



1. Semnale și instrumente pentru generarea lor

conf. dr. ing. Radu Ovidiu Preda

Mail: radu@comm.pub.ro

Site: www.comm.pub.ro/preda/metc

Reguli de notare:

- 30% Laborator
- 70% Examen final
 - 40% proba teoretică
 - 30% proba practică



Sisteme de măsurări electronice

- surse de semnal și instrumente de măsură/achiziție





Sisteme de măsurări electronice

- Sursele de semnal generează semnale electrice:
 - semnale analogice
 - secvențe digitale
 - semnale modulate
 - semnale cu zgomot sau distorsionate intenționat
- Instrumentele de măsură/achiziție
 - Voltmetre, ampermetre, ohmmetre, multimetre, etc.
 - Osciloscoape, analizoare logice, etc.



Semnale – definiții, tipuri principale

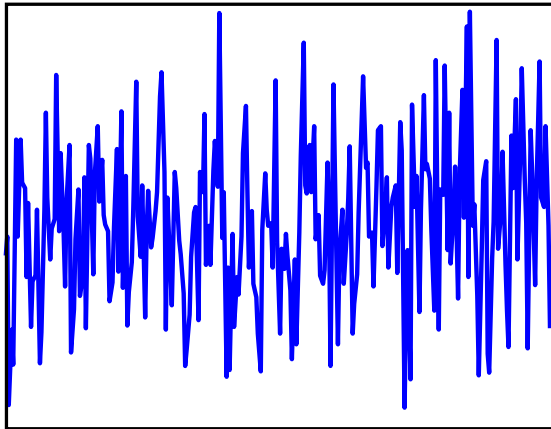
- Semnalele reprezintă mărimi fizice utilizate
 - pentru transmiterea sau stocarea mesajelor
 - pentru testarea sistemelor
- Matematic $s = f(t)$



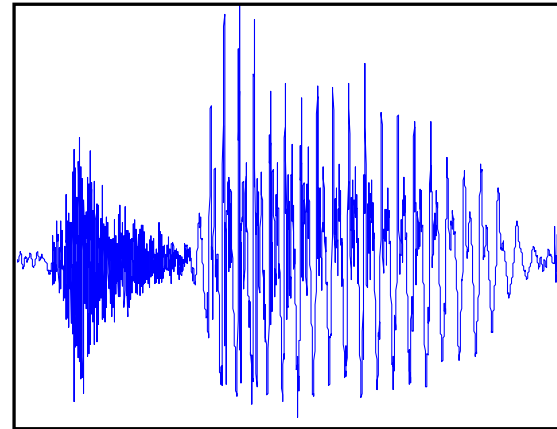
Semnale – definiții, tipuri principale

- Două mari categorii:
 - Semnale **deterministe**
 - Semnale **aleatoare** (întâmplătoare)

Zgomot alb



Semnal vocal





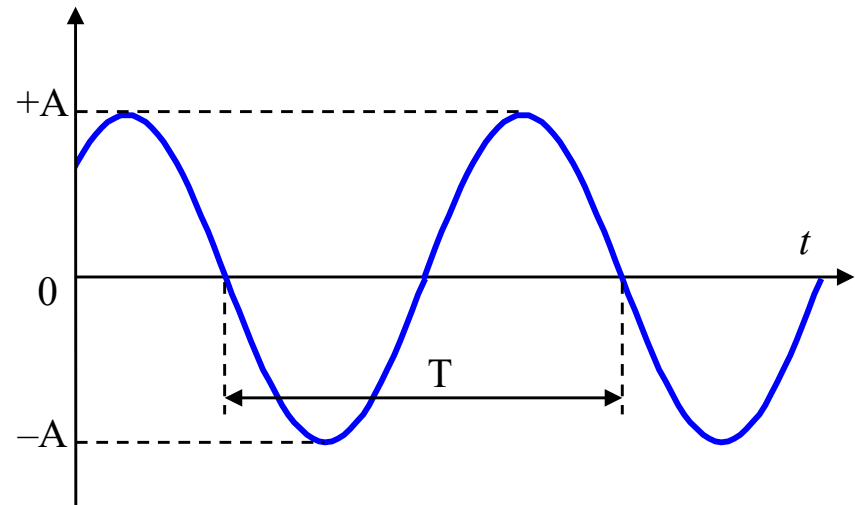
Semnale periodice

$$x(t + kT) = x(t), \quad \forall k \in \mathbb{Z}$$

- $T = \textit{perioada}$ semnalului

EXAMPLE:

- Semnalul sinusoidal

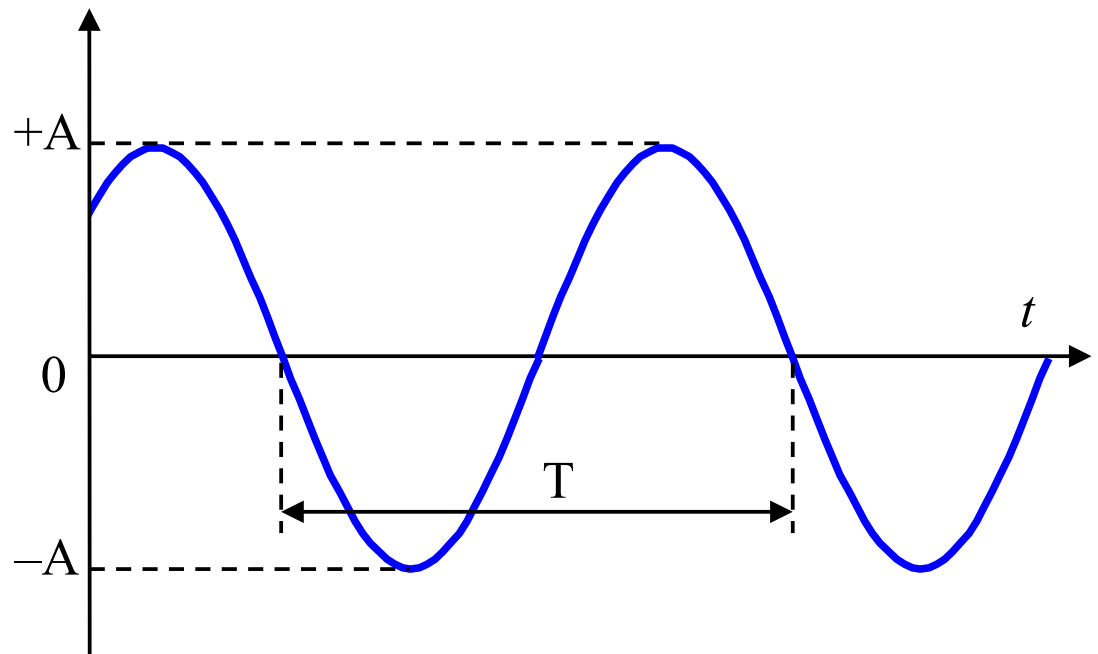




Semnalul sinusoidal – parametri

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

- A - amplitudinea semnalului.
- T - perioada
- f – frecvența
- ω - frecvența unghiulară
[*radiani/sec.*]



$$f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = 2\pi f$$



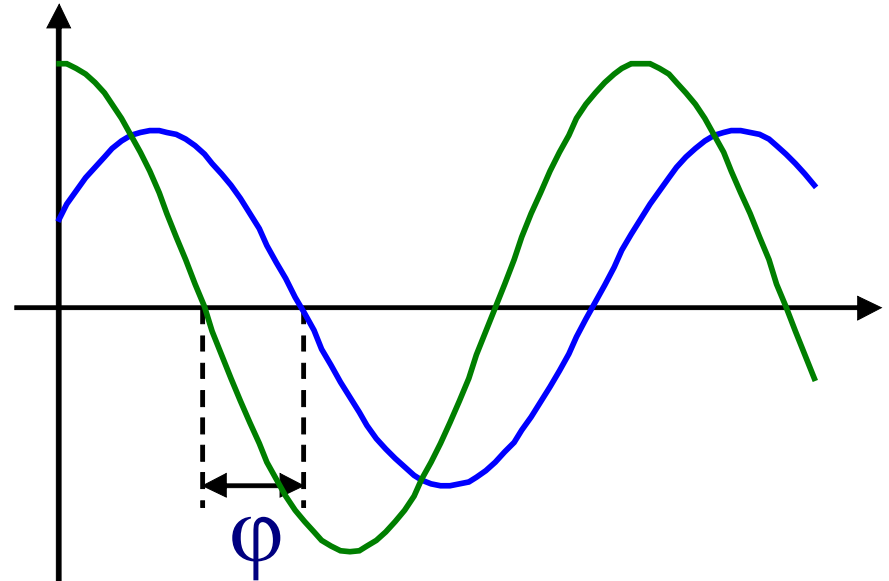
Semnalul sinusoidal – parametri

- două semnale sinusoidale de aceeași f :
- $\varphi_{1,2}$ - fazele inițiale

$$x_1(t) = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2(t) = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

- defazajul $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$





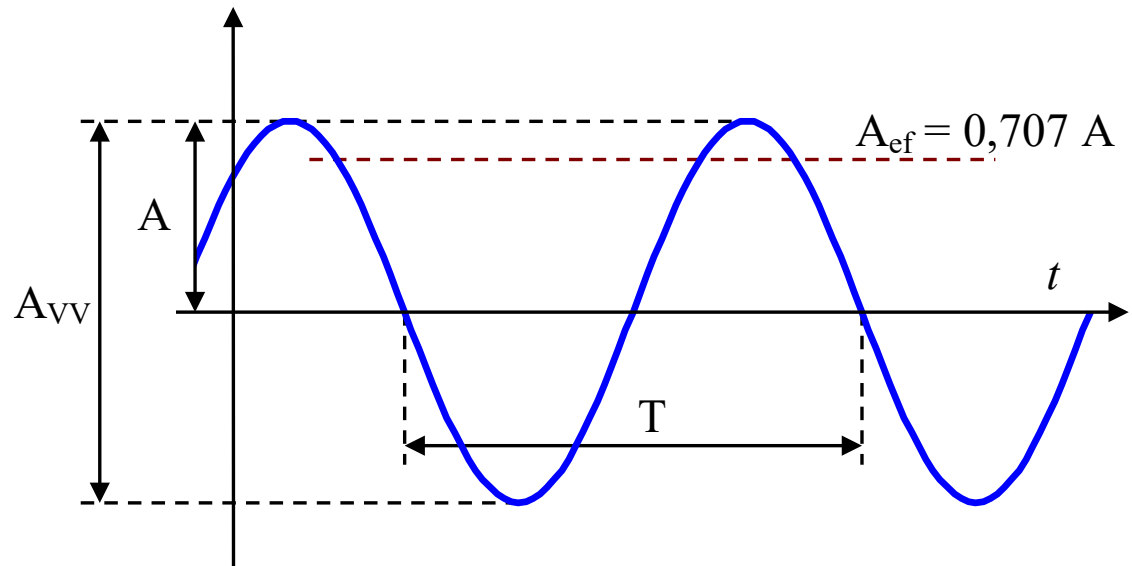
Semnalul sinusoidal – parametri

- Valoarea eficace (efectivă)

$$A_{ef} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

- Amplitudinea vârf-vârf

$$A_{vv} = 2A$$





Semnalul sinusoidal

- Semnalele utilizate în electronică:
 - semnale de audiofrecvență (AF)
 - f între câteva zeci de Hz și circa 20 kHz
 - pot fi percepute de urechea umană
 - semnale de radiofrecvență (RF)
 - $f > 100\text{kHz}$
 - transmiterea informației
 - limita superioară: zeci de GHz



Semnalul sinusoidal

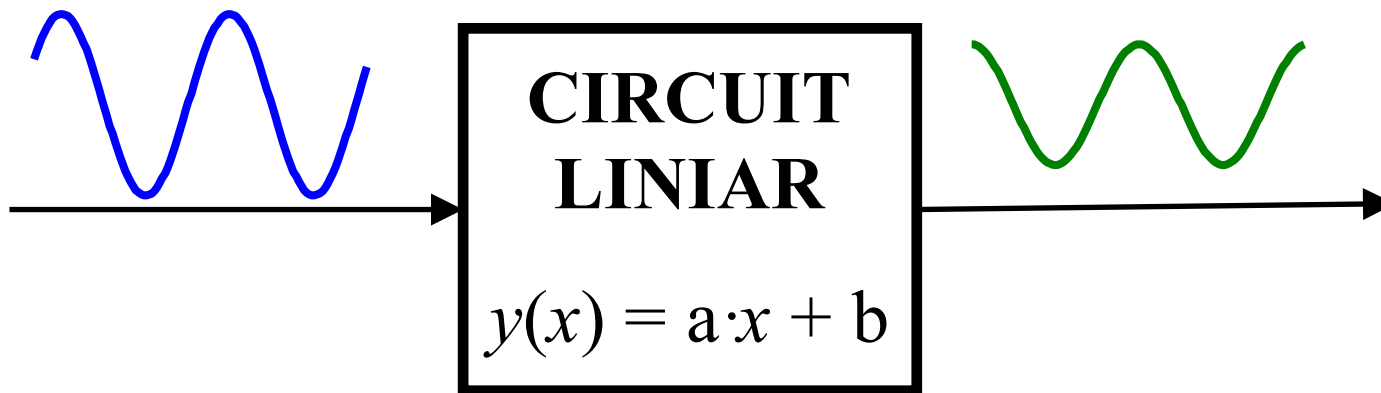
■ microunde

- semnalele de f foarte mari
- tratare specifică (*circuite cu constante distribuite*)
- când $\lambda = \frac{c}{f}$ devine comparabilă cu dimensiunile fizice ale circuitelor
- pentru circuitele de dimensiuni uzuale aceasta înseamnă circa **0,5 - 1 GHz**.
- **nu** în acest curs



Semnalul sinusoidal

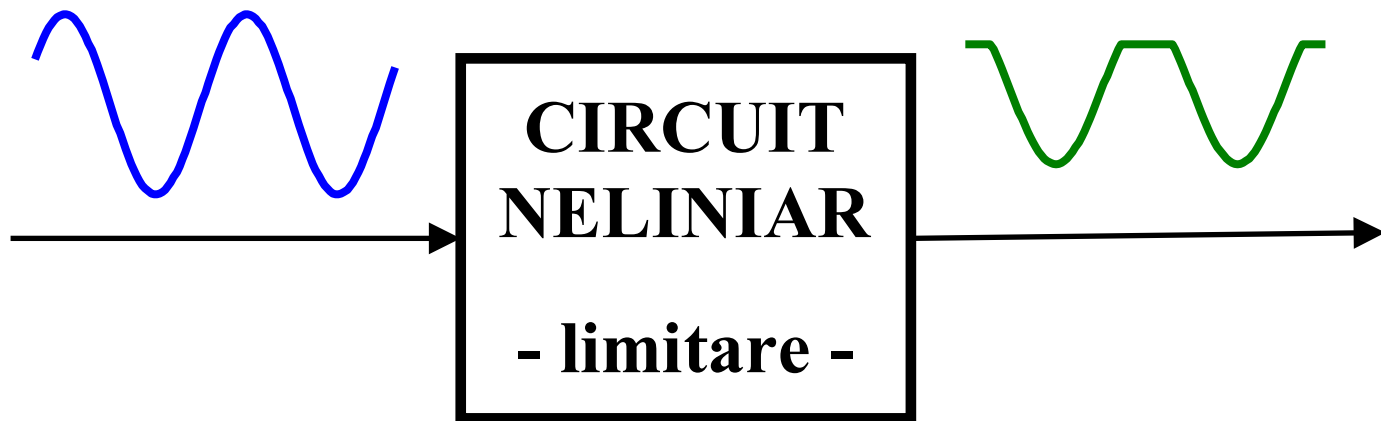
- circuite liniare





Semnalul sinusoidal

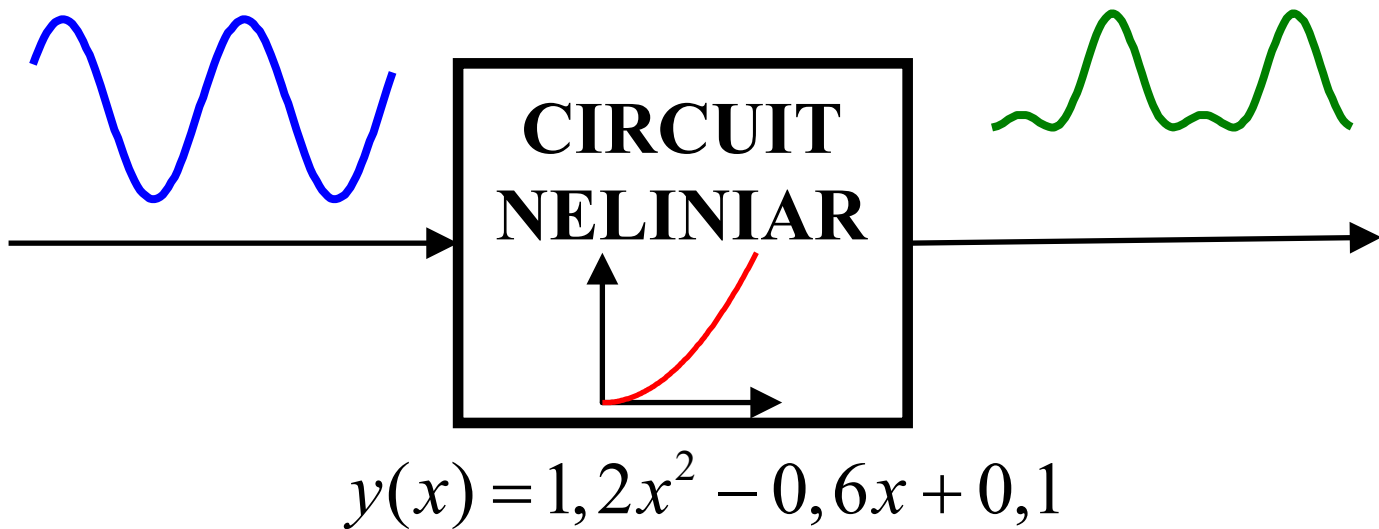
- circuite neliniare





Semnalul sinusoidal

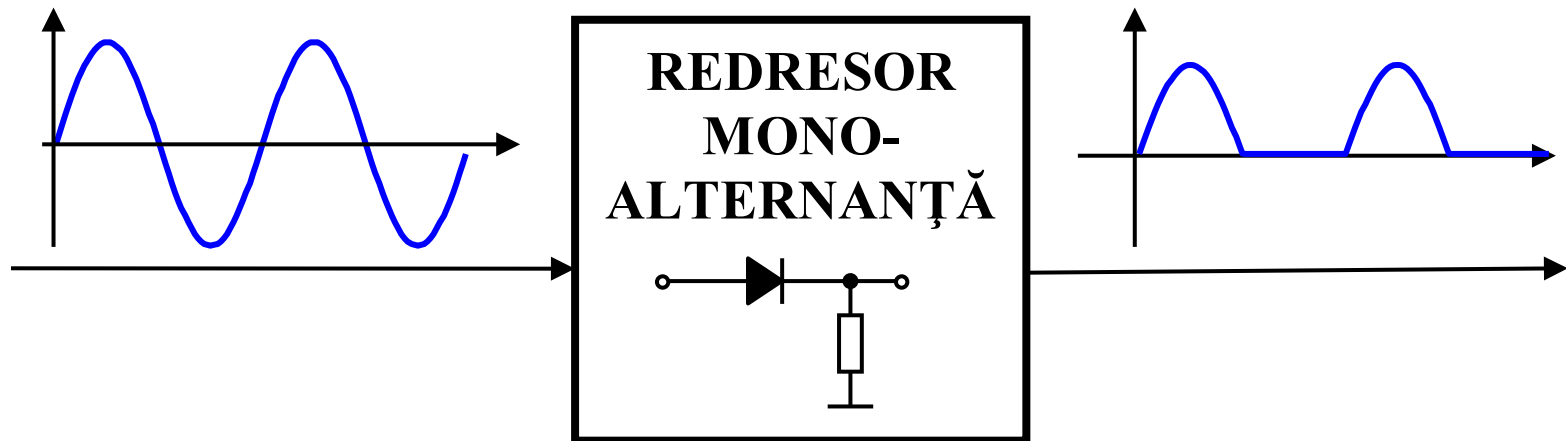
- circuite neliniare





Semnale periodice

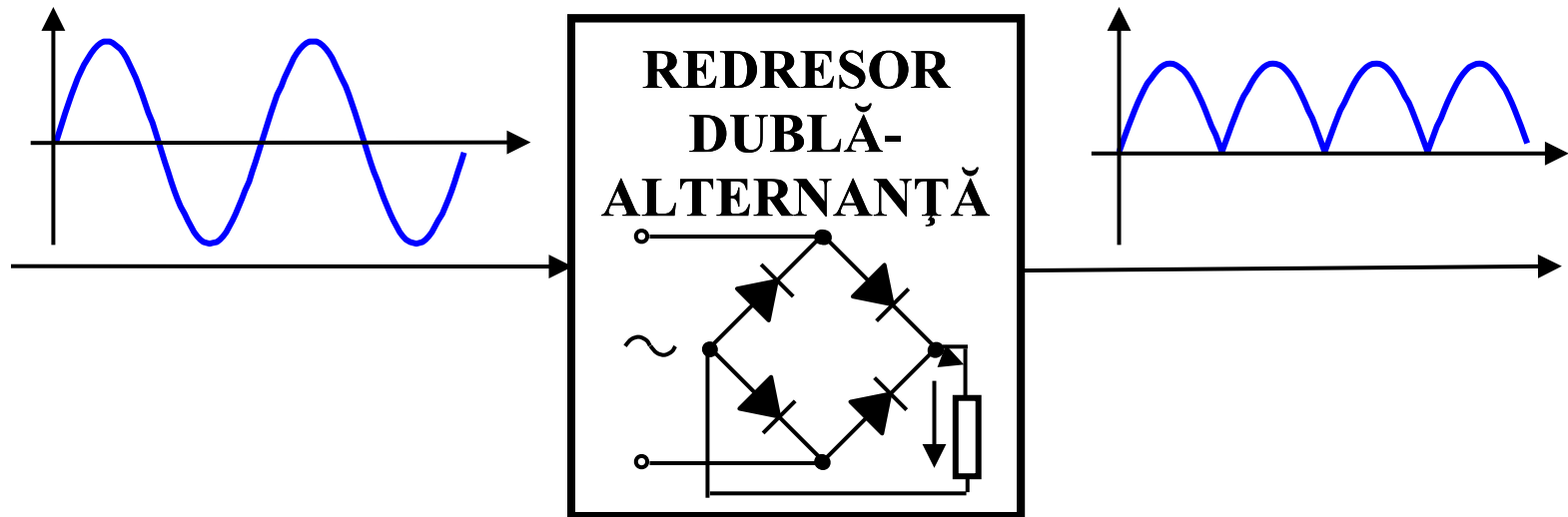
- Semnal sinusoidal redresat mono-alternanță





Semnale periodice

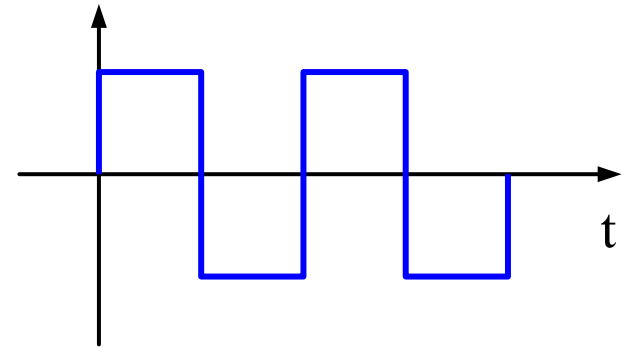
- Semnal sinusoidal redresat dublă alternanță





Semnale periodice

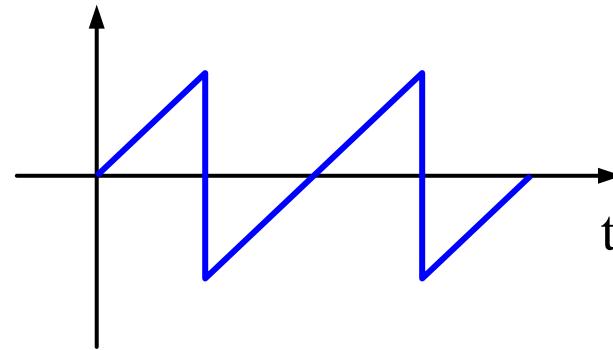
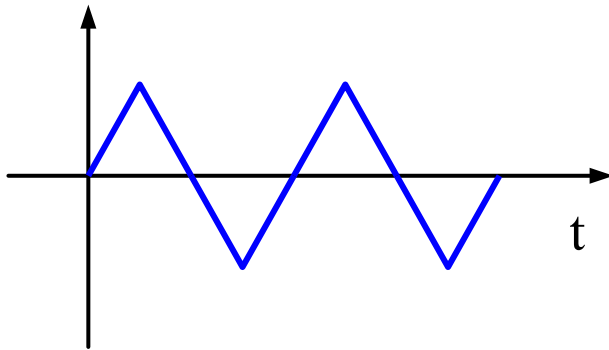
- Semnal dreptunghiular
 - două niveluri
 - reprezentarea în formă binară a semnalelor numerice
 - două valori logice: "0" și "1"
- Semnalul dreptunghiular simetric:
 - $A_+ = A_-$
 - durate egale pentru cele două stări



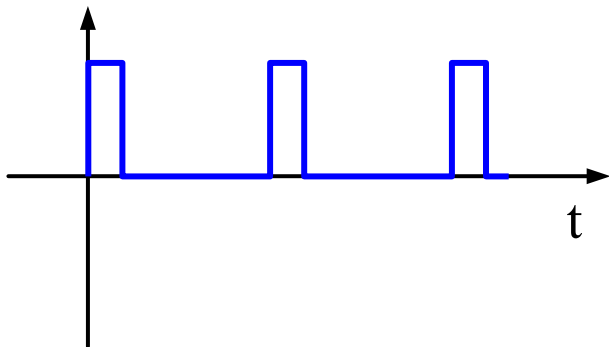


Semnale periodice

- Semnale triunghiulare și dinte de fierăstrău



- Impulsuri dreptunghiulare periodice





Parametrii semnalelor periodice

- T – perioada de repetiție;
- A_+ – amplitudinea vârfului pozitiv
- A_- – amplitudinea vârfului negativ
- A_{vv} – amplitudinea vârf-vârf

$$A_{vv} = A_+ - A_-$$



Parametrii semnalelor periodice

- Valoarea efectivă (RMS – root mean square)

$$A_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} x^2(t) dt}$$

- Pentru semnal sinusoidal

$$A_{ef} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

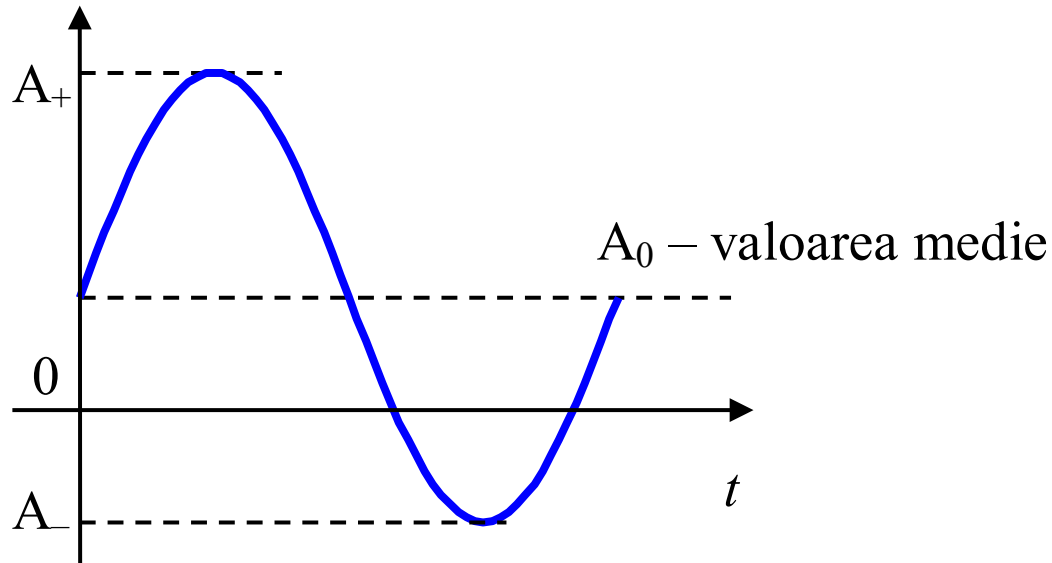


Parametrii semnalelor periodice

- Valoarea medie

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} x(t) dt$$

- Reprezintă componenta continuă a semnalului

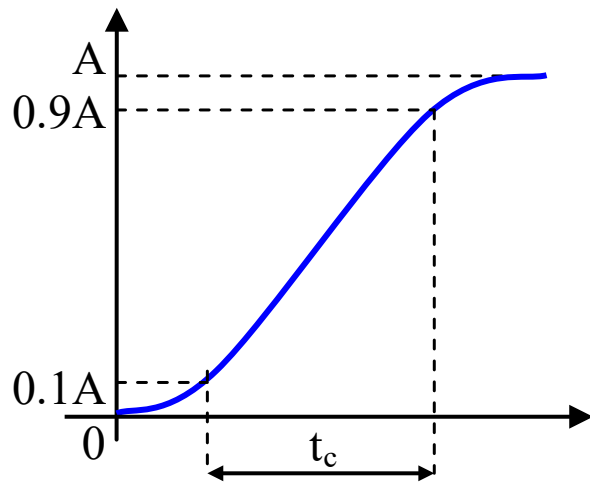




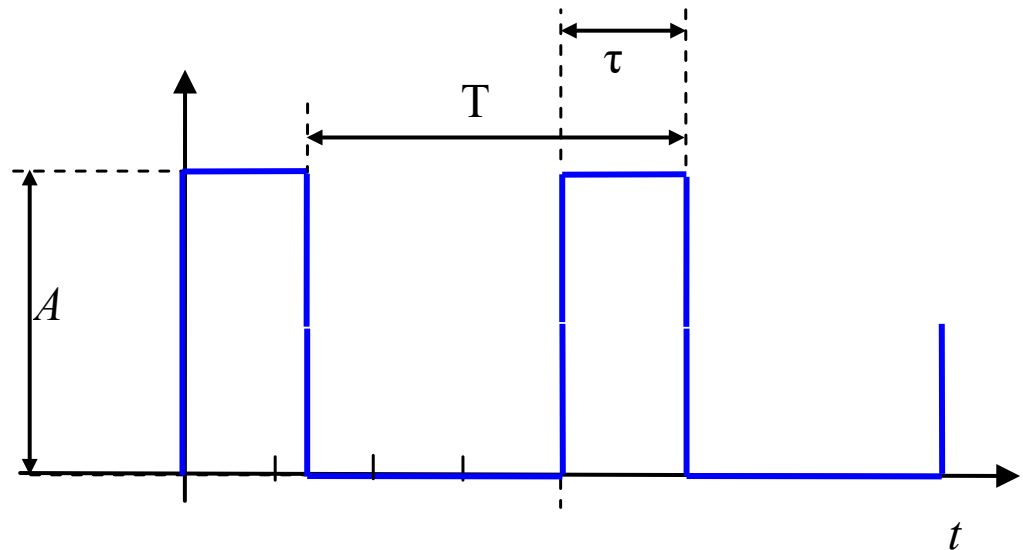
Parametrii semnalelor periodice

- Pentru impulsuri dreptunghiulare:
- η - factorul de umplere
- t_c - timpul de creștere

$$\eta = \frac{\tau}{T}$$



t_c – timp de creștere





Semnale modulate

- *semnal modulator*
- *purtătoare*
- *modulație*



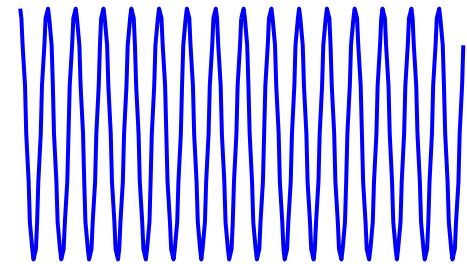
Semnale modulate

- Tipuri de modulații:
 - Modulație în amplitudine (MA);
 - Modulație în frecvență (MF);
 - Modulație în fază (MP).

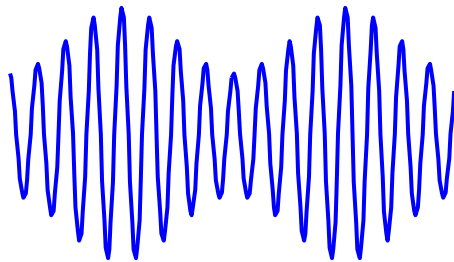
Semnal modulator



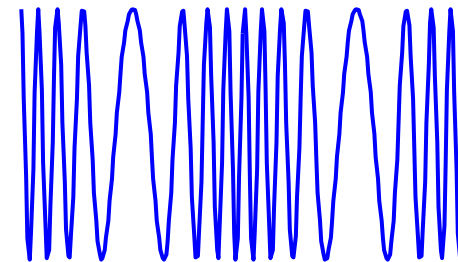
Purtătoarea



Semnal modulată în amplitudine



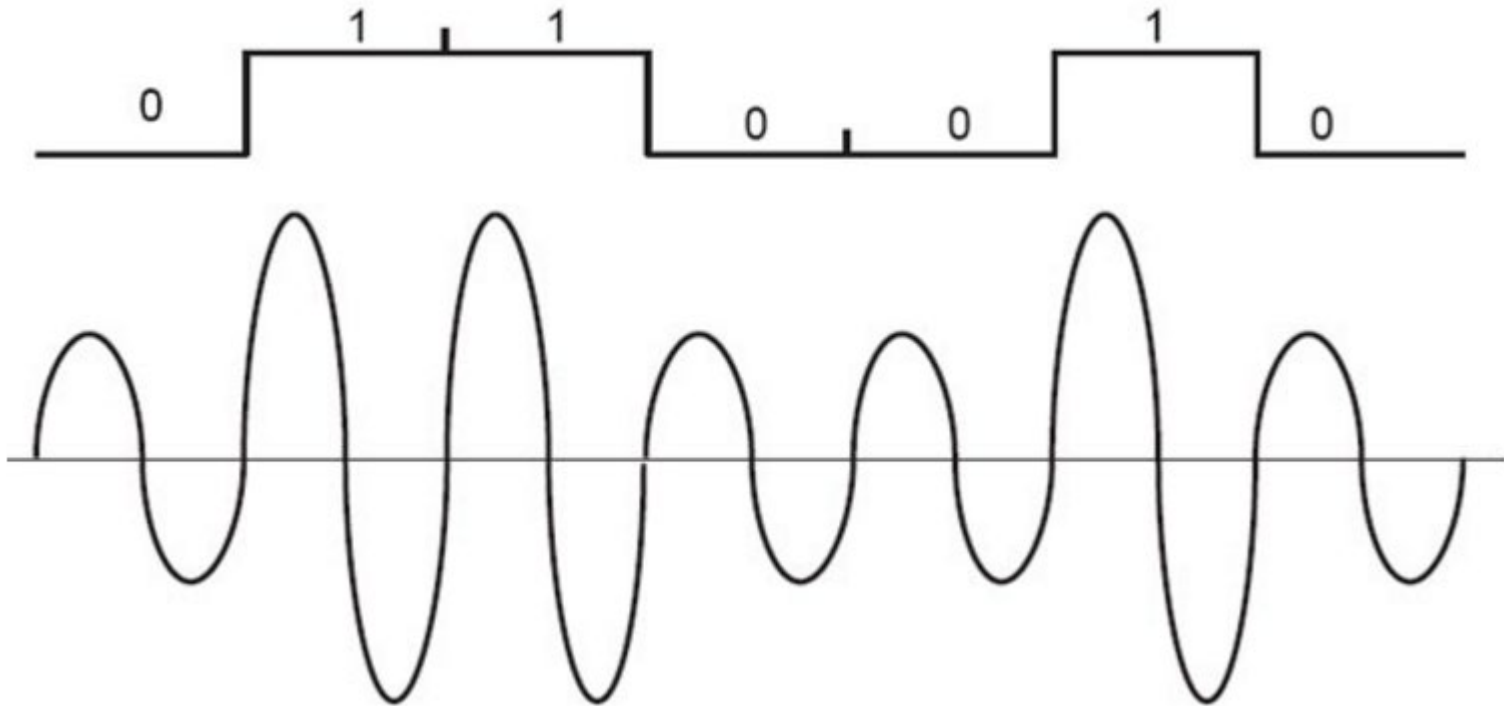
Semnal modulată în frecvență





Modulație digitală - Exemplu

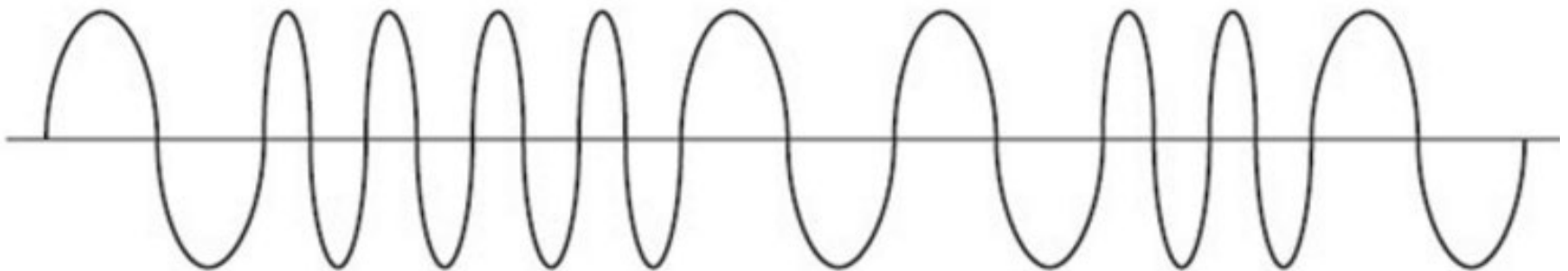
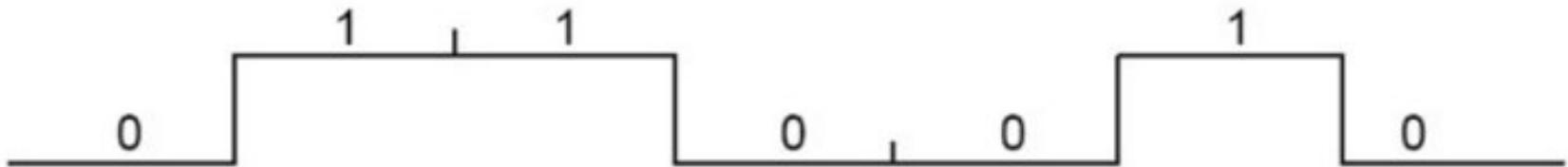
- Modulație în amplitudine





Modulație digitală - Exemplu

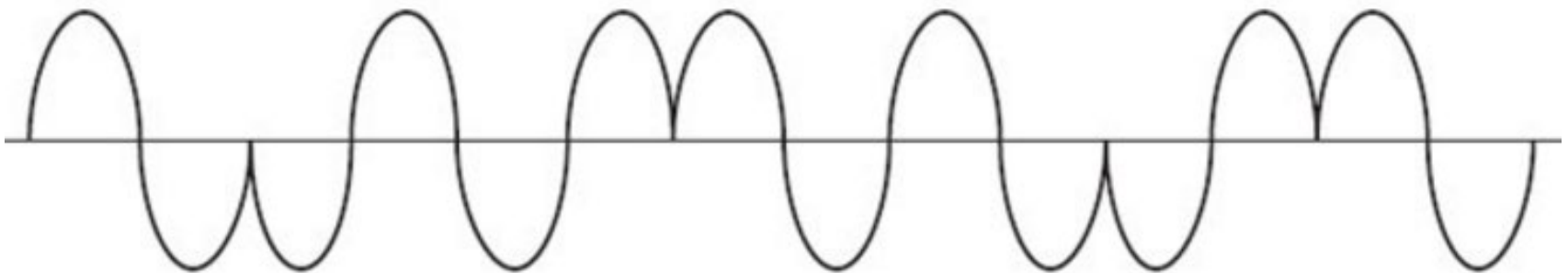
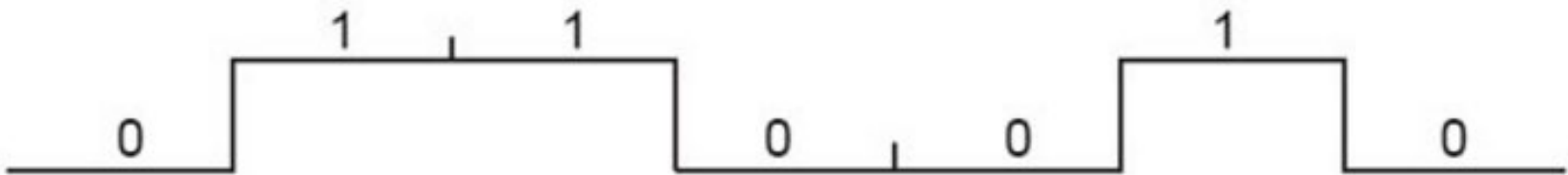
- Modulație în frecvență





Modulație digitală - Exemplu

- Modulație în fază





Generatoare de semnal sinusoidal

- Două categorii sunt frecvent întâlnite:
 - Generatoare de audio-frecvență
 - Generatoare de radio-frecvență



Generatoare de audio-frecvență

- domeniu mult mai larg decât domeniul audio
0,1 Hz - 1MHz (uneori chiar 10MHz)
- relativ simple, cu două elemente de reglaj:
 - Frecvența, în trepte decadice și continuu
 - Amplitudinea, în trepte decadice și continuu



Generatoare de audio-frecvență

- Principalii parametri de calitate ai unui asemenea generator sunt:
 - **Factorul de distorsiuni;**
 - **Precizia și rezoluția** gradării scării de frecvență (și cu un frecvențmetru extern);
 - **Stabilitatea** frecvenței generate;
 - Posibilitatea **controlului amplitudinii** generate (atenuator variabil);
 - **Impedanța de ieșire** (zeci, sute de ohmi).
- formator de impulsuri dreptunghiulare



Generatoare de radio-frecvență

- 100kHz - 100MHz
- limita maximă poate fi mai ridicată
- modulație în amplitudine și în frecvență

Generatoare de funcții

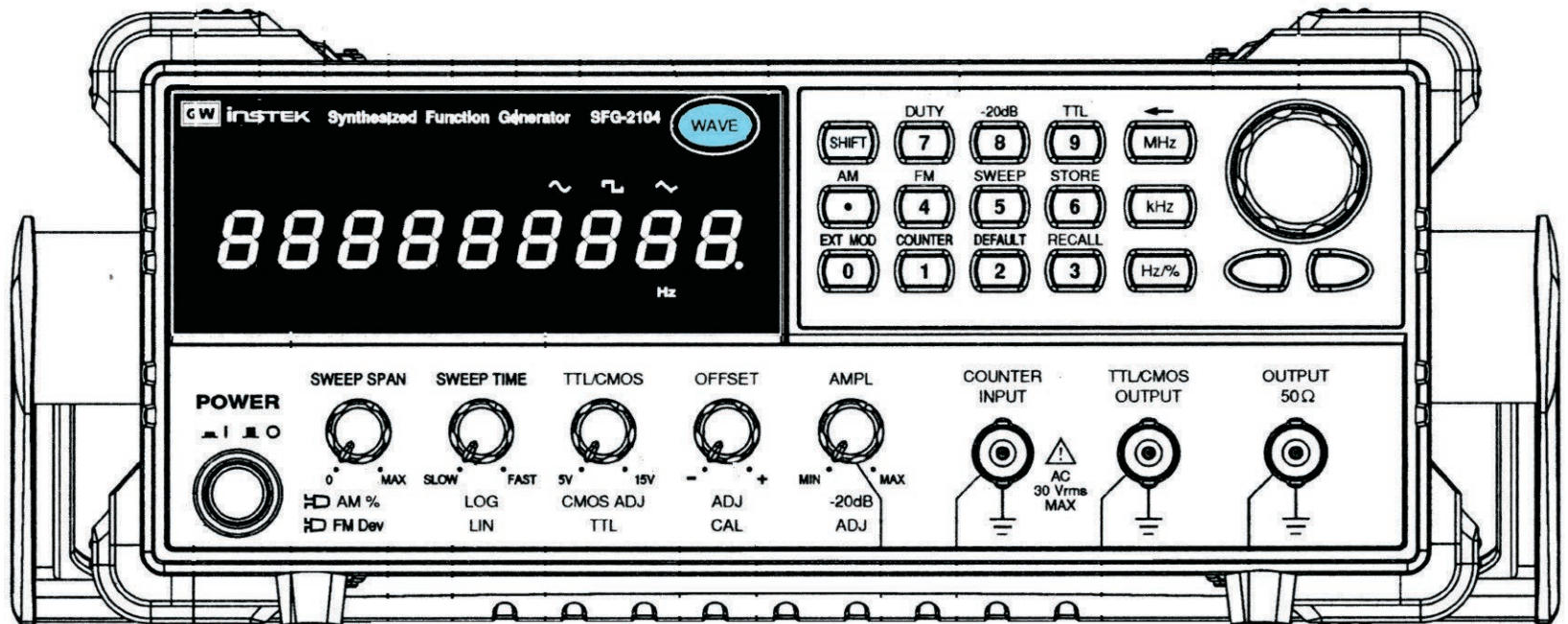


Ce semnale pot genera?

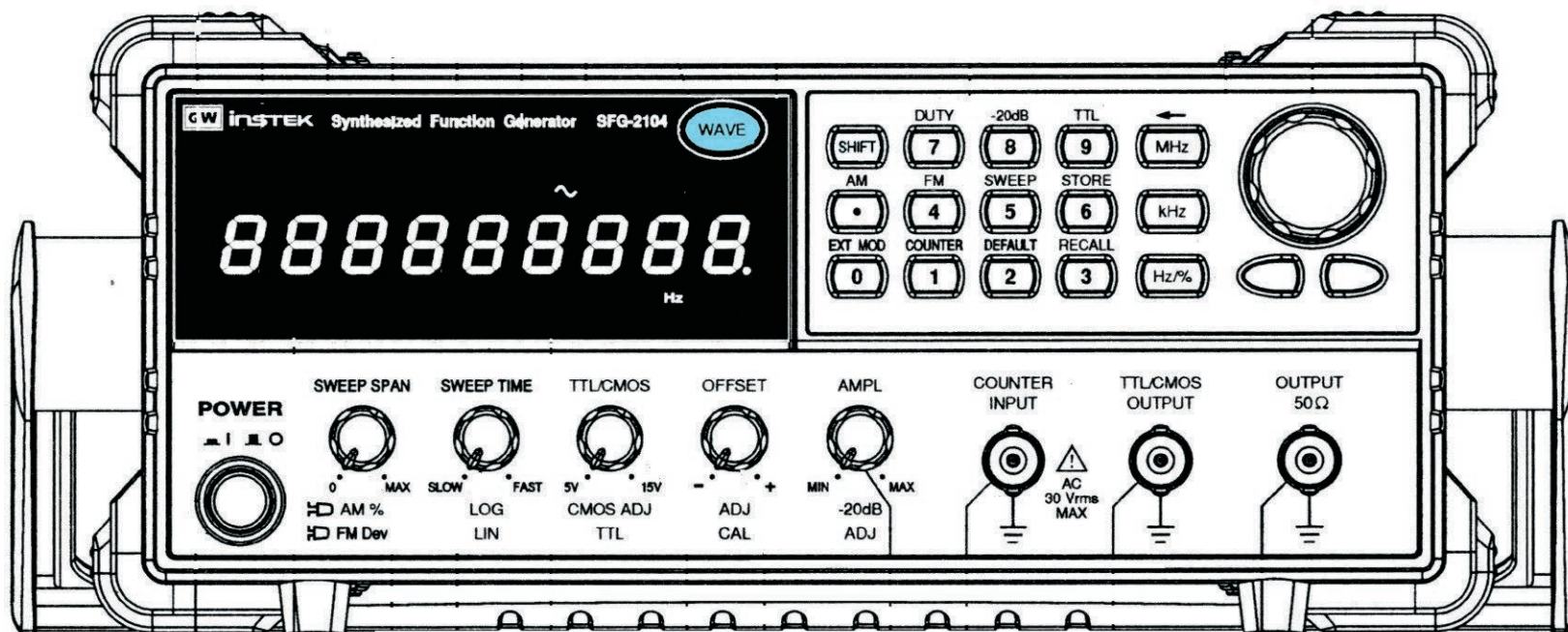


Generatoare de funcții

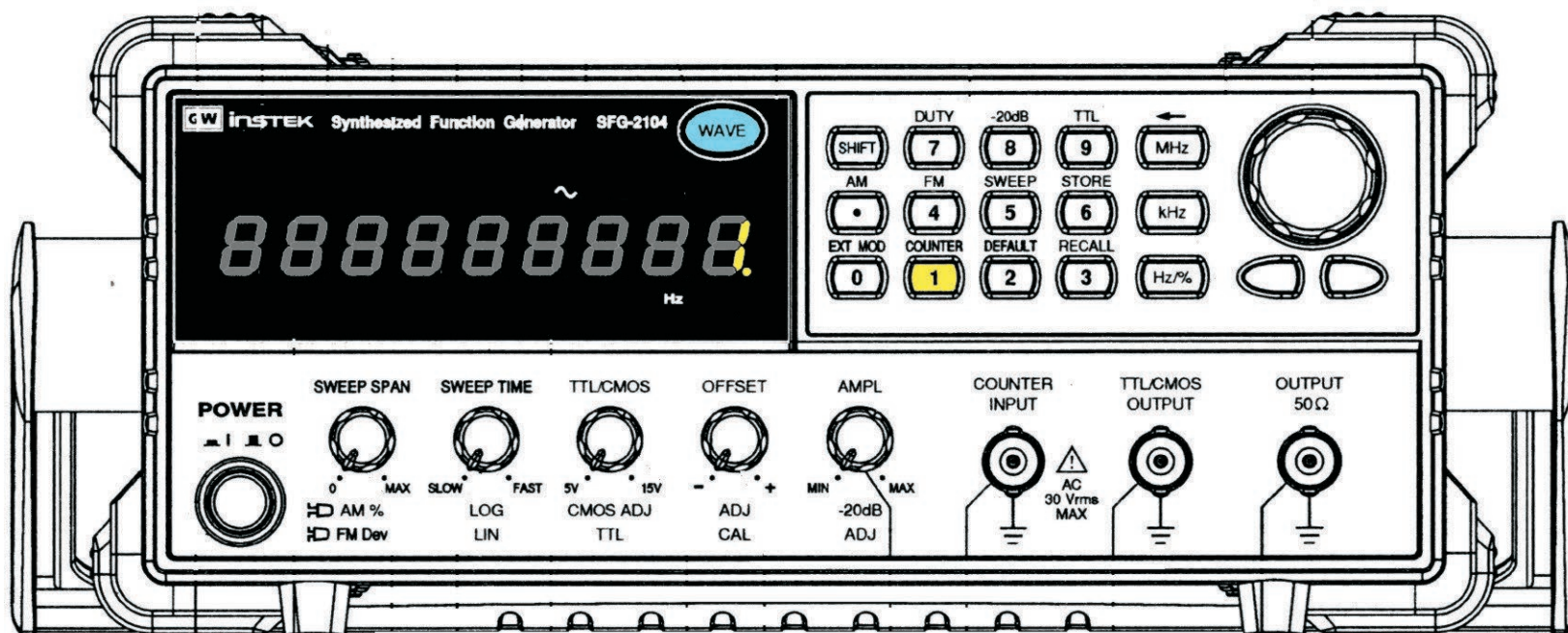
- **Exemplu:** semnal sin. de $f=108\text{ kHz}$



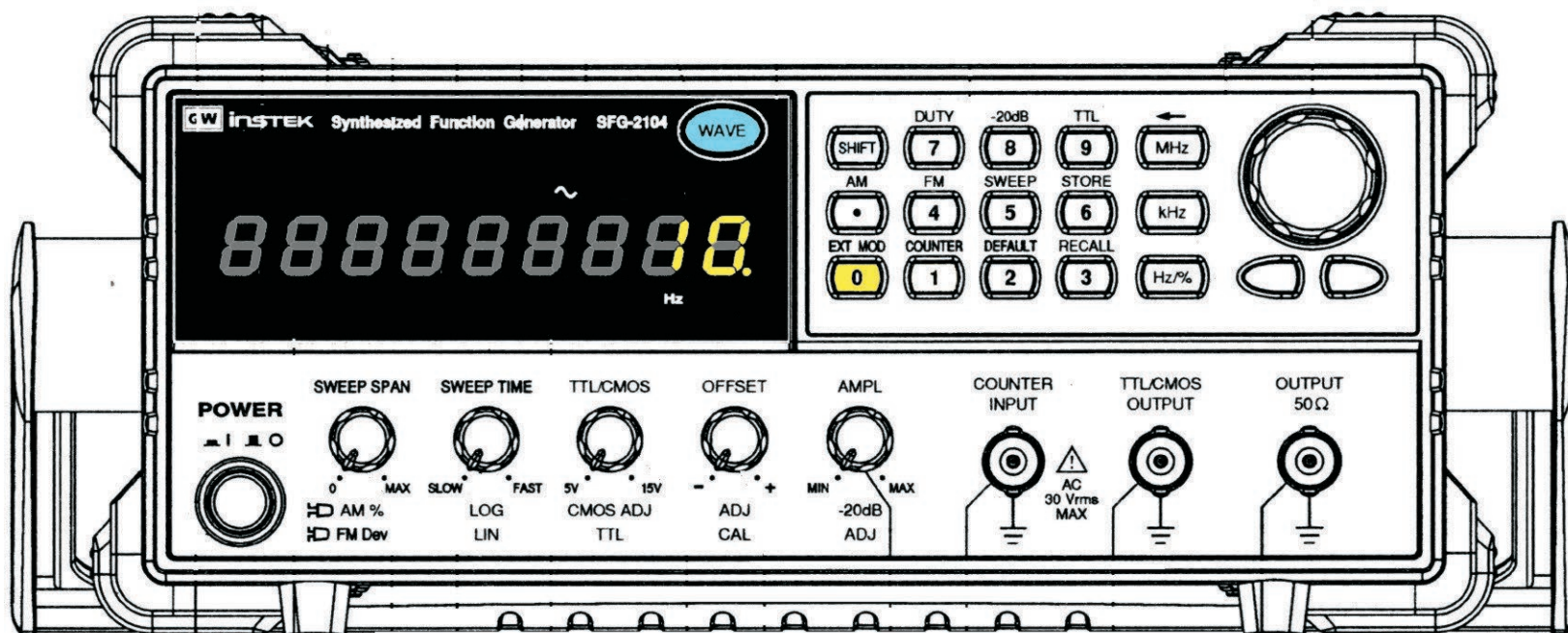
Generatoare de funcții



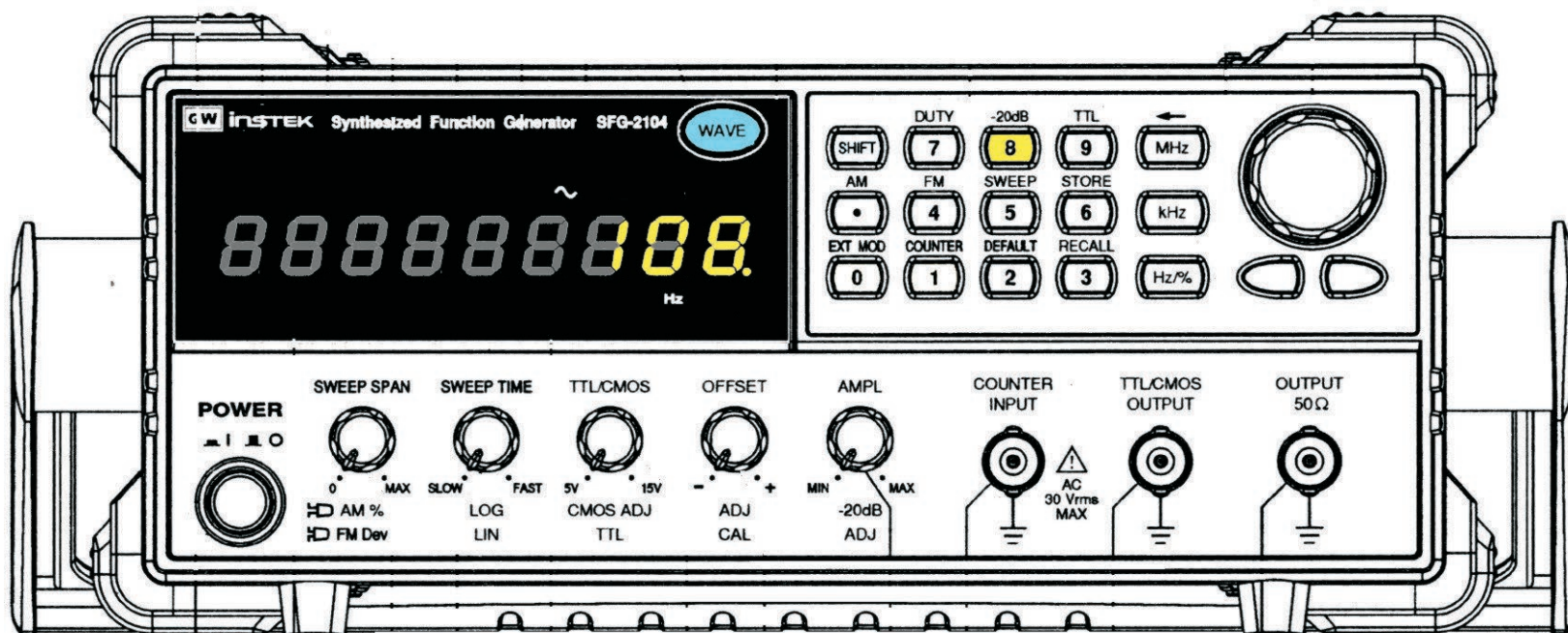
Generatoare de funcții



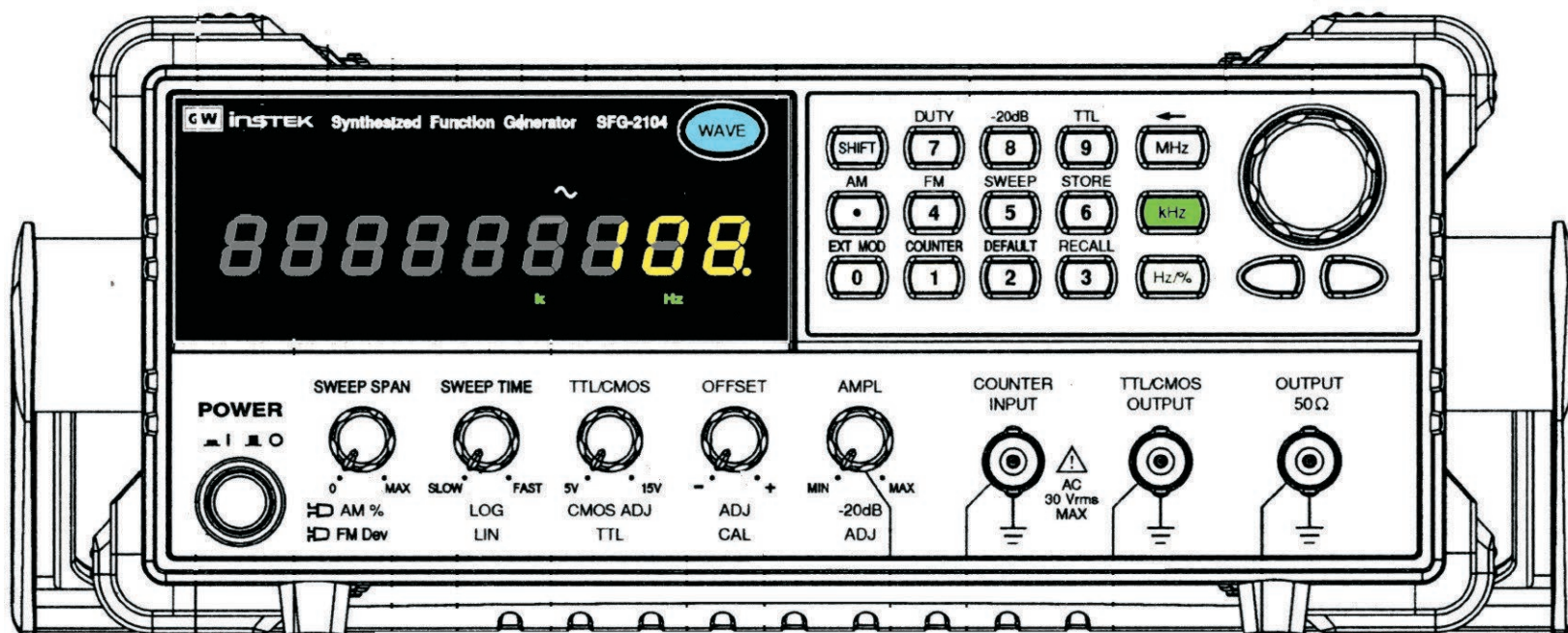
Generatoare de funcții



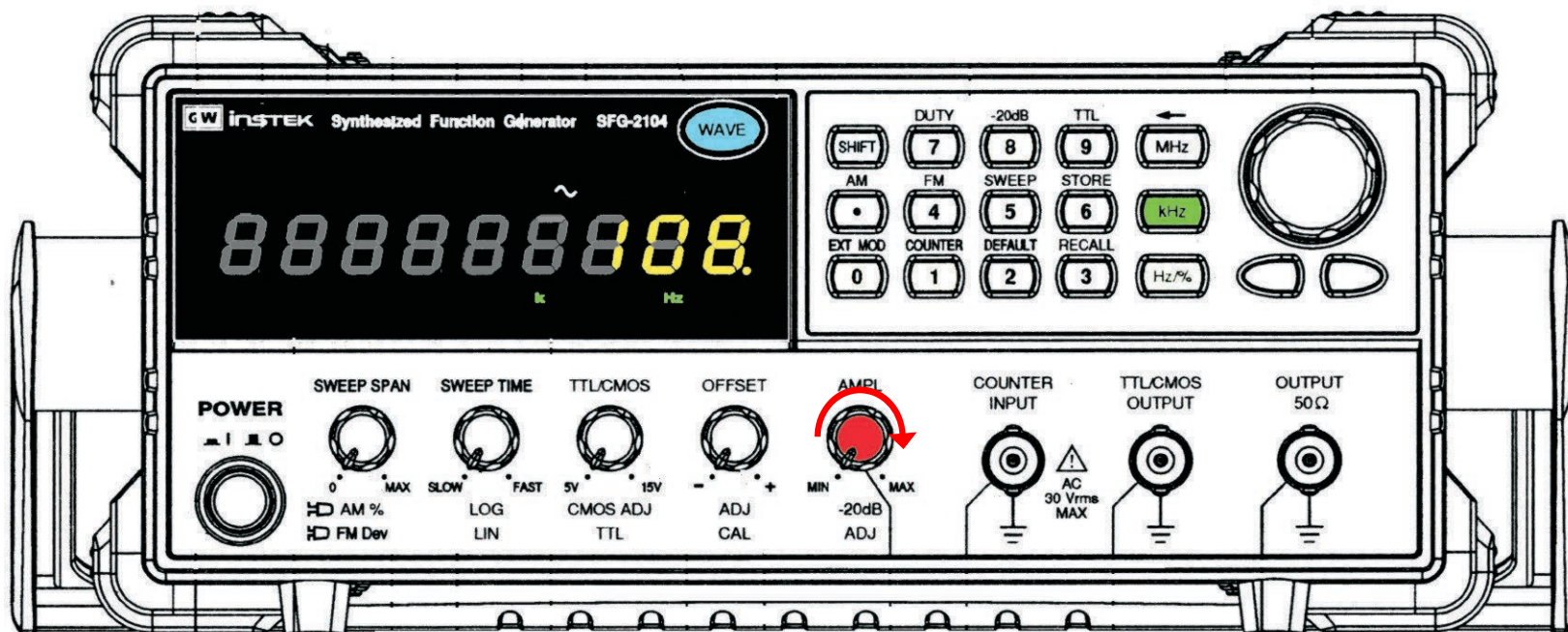
Generatoare de funcții



Generatoare de funcții



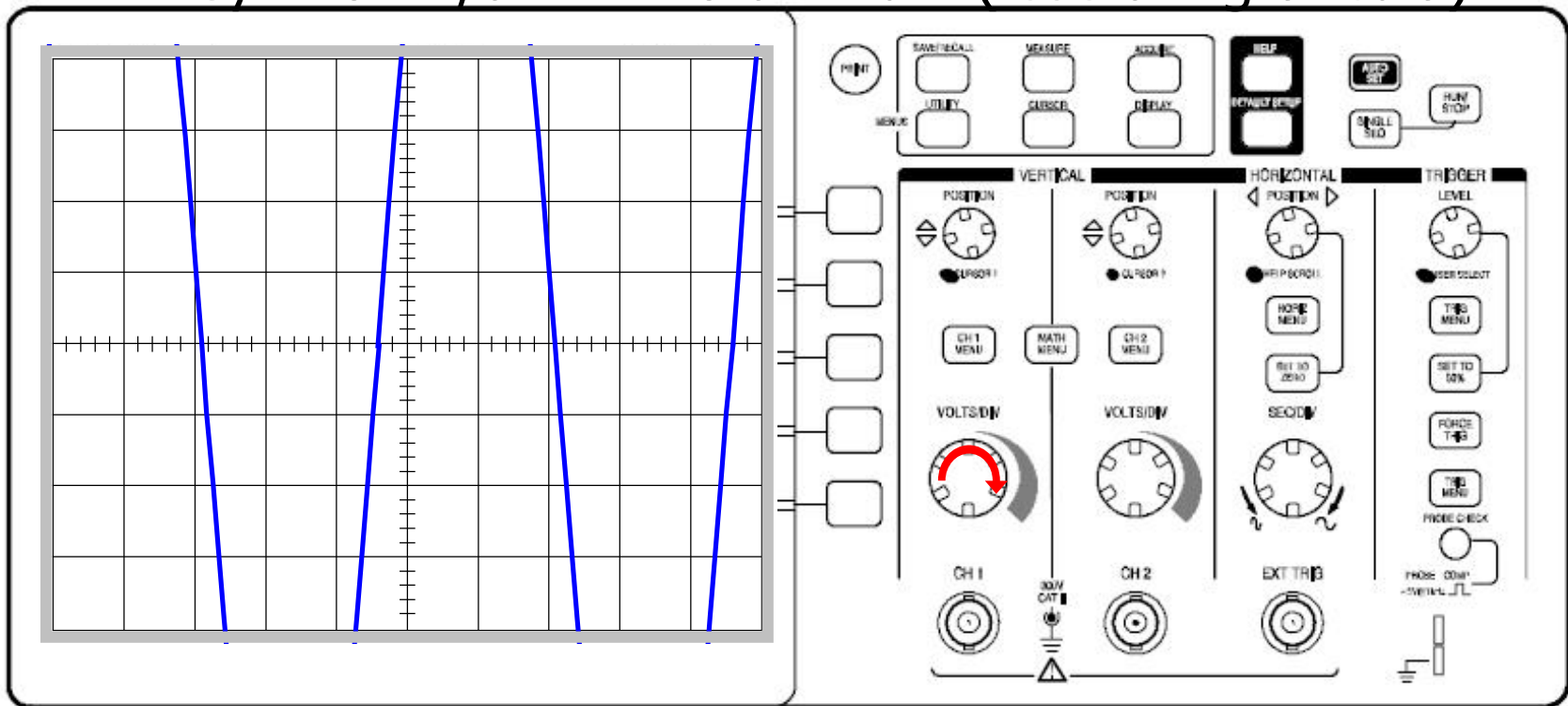
Generatoare de funcții



Vizualizarea semnalelor pe osciloscop



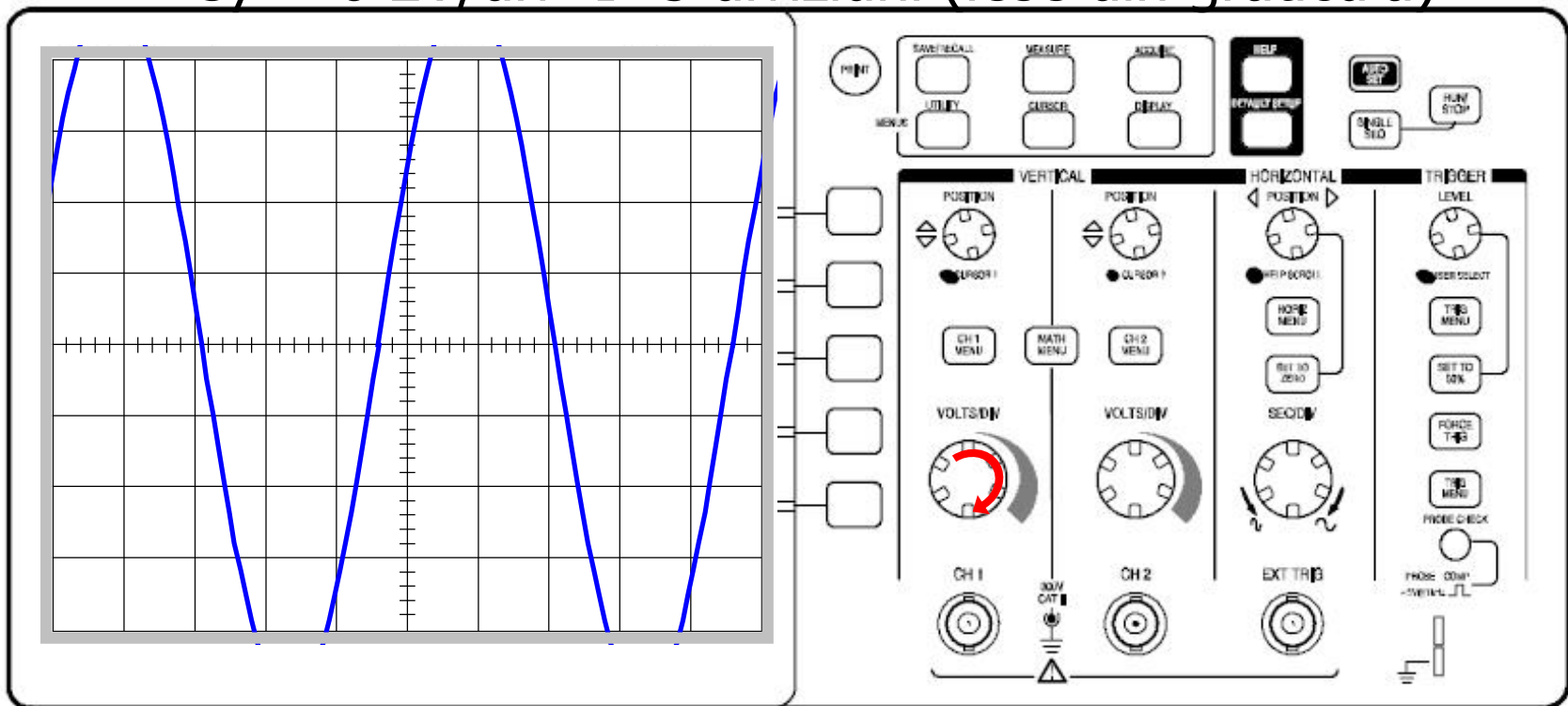
- Semnal sinusoidal de amplitudine 1V
 - $C_y = 0.1V/div \rightarrow 10$ diviziuni (iese din graticulă)





Vizualizarea semnalelor pe osciloscop

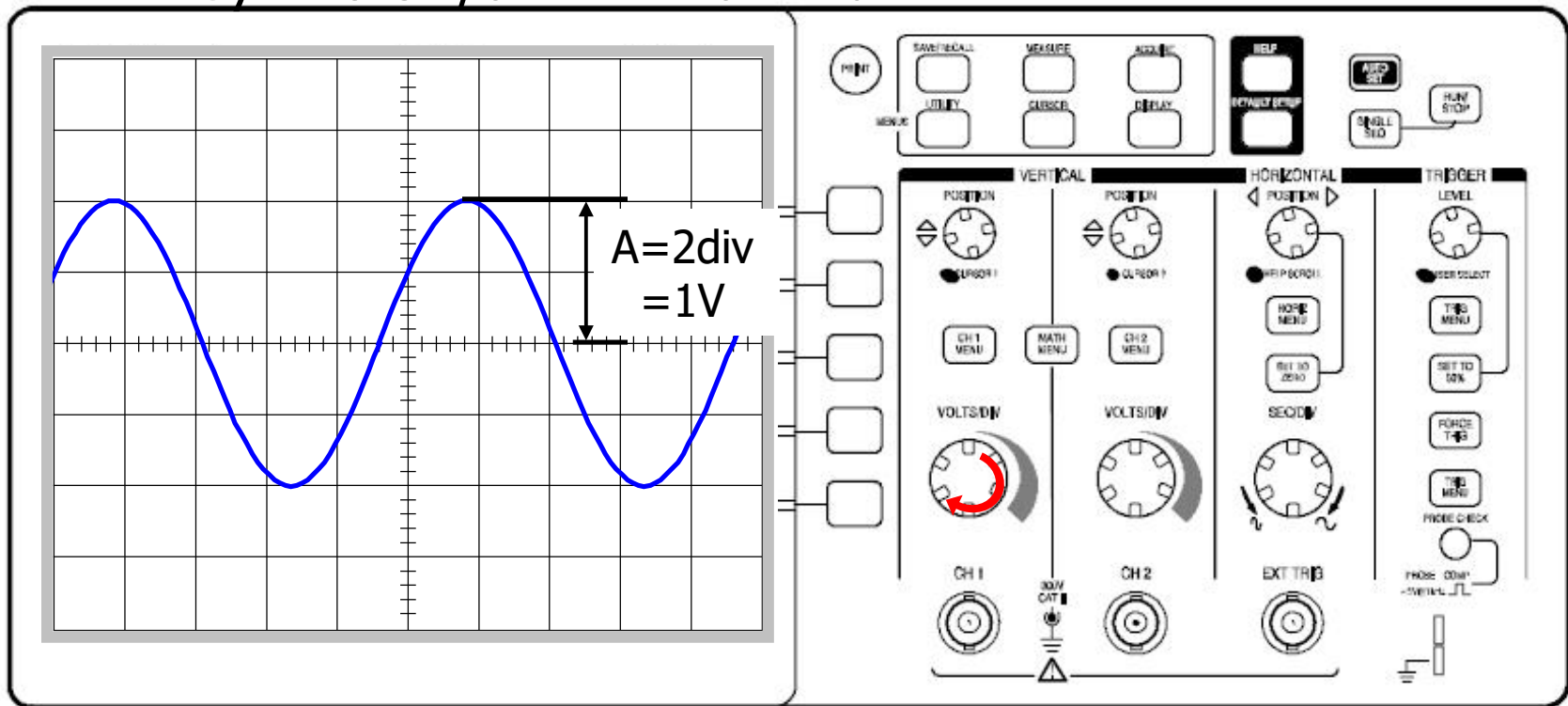
- Semnal sinusoidal de amplitudine 1V
 - $C_y = 0.2V/div \rightarrow 5$ diviziuni (iese din graticulă)





Vizualizarea semnalelor pe osciloscop

- Semnal sinusoidal de amplitudine 1V
 - $C_y = 0.5V/div \rightarrow 2$ diviziuni

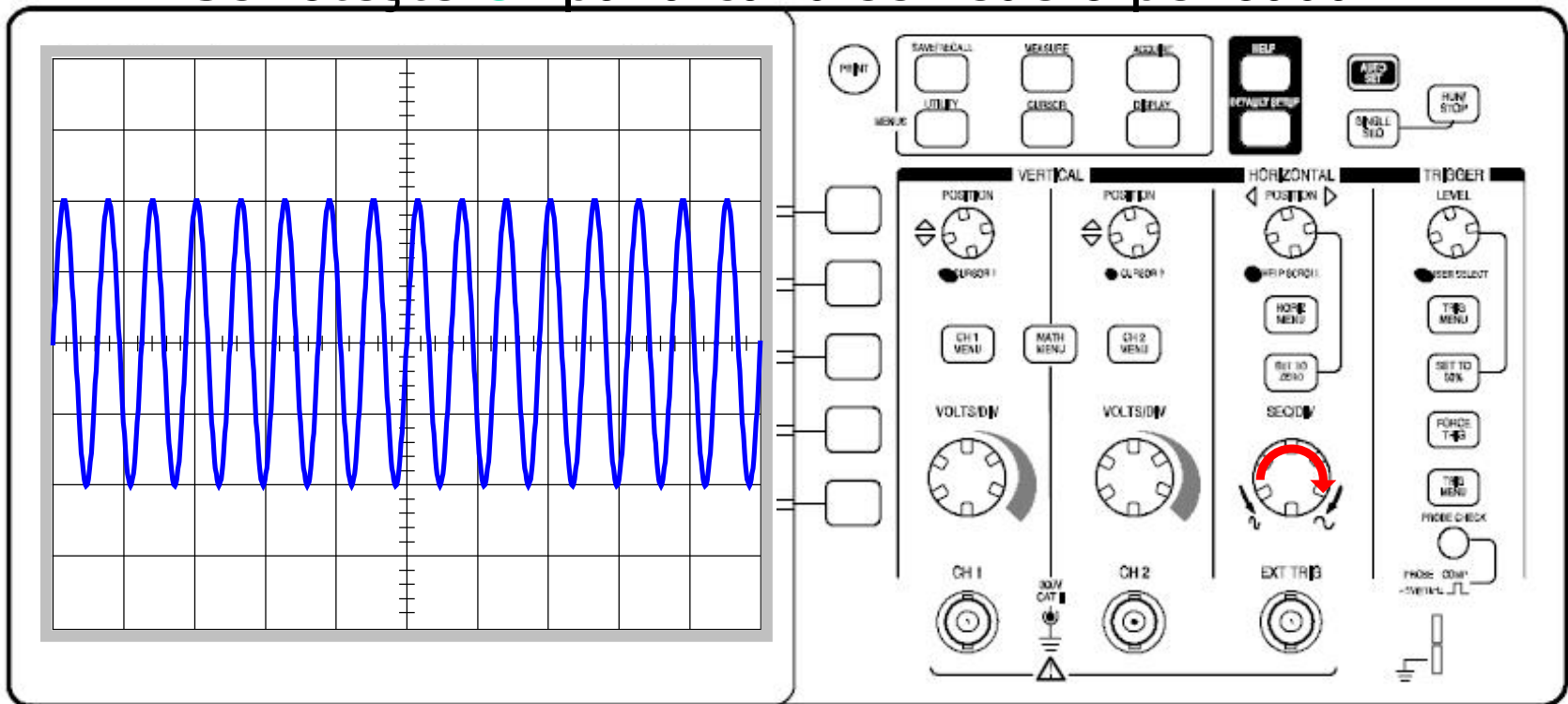


Vizualizarea semnalelor pe osciloscop



- Măsurarea frecvenței semnalului

- Se rotește **Cx** până când se vede o perioadă

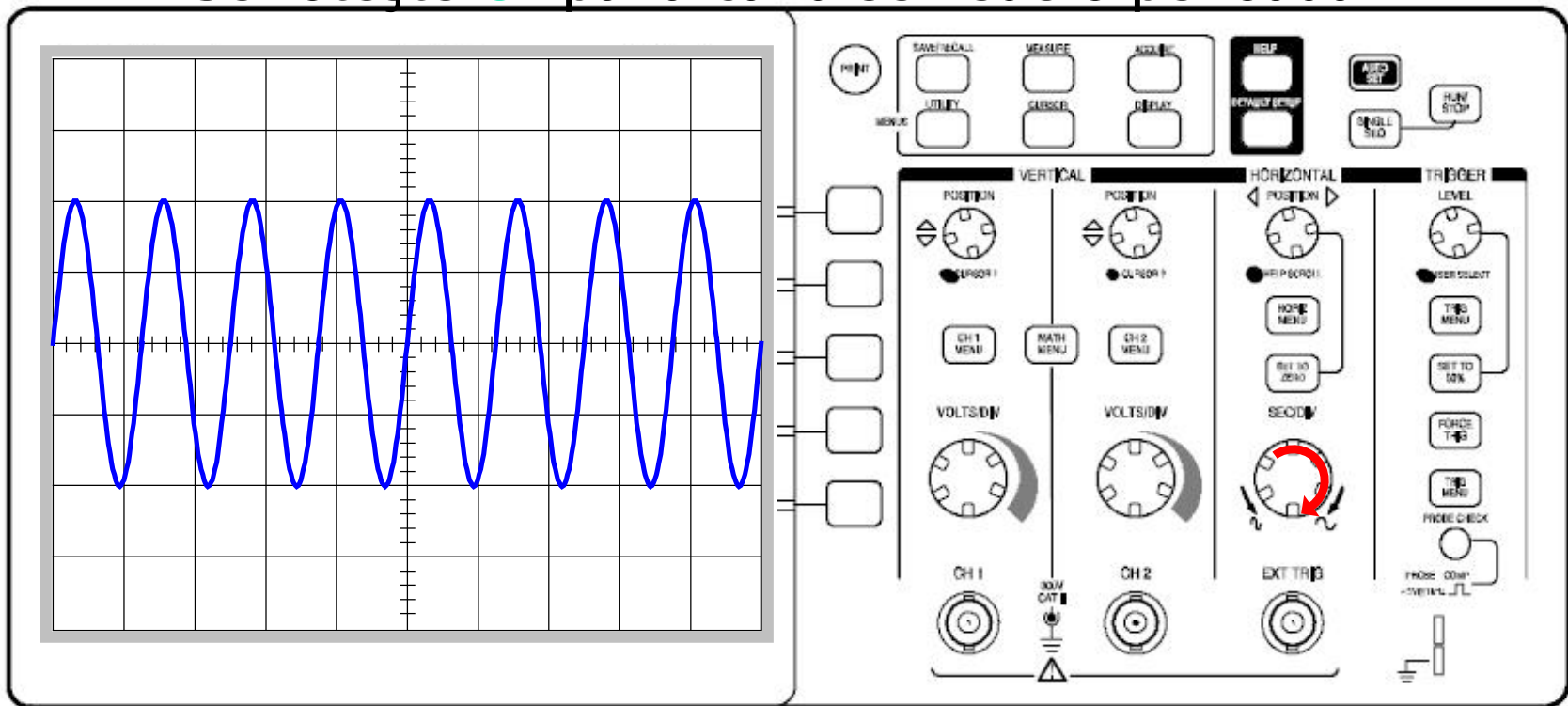




Vizualizarea semnalelor pe osciloscop

- Măsurarea frecvenței semnalului

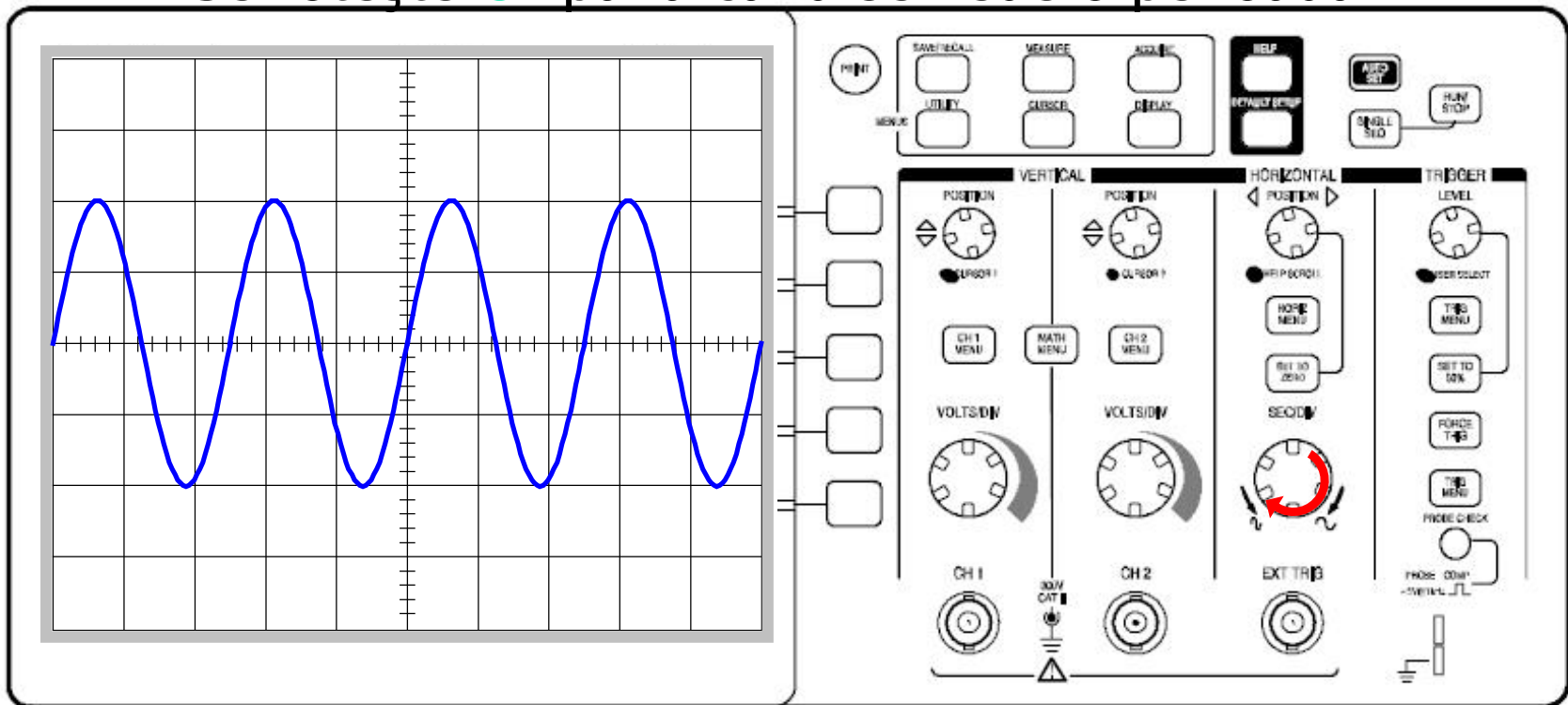
- Se rotește **Cx** până când se vede o perioadă





Vizualizarea semnalelor pe osciloscop

- Măsurarea frecvenței semnalului
 - Se rotește **Cx** până când se vede o perioadă





Vizualizarea semnalelor pe osciloscop

- Măsurarea frecvenței semnalului
 - Se rotește **Cx** până când se vede o perioadă

