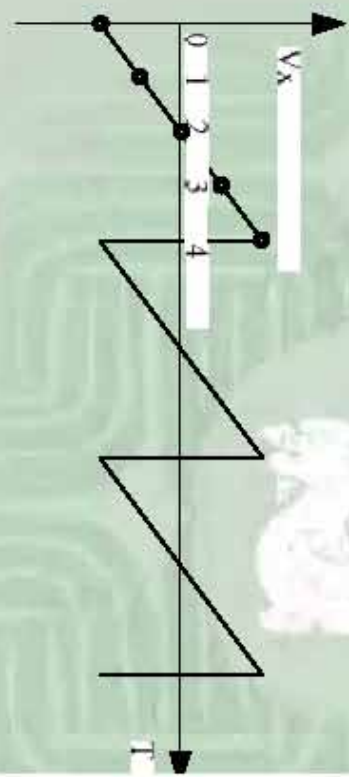


示波器显示原理——纵轴



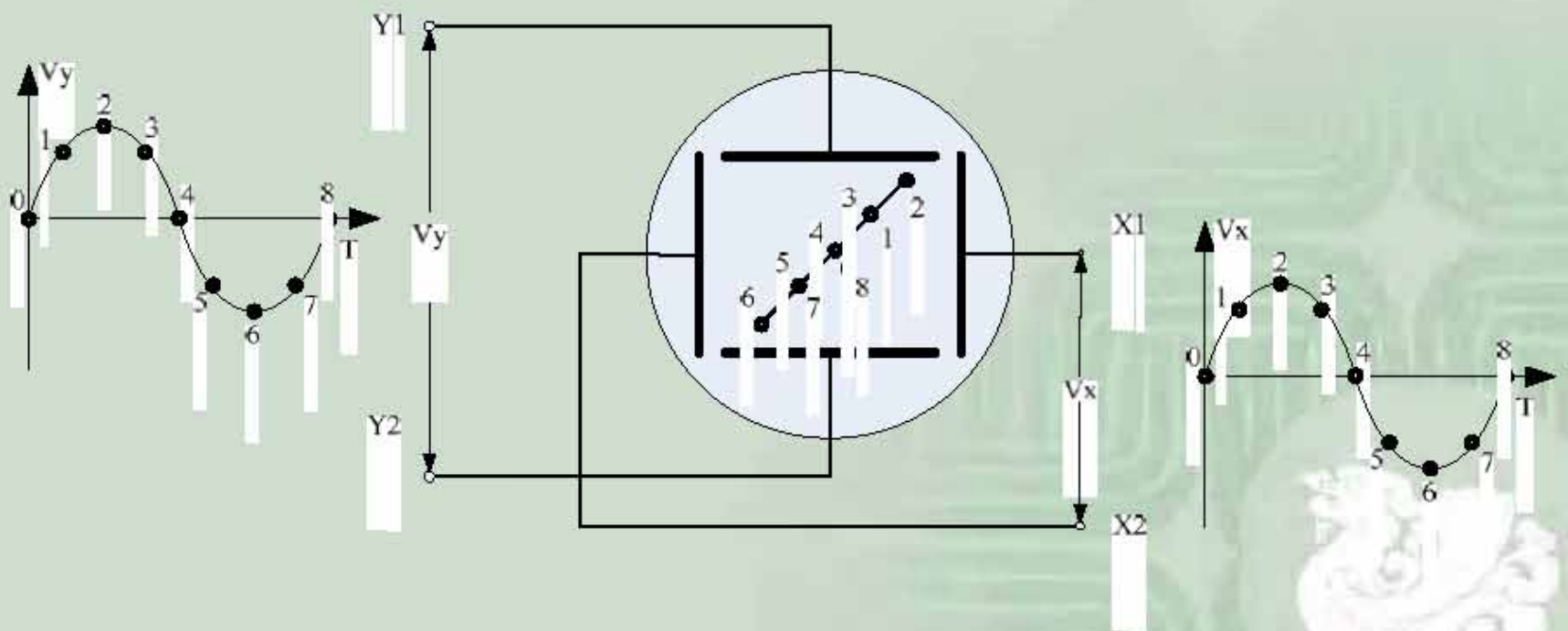




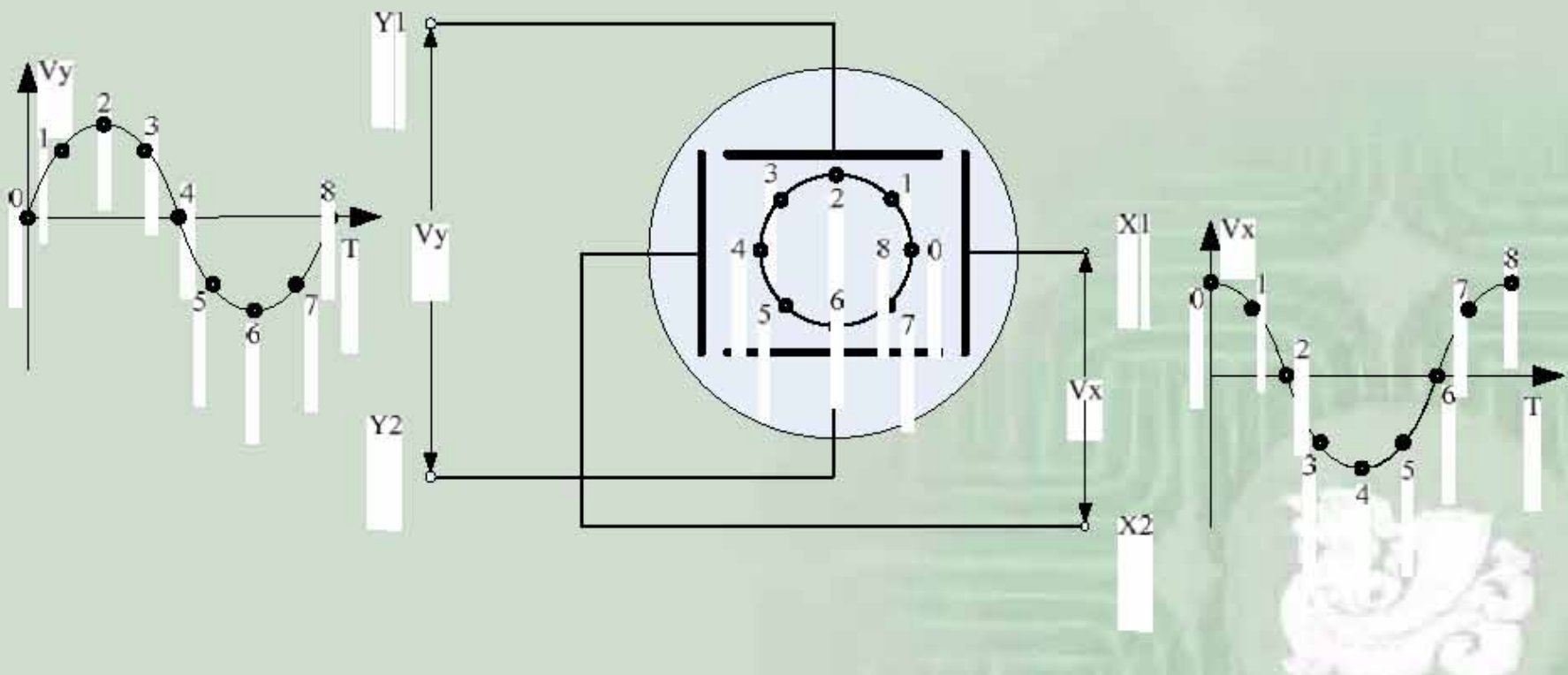


横轴纵轴共同作用

李萨如图



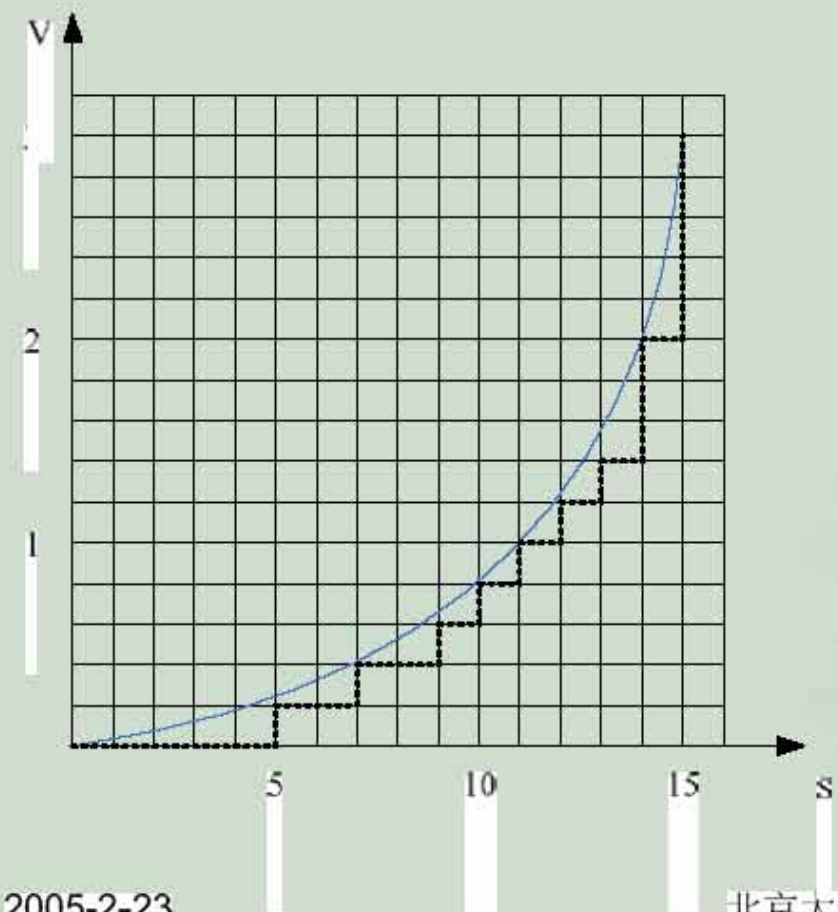
李萨如图

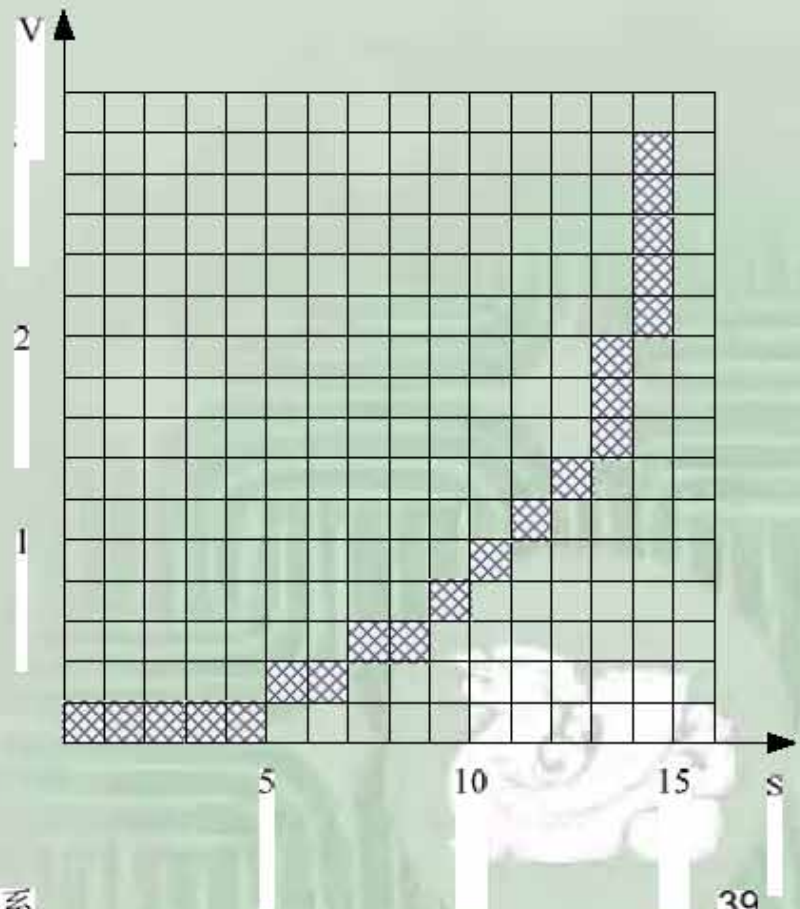


李萨如图——不同相位差的正弦波

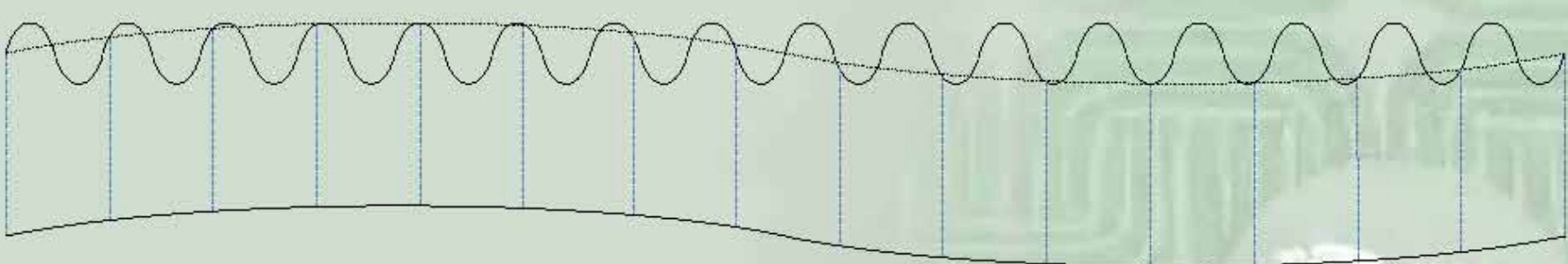
$$0 \quad \pi \quad \frac{1}{4}\pi \quad \frac{1}{2}\pi \quad \frac{3}{4}\pi \quad \frac{5}{4}\pi \quad \frac{3}{2}\pi \quad \frac{7}{4}\pi \quad 2\pi$$

数字示波器



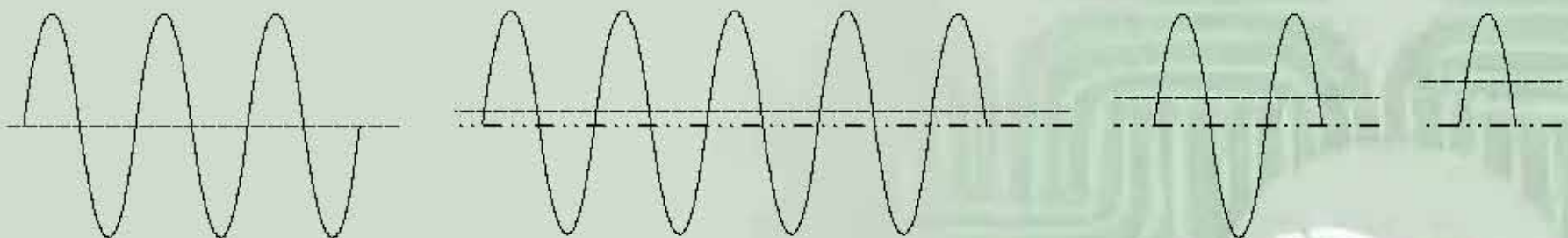


数字示波器采样率不够的假象



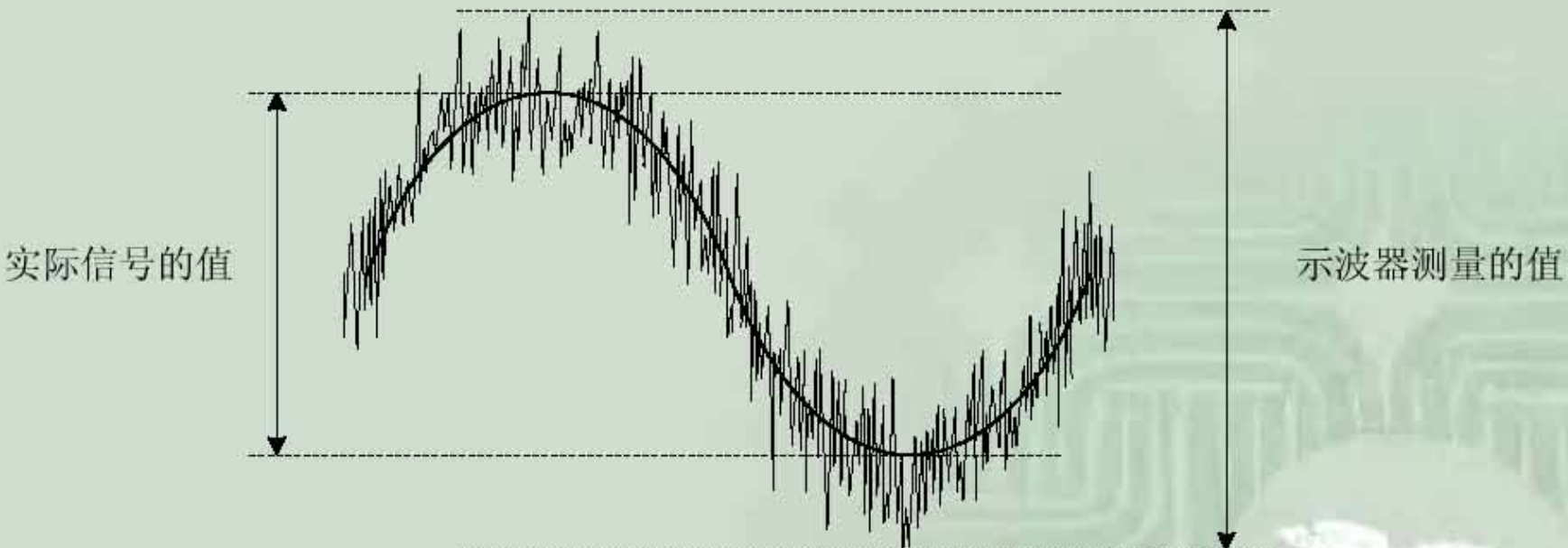
数字示波器自动测量注意事项

信号平均值和均方根值

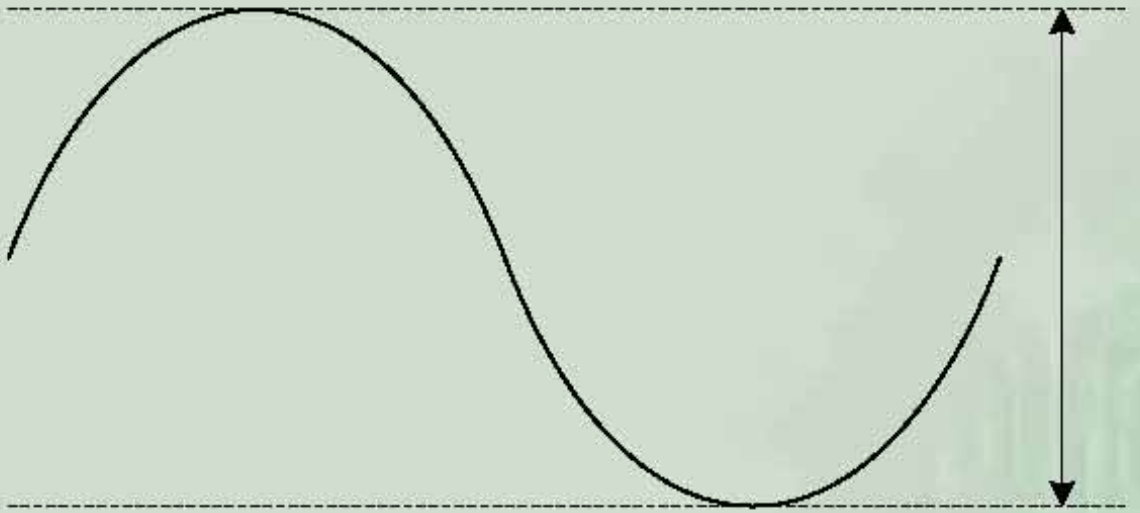


数字示波器自动测量注意事项

噪声影响——1

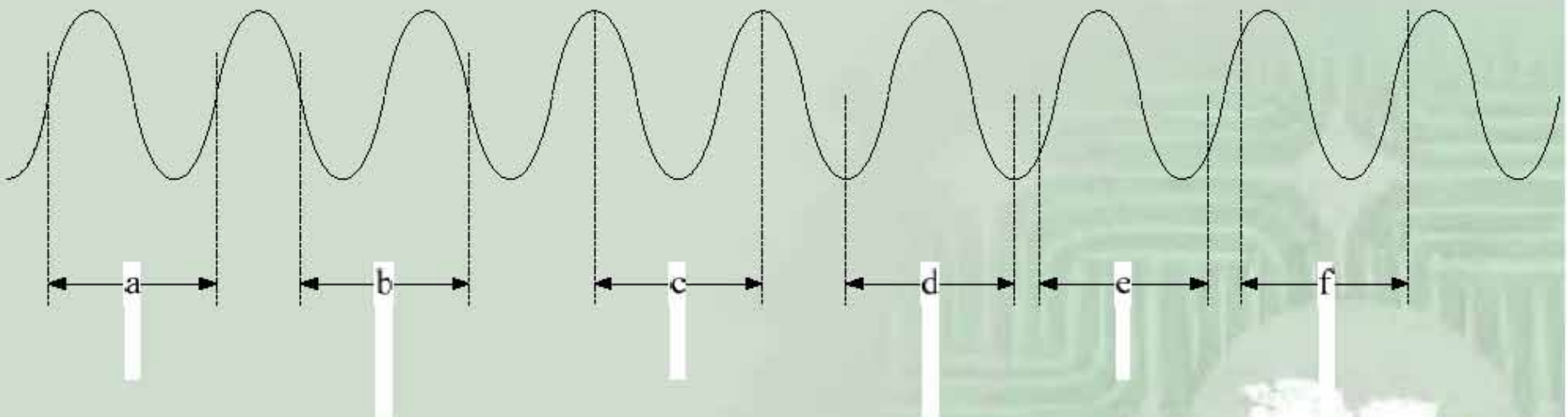


噪声影响——2
待测信号



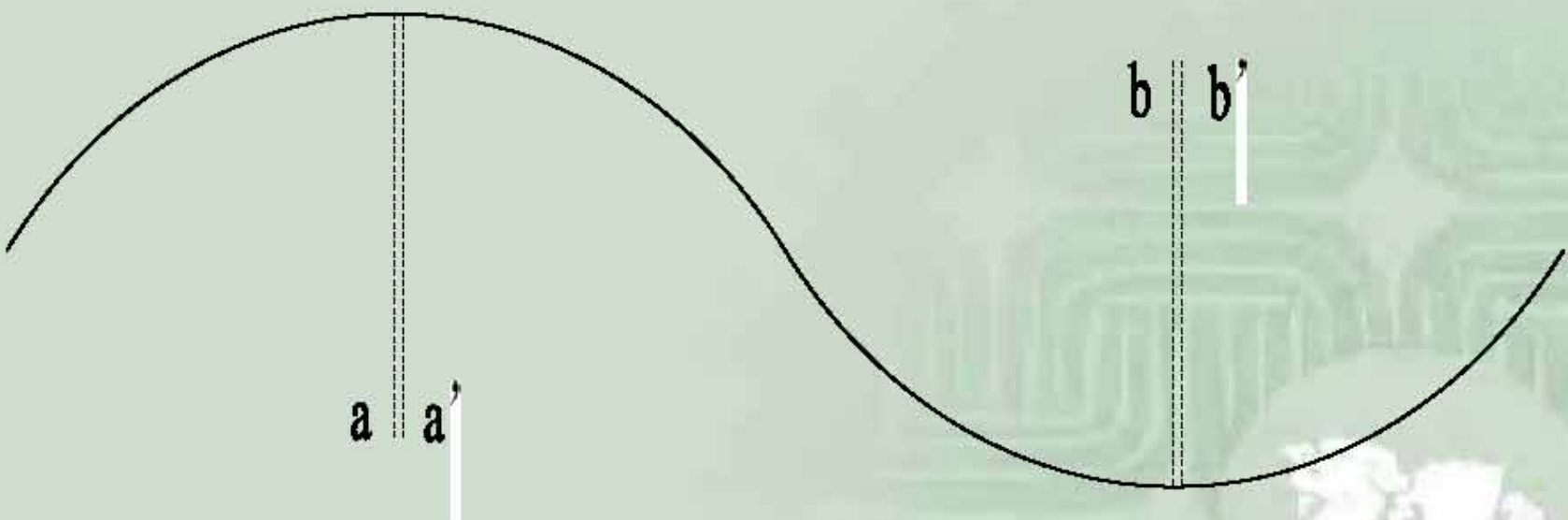
数字示波器自动测量注意事项

测信号周期



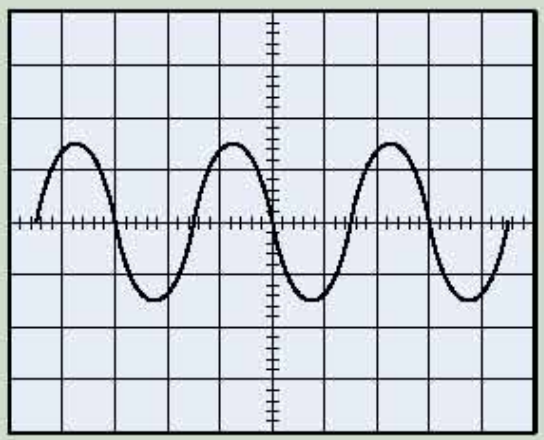
数字示波器自动测量注意事项

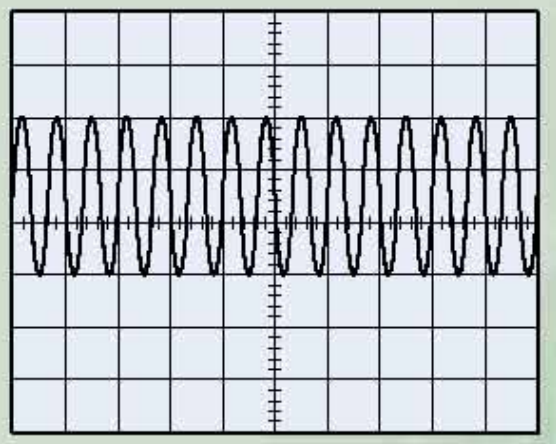
测信号周期

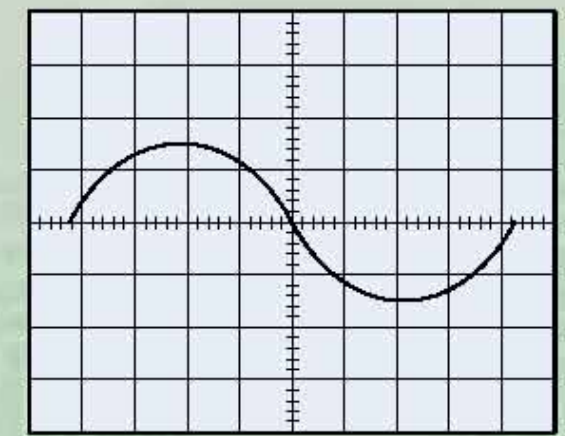


数字示波器自动测量注意事项

测信号周期

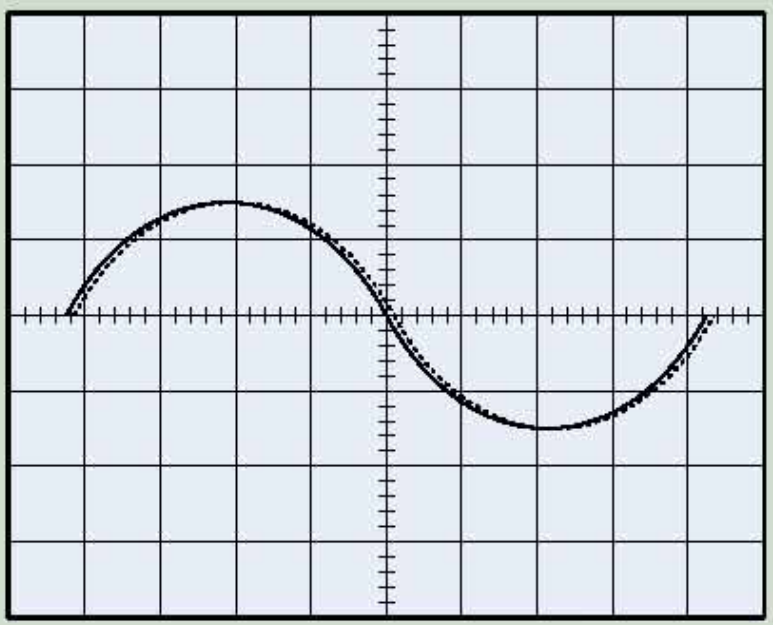


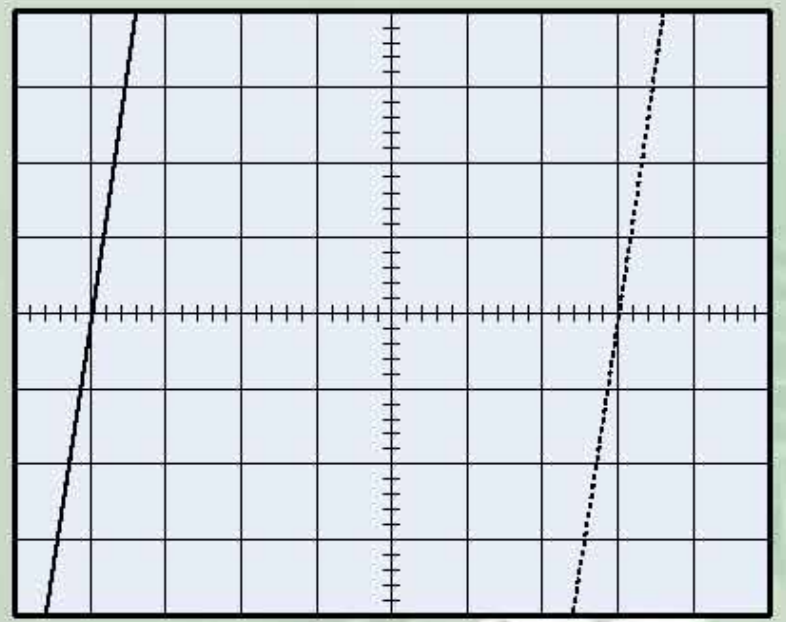




数字示波器自动测量注意事项

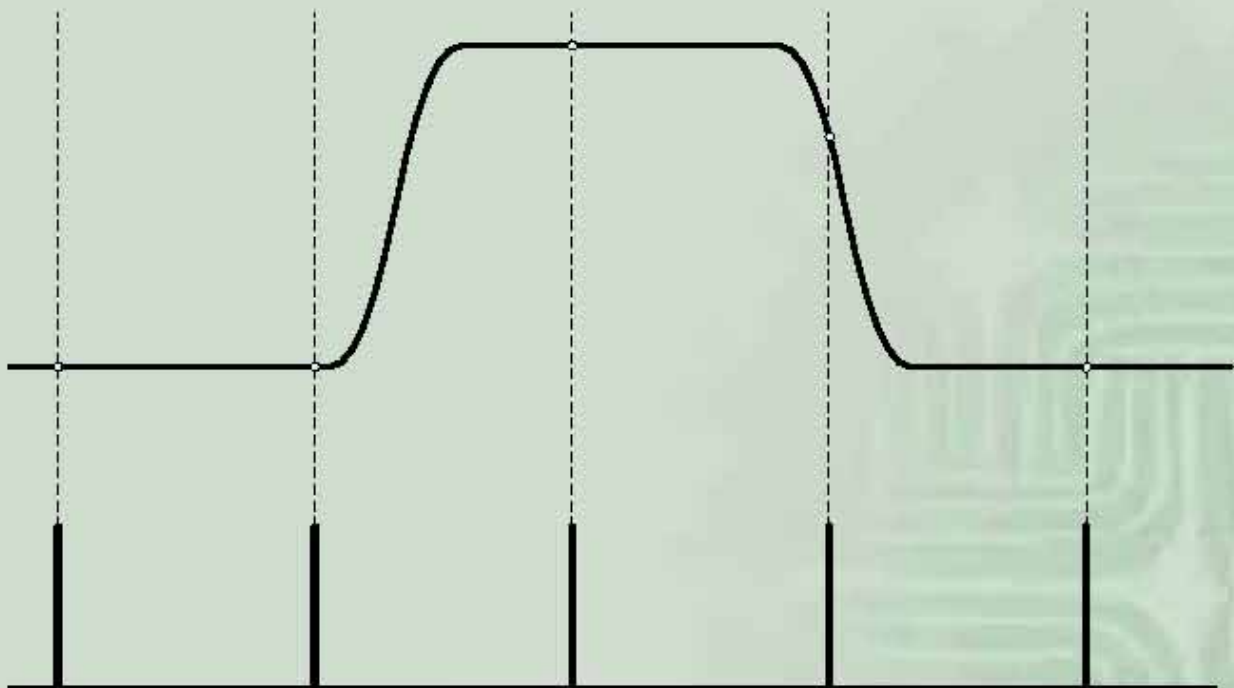
测相位

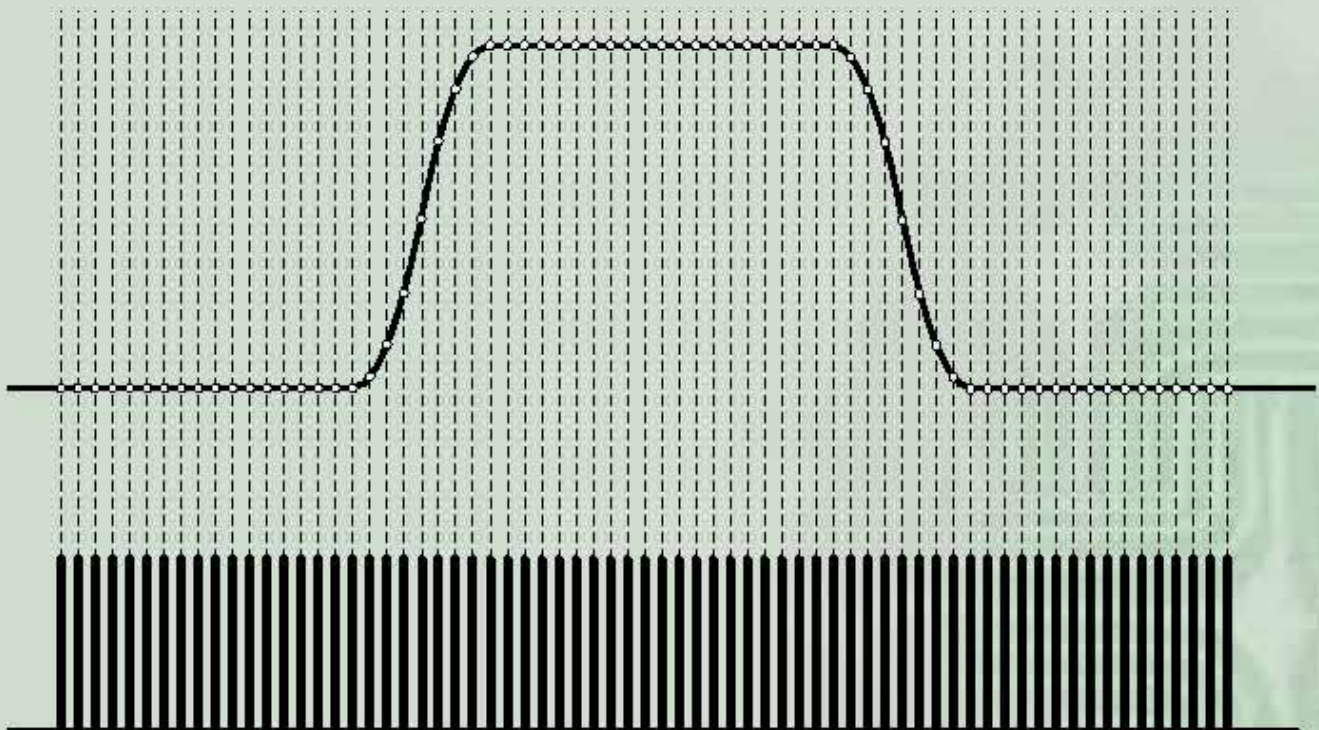




数字示波器自动测量注意事项

测上升沿



数字示波器自动测量注意事项

测上升沿