

Instrumente analogice - parametri

■ Interval (domeniu) de măsurare:

□ Ințrare: x_{\min}, x_{\max} $\bar{x} = x_{\max} - x_{\min}$

□ Ieșire: y_{\min}, y_{\max} $\bar{y} = y_{\max} - y_{\min}$

■ Rezoluție: cea mai mică variație a măsurandului, care poate fi pusă în evidență pe sistemul indicator

■ Sensibilitate: variația mării de ieșire / variația mării de intrare

Instrumente analogice - parametri

■ Sensibilitate:

□ Absolută:

$$S_a = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \Big|_{x=x_0}$$

□ Instrumente cu scală liniară:

$$S_a = \frac{\bar{y}}{\bar{x}}, \quad C = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \quad C - \text{constanta instrumentului}$$

□ Relativă (instrumente cu scală neliniară):

$$S_r = \frac{dy/y}{dx/x}$$

Instrumente analogice - parametri

- **Prag de sensibilitate (senzitivitate):** cea mai mică **valoare** a măsurandului, care poate fi pusă în evidență pe sistemul indicator
- Zgomot de agitație termică (Nyquist, Johnson):

$$U_{zg} = \sqrt{4kTR\Delta f}, \quad I_{zg} = \sqrt{\frac{4kT\Delta f}{R}}$$

k – constanta lui Boltzman, $1,38 \times 10^{-23}$ J/K

T – temperatura absolută

R – rezistența sursei de zgomot

Δf – banda de frecvență

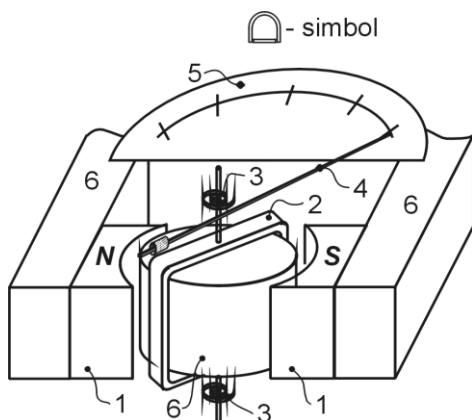
Instrumente analogice - parametri

- Puterea de zgomot propriu:
$$P_{zg} = \frac{U_{zg}^2}{4R} = kT\Delta f$$
- Factor de zgomot:
$$F = \frac{P_{zg \text{ total}}}{P_{zg \text{ int}}} = \frac{P_{zg \text{ ext}} + P_{zg \text{ int}}}{P_{zg \text{ int}}} = 1 + \frac{P_{zg \text{ ext}}}{P_{zg \text{ int}}}$$
- Puterea de măsurare minimă:
$$P_{\text{mas}} \geq F \cdot P_{zg \text{ int}}$$

Dispozitive analogice indicatoare

- Dispozitive electromecanice:
 - Magnetoelectric
 - Feromagnetic
 - Electrodynamic
 - ...

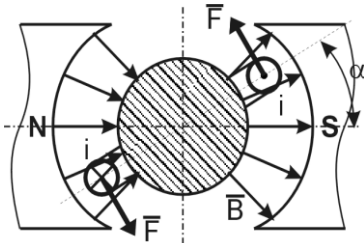
Dispozitive magnetoelectrice



- 1 – magnet permanent (element activ fix);
- 2 – bobină mobilă (element activ mobil);
- 3 – resort spiral;
- 4 – ac indicator;
- 5 – scală;
- 6 – circuit magnetic - fier.

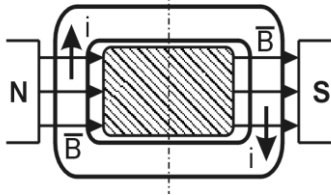
Dispozitiv magnetoelectric cu bobină mobilă

Dispozitive magnetoelectrice



- Deviație unghiulară permanentă:

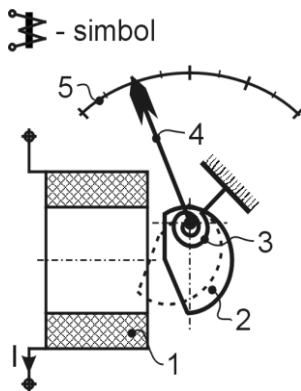
$$\alpha_p = \frac{NBS}{W} \cdot I = S_I \cdot I$$



- Utilizări:



Dispozitive feromagnetice



Dispozitiv feromagnetic
(cu atracție)

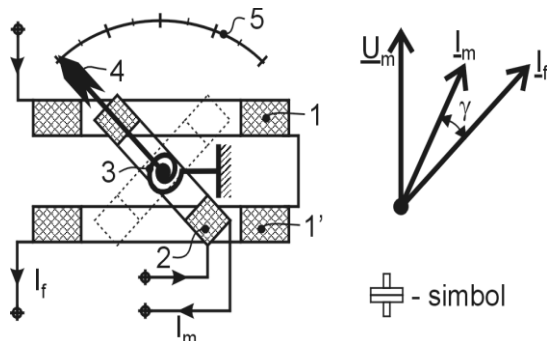
- Deviația unghiulară permanentă:

$$\alpha_p = \frac{1}{2W} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2$$

- Utilizări:



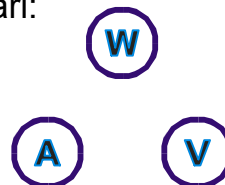
Dispozitive electrodinamice



- Deviația unghiulară permanentă:

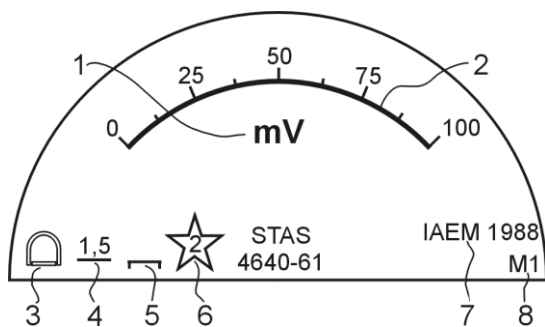
$$\alpha_p = \frac{1}{W} \cdot \frac{dL_{fm}}{d\alpha} \cdot I_f I_m \cos \gamma$$

- Utilizări:



Dispozitiv electrodinamic, diagrama fazorială și simbolul convențional

Utilizarea instrumentelor analogice



Scala unui instrument analogic, cu simboluri convenționale

- măsurand;
- scală;
- simbol convențional;
- clasă de precizie;
- poziție de lucru;
- tensiune de încercare a izolației [kV];
- fabricant;
- cod la fabricant

Instrumente de măsurare uzuale

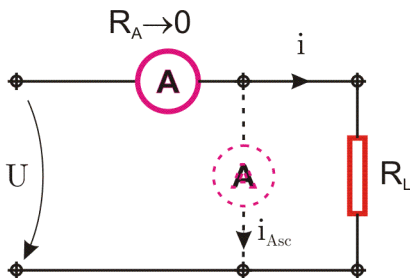


Multimetru analogic
Chauvin-Arnoux C.A. 5001
Source: www.chauvin-arnoux.fr



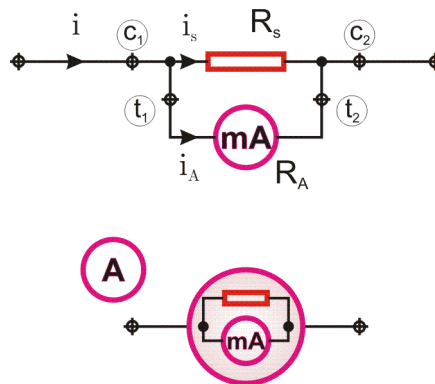
Multimetru digital
Chauvin-Arnoux C.A. 5287
Source: www.chauvin-arnoux.fr

Măsurarea intensității curentului electric



Conectarea unui ampermetru în circuit

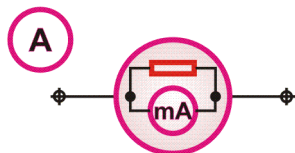
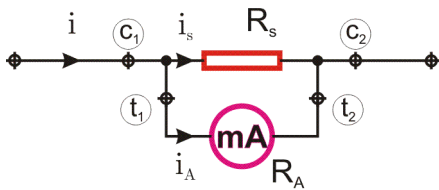
$$i_{Asc} = \lim_{R_A \rightarrow 0} \frac{U}{R_A} \rightarrow \infty$$



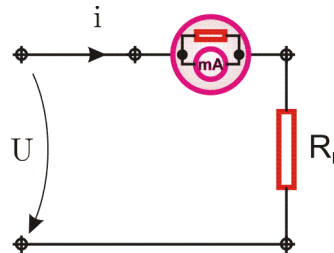
Extinderea domeniului cu "șunt"

$$R_s i_s = R_A i_A \Rightarrow R_s = \frac{R_A}{n-1}$$

Măsurarea intensității curentului electric

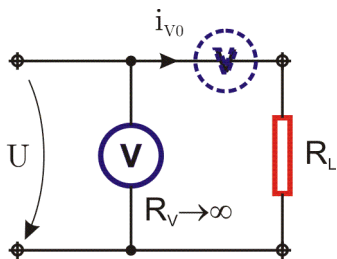


Extinderea domeniului cu "șunt"



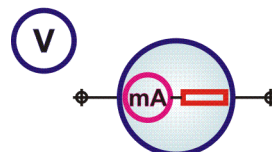
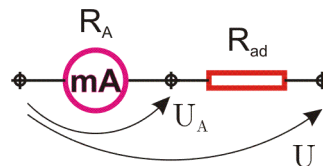
Conectarea unui ampermetru în circuit

Măsurarea tensiunii electrice



Conectarea unui voltmetru în circuit

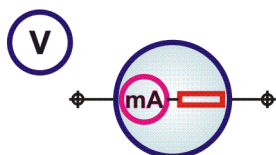
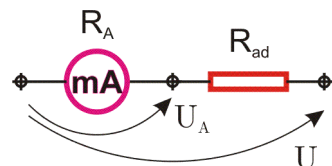
$$i_{V0} = \lim_{R_V \rightarrow \infty} \frac{U}{R_V + R_L} \rightarrow 0$$



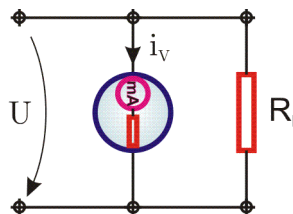
Extinderea domeniului cu "rezistență adițională"

$$\frac{U_A}{R_A} = \frac{U - U_A}{R_{ad}} \Rightarrow R_{ad} = R_A(m-1)$$

Măsurarea tensiunii electrice

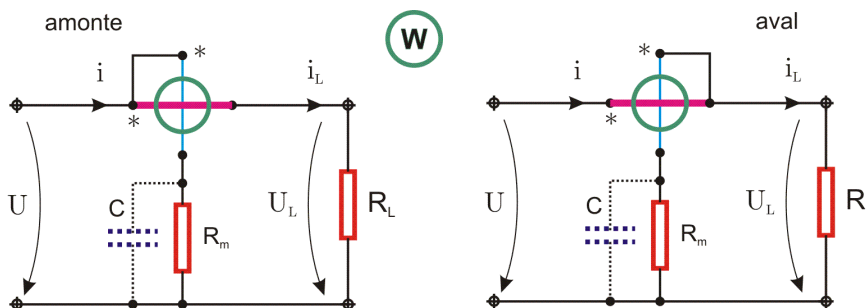


Extinderea domeniului cu
"rezistență adițională"



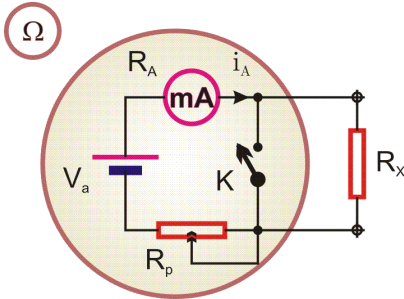
Conectarea unui voltmetru în
circuit

Măsurarea puterii active

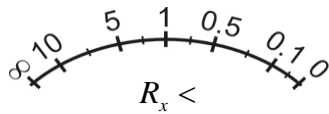


Conectarea unui wattmetru în circuit

Măsurarea rezistenței electrice



Ohmmetru serie

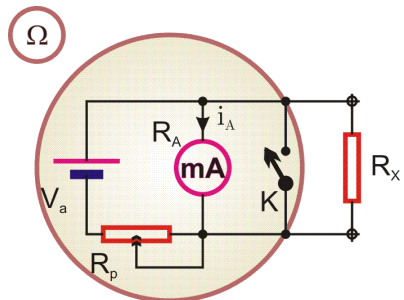


$$R_x = 0 \Rightarrow i_A = i_{Amax} = \frac{V_a}{R_A + R_p}$$

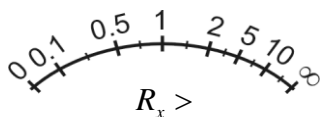
$$R_x = \infty \Rightarrow$$

$$i_A = i_{Amin} = \lim_{R_x \rightarrow \infty} \frac{V_a}{R_A + R_p + R_x} = 0$$

Măsurarea rezistenței electrice



Ohmmetru paralel



$$R_x = 0 \Rightarrow i_A = i_{Amin} = 0$$

$$R_x = \infty \Rightarrow$$

$$i_A = i_{Amax} = \lim_{R_x \rightarrow \infty} \frac{V_a R_x}{R_A R_p + (R_A + R_p) R_x} = \frac{V_a}{R_A + R_p}$$