

### Lucrarea de laborator 1 Generarea și vizualizarea semnalelor

**Scop:** Familiarizarea cu funcțiile de bază ale unui osciloscop și generator de semnal. Măsurarea amplitudinilor și perioadelor. Studiul sincronizării.

#### Breviar teoretic

Osciloscopul este un aparat care permite vizualizarea valorii instantanee a unei tensiuni  $v(t)$  în funcție de timp și măsurători cantitative de tensiune și timp pe această formă de undă, având astfel largi aplicații în analiza semnalelor electrice.

În lucrare se studiază osciloscopul digital Tektronix TDS1001, particularitățile care urmează fiind legate de acest model.

#### Reglajele osciloscopului

**Pe orizontală**, „desfășurarea” calibrată a imaginii este asigurată de așa-numita „bază de timp” (*timebase*); durata corespunzătoare lungimii unei diviziuni de pe ecran este reglabilă din exterior din butonul Cx (**coeficient de deflexie pe orizontală**). Acesta este gradat în unități de timp per diviziune. Este valabilă următoarea relație dintre numărul de diviziuni  $N_x$  ocupate de un eveniment oarecare și timp:

$$T_x = N_x C_x$$

*Exemplu:* O perioadă a unei sinusoide ocupă pe ecran 4.2 diviziuni pe orizontală, și baza de timp este pe poziția  $C_x = 5\text{ms/div}$ . Perioada semnalului sinusoidal este

$$T_x = 4.2 \text{ div} * 5\text{ms/div} = 21\text{ms}.$$

**Pe verticală** se aplică tensiunea  $U_y$  de pe borna exterioară Y. Similar cu citirea pe X, se poate citi valoarea unei tensiuni  $U_y$  care ocupă  $N_y$  diviziuni verticale pe ecran cu relația:

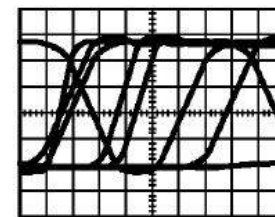
$$U_y = N_y C_y$$

$C_y$  se numește **coeficient de deflexie pe verticală**.

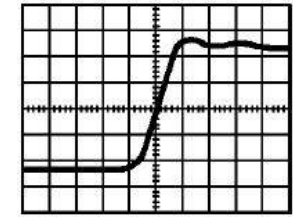
Valorile  $C_x$ ,  $C_y$  se numesc *calibrate* și sunt de forma standard  $\{1,2,5\} * 10^{+/-K}$  pentru  $C_y$ , și  $\{1,2,5,5\} * 10^{+/-K}$  (la unele osciloscoape sînt în secvența 1,2,5 pentru ambele axe). Atunci cînd nu se dorește citirea valorilor tensiunilor pe ecran prin numărarea diviziunilor, ci *încadrarea* semnalului între anumite limite în scopul observării, fotografierii sau tipăririi ecranului, se poate trece  $C_y$  la valori necalibrate (VOLTS/DIV în varianta COARSE sau FINE). La

unele osciloscoape se poate rega fin și  $C_x$ , dar de obicei în acest caz nu se mai poate citi valoarea sa.

**Sincronizarea osciloscopului.** O imagine stabilă pe ecranul osciloscopului se numește *sincronizată (triggered)*. Semnificația fizică este următoarea: atunci cînd 2 afișări succesive ale unui semnal periodic se fac începînd cu același moment de timp (relativ la perioada semnalului), cele 2 afișări se vor suprapune perfect, și la fel se va întîmpla și pentru afișările ulterioare. Astfel, ochiul percepe o singură imagine stabilă, deși, de fapt, avem în permanență o imagine nouă suprapusă peste precedentă. Un exemplu în cazul afișării unui front crescător este dat în figura 1 (b). Dacă însă fiecare afișare preia semnalul din alt moment de timp, imaginile vor diferi, și ochiul va percepe mai multe imagini diferite și suprapuse - figura 1 (a). În acest caz imaginea se numește *nesincronizată (untriggered)*.



a) imagine nesincronizată



b) imagine sincronizată

Figura 1

Pentru a obține o imagine sincronizată operatorul are la dispoziție *reglajele de sincronizare* dintre care cele mai importante sunt: *semnalul* după care se face sincronizarea (*Source*), *nivelul* acestuia (*level*) și o *pantă* (*slope*) de unde se dorește să înceapă afișarea imaginii. De obicei, aceste reglaje sunt grupate într-o *zonă (meniu)* de sincronizare.

*Exemplu:* fie sinusoida de perioadă  $T$  din figura 2, de amplitudine 3V, reglaj  $C_y = 1\text{V/div}$ , deci amplitudinea ocupă 3 diviziuni. Se alege nivelul triggerului la 1.5V, pe front crescător. Această condiție de trigger apare o dată pe perioadă și corespunde momentelor notate 1,2,3,4 de pe figura 2. Primul trigger (1) determină începutul afișării imaginii. Cît de mult din imagine se afișează depinde de relația dintre  $T$  și  $C_x$  dar nu este esențial în această discuție.

Important de observat este că, pînă ce nu se parcurg toate cele 10 diviziuni pe orizontală (timpul  $10C_x$ ), triggerul este inactiv. Astfel, la momentul (2) nu începe o nouă afișare, întrucît nu s-a terminat afișarea curentă (se observă că ne aflăm doar la 6.2 diviziuni din 10). După ce s-a terminat de afișat imaginea (porțiunea îngrosată), urmează un timp  $t_I$  în care osciloscopul nu afișează nimic și așteaptă un nou trigger. Acesta vine la momentul (3) și procesul se repetă. Se observă că imaginea 2 este identică cu imaginea 1, adică este sincronizată, și ochiul va percepe o singură imagine.

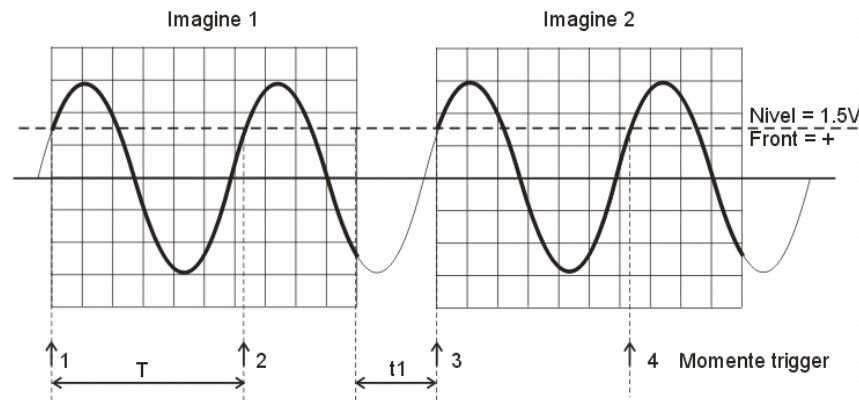


Figura 2: exemplu de sincronizare

O situație în care imaginea ar fi nesincronizată ar fi dacă s-ar alege de exemplu nivelul de 3.5V, mai mare decât amplitudinea. Osciloscopul nu ar detecta nici un trigger. În acest caz sînt 2 posibilități:

1) pe modul de lucru numit **NORMAL** (din meniul trigger), în lipsa triggerului nu se afișează nimic. Ecranul rămîne gol (sau rămîne afișată cu gri deschis ultima imagine). Acest mod de lucru se poate utiliza doar în cazul vizualizării semnalelor periodice.

2) pe modul de lucru **AUTO** (cel preferat) osciloscopul așteaptă un timp după ultima imagine, iar dacă nu se îndeplinesc condițiile de sincronizare în acest interval (fapt care ar duce la afișarea unei noi *curse directe*) începe automat să afișeze imaginea. Această imagine poate începe de oriunde, nu de la (1). După această *cursă directă* se mai așteaptă un timp și datorită lipsei condițiilor de sincronizare se mai afișează încă o imagine, dar momentul de început relativ la un punct de pe semnal (de exemplu “începutul” perioadei) va fi altul față de cel de la imaginea anterioară. Astfel, se vor vedea mai multe imagini suprapuse, fără relație temporală între ele, deci nesincronizate.

Modul **AUTO** are utilitate dublă: în primul rînd, este util pentru a vedea inițial semnalul, în timpul efectuării manevrelor de sincronizare, care altfel ar trebui făcute “pe întuneric”; în al doilea rînd, este obligatoriu în cazul vizualizării și măsurării tensiunilor continue, care apar pe ecran ca linii drepte, orizontale, și pentru care nu există sincronizare, întrucît nu au fronturi.

**Observație importantă:** în figura 2 începutul imaginii (corespunzător momentelor de trigger 1 și 3) este la diviziunea 0. Această situație este comuna osciloscopului analogic. Osciloscopul digital TDS1001 afișează în mod implicit jumătate din imagine înaintea triggerului (*pre-trigger*) și cealaltă jumătate după (*post-trigger*). Prin urmare, momentele 1 și 3 ar fi la mijlocul ecranului. O ilustrare este în figura 1b), unde se presupune că nivelul de trigger este la

mijlocul ecranului (pe verticală). Se poate schimba momentul de trigger și la TDS1001 din reglajul de poziție pe orizontală, aducîndu-l la începutul imaginii (în acest caz intervalul *pre-trigger* este 0).

### Desfășurarea lucrării

#### **1. Reglajele automate ale osciloscopului**

Se generează cu ajutorul generatorului de funcții un semnal sinusoidal (butonul **WAVE**) de amplitudine maximă (reglajul **AMPL** rotit spre dreapta), frecvența 1KHz (tastatura: tastele **[1] [KHz]**). Se conectează ieșirea **OUTPUT** 50Ω a generatorului la canalul 1 al osciloscopului folosind un cablu coaxial.

La osciloscop se apasă **CH1 MENU** pentru a afișa reglajele canalului 1 (la apăsări repetate, canalul 1 este succesiv oprit și pornit). Întrucît nu se folosește sonda cu atenuator ci un cablu simplu, se apasă *softkey*-ul **Probe** pînă cînd indicația este **1x** (există sonde care contin un divizor care atenuează semnalul de 10..100 ori, în care caz s-ar folosi setările 10x, 100x). Se apasă butonul **AUTOSET**.

Cîte perioade ale imaginii apar pe ecran? Ce valoare  $C_x$  a setat automat osciloscopul (indicația **M** (Main) din partea de jos)? Măsurati perioada numărînd numărul  $N_x$  de diviziuni ale unei perioade și aplicînd formula  $T = C_x \cdot N_x$ . Calculați frecvența  $f = 1/T$  și comparați cu valoarea indicată la generator.

Repețați pentru reglajul vertical. Cît este coef. de deflexie verticală  $C_y$ ? (indicația **CH1** din partea de jos). Numărînd diviziunile pe verticală  $N_y$  și aplicînd formula  $U = N_y \cdot C_y$ , măsurați amplitudinea semnalului (valoarea de vîrf)  $U$ . În același mod măsurați și valoarea vîrf-la-vîrf  $U_{VV}$ . Calculați raportul dintre  $U$  și  $U_{VV}$  (valori măsurate). Cît este acest raport teoretic?

#### **2. Măsurători automate folosind osciloscopul**

Se verifică măsurătorile folosind butonul **MEASURE** de pe osciloscop. Se pot programa maxim 5 măsurători pe cele 5 *softkeys* (tastele de pe marginea ecranului). Se apasă un *softkey*, se selectează **SOURCE=CH1** și din **TYPE** se urmaresc: **Freq** (frecvența), **Period**, **Mean** (valoare medie, pentru acest semnal simetric ar trebui să fie aproape de 0), **Pk-Pk** (Peak-to-peak = valoare vîrf-la-vîrf), **Min**, **Max** (Val. de vîrf negativă și pozitivă, adică amplitudinea). Se notează pe fișă valorile pentru frecvență, perioadă, amplitudine (MAX), valoarea medie și valoarea vîrf-la-vîrf și se compară cu valorile determinate la punctul 1.

#### **3. Reglarea manuală a $C_x$ , $C_y$**

Se generează cu ajutorul generatorului de funcții un semnal sinusoidal cu frecvența  $f_i$  și amplitudinea  $A_i$  (folosind butonul rotativ **AMPL** și tastatura;

valorile difera în funcție de masa unde lucrati). Să se calculeze și să se regleze coeficienții de deflexie  $C_y$ , și  $C_x$ , folosind reglajele rotative **VOLTS/DIV (CH1)** și **SEC/DIV** a.î. pe ecran să se vizualizeze între 2 și 4 perioade ale semnalului, iar amplitudinea semnalului să fie de exact două diviziuni. Se vor folosi formulele  $A = C_y \cdot N_y$ ,  $T = C_x \cdot N_x$  ca la pct. 1. În cazul amplitudinii, butonul generatorului fiind nemarcat, se reglează valoarea sa urmărind diviziunile pe osciloscop. Să se deseneze imaginea vizualizată.

Se verifică frecvența generatorului măsurând perioada pe osciloscop.

#### 4. Reglarea sincronizării (trigger)

Reglați  $C_y = 0.5V/div$  și apoi amplitudinea semnalului (butonul **AMPL** și urmărirea diviziunilor pe ecran) la  $A=1V$ . Frecvența semnalului se setează la 1kHz, iar  $C_x=0,25ms/div$ .

Se reglează nivelul tensiunii de sincronizare (prag) din butonul **TRIGGER LEVEL** simbolizat pe ecran prin săgeata 5 din fig. 4. Observați că deplasând săgeata dedesubtul/deasupra semnalului imaginea nu mai e sincronizată. Implicit nivelul de sincronizare corespunde pe orizontală mijlocului ecranului (săgeata 3 din fig. 4). Pentru a ușura observarea triggerului, deplasați săgeata 3 din reglajul rotativ **HORIZONTAL POSITION** până când aceasta ajunge chiar în stînga ecranului la diviziunea 0. Se va regla fin butonul pînă exact în momentul în care săgeata 3 ajunge la margine și devine din verticală, orizontală.

Acum observați că sinusoida începe (în stînga) chiar de la înălțimea la care se află săgeata 5, adică nivelul triggerului marchează începutul afișării imaginii. Pentru a observa mai ușor aceasta, apăsați și țineți apasat butonul **TRIG VIEW** în timp ce rotiți **TRIGGER LEVEL**, astfel săgeata 5 se transformă într-o linie orizontală. Verificați că această linie intersectează chiar punctul din stînga de unde începe imaginea. Dacă nu, mai ajustați fin **HORIZONTAL POSITION**.

Din **TRIG MENU->Slope** se modifică frontul de la valoarea **Rising** (front crescător sau pozitiv) la **Falling** (front căzător sau negativ). Observați că acum imaginea începe pe panta descrescătoare a sinusoidelor. Observați simbolul de front în extrema dreaptă jos a ecranului.

Pentru fiecare masă, reglați **TRIGGER LEVEL** și **SLOPE** la valorile  $U_{p1}$  pe front crescător, respectiv  $U_{p2}$  pe front căzător. Desenați cele 2 imagini obținute.

#### 5. Modurile de afișare AUTO și NORM

Cu imaginea sincronizată, se comută modul de afișare de pe AUTO pe NORMAL astfel: **TRIG MENU -> Mode -> Normal**. Se observă vreo modificare pe ecran? Apoi se rotește **TRIG LEVEL** pînă când nivelul triggerului (săgeata 5) ajunge deasupra vîrfului pozitiv al semnalului. De ce

dispare imaginea? (la TDS1001 nu dispare de tot, ci rămîne afișată cu gri ultima imagine). Se revine pe **Mode->Auto** și se verifică reapariția imaginii, dar nesincronizată. Observați cum se schimbă indicația 2 de pe fig. 4 în cele 3 situații: imagine sincronizată, imagine nesincronizată pe AUTO și lipsa imaginii din cauza lipsei sincronizării pe NORM. Desenați cele 3 indicații posibile. La sfîrșit reveniți pe modul AUTO.

#### 6. Studiul componentei continue a semnalului

a) Reglați amplitudinea semnalului (butonul **AMPL**) la  $A=2V$ , iar  $C_y = 1V/div$ . Frecvența semnalului se setează la 1kHz,  $C_x=0,25ms/div$ . *Observație: dacă în cadrul reglajelor de la acest punct, imaginea devine nesincronizată (nu mai e stabilă pe orizontală), se reglează nivelul de sincronizare din butonul TRIGGER LEVEL pînă la stabilizare. Se poate apăsa butonul SET TO 50% de sub reglajul de trigger.*

Se plasează trasa osciloscopului în centrul ecranului: se setează **CH1 MENU->Coupling ->Ground** și se reglează poziția trasei din **VERTICAL POSITION**. Setarea „Ground” e echivalentă cu aplicarea a 0V (scurt-circuit) la intrare. Se observă că săgeata 6 din fig. 4 (cea marcată cu cifra 1 întrucît sîntem pe canalul 1) coincide cu nivelul de zero, deci cu linia orizontală.

Se revine pe **Coupling -> DC** pentru a vizualiza semnalul. Observați că săgeata 6 rămîne pe loc și va permite să determinați (și să reglați mai sus sau mai jos) poziția nivelului de zero al canalului respectiv fără a trece pe **Coupling->Ground**.

b) Pînă acum semnalul nu a avut componenta continuă (prescurtată CC, numită și *offset*). De la generator se introduce componentă continuă pentru semnalul sinusoidal: se trage în afară și se rotește butonul **OFFSET** de la generatorul de semnal; în poziția apăsată offsetul este CALibrat la 0V și nu se poate regla. Se verifică că imaginea sinusoidelor se deplasează sus/jos. Componenta continuă se poate citi văzînd cu cîte diviziuni a urcat/coborît vîrful pozitiv al sinusoidelor față de situația cu CC=0 (de fapt, puteți alege orice punct, nu numai vîrful, ca referință). Reglați CC astfel încît aceasta să fie 2V. La nevoie, ajustați **TRIG LEVEL** pentru ca imaginea să fie sincronizată. Desenați imaginea obținută. Treceți pe cuplaj **CH1 MENU->Coupling->AC**. Desenați imaginea obținută. Explicați diferența între imaginea pe AC și cea pe DC. Ce valoare a CC măsoară osciloscopul folosind MEAN? (din meniul **MEASURE**)

Reveniți pe DC și reglați componenta continuă la valoarea -1V. Desenați imaginea și verificați noul MEAN.

Apasați la loc butonul **OFFSET** la generator pentru a-l aduce înapoi la CC=0.

c) Vom ilustra o situație în care indicația MEAN din meniul MEASURE nu corespunde așteptărilor. Acest lucru se întîmplă atunci cînd osciloscopul nu

afișează un număr întreg de perioade. Este important de înțeles că osciloscopul calculează MEAN pentru imaginea afișată, în timp ce, în mod normal, când vorbim de valoarea medie a unui semnal, ne referim la media pe o perioadă!

Aplicați un semnal cu  $f=1\text{kHz}$ ,  $A=2\text{V}$ , folosind la osciloscop  $C_x=100\mu\text{s/div}$ . Asigurați-vă că în continuare săgeata 3 din fig. 4 este la începutul și nu la mijlocul ecranului. În caz contrar, aduceți-o la început folosind reglajul HORIZONTAL POSITION. Folosind meniul MEASURE afișați valoarea MEAN. Câte perioade sînt afișate pe ecran? Desenați imaginea.

Modificați frecvența la  $1.5\text{kHz}$ . Determinați noua valoare MEAN și desenați noua imagine. Câte perioade sînt afișate de această dată?

Explicați rezultatele obținute.

### Exerciții

1. Un osciloscop este reglat pe  $C_y=0,5\text{V/div}$ . Amplitudinea unui semnal măsurată pe ecranul osciloscopului este de  $3,8\text{div}$ . Care este amplitudinea semnalului în volți?

2. Un osciloscop este reglat pe  $C_x=20\text{ms/div}$ . Perioada unui semnal sinusoidal măsurată pe ecranul osciloscopului este de  $5\text{div}$ . Să se determine frecvența semnalului sinusoidal.

3. Se dă un semnal sinusoidal de frecvență  $10\text{kHz}$  și amplitudine  $4\text{V}$ . Să se determine valorile pentru coeficienții de deflexie pe verticală, respectiv orizontală astfel încât pe ecran să se poată măsura cu precizie maximă amplitudinea și perioada semnalului.

4. Se vizualizează cu osciloscopul un semnal sinusoidal. Când butonul de cuplaj este trecut de pe poziția AC pe poziția DC semnalul sinusoidal se deplasează pe verticală, în jos cu 3 diviziuni.  $C_y=1\text{V/div}$ . Să se determine componenta continuă a semnalului.

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

6. Să se calculeze eroarea absolută care se face la măsurarea tensiunii cu osciloscopul, dacă  $C_y=0,5\text{V/div}$  iar eroarea de citire la osciloscop este de  $0,1\text{div}$ . Pe verticală  $N_y=8\text{div}$ . *Indicație: eroarea absolută a tensiunii se măsoară în volți și este egală cu diferența dintre valoarea adevărată și cea măsurată.*

7. Să se calculeze eroarea relativă care se face la măsurarea timpului cu osciloscopul dacă  $C_x=20\mu\text{s/div}$ , iar eroarea de citire la osciloscop este de  $0,1\text{div}$ . Pe orizontală  $N_x=10\text{div}$ . *Indicație: eroarea relativă se măsoară în procente și se calculează cu formula  $\frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$ , unde  $x$  este mărimea care se măsoară, iar  $\Delta x$  este eroarea absolută.*

### ANEXA 1: reglajele osciloscopului TDS1001

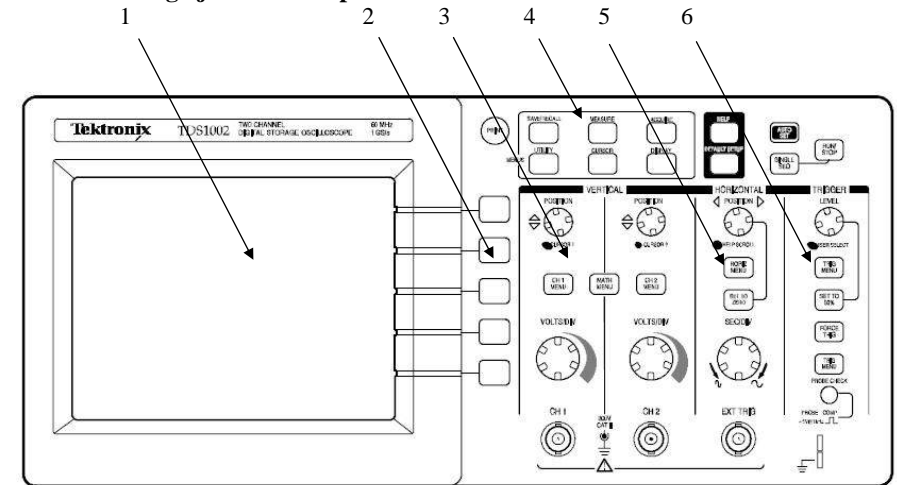


Figura 3: panoul frontal al osciloscopului

În figură este prezentată imaginea panoului frontal al osciloscopului. Interfața osciloscopului conține următoarele componente:

#### 1. Ecranul osciloscopului

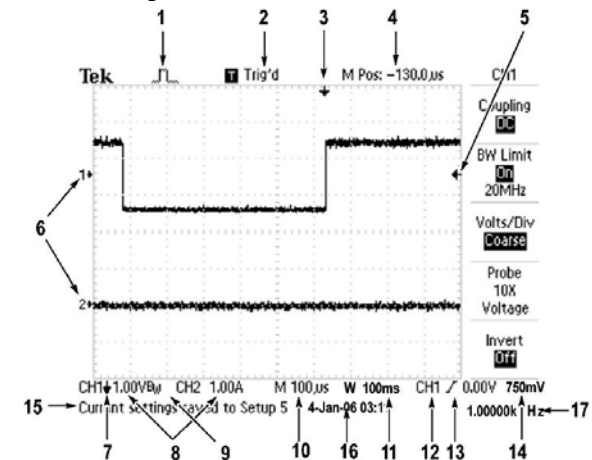


Figura 4: Ecranul osciloscopului

Ecranul este format din zona pentru afișarea imaginii (graticula ecranului), zona meniurilor de control (dreapta zonei gradate) și zona pentru afișarea parametrilor (deasupra și sub zona gradată).

Zona gradată este formată din  $N_x=10$  diviziuni pe orizontală și  $N_y=8$  diviziuni pe verticală, și este utilizată pentru afișarea imaginii.

În afara acestora se mai afișează diverși parametri ai osciloscopului sau ai formei de undă în funcție de modul de lucru selectat. Pe figura 4, cele mai relevante sînt:

(1) tipul de achiziție (normala, cu mediere, etc) (2) Trig'd = *triggered* = sincronizat (3) Momentul de trigger; se poate deplasa folosind reglajul HORIZONTAL POSITION (5) Nivelul de trigger, se reglează cu TRIGGER LEVEL (6) Identificator al traselor 1 și 2 (8) Valorile  $C_y$  pe cele 2 canale (9) BW= Bandwidth Limit (limitează frecvența maximă de utilizare a osciloscopului la 20MHz) (10,11) Valorile  $C_x$  pentru baza de timp principală (Main) și secundară (Window). (12,13) Sursa și frontul triggerului (17) Frecvența măsurată a semnalului

**2. Butoane de control** - permit modificarea câmpurilor de control afișate pe ecranul osciloscopului; se numesc *soft keys* deoarece aceste câmpuri se schimbă în funcție de meniul/modul de lucru selectat.

**3. Reglajele pentru canalul Y (reglaje pe verticală)** - există câte un set de reglaje separat pentru fiecare din cele două canale ale osciloscopului.

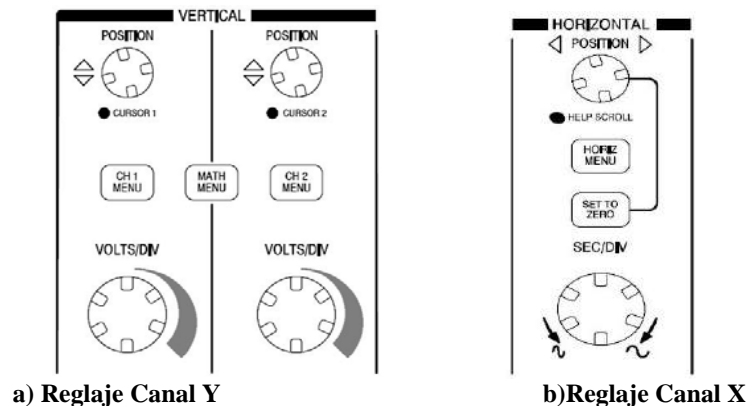


Figura 5

- **POSITION** – permite deplasarea imaginii pe verticală
- **VOLTS/DIV** – buton pentru modificarea coeficientului de deflexie pe verticală. Valoarea sa este afișată în josul imaginii (zona pentru afișarea parametrilor) sub forma: CH1 2V, ceea ce este echivalent cu  $CH1=2V/div$ .
- **CH1 MENU** – apăsarea butonului are ca rezultat afișarea în zona meniurilor de control, a câmpurilor, care permit controlul afișării pe axa verticală, pentru canalul 1 (CH1). Următoarele câmpuri vor fi afișate pe ecran:

- **Coupling (Cuplaj)**- selectează tipul de cuplaj **AC/DC/Ground** (curent alternativ/curent continuu/nivel de zero)
- **BW Limit** – limitarea benzii la 20MHz în loc de 40(optiune ON/OFF)
- **Volts/Div** – reglaj calibrat (**Coarse**) sau necalibrat (**Fine**). Pentru reglajul calibrat coeficientul de deflexie pe verticală poate lua doar valori discrete de tipul  $C_y=\{1,2,5\} \cdot 10^kV/div$ .
- **Probe**- tipul de sondă folosit ( $x1/x10/x100/x1000$ ). Valoarea se ajustează pentru a corespunde sondei (în funcție de model).
- **Invert** – inversează imagine când este ON.
- **MATH MENU** – permite aplicarea unor funcții matematice asupra semnalelor (adunare, scădere, transformată Fourier)
- **4. Meniuri pentru funcții digitale** – apăsarea unui buton din această zonă are ca efect afișarea pe ecran a unui meniu ce conține funcții specifice osciloscopelor digitale (Salvare, măsurare, achiziție, cursori, utilități, afișaj). Pentru lucrarea de laborator prezintă interes meniul **DISPLAY**, care conține câmpul de control **Format**, precum și butoanele **RUN/STOP** și **SINGLE SEQ**

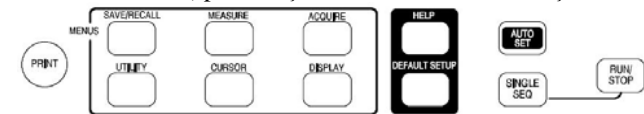


Figura 6: Meniuri pentru funcții digitale

- **DISPLAY**
  - **Format** –selectarea funcționării în modul  $y(t)$  (**YT**) sau în modul  $x(y)$  (**XY**)
- **RUN/STOP** – În modul **RUN** osciloscopul achiziționează continuu semnalul. În modul **STOP** achiziția este oprită, imaginea afișată reprezentând ultima achiziție înaintea apăsării butonului **STOP**.
- **SINGLE SEQ** – Osciloscopul achiziționează o singură imagine (corespunzătoare unei singure curse pe ecran) și apoi așteaptă o nouă apăsare a butonului. Apăsarea butonului joacă rol de RESET.
- **5. Reglaje pentru canalul X al osciloscopului (reglaje pe orizontală)**
  - **SEC/DIV** – reglarea coeficientului de deflexie pe orizontală  $C_x$ . Valoarea sa este afișată în josul ecranului sub forma M 10ms, ceea ce este echivalent cu  $C_x=10ms/div$ .
  - **HORIZ MENU** – afișează meniul pentru controlul afișării pe orizontală
    - **MAIN**- selectează afișarea imaginii pentru baza de timp principală (modul obisnuit de lucru)
    - **Window zone** – selectează afișarea imaginii pentru baza de timp secundară (de fapt, baza de timp secundară este denumirea de la osciloscopul analogic; aici este vorba de o porțiune din imagine care este „dilatată” pe orizontală)

- **Window** – reglarea ferestrei temporale pentru baza de timp secundară
- **Trigger Knob** – permite selectarea funcției butonului **LEVEL** din zona de butoane TRIGGER: implicit este reglarea nivelului de trigger; când se selectează reglarea timpului de reținere (**Holdoff**), se aprinde LED-ul de sub butonul LEVEL.
- **POSITION** – deplasează imaginea pe orizontală
- **SET TO ZERO** – readuce imaginea la poziția inițială (elimină deplasarea pe orizontală)

6. **Reglaje pentru circuitul de sincronizare (TRIGGER)** – În cazul osciloscopului TDS 1001, momentul de declanșare a triggerului corespunde mijlocului ecranului.

- **LEVEL** – permite reglarea nivelului de trigger și a timpului de reținere (**Holdoff**)
- **TRIG MENU** – activarea meniului pentru controlul sincronizării (trigger). Conține următoarele câmpuri de control:
  - **Type** – selectează tipul de sincronizare: **Edge** – sincronizare după frontul semnalului, **Video** – sincronizare după un semnal video, **Pulse** – sincronizare după impulsuri
  - **Source** – sursă semnalului de sincronizare (**CH1**, **CH2**, **EXT**, **EXT/5**, **semnalul AC de la priză**)
  - **Slope** – tipul de front: pozitiv sau negativ (Rising/Falling)
  - **Mode** – modul de sincronizare (**Auto/Normal**):
    - **AUTO**: dacă condițiile de declanșare nu sunt îndeplinite, osciloscopul generează automat, după expirarea unui timp, un semnal de declanșare a afișării. În acest mod, în lipsă semnalului de intrare se observă o linie orizontală pe ecran, care reprezintă nivelul de zero. *Acesta este modul implicit în care se lucrează dacă nu se specifică altfel !*
    - **Normal** – 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, deși se aplică semnal pe intrarea osciloscopului, semnalul să nu fie afișat pe ecran deoarece nu sunt îndeplinite condițiile de sincronizare.
  - **Coupling** – modul de cuplare a semnalului de sincronizare: **AC** – elimină componenta continuă din semnalul de sincronizare. **DC** – semnalul de sincronizare are și componentă continuă. **Noise Reject** – este eliminat zgomotul din semnalul de sincronizare. **HF REJ (High Frequency Reject)** – elimină frecvențele înalte din semnalul de sincronizare. **LF REJ** – elimină frecvențele joase din semnalul de sincronizare

## ANEXA 2: reglajele generatorului GFC2110

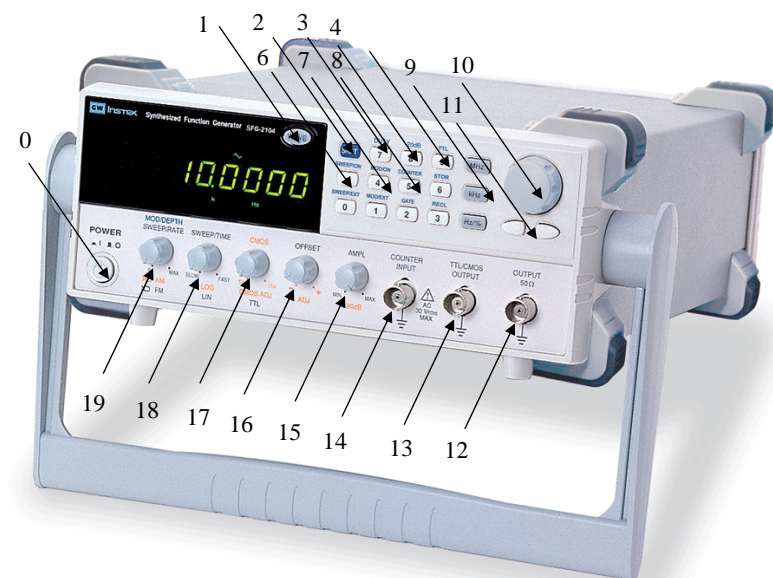


Figura 7: generatorul de semnal GFC2110

- 0. Pornit/oprit
- 1. **WAVE** - selecția formei de undă: sinusoidală, dreptunghiulară sau triunghiulară
- 2. **SHIFT** – comutarea funcției tastelor. Tastele au funcția de a introduce valoarea numerică înscrisă pe ele. Când butonul SHIFT este activ (este afișat pe ecran) tasta realizează funcția scrisă cu albastru.
- 3. **7/DUTY** – funcție suplimentară: reglarea factorului de umplere pentru semnalul dreptunghiular
- 4. **8/-20dB** – funcție suplimentară : atenuază semnalul cu 20dB
- 5. **9/TTL** – funcție suplimentară: comandă generarea unui semnal TTL pe ieșirea TTL/CMOS
- 6. **/AM** – funcție suplimentară: comandă generarea unui semnal modulat în amplitudine
- 7. **4/FM** – funcție suplimentară: comandă generarea unui semnal modulat în frecvență

8. **5/SWEEP** – funcție suplimentară: comandă generarea unui semnal a cărui frecvență se modifică cu pas liniar sau logaritm (selectabil din butonul 18)
9. **MHz/kHz/Hz** – selectează scara pentru frecvența semnalului
10. buton rotativ pentru reglarea continuă a frecvenței
11. taste de deplasare pentru selectarea digitului din afișaj, a cărui valoare poate fi schimbată prin rotirea butonului 10. Digitul selectat clipește.
12. **OUTPUT** - ieșirea de semnal principală
13. **TTL/CMOS OUTPUT** - ieșire suplimentară pentru semnal dreptunghiular de nivel TTL/CMOS (5-15V), de aceeași frecvență cu ieșirea principală.
14. **COUNTER INPUT** - intrare pentru funcția de frecvențmetru
15. **AMPL** – buton pentru reglajul continuu al amplitudinii
16. **OFFSET** – buton pentru reglarea componentei continue a semnalului. Butonul trebuie să fie tras pentru a putea fi activ. Când este apăsat componenta continuă este zero.
17. **TTL/CMOS** – Când este tras permite reglarea nivelului semnalului semnalului TTL/CMOS
18. **SWEEP TIME** – pentru modul de generare cu frecvență variabilă selectează viteza de variație. Când este apăsat variația este liniară, iar dacă este tras variația este logaritmă.
19. **SWEEP SPAN** – Selectează limitele între care se modifică frecvența semnalului în modul cu frecvență variabilă.