

ANEXA A: Reglajele osciloscopului TDS1001

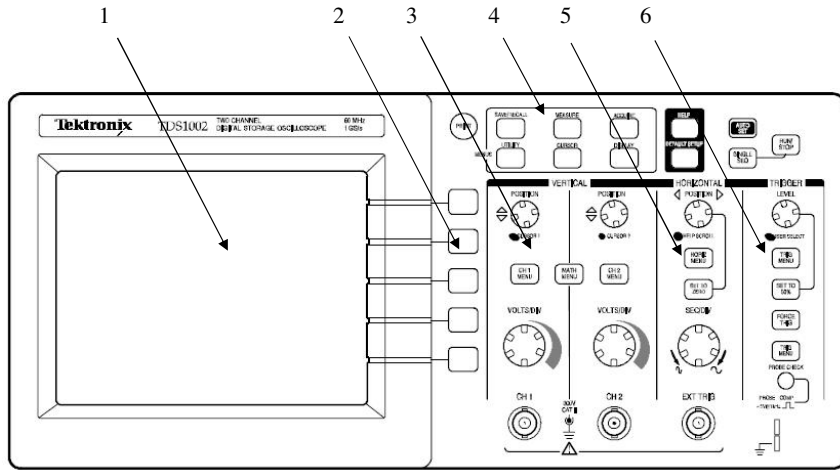


Figura A1: panoul frontal al osciloscopului

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

1. Ecranul osciloscopului

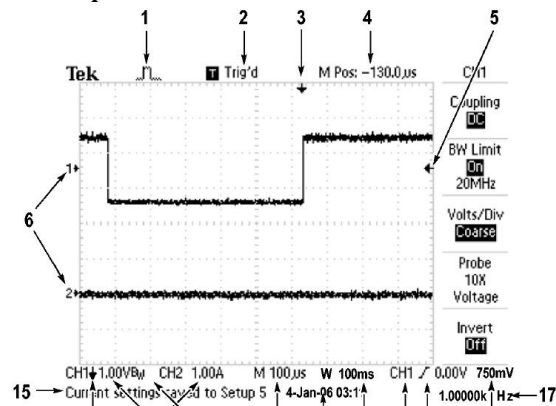


Figura A2: Ecranul osciloscopului

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 acesteia se mai afișează diverși parametri ai osciloscopului sau ai formei de undă în funcție de modul de lucru selectat. Pe figura A2, cele mai relevante sînt:

(1) tipul de achiziție (normală, 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 de tăiere a osciloscopului la 20MHz) (10,11) Valorile C_x pentru baza de timp principală (Main) și secundară (Window). (12,13) Sursa, frontul și valoarea setate pentru trigger (17) Frecvența măsurată a semnalului de trigger.

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

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

- **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 cîmpurilor, care permit controlul afișării pe axa verticală, pentru canalul 1 (CH1). Următoarele cîmpuri 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 $C_y=\{1,2,5\} \cdot 10^k V/div$.
 - **Probe**- tipul de sondă divizoare folosit (x1/x10/x100/x1000). Valoarea se ajustează pentru a corespunde sondei (a.f. informațiile afișate de osciloscop în V să fie corecte).
 - **Invert** – inversează imagine cînd 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 cîmpul de control **Format**, precum și butoanele **RUN/STOP** și **SINGLE SEQ**

- **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 reprezentînd 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 $C_x=10\text{ms/div}$.
- **HORIZ MENU** – afișează meniul pentru controlul afișării pe orizontală
 - **MAIN**- selectează afișarea imaginii pentru baza de timp principală (modul obișnuit de lucru)
 - **Window zone** – selectează afișarea imaginii pentru baza de timp secundară (de fapt, baza de timp secundara 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**; cînd se selectează reglarea timpului de reținere (**Holdoff**), se aprinde LED-ul de sub butonul LEVEL.
- **POSITION** – deplasează imaginea pe orizontală
- **SET TO ZERO** – reduce 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 cîmpuri 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 (12, 13 din fig A2). În caz contrar osciloscopul nu afișează nici o imagine.
 - **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

7. Modul FFT (Fast Fourier Transform)

În modul de funcționare FFT, osciloscopul afișează spectrul “de amplitudini” al semnalului de la intrare, astfel încît pe orizontală se citește frecvența, iar pe verticală valoarea amplitudinii componentelor spectrale de pe o anumită frecvență, raportată la valoarea efectivă de $1V$ ($1V_{RMS} = 0\text{dB}$). Scările de deflexie pe verticală și orizontală (Hz/div) se ajustează din aceleași reglaje ca în domeniul timp. (C_y , respectiv C_x echivalent). Pe ecran, imaginea corespunde scării semilogaritmice din lucrarea 1, fig. 1.b.

Pentru a intra în modul FFT, osciloscopul trebuie să fie inițial în modul de afișare YT (**Display** → **YT**), după care se activează din **Math Menu** operația **FFT**.

Conform teoremei eșantionării trebuie ca $f_{eșantionare}/2 > f_{max}$ ale componentelor spectrale ale semnalului, iar domeniul maxim al frecvențelor care poate fi afișat este între 0Hz (stînga ecranului) și $f_{eșantionare}/2$ (dreapta ecranului). Domeniul curent de afișare (în frecvență) se stabilește poziționînd frecvența dorită în centrul ecranului (f_{centr}) apoi reglînd C_x la una din cele 4 valori posibile. Acum domeniul de frecvențe vizualizat va fi $f_{centr} - 5\text{div} * C_x \dots f_{centr} + 5\text{div} * C_x$.

Atenție: Dacă frecvența maximă din spectrul semnalului $f_{max} > f_{eșantionare}/2$ apare fenomenul de *aliere*, care are ca efect afișarea pe ecran, deci în intervalul $(0 \dots f_{eșantionare}/2)$, a unor componente care în realitate sunt pe frecvențe mai mari decît $f_{eșantionare}/2$. Acest aspect este echivalent cu depășirea scării de măsură a aparatului de către *semnal*. În această situație trebuie (ca la orice aparat de măsură) să se comute pe o scară superioară ($f_{eșantionare}$ mai mare) folosind reglajul **Cx**.

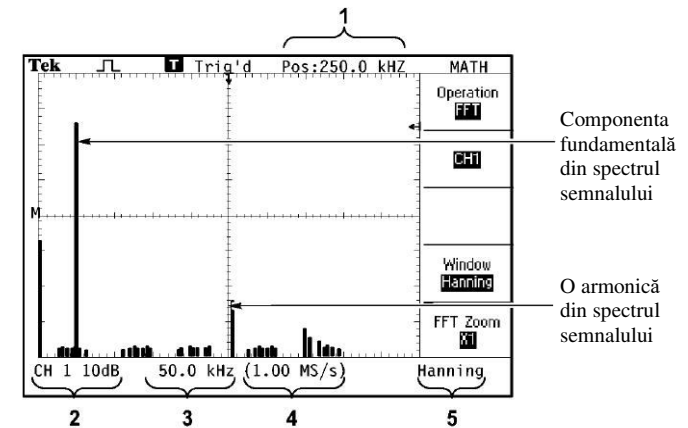


Fig. A3: Ecranul osciloscopului în modul FFT

Legendă pentru figura A3: (1) frecvența centrală vizualizată (din centrul ecranului), (2) scara de deflexie pe verticală, în dB/div, (3) scara de deflexie pe orizontală, în Hz/div, (4) frecvența de eșantionare, (5) tipul de fereastră FFT. Frecvența de eșantionare se afișează în S/s (*samples/second*) în loc de Hz

ANEXA B: Reglajele generatorului de forme de undă arbitrară DG1022

Generatorul de forme de undă Rigol DG1022 (generatorul de funcții) este dispozitivul care generează tensiuni electrice cu forme de undă variate și parametri necesari pentru montajele utilizate la lucrările din laborator.

Etapele de setare a unui semnal de la acest generator sunt:

- Conectarea cablului coaxial cu conector BNC la ieșirea dorită din generator (CH1 / CH2), asigurarea faptului că în celălalt capăt cablul nu face scurt-circuit + dezactivarea ieșirii generatorului prin apăsarea butonului **Output** corespunzător, pînă la stingerea lui;
- Activarea afișării parametrilor semnalului pe afișajul LCD pentru canalul dorit, din butonul de **Comutare canale** și **View** ;
- Configurarea parametrilor semnalului dorit (formă de undă, amplitudine, frecvență, etc) din reglajele corespunzătoare (descrise mai jos);
- Vizualizarea acestor parametrii din butonul **View** și generarea semnalului la ieșirea dorită, butonul **Output** corespunzător.

Descrierea panoului frontal este în figura B1.

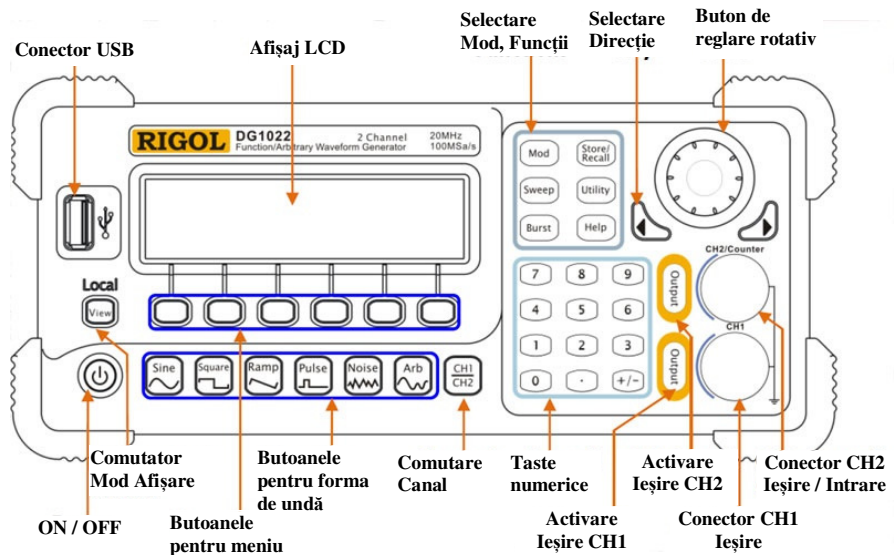


fig. B1. Panoul frontal al generatorului de funcții Rigol DG1022

Descrierea succintă a principalelor reglaje ale generatorului:

1. Setarea formei de undă a semnalelor de ieșire se realizează din **butoanele pentru forma de undă**: sinusoidal, dreptunghiular, triunghiular (rampă), impuls, zgomot

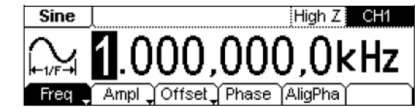
(Gaussian), formă de undă arbitrară (predefinită sau editată de utilizator). După selectarea formei de undă, pe afișaj apare un meniu pentru configurarea parametrilor aceluia semnal.



2. Setarea altor parametri ai formei de undă: amplitudine, componentă continuă (offset), frecvență/perioadă de repetiție, fază inițială, factor de umplere (pentru anumite semnale), etc, se realizează din meniul de pe afișaj utilizând butoanele corespunzătoare selecției dorite. Fiecare formă de undă are un meniu specific:

- **semnal sinusoidal**:

frecvență / perioadă, amplitudine, componentă continuă sau nivel minim și nivel maxim, fază inițială

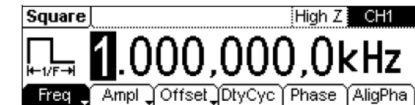


Obs: Selectarea frecvenței sau a perioadei pentru ajustare se realizează prin apăsarea succesivă a **butonului din meniu** corespunzător. Setarea frecvenței conduce la reglarea automată a perioadei la valoarea corectă, și vice-versa.

Reglarea **nivelului** semnalului se poate realiza specificând **Ampl** (domeniul de variație al semnalului = diferența dintre maxim și minim) și **Offset** (componenta continuă = valoarea medie în timp) sau **HiLev** (valoarea maximă) și **LoLev** (valoarea minimă). Setarea valorilor pentru o pereche de parametrii va determina automat și valorile pentru cealaltă pereche. Vezi exemplele de mai jos.

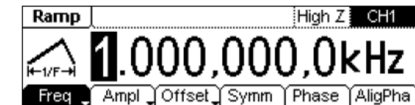
- **semnal dreptunghiular**:

frecvență / perioadă, amplitudine, componentă continuă sau nivel minim și nivel maxim, factor de umplere (20% - 80%), fază inițială



- **semnal triunghiular (rampă)**:

frecvență / perioadă, amplitudine, componentă continuă sau nivel minim și nivel maxim, "simetrie" (0% - 100%), fază inițială



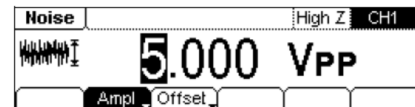
Obs: acest semnal este văzut ca un semnal cu o pantă pozitivă și alta negativă, cu perioada de repetiție indicată de utilizator. *Simetria* indică unde se află *virful* semnalului față de perioada lui: 50% - la jumătate (cele două pante sunt egale în modul), 100% - la sfârșitul perioadei (*dinte de fierăstrău*), 0% - la începutul perioadei (prima pantă foarte abruptă, a doua lentă).

- **semnal impuls** (un impuls dreptunghiular periodic):

frecvență / perioadă, amplitudine, componentă continuă, factor de umplere (0,04% - 100%) sau lățimea impulsului (între 20ns - 2s cu rezoluția de 1ns), întârzierea impulsului față de momentul de început al perioadei.



- **semnal zgomot** (zgomot Gaussian aditiv): amplitudine, componentă continuă,



- **semnal editat de utilizator**:

frecvență / perioadă de repetiție, amplitudine,



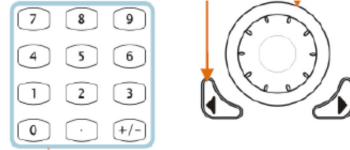
componentă continuă,

încărcare unei forme de undă noi (4096 samples
fiecare de 14 biți pt CH1 și 1024 samples
pe 10 biți pt CH2, frecvență de eșantionare maximă = 100MSa/s).

Semnalele care pot fi încărcate se pot fi alege din cele 48 forme deja existente în memorie,
pot fi editate utilizând butoanele generatorului sau se pot obține cu alte programe de
calculator (Matlab) și salvate în memoria generatorului.

3. Introducerea valorilor numerice.

Valoarea fiecărui parametru selectat pentru o
formă de undă se poate realiza din tastatura
numerică sau din butonul de reglaj rotativ și
butoanele săgeți, care selectează cifra ajustabilă.



Atenție: pentru ca valorile citite pe generator să fie corecte, trebuie ca respectivul canal să
fie configurat pentru impedanță de sarcină **High_Z**. (*Utility* → **CH 1** → **High_Z**)

Exp 1. Generarea unui semnal sinusoidal cu amplitudinea $U_0=3V$, $U_{dc}=-1V$ și frecvența $f=2kHz$ cu fază inițială nulă . (Semnalul are valoarea vîrf-vîrf $U_{VV}=U_{pp}=6V$, valoarea minimă $U_{min}=U_{LoLev}=-4V$, $U_{max}=U_{HiLev}=2V$, tensiunea efectivă fără componentă continuă $U_{ef}=U_{rms} \approx 2,12V$, perioada $T=500\mu s$.)

- selectare formă de undă **sine**
- reglare frecvență **Frecv** → 2 kHz sau **Period** → 500 μs
- reglare nivel de semnal: - **Ampl** → 6 V_{pp} sau 2.12 V_{RMS}
- reglare componentă continuă: - **Offset** → -1 V_{DC}

sau

- reglare valoare maximă și minimă **HiLev** → 2 V **LoLev** → -4 V

Obs. 1. Întrucît în cazul reglajului Amplitudine se afișează implicit unitatea de măsură V_{pp} , rezultă că valoarea implicită setată de acest reglaj este valoarea vîrf-la-vîrf. Posibila confuzie în termenii „amplitudine”, „valoare de vîrf” și „valoare vîrf la vîrf” este eliminată de unitatea de măsură.

Exp 2. Generarea unui semnal triunghiular simetric cu amplitudinea $U_0=2V$, $U_{dc}=1V$ și frecvența $f=10kHz$ cu fază inițială nulă . (Semnalul are valoarea vîrf-vîrf $U_{VV}=U_{pp}=4V$, valoarea minimă $U_{min}=U_{LoLev}=-1V$, $U_{max}=U_{HiLev}=3V$, tensiunea efectivă fără componentă continuă $U_{ef}=U_{rms} \approx 1,73V$, perioada $T=100\mu s$.)

- selectare formă de undă **sine**
- reglare frecvență **Frecv** → 10 kHz sau **Period** → 100 μs
- reglare nivel de semnal: - **Ampl** → 3 V_{pp} sau 1.73 V_{RMS}
- reglare componentă continuă: - **Offset** → 1 V_{DC}

sau

- reglare valoare maximă și minimă **HiLev** → 3 V **LoLev** → -1 V
- reglare poziție maxim al semnalului triunghiular **Symm** → 50%

Limitele în care se pot regla principalii parametri sunt afișați în tabelele următoare:

Frequency	
Waveforms	Sine, Square, Ramp, Triangle, Pulse, Noise, Arb
Sine	1 μHz ~ 20MHz
Square	1 μHz ~ 5MHz
Ramp, Triangle	1 μHz ~ 150kHz
Pulse	500 μHz ~ 3MHz
Noise	5MHz (-3dB)
Arb	1 μHz ~ 5MHz
Resolution	1 μHz

Output	CH1	CH2
Amplitude	2 mV_{pp} ~ 10 V_{pp} (50 Ω) 4 mV_{pp} ~ 20 V_{pp} (High Z)	2 mV_{pp} ~ 3 V_{pp} (50 Ω) 4 mV_{pp} ~ 6 V_{pp} (High Z)

DC Offset	CH1	CH2
Range (DC)	5V (50 Ω) 10 V (High Z)	1.5V (50 Ω) 3 V (High Z)

Formele de undă existente, din meniul de forme arbitrare:

Menu	Settings	Explanation
Common	NegRamp/AttALT/AmpALT/StairDown/StairUp/StairUD/CPulse/PPulse/NPulse/Trapezia/RoundHalf/Ab sSine/AbsSineHalf/SineTra/SineVer	Choose common Waveforms
Maths	ExpRise/ExpFall/Tan/Cot/Sqrt/X^2/Sinc/Gauss/HaverSine/Lorentz/Dirichlet/GaussPulse/Airy	Choose Math Waveforms
Engine	Cardic/Quake/Gamma/Voice/TV/Combin/BandLimited/StepResp/Butterworth/Chebyshev1/Chebyshev2	Choose Engine Waveforms
Window	Boxcar/Barlett/Triang/Blackman/Hanning/Hannin g/Kaiser	Choose Window Waveforms
Others	RounsPM/DC	Choose other Waveforms
Select		Press to select the waveform

ANEXA C Multimetrul numeric Instek GDM-8246

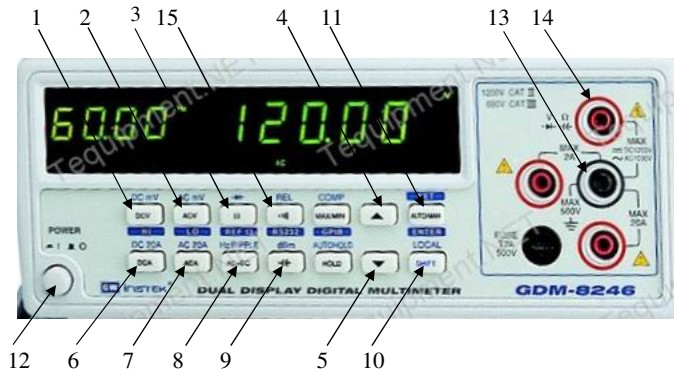


Figura C1: Panoul frontal al multimetrului numeric

1. butonul de selectare a măsurării tensiunii continue (Voltmetru de cc)
2. butonul de selectare a măsurării valorii efective a tensiunii alternative (Voltmetru de ca)
3. butonul de selectare a măsurării rezistenței (Ohmetru de cc)
4. butonul de creștere a valorii unui parametru intern aparatului (sau de schimbare a scării în sens crescător, pe modul manual)
5. butonul de micșorare a valorii unui parametru intern aparatului
6. butonul de selectare a măsurării intensității curentului continuu (Ampermetru de cc)
7. butonul de selectare a măsurării intensității efective a curentului alternativ (Ampermetru de ca)
8. butonul de selectare a măsurării tensiunii alternative cu tot cu componentă continuă.
9. butonul de selectare a măsurării capacității unui condensator la frecvență joasă (Capacitmetru)
10. butonul de selectare a celei de-a doua funcții, scrisă cu albastru, pentru butoanele anterioare
11. butonul de selectare între realizarea automată sau manuală de modificare a scării de măsură / intrarea în modul de selectare a unora dintre parametrii interni ai aparatului.
Ex: selectarea rezistenței de referință pentru a indica valoarea tensiunii efective în dB sau dBm.
12. butonul de pornire
13. Borna de intrare negativă (GND)
14. Borna de intrare pozitivă
15. Detector de continuitate – atunci când este selectat și se ating între ele cele 2 borne, aparatul emite un semnal sonor; se folosește atunci când se dorește verificarea continuității unor fire, circuite, etc, fără a ne uita la afișaj.

ANEXA D. Milivoltmetrul analogic de curent alternativ

1. Afișajul analogic cu scările de măsură:
 - a) $0 \div 1$ (cu extensie 1.1), în V.
 - b) $0 \div 3$ (cu extensie 3.5), în V.
 - c) $-20\text{dB} \div 0\text{dB}$ (cu extensie +2dB)
 - d) $-20\text{dBm} \div 0\text{dBm}$ (cu extensie +3dBm).
2. Reglajul de zero.
3. Comutatorul de selectare a scării – selectează valorile maxime de pe scara respectivă.
 - a) la selectarea valorilor 1mV, 10mV, 100mV, 1V, 10V, 100V citirea se face pe scara (a).
 - b) la selectarea valorilor 300μV, 3mV, 30mV, 300mV, 3V, 30V, citirea se face pe scara (b).
 - c) Pentru citirea în dB ($U_{\text{ref}} = 1\text{V}$) sau dBm ($U_{\text{ref}} = 0,775\text{V}$) se însumează valoarea indicației cu cea a comutatorului (3).

$$U|_{dB} = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_{\text{Ref}}} \right)$$

4. Conectorul de intrare (pentru semnalul de măsurat).
5. Conectorul de ieșire.
6. 7 Comutatorul și indicatorul de funcționare.

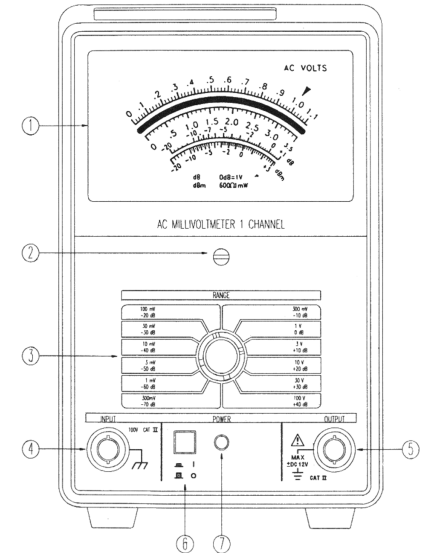


Figura D1. Milivoltmetrul AC

Atenție : Milivoltmetrul de c.a. indică **tensiunea efectivă** a semnalului și este gradat pentru semnal **sinusoidal**. Pentru semnale de altă formă, aparatul va comite o eroare sistematică.

ANEXA E. Codul culorilor pentru rezistențe

culoarea	banda 1	banda 2	banda 3	banda 4	banda 5
Negru	0	0	0	$\times 1$	
Maro	1	1	1	$\times 10$	1%
Rosu	2	2	2	$\times 100$	2%
Portocaliu	3	3	3	$\times 1,000$	
Galben	4	4	4	$\times 10,000$	
Verde	5	5	5	$\times 100,000$	0.50%
Albastru	6	6	6	$\times 10^6$	0.25%
Violet	7	7	7	$\times 10^7$	0.10%
Gri	8	8	8	$\times 10^8$	0.05%
Alb	9	9	9	$\times 10^9$	
Auriu				$\times 0.1$	5%
Argintiu				$\times 0.01$	10%

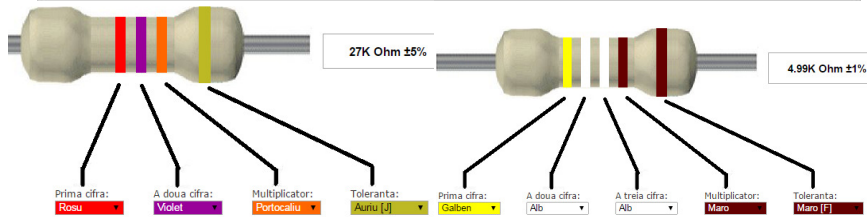


Figura E1: Codul culorilor pentru rezistoare; exemple cu 4 și 5 benzi colorate

Atenție: numărul benzilor cifrelor variază în funcție de toleranță, dar ultimele două sunt întotdeauna ordinul de multiplicare și toleranța. Astfel, pentru o toleranță de 10%, 5% sunt necesare valori cu 2 cifre (2 benzi cu culorile respective). Pentru toleranțe de 1%, 0.5% sunt necesare valori cu trei cifre, iar pentru toleranțe de 0.25%, 0.1%, 0.05% valoarea trebuie afișată pe 4 cifre, iar numărul total de benzi pe componentă este 6.

ANEXA F. Placade test - breadboard

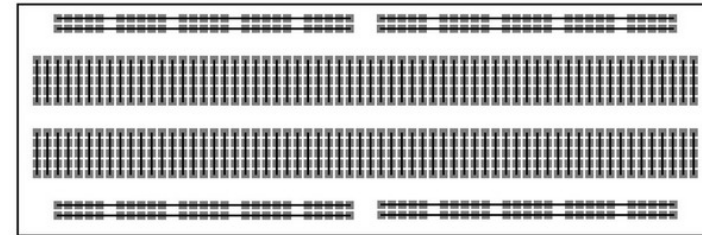
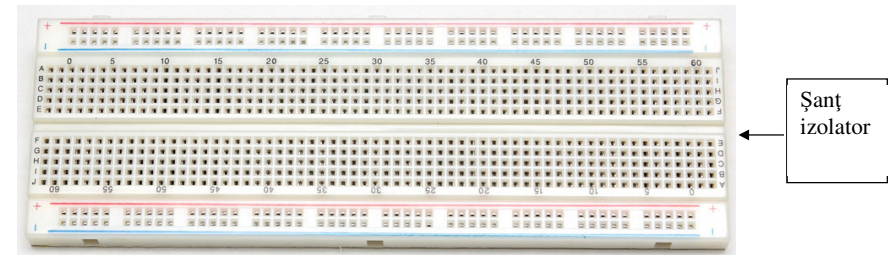


Figura F1: Placa de test (vedere de sus și conexiunile interne)

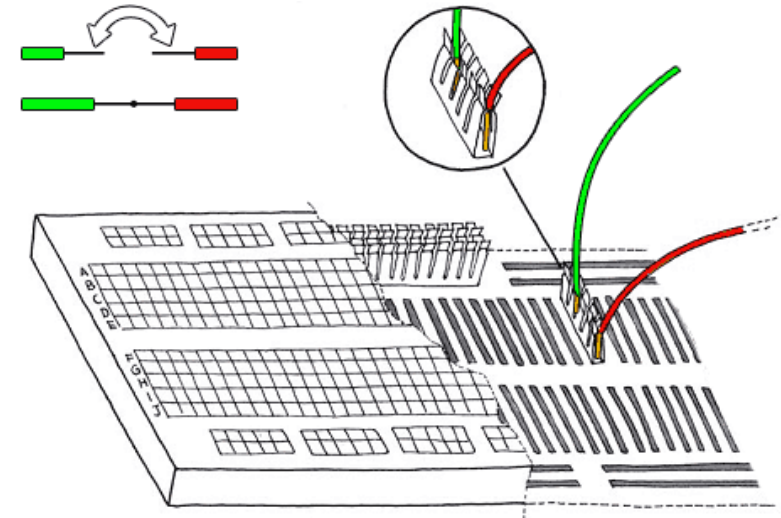


Figura F2: Placa de test, (detaliere a conexiunilor interne și a conexiunilor cu fire externe)