

Lucrare de laborator 3

MĂSURĂRI ELECTRONICE CU OSCILOSCOPUL CATODIC CATODIC

1 . Scopul lucrării

- cunoașterea blocurilor funcționale ale osciloscopului și modul de sincronizare;
- însușirea modului de măsurare a tensiunilor și a gradului de modulație în amplitudine (se va face o documentare teoretică individuală);
- determinarea duratelor și a timpilor de creștere a impulsurilor.

2 . Considerații teoretice

Osciloscopul este unu dintre cele mai răspândite aparate electronice și are o largă utilizare, fie ca aparat de-sine-statator, fie ca parte componenta a altor aparate electronice.

Dintre utilizări se pot enumera:

- vizualizarea și studierea curbelor de variație in timp a diferitelor semnale electrice (curenți, tensiuni);
- compararea diferitelor semnale electrice;
- măsurarea unor mărimi electrice (tensiuni, frecvențe, defazaje, grad de modulație, distorsiuni etc.);
- măsurarea intervalelor de timp;
- vizualizarea caracteristicilor unor componentelor electronice.

Schema bloc simplificată a unui osciloscop analogic cu un canal este prezentată în figura 1.

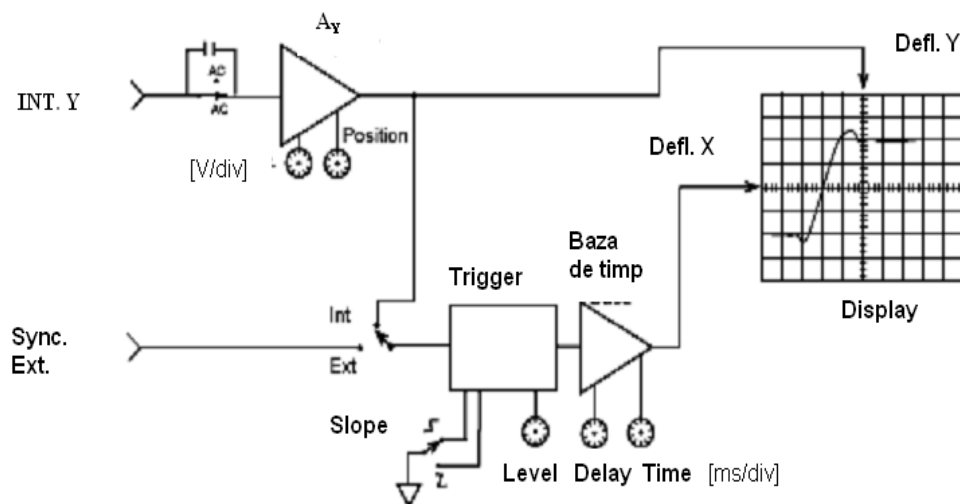


Fig. 1 Schema bloc simplificată a unui osciloscop cu un canal

Vizualizarea semnalelor se face prin aplicarea acestora pe *intrarea Y* (INT. Y). Osciloscoapele de uz general au impedanță de intrare de $1\text{M}\Omega$ în paralel cu capacitatea echivalentă de 20pF . Reactanța capacitivă dată de capacitatea de intrare a amplificatorului reduce impedanța acestuia pe măsură ce crește frecvența de intrare.

La osciloscoapele de frecvență mare impedanța circuitului de intrare este de joasă impedanță ($50\ \Omega$) la care sursa de semnal se conectează cu un cablu coaxial cu aceeași impedanță, realizându-se astfel o transmisie adaptată.

Conectarea directă a sursei de semnal la intrarea osciloscopului se poate face numai pentru semnale de joasă frecvență. Aceasta deoarece cablul coaxial ar introduce o capacitate apreciabilă la intrarea amplificatorului ($C \approx 100\text{ pF/m}$).

La măsurări de semnale circuitul de intrare realizat sub forma unui cap de probă cu raportul de transfer $1:1$ sau cu divizare $1:10$ se conectează la sursa de semnal.

Deflexia pe orizontală (Defl. X) este formată din baza de timp și circuitul de sincronizare (Triger).

Baza de timp este circuitul care are rolul de a genera o tensiune liniar variabilă, realizând astfel o scară liniară de timp. Semnal liniar variabil $u_{BT}(t)$ produs de către generatorul bazei de timp trebuie să asigure deplasarea spotului pe orizontală cu viteză constantă $U_{BT}=kt$, de la stânga la dreapta pe durata cursei directe (t_d).

Vizualizarea semnalului $y(t)$ are loc pe durata cursei directe t_d (fig. 2). În acest interval interesează în primul rând liniaritatea semnalului baza de timp, pentru a asigura o redare fără distorsiuni a tensiunii aplicate la intrarea Y. Procesul de deplasarea spotului pe orizontală este întâlnit și sub denumirea de *baleaj*. Când spotul ajunge la limita din dreapta a ecranului afișarea trebuie să se oprească și să se reia desfășurarea din același punct situat în stânga ecranului. Acest proces are loc pe durata cursei inverse (t_i).

Tensiunea trebuie să revină la valoarea care deplasa spotul de electroni în partea din stânga ecranului, iar începutul cursei următoare să fie făcut după o durată de așteptare t_a astfel încât la cursa următoare imaginea să coincidă cu imaginea anterioară. Prin acest mod de funcționare se asigură sincronizarea imaginii.

Forma tensiunii de tip dinte de fierăstrău cu perioada T_v care trebuie aplicată sistemului de deflexie pe orizontală este așa cum se indică în figura 2. Frecvența tensiunii de baleaj se poate modifica în trepte fixe prin intermediul unui selector calibrat în unități de timp pe diviziune (s/div, ms/div, $\mu\text{s/div}$), precum și continuu între două trepte fixe cu un potențiomtru necalibrat.

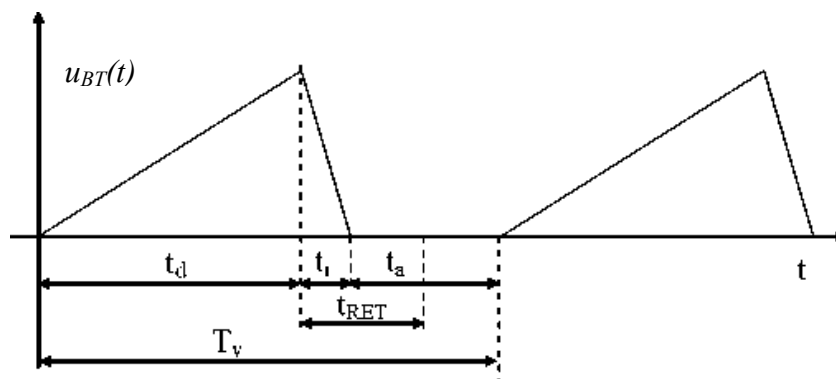


Fig. 2. Tensiunea generată de baza de timp

Intervale de timp au următoarele semnificații:

t_d - durata cursei directe (durata de afișare a imaginii pe ecran). După terminarea cursei directe afișarea imaginii este blocată până la următoarea declanșare.

- t_i - durata cursei inverse corespunde intervalului în care spotul se întoarce la poziția inițială din partea stângă a ecranului.
- t_{RET} - timpul de reținere este un interval de timp reglabil (se poate regla din butonul *HOLD OFF* de pe panoul de control al osciloscopului). Pe această durată nu poate începe o nouă desfășurare a semnalului. Reglajul t_{RET} este util la sincronizarea semnalelor periodice cu forme mai speciale care pot îndeplini condiția de declanșare de mai multe ori într-o perioadă.
- t_a - timpul de așteptare în care spotul așteaptă declanșarea unui noi curse directe.
- T_v - intervalul de timp între declanșările a două desfășurări succesive. La vizualizarea semnalelor periodice durata T_v este constantă.

Circuitul de sincronizare are rolul de a permite obținerea unei imagini stabile pe ecranul osciloscopului. Pentru îndeplinirea rolului acestuia în cazul diferitelor semnale trebuie realizate o serie de reglaje, cunoașterea acestora fiind foarte importantă.

Reglajele circuitului de sincronizare (osciloscop cu două canale)

1. **SLOPE** selectează tipul frontului pe care se face declanșarea afișării (pozitiv sau negativ), de către circuitul de sincronizare.

2. **LEVEL** permite reglarea nivelului de prag (*trigger*) la care circuitul de sincronizare declanșează afișarea.

3. **MODE** selectează modul în care se face sincronizarea. Are patru poziții:

- **AUTOpp/TV Line** – Nivelul de trigger este setat între limitele semnalului de intrare (peak to peak). Dacă condițiile de declanșare nu sunt îndeplinite, osciloscopul generează automat, după expirarea unui timp, un semnal de declanșare a afișării. În acest mod, în lipsa semnalului de intrare se observa o linie orizontală pe ecran, care reprezintă nivelul de zero. *Acesta este modul implicit în care se lucrează dacă nu se specifică altfel !*

- **NORM** – În acest caz afișarea nu este declanșată decât dacă sunt îndeplinite condițiile de trigger. În caz contrar osciloscopul nu afișează nici o imagine. Nivelul triggerului poate fi reglat și în exteriorul limitelor semnalului, existând și posibilitatea ca, desi se aplică semnal pe intrarea osciloscopului, semnalul să nu fie afișat pe ecran deoarece nu sunt îndeplinite condițiile de sincronizare.

- **TV FIELD** – permite sincronizarea folosind un semnal de televiziune.

- **SGL SWP (Single Sweep)** – afișează o singură cursă a semnalului când se apasă RESET. Util pentru fotografierea ecranului.

4. Comutator pentru selectarea semnalului de sincronizare. Are patru poziții:

- **CH1** – sursa de sincronizare este luată de pe canalul 1

- **VERT MODE** – semnalul de sincronizare este luat alternativ de pe canalul 1 respectiv canalul 2 în modul de vizualizare **ALT**. În modul **CHOP** sursa de sincronizare este dată de suma semnalelor de pe cele două canale.

- **CH2** - sursa de sincronizare este luată de pe canalul 2.

- **EXT** – sursa de sincronizare este dată de semnalul de pe intrarea

5 (**EXT INPUT**).

6. Intrarea de sincronizare externă. Semnalul de pe această intrare poate fi folosit și pentru modularea intensității semnalului afișat când comutatorul este pe poziția **EXT Z**.

7. Comutator pentru selecția modurilor de sincronizare externă, util numai când comutatorul este pe poziția EXT.

- **LINE** – folosește pentru sincronizare rețeaua de alimentare de 220V/50Hz. Util când se fac măsurări ale circuitelor de curent alternativ.

- **EXT** – folosește pentru sincronizare semnalul de pe borna externă.

- **EXT Z** – semnalul de pe borna externă este folosit atât pentru sincronizare, cât și pentru modularea intensității luminoase a semnalului afișat.

3. Desfășurarea lucrării. Mod de lucru.

Vizualizarea formelor de undă pe ecranul osciloscopului se realizează cu ajutorul sondelor de măsură (fig. 3). Pe ecran se va vizualiza forma de undă a semnalului dintre punctul de măsură și masa sondei. Pentru aceasta, firul cald al sondei se conectează în punctul de măsură, iar masa sondei în punctul de referință al semnalului vizualizat (în lucrările de laborator efectuate acesta va fi masa circuitului).

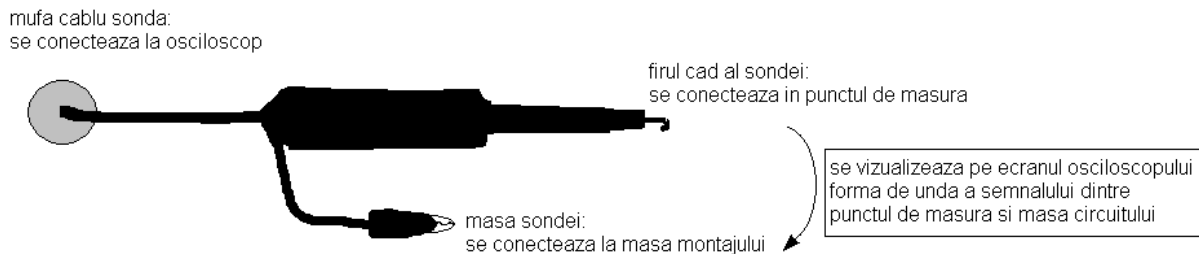


Fig.3 Modul în care se conectează în circuit sonda de măsură a osciloscopului.

3. 1. Se generează un semnal dreptunghiular simetric având amplitudinea vârf la vârf A_i și perioada T_i . Să se calculeze și să se regleze coeficienții de deflexie astfel încât pe ecran să încapă două perioade din semnal, iar amplitudinea să fie de două diviziuni. Să se deseneze imaginea obținută.

3.2. Să se măsoare componenta continuă a semnalului dreptunghiular generat la punctul 2, folosind modurile de vizualizare **AC** și **DC**.

3.3. Măsurăți timpul de creștere al semnalului dreptunghiular:

$$t_c = t_2 - t_1 \quad (1)$$

unde:

t_1, t_2 reprezintă momentele la care semnalul ia valorile de 10%, respectiv 90% din valoarea maximă (fig. 4).

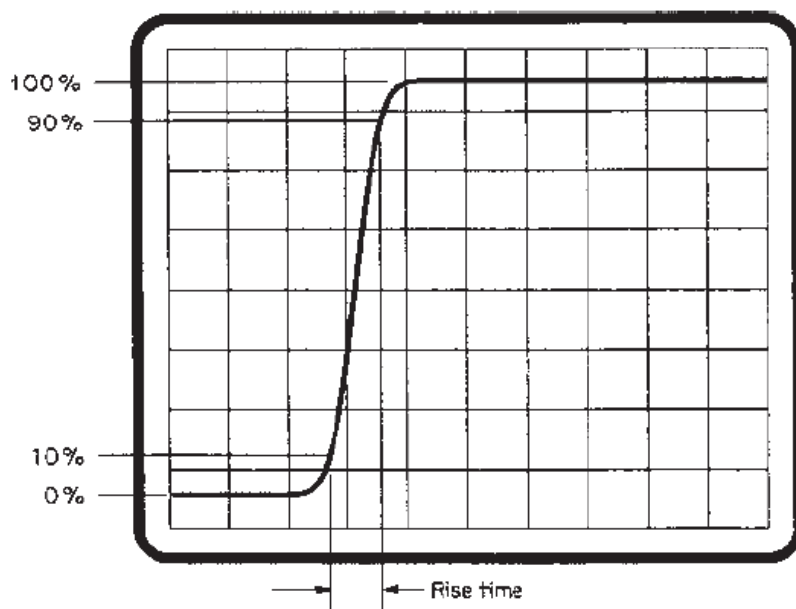


Fig. 4 Definirea timpului de creștere la impulsuri dreptunghiulare

Osciloscul are prevăzute marcaje speciale pe ecran pentru acest tip de măsurătoare (fig. 5).

Pentru măsurarea timpului de creștere se procedează în felul următor:

- se reglează amplitudinea semnalului astfel încât semnalul să se încadreze între gradațiile 0% și 100% (ca în figura 4.a).
- din butonul bazei de timp (SEC/DIV) se detaliază imaginea astfel încât frontul semnalului să fie vizualizat ca în figura 1b. Pentru a obține un detaliu cât mai precis se va comuta pe poziția **MAG (x5, x10)**.

Observație: Dacă măsurătoarea s-a făcut pe poziția (x5, x10) timpul de creștere determinat va trebui împărțit la factorul de multiplicare (5, 10).

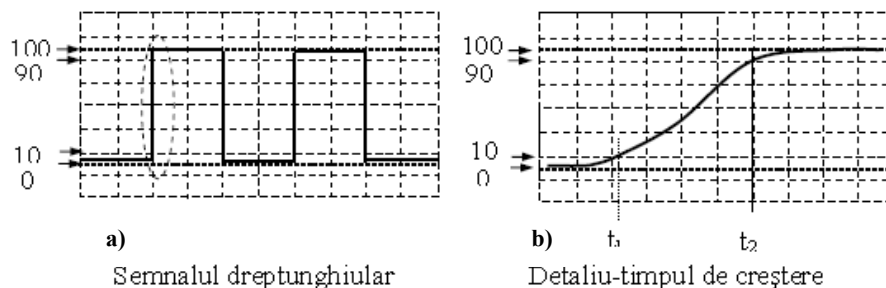


Fig. 5 Mod de măsurare a timpului de creștere pentru impulsuri dreptunghiulare

3.4. Se introduce de la generatorul de funcții un semnal dreptunghiular nesimetric de frecvență 10 KHz. Să se măsoare factorul de umplere δ :

$$\delta = \frac{t_i}{T} \quad (2)$$

unde:

t_i reprezintă durata impulsului,
 T perioada semnalului.

3.5. Generați un semnal sinusoidal de frecvență f_i și amplitudine A_i . Se vor folosi coeficienții de deflexie C_{xi} și C_{yi} . Reglați tensiunea de prag (butonul **LEVEL**) și frontul (butonul **SLOPE**) în acest caz osciloscopul să înceapă afișarea la valoarea: U_{p1} pe front pozitiv, respectiv U_{p2} pe front negativ. Desenați imaginile obținute.

3.6. În condițiile de la punctul 5 desenați tensiunea generată de baza de timp la primele două curse ale osciloscopului.

3.7. Generați un semnal sinusoidal de frecvență f_i și amplitudine A_i . Se vor folosi coeficienții de deflexie C_{xi} și C_{yi} . Treceți comutatorul de selecție a modului de sincronizare, **MODE** (zona trigger), pe poziția **NORM**. Rotiți butonul **LEVEL**. Ce se întâmplă cu imaginea? Pentru ce interval al tensiunii de prag imaginea este vizibilă pe ecran.

3.8. Generați un semnal sinusoidal de frecvență f_i și amplitudine A_i . Introduceți pe *canalul 1* al osciloscopului semnalul sinusoidal, iar pe *canalul 2* introduceți semnalul de la ieșirea pentru semnal dreptunghiular a generatorului.

Treceți comutatorul de selecție a canalului pe poziția cu două canale (**BOTH**). Reglați coeficientul de deflexie pe orizontală pentru ca pe ecran să se vizualizeze între două și patru perioade. Coeficientul de deflexie pe verticală se reglează pentru ca amplitudinea semnalelor să fie de două diviziuni. Reglați nivelul de zero (**GND**) să fie în dreptul diviziunii a doua pentru primul canal, respectiv în dreptul diviziunii a șasea pentru al doilea canal (fig. 6). Desenați imaginea vizualizată pe ecran.

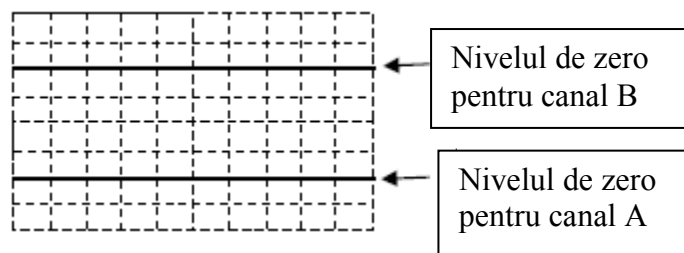


Fig. 6 Mod de reglare înainte de măsurare

3.9. În condițiile de la punctul 8, treceți comutatorul de selecție a semnalului de sincronizare, **SOURCE**, pe poziția **CH1**, reglați nivelul de sincronizare (**LEVEL**) pentru ca tensiunea de declanșare să fie o diviziune, iar frontul de declanșare (**SLOPE**) să fie pozitiv („+”). Desenați imaginea obținută. Butonul de selecție a modului de sincronizare, **MODE**, va fi pe poziția **AUTO**.

3.10. În condițiile de la punctul 8, treceți comutatorul de selecție a semnalului de incronizare, **SOURCE**, pe poziția **CH2**. Variați nivelul tensiunii de declanșare. Ce se observă? Comparați cu punctul 10.

Butonul de selecție a modului de sincronizare, **MODE**, va fi pe poziția **AUTO**.

3.11. În condițiile de la punctul 8, treceți comutatorul de selecție a semnalului de sincronizare, **SOURCE**, pe poziția **EXT**. Ce se observă?

3.12. Mutați semnalul de pe canalul 2 pe borna externă. Ce se întâmplă în acest caz cu imaginea?

3.13. Reglați valoarea coeficientului de deflexie pe orizontală la valoarea $C_{x1}=50\text{ms/div}$ respectiv la valoarea $C_{x2}=0,1\text{s/div}$. Pentru fiecare din cele două valori comutați butonul circuitului de sincronizare pe poziția **ALT** respectiv **CHOP**. Explicați diferența între cele două imagini.

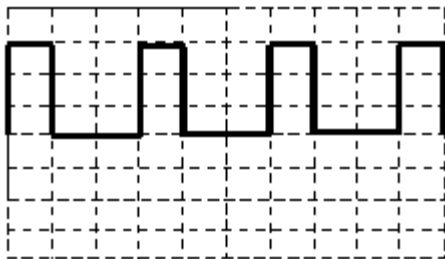
4. Probleme

1. Se introduce de la generator un semnal triunghiular având amplitudinea 2V și frecvență $f=1\text{kHz}$. Reglajele osciloscopului sunt $C_y=0,5\text{V/div}$, $C_x = 0,5\text{ms/div}$, $U_p=1\text{V}$ (tensiunea de prag) și frontul de declanșare este negativ (SLOPE=""). Sa se deseneze imaginea care apare pe ecranul osciloscopului.

2. Un semnal dreptunghiular simetric, de amplitudine $A=1\text{V}$, componentă continuă nulă și frecvență 1kHz, este aplicat pe intrarea unui osciloscop. Osciloscopul are $C_y=0,5\text{V/div}$, $C_{vx}=0,2\text{ms/div}$, $U_p=0,5\text{V}$ și front negativ (SLOPE = „-“). Să se reprezinte imaginea care apare pe ecranul osciloscopului.

3. Se dă semnalul dreptunghiular din figură, vizualizat pe ecranul unui osciloscop. Reglajele osciloscopului sunt: $C_y=2\text{V/div}$, nivelul de zero este poziționat la mijlocul ecranului, comutatorul de cuplaj este pe modul **DC**.

Calculați componenta continuă a semnalului. Desenați imaginea obținută pe ecranul osciloscopului când comutatorul modului de cuplaj este pe poziția **AC**.



4. Conținutul referatului

1. Scopul lucrării;
2. Caracteristici osciloscopelor folosite.
3. Completarea în ordinea desfășurării observațiile și desene pentru punctele 3.1...3.13.
4. Prezentarea concluziilor desprinse din determinărilor experimentale.
5. Rezolvarea problemelor de la pct.4.

Anexa

Panoul frontal al osciloscopului HAMEG 303-6.

potentiometre care permit deplasarea formelor de unda pe ecranul osciloscopului pe verticala, pentru semnalul vizualizat pe Canalul I, respectiv pentru semnalul vizualizat pe Canalul II

