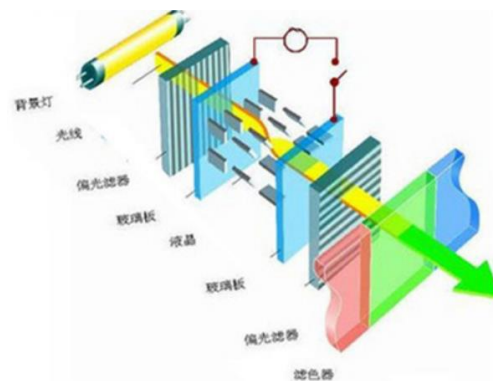


电子测量技术（含实验）第 5 章作业

1. 下图是薄膜晶体管液晶显示器的结构示意图，简述其工作过程。



答

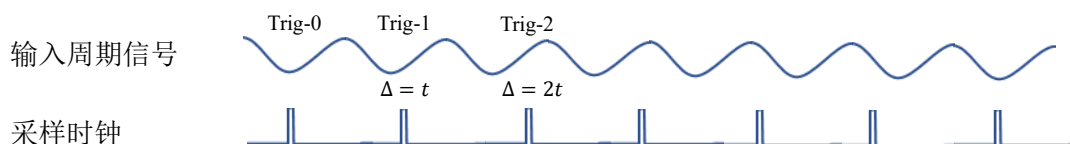
两层玻璃板之间充满液晶，由于玻璃杯内测时沟槽结构，位于两个玻璃板之间的液晶分子呈现 90° 扭转的状态。由于光线顺着分子的排列方向传播，所以光线经过液晶时也被扭转 90° 。

利用液晶的物理特性，在不通电时，经过液晶扭转 90° 的光线就能穿出水平偏光片到达液晶显示板；通电时，液晶分子排列发生改变，导致光的透过率发生变化，从而实现多灰阶显示。

2. 用非实时顺序采样的示波器观测波形时，如果被测信号的周期为 T ，延迟时间间隔为 t ，每过 m 个周期采样一点（其中 m 为正整数），问在显示器上采用点显示时， n 个采样点间的时间间隔应为多少？

分析

延迟时间间隔为 t 。



解

2 个采样点之间的时间间隔为：

$$t_2 = mT + t$$

n 个采样点之间的时间间隔为：

$$t_n = (mT + t) \cdot (n - 1)$$

3. 数字示波器储存容量的大小会影响示波器所采集波形的质量吗？请说明原因。

答

会。

若储存容量较小，当要测量较长时间的波形时，只能采用较低的采样速率来进行采集，这样会造成波形质量的下降，导致波形的失真。而若储存容量较大，则可以采用较高的采样速率进行采集，以获取不失真的

波形。因此数字示波器储存容量的大小会影响所采集波形的质量。

4. 某数字存储示波器采集储存了 4K 个数据，在波形不被横向拉宽时这些数据刚好供一屏显示。在下列几种情况下，存储器写时钟应于触发后何时关闭？

- (1) 显示触发前数据与触发后数据之比为 1:9，即触发点在靠屏幕前端 1/10 处；
- (2) 触发点在屏幕中央；
- (3) 如果从触发点开始向后算为第一屏波形，现在希望显示第三屏波形。

分析

题中的三个条件所需要的数据量分别为原采集数据量的 9/10、1/2、3 倍。

解

- (1) 触发点后 3.6K 个数据处关闭写时钟。
- (2) 触发点后 2K 个数据处关闭写时钟。
- (3) 触发点后 12K 个数据处关闭写时钟。

5. 有 A、B 两台数字存储示波器，最高采样率均为 200MSa/s，水平方向长度均为 10div，但是数字存储示波器 A 的存储深度为 1K，数字存储示波器 B 的存储深度为 1M。当时基因为 1ms/div 时，计算两台数字存储示波器的采样率。

分析

存储深度 = 采样率 × 储存时间 = 采样率 × 时基因数 × 显示器显示区水平长度。

解

数字存储示波器 A 的采样率：

$$f_{sA} = \frac{1K}{1 \times 10^{-3}s/div \times 10div} = 100Ks/s$$

数字存储示波器 B 的采样率：

$$f_{sB} = \frac{1M}{1 \times 10^{-3}s/div \times 10div} = 100Ms/s$$

6. 某数字存储示波器采用 8 位 A/D，该 A/D 的输入电压范围为 0~5V。示波器采用线性插值显示，其时基因数的范围为 50ns/div~50s/div，水平长度为 10 格，每格的采样点数为 400，试问：

- (1) 该数字存储示波器能达到的有效储存带宽是多少？
- (2) 信号的垂直分辨力是多少伏？
- (3) 采集存储器至少应为多少位？

分析

时基因数：光点在屏幕水平方向上移动单位距离所需的时间， $D_t = t/x$ 。扫描速度 $S_s = 1/D_t$ 。

采样率： $f_c = n/D_t$ ，其中 n 为每格的采样点数， D_t 为时基因数。

带宽因子：和波形插值技术有关，点显示 $N = 25$ ，线性插值显示 $N = 10$ ，正弦插值显示 $N = 4$ 。

单次信号存储带宽（有效存储带宽）： $B = f_{smax}/N$ ，其中 N 为带宽因子， f_{smax} 为最大采样率。

垂直分辨力（电压分辨力）：由 A/D 转换器的位数决定。用量化结果的最低有效位所对应的电压表示。

解

(1) 最大采样率:

$$f_{\max} = \frac{n}{D_{\min}} = \frac{400\text{div}}{50 \times 10^{-9}\text{s/div}} = 8 \times 10^9 \text{Sa/s}$$

最大有效存储带宽:

$$B = f_{\max}/N = \frac{8 \times 10^9 \text{Sa/s}}{10} = 8 \times 10^8 \text{Hz} = 800 \text{MHz}$$

(2) 垂直分辨力为:

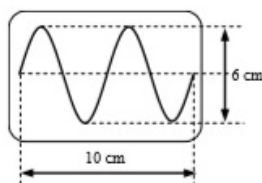
$$V_{\perp} = \frac{5\text{V}}{2^8} = 0.0195\text{V}$$

(3) 需要 n 位采集存储器, n 需要满足:

$$\begin{aligned} 2^n &\geq 400 \times 10 \\ n &\geq 11.97 \end{aligned}$$

故 n 取 12, 即需要 12 位采集存储器。

7. 已知示波器的偏转因数 $D_y = 0.2\text{V/cm}$, 显示器的水平方向长度为10cm, 测量时信号经过 10:1 的衰减探头加到示波器, 显示的波形如下图所示。



(1) 求被测信号的峰-峰值。

(2) 若时基因数为0.05ms/cm, 求被测信号的频率。

(3) 若要在荧光屏上显示信号的 10 个周期波形, 时基因数应该取多大?

解

(1) 被测信号峰-峰值:

$$U_{p-p} = D_y \cdot h \cdot k = 0.2\text{V/cm} \times 6\text{cm} \times 10 = 12\text{V}$$

(2) 被测信号的周期:

$$T = D_t \cdot x = 0.05\text{ms/cm} \times \frac{10\text{cm}}{2} = 0.25\text{ms}$$

被测信号的频率:

$$f = 1/T = 4\text{kHz}$$

(3) 显示时间:

$$t = 10 \cdot T = 2.5\text{ms}$$

对应的时基因数:

$$D'_t = \frac{t}{x} = \frac{2.5\text{ms}}{10\text{cm}} = 0.25\text{ms/cm}$$