

MASURARI CU AJUTORUL OSCILOSCOPULUI

In afara de vizualizarea formei semnalelor, osciloscopul catodic mai are numeroase utilizari in tehnica masurarilor.

1. MASURAREA TENSIUNILOR

Masurarea tensiunilor cu osciloscopul catodic se bazeaza pe faptul ca deviatia spotului este proportionala cu amplitudinea tensiunii aplicate placilor de deflexie. Se pot utiliza diferite metode de masurare:

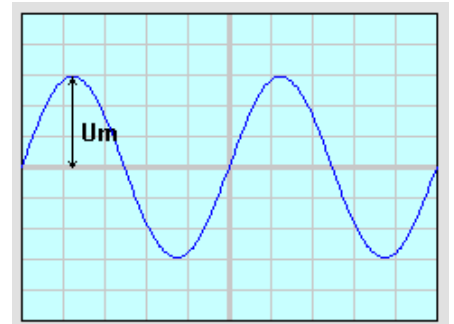
- **METODA DIRECTA**

Metoda directa se utilizeaza in cazul osciloscopelor prevazute cu ecran caroiat si care au atenuatorul A_y etalonat in mV/cm sau V/cm.

Inainte de utilizare, se recomanda sa se verifice calibrarea atenuatorului A_y . In acest scop, osciloscopul dispune, la o borna de pe panoul frontal, de o tensiune de calibrare. Cu ajutorul unei sonde (cordon de legatura), se aplica tensiunea de calibrare la intrarea osciloscopului si se verifica daca tensiunea obtinuta pe ecran corespunde indicatiei atenuatorului.

Modul de lucru.

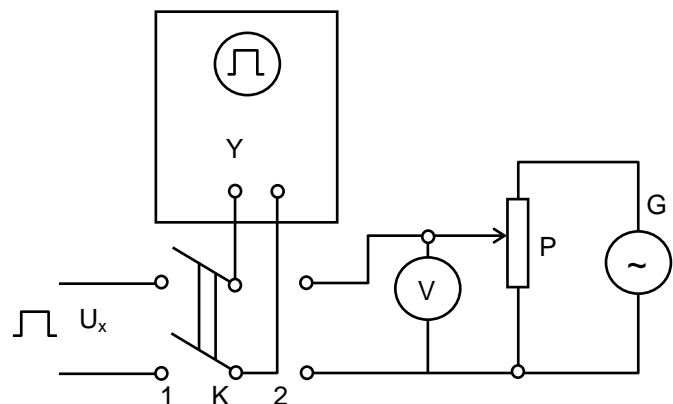
- Se aplica semnalul de masurat la intrarea Y a osciloscopului, se controleaza daca reglajul amplificarii este la maxim si se regleaza atenuatorul A_y si baza de timp astfel incat sa se obtina o oscilograma corect incadrata in ecran.
- Se masoara cu ajutorul caroiului de pe ecran inaltimea oscilogrammei in centimetri sau diviziuni si se inmulteste cu indicatia atenuatorului, obtinandu-se astfel direct valoarea tensiunii masurate.



- **METODA COMPARATIEI**

Cand osciloscopul nu are atenuatorul calibrat sau calibrarea nu mai este corecta, se poate folosi metoda comparatiei. La aceasta metoda tensiunea de masurat, de o forma oarecare, se compara cu o tensiune sinusoidala de joasa frecventa, care poate fi masurata cu un voltmetru obisnuit.

Modul de lucru. Se realizeaza montajul din figura.



Cu comutatorul K pe pozitia 1 se aplica la intrarea Y a osciloscopului tensiunea U_x de masurat. Se regleaza amplificarea si baza de timp pana se obtine o oscilograma corect incadrata pe ecran si se masoara inaltimea l a oscilogramei.

Fara a interveni la reglajul amplificarii, se trece comutatorul K pe pozitia 2, aplicandu-se la intrarea Y a osciloscopului o tensiune sinusoidala de joasa frecventa. Aceasta se regleaza pana cand oscilograma obtinuta pe ecran are aceeasi inaltime ca si in cazul vizualizarii tensiunii U_x .

Cele doua oscilograme avand aceeasi inaltime, inseamna ca amplitudinea tensiunii U_x este egala cu amplitudinea varf la varf a tensiunii sinusoidale.

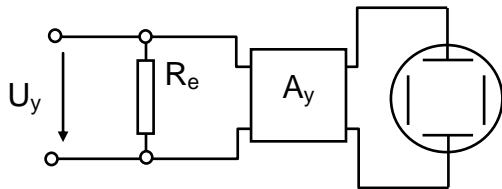
Tensiunea sinusoidala se masoara cu volmetrul V, care de obicei este etalonat in valori eficace.

$$U_x = U_{vv} = 2U_{\max} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U$$

2. MASURAREA INTENSITATII CURENTULUI ELECTRIC

Intrucat osciloscopul catodic functioneaza cu deflexie electrostatica, semnalele ce se aplica la intrarea lui sunt de natura unor tensiuni.

Pentru masurarea intensitatii curentului cu osciloscopul catodic, se trece curentul de masurat printr-o rezistenta de valoare cunoscuta si se masoara cu una dintre metodele studiate in paragraful precedent caderea de tensiune la bornele rezistentei.

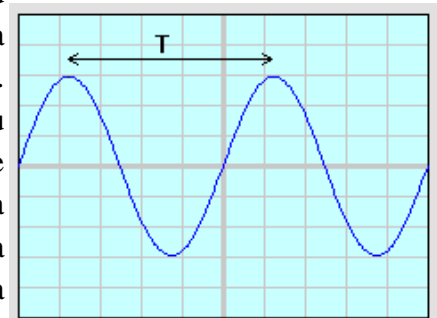


R_e este o rezistență etalon de valoare cunoscută.

Aplicând legea lui Ohm, se calculează valoarea intensității curentului de măsurat.

3. MASURAREA INTERVALELOR DE TIMP

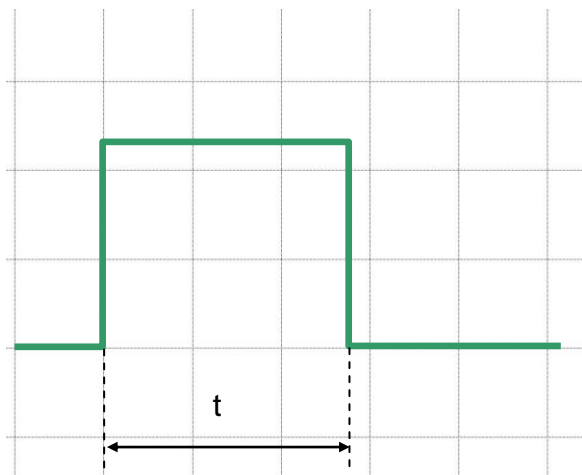
Masurarea intervalelor de timp se poate realiza cunoscand viteza de deplasare a spotului si masurat pe ecran lungimea segmentului care corespunde intervalului de timp considerat. Osciloscopia moderne au baza de timp calibrata in ms/cm sau $\mu\text{s/cm}$, adica se indica pentru fiecare pozitie a comutatorului ce regleaza in trepte frecventa bazei de timp, timpul necesar pentru ca spotul sa se deplaseze pe directie orizontala cu un centimetru. Aceasta calibrare este corecta numai daca reglajul fin al bazei de timp este la maxim.



- MASURAREA DURATEI UNUI SEMNAL

Pentru masurarea duratei unui semnal, acesta se aplica la intrarea Y a osciloscopului si se regleaza amplificarea si baza de timp pana cand se obtine o oscilograma corect incadrata in ecran.

Se verifica daca reglajul fin al bazei de timp este la maxim. Apoi se masoara latimea semnalului pe ecran, in centimetri, si se inmulteste cu indicatia reglajului in trepte al bazei de timp, obtinandu-se astfel durata semnalului de masurat.

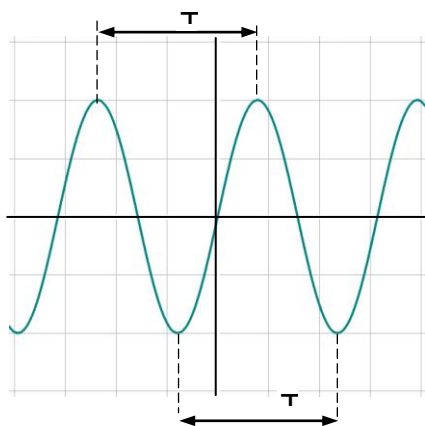


Exemplu : În cazul oscilogramei din figura, dacă reglajul în trepte al bazei de timp este pe poziția 1ms/cm și lățimea impulsului este de 2,5cm, durata impulsului va fi

$$t = 2,5\text{cm} \cdot \frac{1\text{ms}}{\text{cm}} = 2,5\text{ms}$$

În mod analog se poate măsura și durata unei părți din semnal, cum ar fi durata timpului de creștere a unui impuls (timpul în care semnalul crește de la 10% la 90% din amplitudinea sa).

- MASURAREA PERIOADEI UNUI SEMNAL



Pentru masurarea perioadei, este necesar ca baza de timp sa fie astfel reglata incat oscilograma sa contina cel puțin doua perioade succesive ale semnalului. In acest caz, daca reglajul fin al bazei de timp este la maxim, se masoara pe ecran in centimetri distanta intre doua treceri succesive ale semnalului prin aceeasi valoare si cu acelasi semn de variatie si se inmulteste cu indicatia reglajului in trepte al bazei de timp. In acest fel, se obtine direct perioada semnalului.

4. MASURAREA FRECVENTELOR

Frecventa se poate masura cu osciloscopul catodic, masurand perioada semnalului ca la punctul precedent si apoi calculand frecventa cu relatia: $f = \frac{1}{T}$

Aceasta metoda nu asigura insa o precizie buna.

Masurari mai precise se pot obtine folosind unele metode de comparatie, cumar fi: *metoda figurilor lui Lissajous, metoda modularii intensitatii spotului, metoda oscilogramelor duble* etc.

- METODA FIGURILOR LUI LISSAJOUS

Dintre metodele de comparatie, metoda figurilor lui Lissajous este cea mai frecvent folosita.

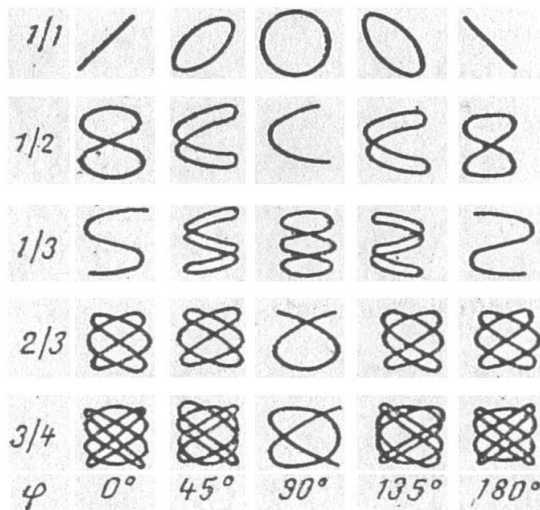
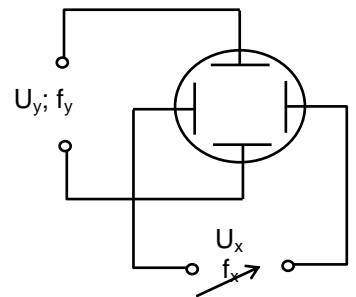
Lissajous, fizician francez (1822 - 1880) a studiat compunerea a doua oscilatii sinusoidale ale caror directii de oscilatie sunt perpendiculare. El a constatat ca daca raportul frecventelor celor doua

oscilatii este un numar rational, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{m}{n}$ (m si n fiind numere intregi), se obtin figuri a caror forma depinde de raportul frecventelor celor doua oscilatii si de defazajul dintre ele.

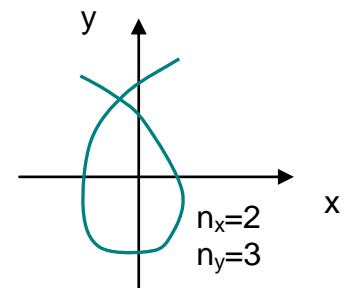
Figurile lui Lissajous se pot obtine pe ecranul osciloscopului catodic daca se aplica ambelor perechi de placi de deflexie tensiuni sinusoidale.

Modul de lucru:

- Pentru masurarea frecventei f_x a unui semnal, acesta se aplica unei perechi de placi de deflexie a osciloscopului, iar la cealalta pereche de placi de deflexie se aplica un semnal de la un generator de frecventa variabila si cunoscuta, f_0 .
- Se variaza frecventa f_0 pana cand pe ecran se obtine una dintre figurile lui Lissajous.



- Pentru a determina raportul corespunzator figurii obtinute pe ecran, se intersecteaza figura cu doua drepte, una orizontala (x) si una verticala (y) si se numara punctele de intersectie ale figurii cu cele doua drepte. Pentru orice figura a lui Lissajous raportul intre numarul de intersectii n_x cu dreapta orizontala si numarul de intersectii n_y cu dreapta verticala este egal cu raportul intre frecventa semnalului aplicat placilor Y si frecventa semnalului aplicat placilor X:

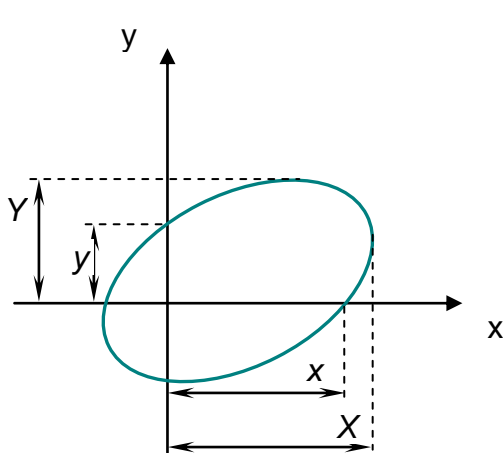


- Cunoscând raportul corespunzător figurii obținute pe ecran și frecvența f_0 , se poate determina frecvența f_x folosind relația:
$$\frac{n_x}{n_y} = \frac{f_y}{f_x}$$

5. MASURAREA DEFAZAJELOR

Figurile lui Lissajous depind de raportul frecvențelor a două oscilații sinusoidale dar și de defazajul dintre ele.

Pentru determinarea defazajului dintre două semnale de aceeași frecvență, acestea se aplică celor două perechi de plăci de deflexie ale osciloscopului.



În acest caz :

$$\left. \begin{aligned} u_x &= U_{x_m} \sin \omega t \\ u_y &= U_{y_m} \sin (\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\}$$

Deviațiile obținute pe ecran fiind în fiecare moment proporționale cu tensiunile aplicate, vor varia după expresiile :

$$\left. \begin{aligned} x &= X \sin \omega t \\ y &= Y \sin (\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\} \text{unde } X \text{ și } Y \text{ sunt deviațiile maxime.}$$

Pe ecran apare o figură de forma unei elipse, care pentru $\varphi = 0$ și $\varphi = \pi$ ajunge la forma unei linii înclinate, iar pentru $\varphi = \pi/2$ și $\varphi = 3\pi/2$ devine un cerc.

În cazul general, dacă elipsa este bine centrată pe ecran, defazajul se poate determina prin raportul între deviația maximă pe verticala Y și deviația y corespunzătoare punctului în care elipsa intersectează axa verticală a ecranului.

În acest punct $x=0$, deci $\sin \omega t = 0$; $\omega t = 0$ și $y=Y \sin \varphi$

Din această relație se deduce: $\sin \varphi = \frac{y}{Y}$

În cazul în care se dispune de un osciloscop cu două canale, măsurarea defazajului dintre două semnale se poate face comod vizualizând simultan cele două semnale.