

Измервания в електрониката

1

Съдържание

- Увод
- Основни характеристики на електронните измервателни уреди
- Генератори на електрически сигнали
- Електронни осцилоскопи
- Измерване на електрическо напрежение, ток и съпротивление

4. Електронни осцилоскопи

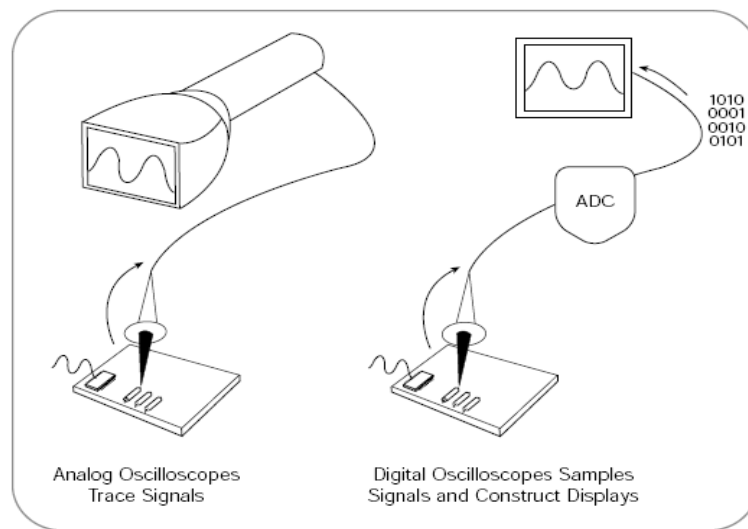
1. Аналогови осцилоскопи
2. Основни параметри и техника на използване
3. Стробоскопични осцилоскопи
4. Цифрови осцилоскопи

4. Електронни осцилоскопи

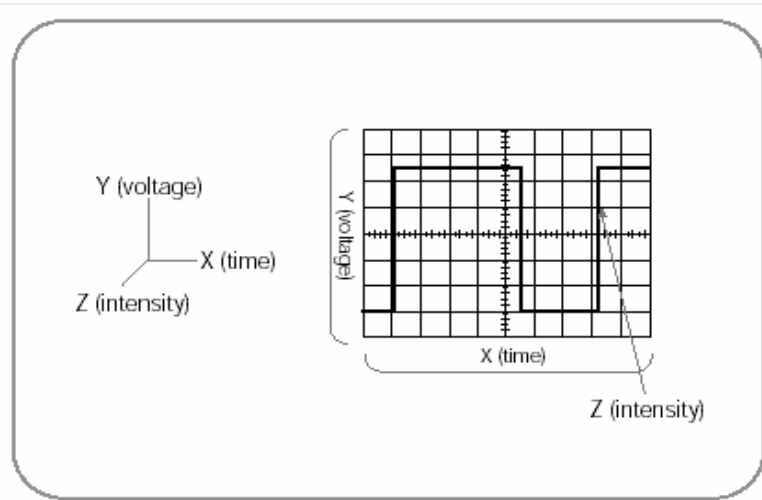
- Възможност за точно реконструиране и изследване на периодични и непериодични сигнали.
- Възможност за измерване на повечето от параметрите, характеризиращи електрическите сигнали.

4.1. Аналогови осцилоскопи

- Аналогов и цифров осцилоскоп



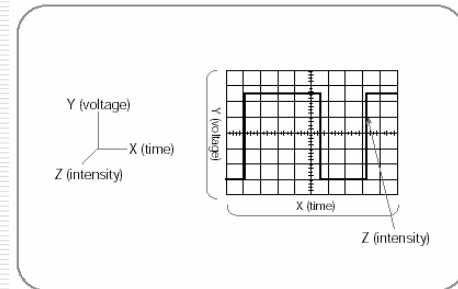
X, Y и Z компоненти на изобразявания сигнал



- Време - x
- Напрежение - y
- Якост - z

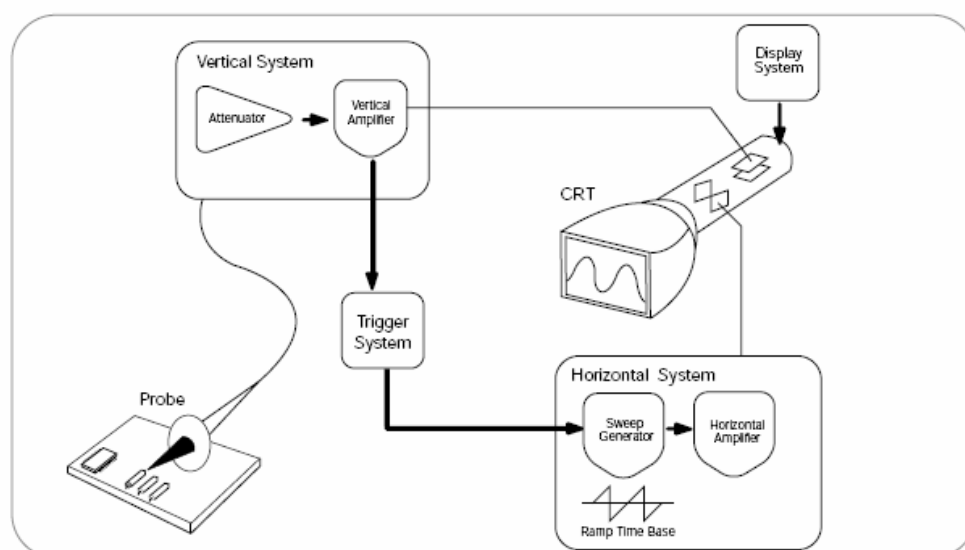
Параметри на изследвания сигнал:

- Амплитуда
- Честотно-времени параметри
- Постоянно- и променливотокови съставки
- Изкривявания на сигнала
- Нива на шумови съставки
- Честотни параметри на шума



4.1. Аналогови осцилоскопи

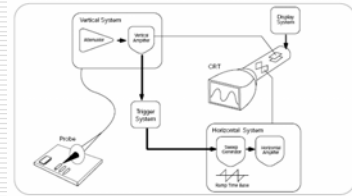
- Архитектура на аналоговия осцилоскоп



4.1. Аналогови осцилоскопи

- Архитектура на аналоговия осцилоскоп

- Електронно лъчева тръба
- Блок за вертикално отклонение (канал y)
- Блок за хоризонтално отклонение (канал x)
- Блок за синхронизация
- Блок за просветване на тръбата и модулация на яркостта (z)



4.1. Аналогови осцилоскопи

4.1. Електронно-лъчева тръба – параметри

- Чувствителност на отклонение по X и Y (2 – 20 V/cm)
- Послесветене (0,01 – 0,15 s)
- Максимална скорост на записване
- Линейни изкривявания
- Гранична честота
(достигат се честоти до около 1 GHz)

4.1. Аналогови осцилоскопи

Блок за вертикално отклонение на лъча

- Усилва или намалява нивото на входния сигнал (управляем входен делител и широколентов усилвател)
- Чрез закъснителна линия се внася закъснение спрямо момента на пускане на линейната развивка
- Дава възможност за елиминиране на постояннотоковата съставка изследвания сигнал

4.1. Аналогови осцилоскопи

Блок за хоризонтално отклонение на лъча

- Изработва линейно изменящо се напрежение за развивка и базата време (Генератор за развивка, задействан от синхронизиращи импулси.)

4.1. Аналогови осцилоскопи

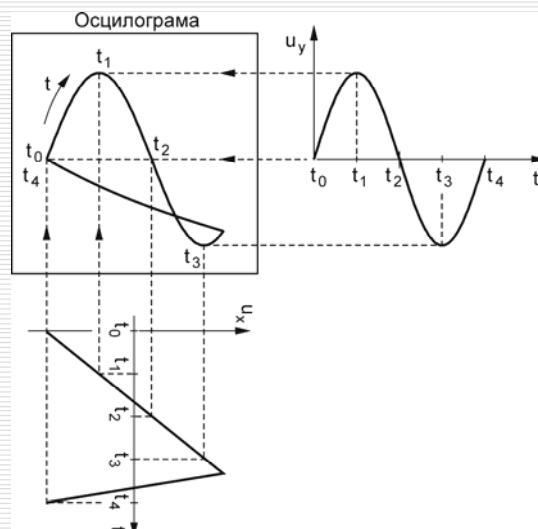
Блок за синхронизация

- Изработва импулсите за синхронизирано пускане на линейната развивка
- Три основни вида синхронизация:
 - Вътрешна (с изследвания сигнал),
 - Вътрешна (с честотата на мрежата),
 - Външна (от сигнали, подавани на специален вход на осцилоскопа),

4.1. Аналогови осцилоскопи

4.1.2. Принцип на осцилографирането

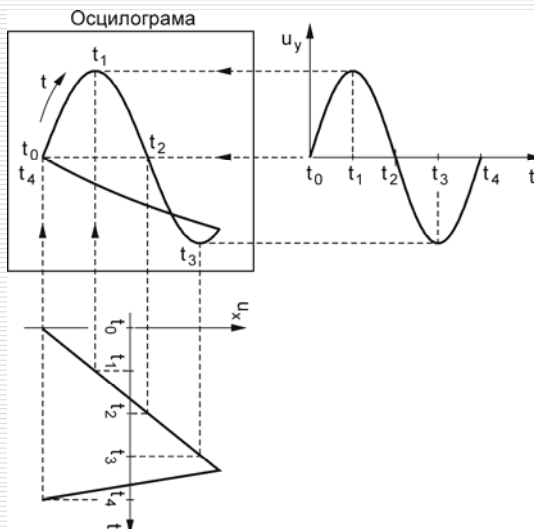
- На плочите за отклонение по X – линейно нарастващо напрежение
- На плочите за отклонение по Y – изследвания сигнал
- Линейното напрежение по X периодично и синхронно с изследвания сигнал



4.1. Аналогови осцилоскопи

4.1.3. Структурна схема на аналогов осцилоскоп

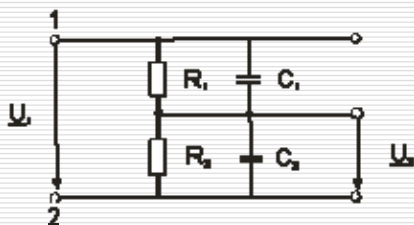
- !!! На плочите за отклонение по X – линейно нарастващо напрежение



4.2. Основни параметри и техника на използване

4.2.1. Параметри свързани с канала за вертикално отклонение

- Чувствителност на отклонение по Y
- Входен импеданс
- Честотна лента



$$\underline{Z}_1 = \left(R_1 \parallel \frac{1}{j\omega R_1 C_1} \right) = \frac{R_1}{1 + j\omega R_1 C_1}$$

$$\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}{\underline{Z}_2} = 1 + \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \frac{1 + j\omega R_2 C_2}{1 + j\omega R_1 C_1}$$

Или за

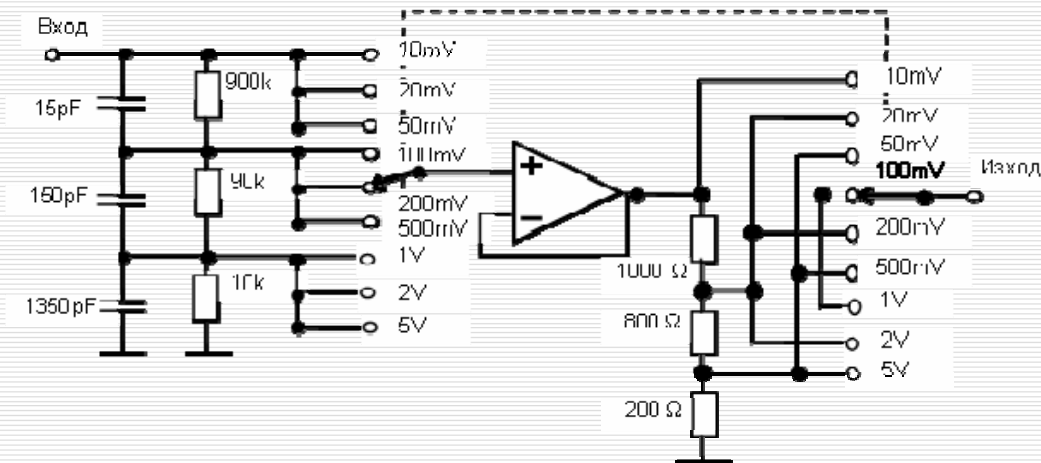
$$R_1 C_1 = R_2 C_2$$

$$\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

- Честотна независимост

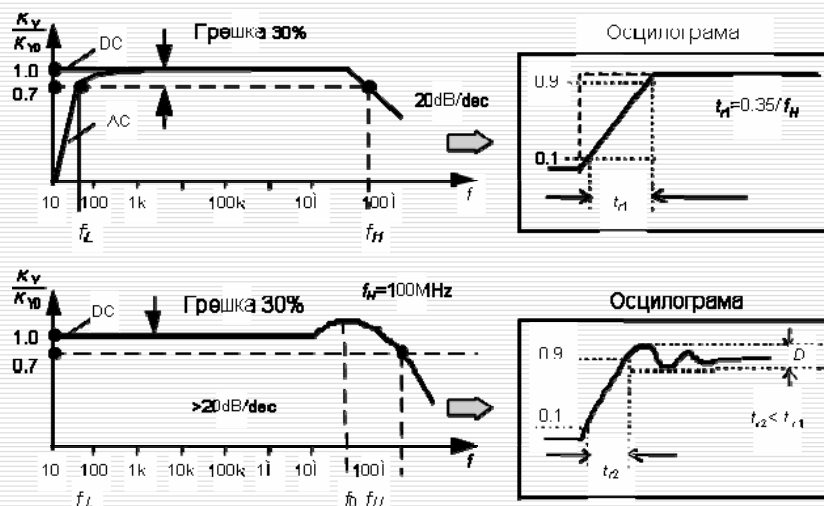
4.2. Основни параметри и техника на използване

□ Честотно компенсирани входен делител



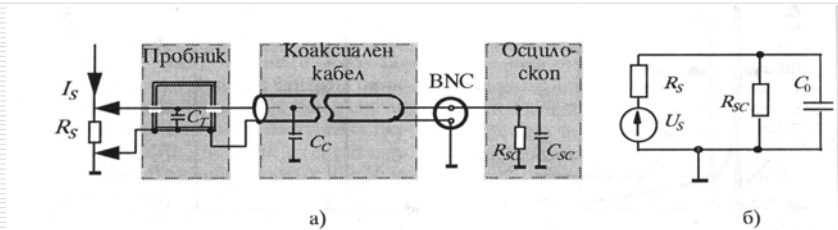
4.2. Основни параметри и техника на използване

□ Амплитудно честотни характеристики и преходен анализ



4.2. Основни параметри и техника на използване

□ Пасивен пробник (1:1)

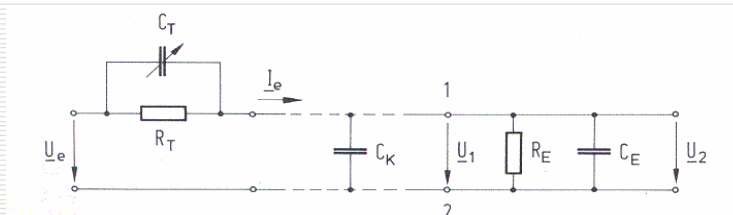


$$C_0 = C_T + C_C + C_{sc}$$

$$\Delta f_{0,7} = f_H = \frac{1}{2\pi \frac{R_{sc}R_s}{R_{sc} + R_s} C_0}$$

4.2. Основни параметри и техника на използване

□ Пасивен пробник (10:1)

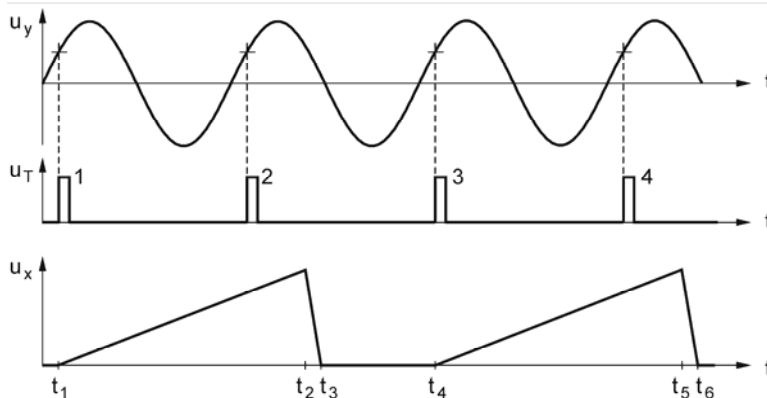


$$R_{IN} = R_E + R_T$$

4.2. Основни параметри и техника на използване

4.2.2. Параметри свързани с канала за хоризонтално отклонение

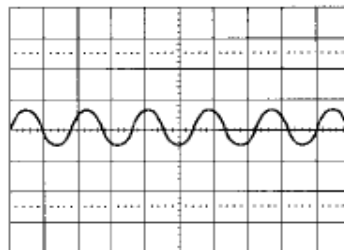
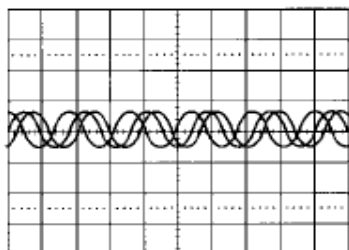
- Генератор на линейна развивка
- Синхронизация



- При достигане нивото на синхронизация U_Y в момент t_1 се стартира хоризонталната развивка
- Между t_2 и t_3 лъча се връща в начално положение
- в момент t_4 отново се стартира хоризонталната развивка
- Участъците между t_1 и t_2 и t_4 и t_5 се изобразяват един върху друг

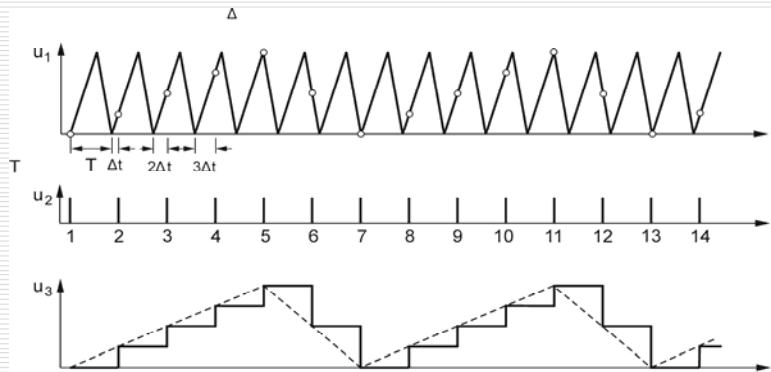
4.2. Основни параметри и техника на използване

4.2.2. Параметри свързани с канала за хоризонтално отклонение



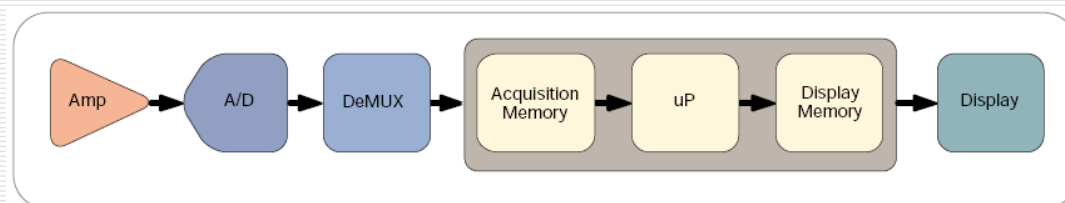
4.3. Стробоскопични и запомнящи осцилоскопи

4.3.1. Стробоскопични осцилоскопи - принцип



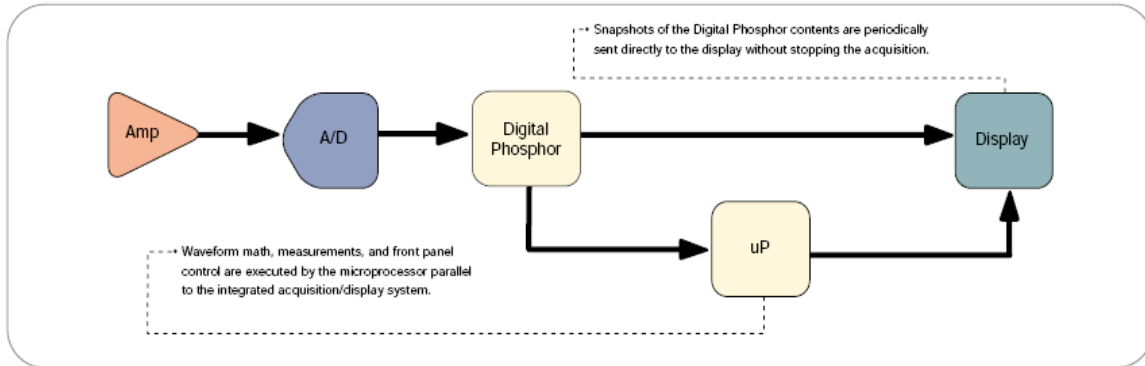
4.4. Цифрови осцилоскопи

□ Digital storage oscilloscope (DSO)



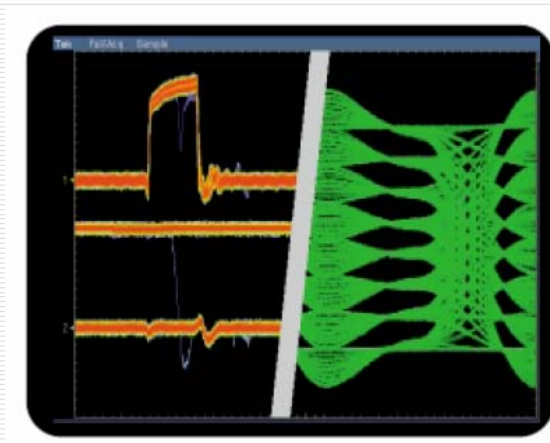
4.4. Цифрови осцилоскопи

□ Digital phosphor oscilloscope (DPO)



4.4. Цифрови осцилоскопи

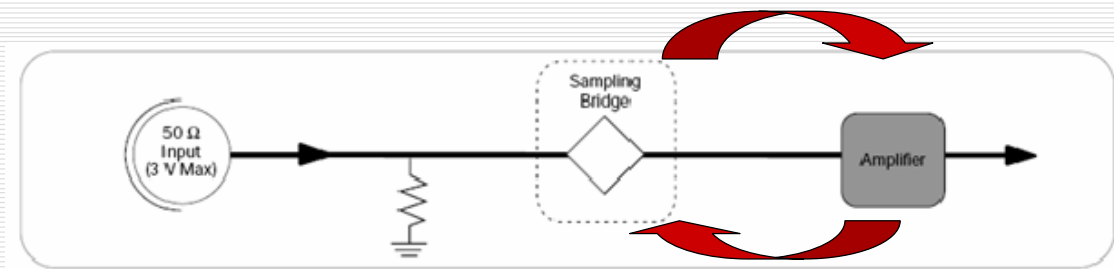
□ Digital phosphor oscilloscope (DPO)



- Архитектурата на DPO позволява паралелното снемане на множество сигнали и повишава вероятността от улавянето на неперидични, случайни процеси.

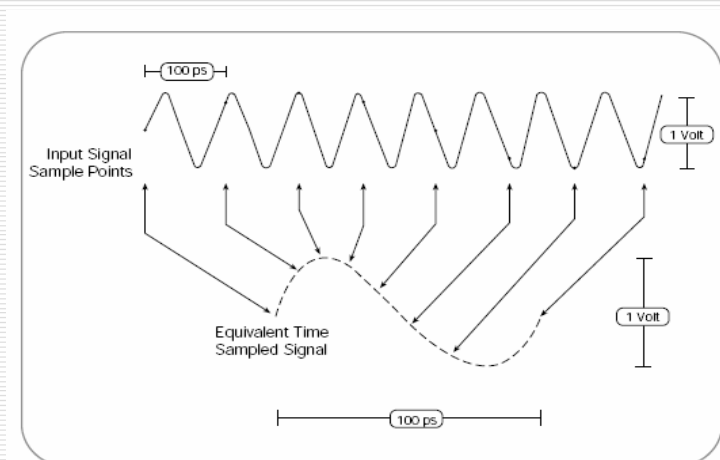
4.4. Цифрови осцилоскопи

- Digital sampling oscilloscope)
 - Дискретизираща мостова схема поставена пред усилвателните/атенюаторните схеми – възможност за работа с по-високи честоти ($\sim 50\text{GHz}$).
 - Проблеми: ограничен динамичен обхват на измерваните сигнали ($\sim 3\text{V}$)



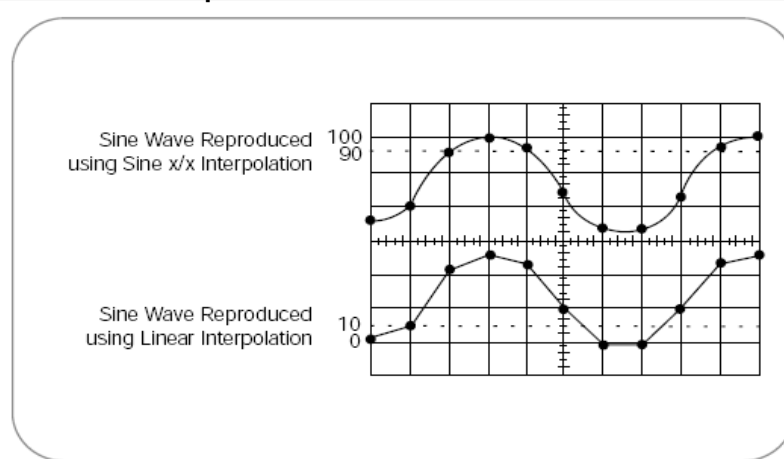
4.4. Цифрови осцилоскопи

- Дискретизация на сигналите
 - Съвързване на точките чрез интерполация за получаване на непрекъснати линии



4.4. Цифрови осцилоскопи

- Дискретизация на сигналите
 - Свързване на точките чрез интерполация

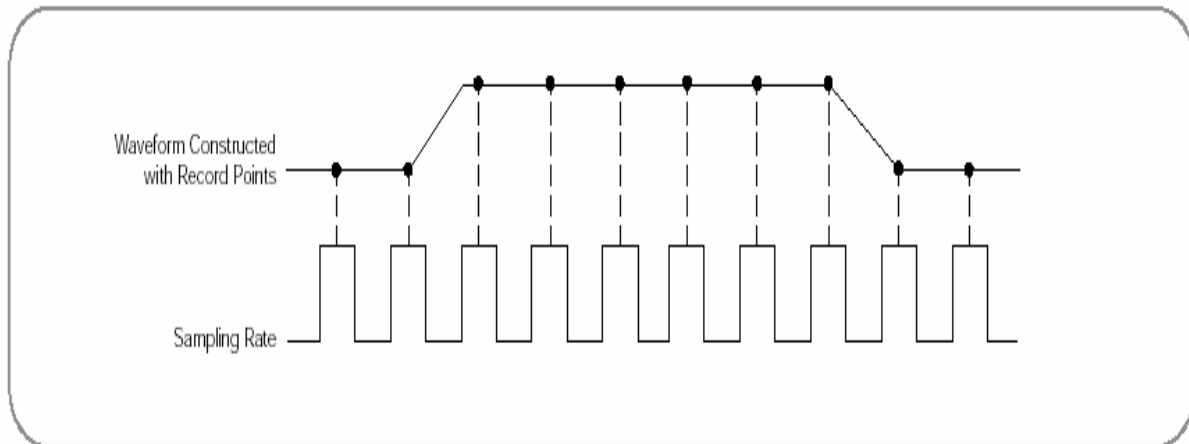


4.4. Цифрови осцилоскопи

- Методи за дискретизация
 - Дискретизация в реално време (*Real-time sampling*)
 - Дискретизация с мащабиране на времето (*Equivalent-time sampling*)
 - Синхронна (*sequential*)
 - Асинхронна (*random*)

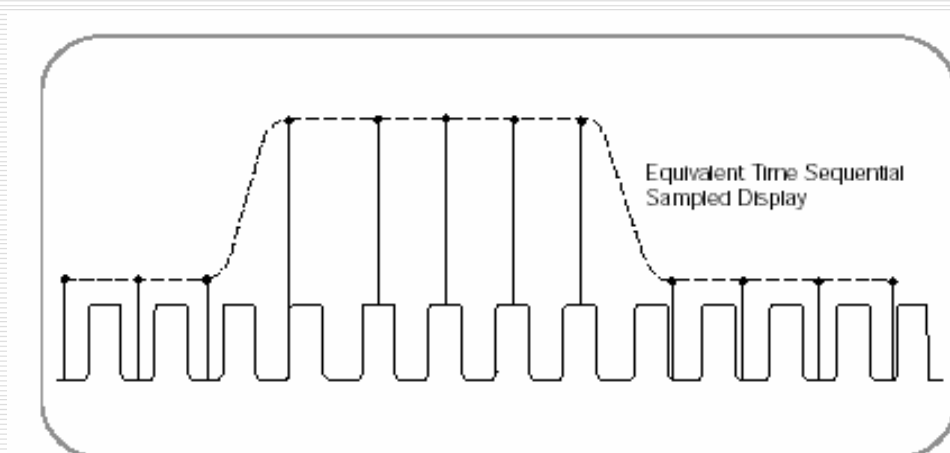
4.4. Цифрови осцилоскопи

- ❑ Дискретизация в реално време (Real-time sampling)



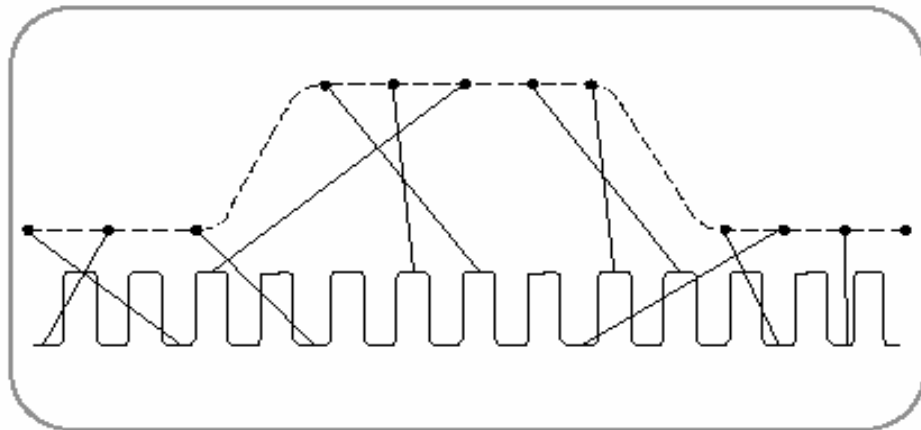
4.4. Цифрови осцилоскопи

- ❑ Синхронна (Sequential Equivalent-time sampling)



4.4. Цифрови осцилоскопи

□ Асинхронна (Random equivalent-time sampling)



4.4. Цифрови осцилоскопи

□ Видове пробници

Вид пробник	Типичен честотен обхват	Типично максимално входно напрежение
Пасивен, високоимпедансен (1 M Ω)	0 до 50 MHz	600 V
Пасивен, нискоимпедансен (500 Ω)	0 до 8 GHz	20 V
Активен	0 до 2 GHz	10 V

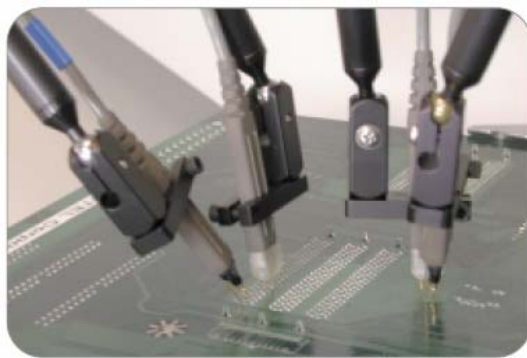
4.4. Цифрови осцилоскопи

□ Пасивни пробници



4.4. Цифрови осцилоскопи

□ Активни и диференциални пробници



4.4. Цифрови осцилоскопи - динамични грешки

- Динамични грешки в системата обект – входна верига – осцилоскоп

Необходими параметри за изчисления:

- Съпротивление на източника (R_S)
- Входен капацитет и входно съпротивление на измервателната система (C_I и R_I)
- Честотна лента на осцилоскопа ($\Delta f_{0,7} = f_{HSC}$)

4.4. Цифрови осцилоскопи - динамични грешки

- Основни параметри на цялата система:
 - 1- Гранична честота на входната верига:

$$f_{H_I} = \frac{1}{2\pi \frac{R_S R_I}{R_S + R_I} C_I}$$

- 2- Време на нарастване във входната верига:

$$t_{r_I}^{ns} = \frac{350}{f_{H_I}^{MHz}}$$

4.4. Цифрови осцилоскопи - динамични грешки

- Основни параметри на цялата система:

- 3- Време на нарастване в **осцилоскопа**:

$$t_{r_1}^{ns} = \frac{350}{f_{H_{SC}}^{MHz}}$$

- 4- Време на нарастване в **цялата система**:

$$t_{r_0} = \sqrt{t_{r_1}^2 + t_{r_{SC}}^2}$$

- 5- Гранична честота на **цялата система**:

$$\Delta f_0 = f_{H_0} = \frac{350}{t_{r_0}^{ns}}$$

4.4. Цифрови осцилоскопи - динамични грешки

- Пример:
- За измервателна верига са известни
 - Съпротивление на източника: $R_S = 50 \Omega$;
 - Входен капацитет на пробника: $C_I = 4 \text{ pF}$ и входно съпротивление $R_I = 1 \text{ M}\Omega$;
 - Честотна лента на осцилоскопа $f_{H_{SC}} = 200 \text{ MHz}$

4.4. Цифрови осцилоскопи - динамични грешки

□ Изчисляваме:

- 1- Гранична честота на входната верига:

$$f_{H_1} = \frac{1}{2\pi \frac{50 \cdot 1 \cdot 10^6}{50 + 1 \cdot 10^6} 4 \cdot 10^{-12}}$$

- 2- Време на нарастване във входната верига:

$$t_{r_1}^{ns} = \frac{350}{796} = 0,44ns$$

4.4. Цифрови осцилоскопи - динамични грешки

□ Основни параметри на цялата система:

- 3- Време на нарастване в **осцилоскопа**:

$$t_{r_{sc}} = \frac{350}{200} = 1,75ns$$

- 4- Време на нарастване в **цялата система**:

$$t_{r_o} = \sqrt{(0,44ns)^2 + (1,75ns)^2} \approx 1,80ns$$

- 5- Гранична честота на **цялата система**:

$$f_{H_0} = \frac{350}{1,8} = 1,94\text{ MHz}$$

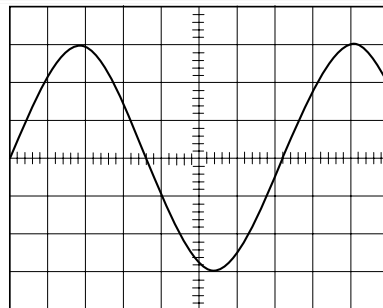
Литература

- www.lecroy.com
 - **Probing Tutorial**

- www.tektronix.com
 - **XYZs of Oscilloscopes**

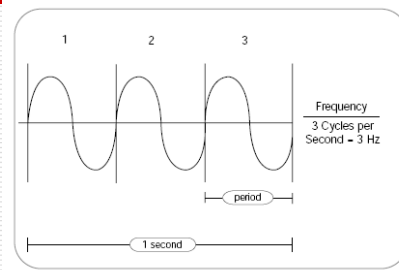
Задачи

- Върху екрана на осцилоскоп е изобразено синусоидално напрежение .
- Чувствителността K_Y на канал Y е 2 V/деление, а мащабът K_X на канал X е 1 ms/деление. Определете размаха, ефективната стойност и честотата на напрежението.

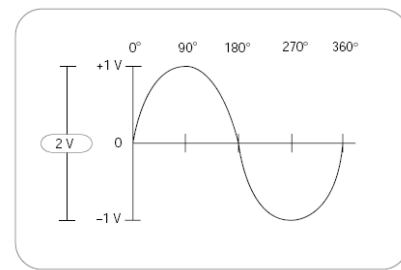


Задачи

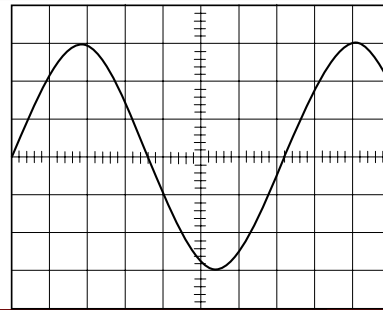
- Върху екрана на осцилоскоп е изобразено синусоидално напрежение .
- Чувствителността K_y на канал Y е 2 V/деление, а мащабът K_x на канал X е 1 ms/деление. Определете размаха, ефективната стойност и честотата на напрежението.



► Figure 10. Frequency and period of a sine wave.



► Figure 11. Amplitude and degrees of a sine wave.

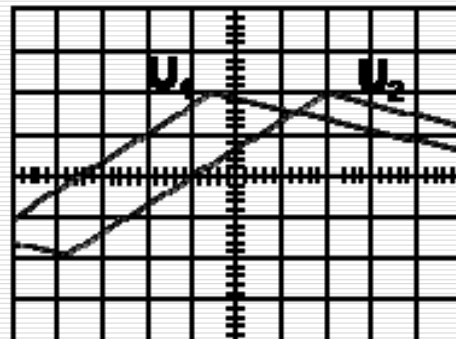


Задачи

С помощта на осцилоскоп се измерва фазовата разлика между напрежения с честота 1 kHz.

Мащабът K_x на канал X е 50 μ s/деление.

- Изчислете фазовата разлика между напреженията U_1 и U_2 .



Задачи -решение

С помощта на осцилоскоп се измерва фазовата разлика между напрежения с честота 1 kHz

Мащабът K_x на канал X е $50 \mu\text{s}/\text{деление}$.

Изчислете фазовата разлика между напреженията U_1 и U_2 .

