

METODE DE PUNTE ÎN CURENT CONTINUU ȘI ÎN CURENT ALTERNATIV

■ 1. Chestiuni de studiat

- **1.1. Puntea de c.c. în regim echilibrat. Măsurarea rezistenței electrice**
 - 1.1.1. Determinarea condițiilor de măsurare cu exactitate maximă.
 - 1.1.2. Măsurarea rezistenței electrice a unor rezistori în condiții de exactitate maximă; determinarea incertitudinii de măsurare.
- 1.2. Puntea de c.c. în regim neechilibrat**
 - 1.2.1. Determinarea caracteristicii de conversie pentru montaje cu 1,2 și 4 senzori
 - 1.2.2. Aprecierea liniarității și sensibilității
- 1.3. Puntea de curent alternativ.**
 - 1.3.1. Principiul punții de c.a. și montaje uzuale.
 - 1.3.2. Calculul condițiilor de echilibru

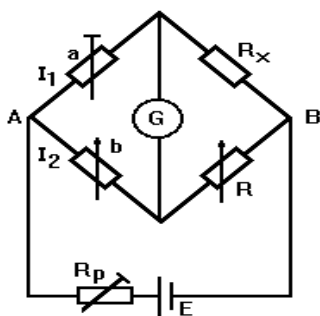
■ 2. Mod de experimentare

Funcționarea punților, de c.c. sau c.a., se bazează pe metoda de zero, permițând măsurarea, cu exactitate ridicată, a valorilor parametrilor elementelor de circuit (R, L, C) și a oricăror mărimi fizice convertibile în R, L, C .

2.1. Puntea simplă (Wheatstone) permite măsurarea cu exactitate ridicată a rezistențelor electrice cu valori cuprinse între $10 \dots 10^6 \Omega$. Schema punții este prezentată în fig.1. Pentru determinarea valorii rezistenței necunoscute R_x se echilibrează puntea, (curentul $I_G = 0$). În această situație :

$$aI_1 = bI_2 \quad \text{și} \quad R_x I_1 = R I_2$$

$$R_x = R \frac{a}{b}$$



a, b - rezistoare de precizie 1,10,100, 1000 Ω

R - rezistență de precizie continuu variabilă

R_x - rezistența necunoscută

G - galvanometru

E - sursă de c.c

Fig.1. Schema de principiu a punții Wheatstone

■ ♣ După realizarea montajului, se alimentează puntea cu o tensiune continuă cu valori între 2÷4 V c.c., ținând cont de curentul maxim admisibil ce trece prin R_x .

♣ Se pregătește galvanometrul, aducând spotul la zero și alegînd deviația sa, de obicei, la stînga pentru $R=0$ (acest lucru putînd fi obținut prin schimbarea polarității sursei sau galvanometrului);

♣ Se alege un raport a/b și se realizează echilibrarea pornind de la cea mai redusă treaptă de sensibilitate a galvanometrului (1/1000), sensibilitatea crescînd pînă la treapta 1/1;

♠ Se reglează rezistența variabilă R până când $I_G = 0$, pe poziția de sensibilitate maximă a galvanometrului.

2.1.1. Se va măsura un rezistor de $\approx 100\Omega$ cu valorile raportului a/b indicate în tabelul 1.



Tabel 1

Rezistor măsurat	a/b	Rezistența de echilibru - R	$R_x = Ra/b$	ΔR_x	$R_x \pm \Delta R_x$	ε
		Ω	Ω	Ω	Ω	%
	$\frac{1000}{1000}$					
	$\frac{100}{1000}$					
	$\frac{10}{1000}$					

■ Se va calcula valoarea rezistenței și se va determina incertitudinea de măsurare, ca o eroare limită:

$$\Delta R_x = \Delta R_i + \Delta R_v, 0$$

unde $\Delta R_i, 0$ este eroarea intrinsecă:

$$\Delta R_i = \pm \frac{c}{100} \left(\frac{R_n}{k} + R_x \right)$$

cu : $R_n = \frac{a}{b} 10^4 0$; c - indicele clasei de exactitate a punții

iar $\Delta R_v, 0$ - eroarea suplimentară datorată mărimilor de influență (anexă)

Eroarea relativă se determină ca:

$$\varepsilon(\%) = \frac{\Delta R_x}{R_x} 100 0$$

Se va determina situația optimă privind exactitatea măsurării și se va concluziona că măsurarea trebuie realizată întotdeauna cu un raport a/b care să asigure utilizarea tuturor decadelor rezistenței variabile R .

2.1.2. Se vor măsura toate rezistoarele indicate în laborator utilizând raportul a/b optim. Se va utiliza tot tabelul 1 pentru prelucrarea rezultatelor.

2.2.1 Se vor realiza montajele din figurile 2, 3 și 4.

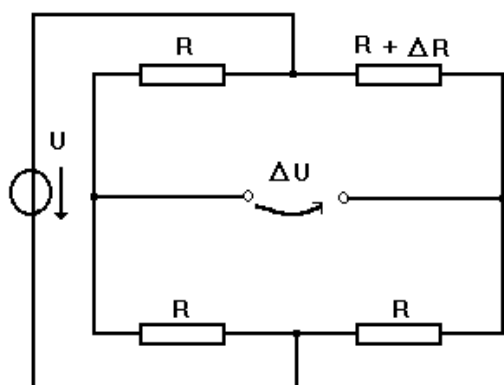


Fig.2.Punte cu un senzor.

$$\Delta U = \frac{U}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R}}$$

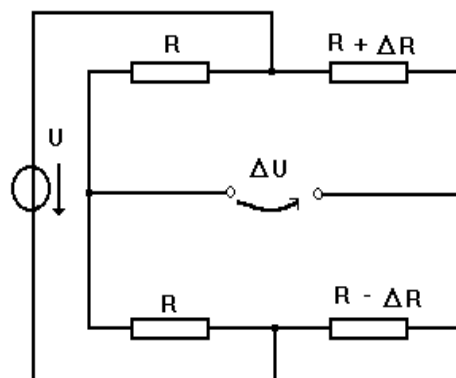


Fig.3.Punte cu doi senzori.

$$\Delta U = \frac{U}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R}$$

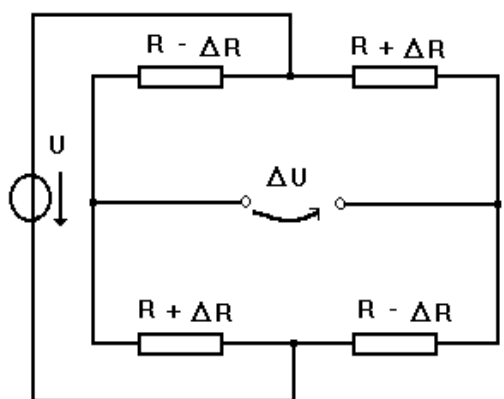


Fig.4.Punte cu patru senzori.

$$\Delta U = U \cdot \frac{\Delta R}{R}$$

Se va utiliza tabelul 2:

Tabel 2.

Tip punte	U	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	$\Delta U_{m\acute{a}s}$	$\Delta U_{calc.}$	S
	V	Ω	Ω	%	V	V	-

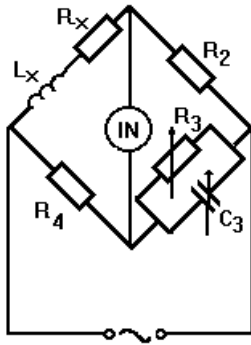
Pentru determinările experimentale se vor lua valori : $\frac{\Delta R}{R} \in [1...100]\%$

2.2.2. Se va calcula sensibilitatea și eroarea de neliniaritate pentru fiecare montaj.

2.03.1. Punțile de curent alternativ au brațele formate din impedanțe, sursa de alimentare este de c.a. iar indicatorul de nul este pentru curent alternativ. Condiția generală de echilibru este:

$$\underline{Z}_x \cdot \underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_4$$

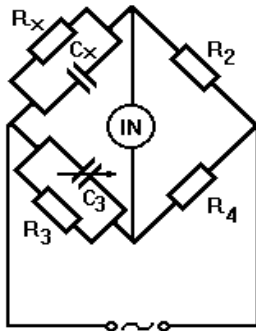
În fig.3 se prezintă două montaje de punte de curent alternativ.



$$L_x = R_2 R_4 C_3 \quad R_x = \frac{R_2}{R_3} R_4$$

$$Q_x = \frac{\omega L_x}{R_x}$$

Puntea **Maxwell- Wien** pentru măsurarea parametrilor unei bobine.



$$C_x = C_3 \frac{R_4}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_3} \cdot \frac{R_4}{R_2}$$

Puntea **Sauty- Nernst** pentru măsurarea parametrilor condensatoarelor.

Fig.3 Punți de c.a.

2.3.2. Se vor determina prin calcul relațiile din fig.3

↩ 3.Întrebări recapitulative.

- 3.1. Determinați prin calcul condiția de echilibru la puntea simplă.
- 3.2. Cum se determină eroarea limită de măsurare la metode de punte?
- 3.3. Care este intervalul de măsurare al punții simple și de ce?
- 3.4. Explicați de ce se pot măsura rezistențe mici cu puntea dublă.
- 3.5. În ce condiții se obțin erori minime de măsurare?
- 3.6. Explicați modul de prelucrare statistic al rezultatelor unui lot de măsurători.
- 3.7. Determinați prin calcul condițiile de echilibru pentru punțile de curent alternativ prezentate în fig. 3.

ANEXĂ

Tabel A

Mărimea de influență	Condiții de referință	Clasa de exactitate	Toleranțe admise pentru încercare
Temperatura ambientă	20 °C	0,001... 0,002	± 0,2 °C
		0,005... 0,05	± 0,5 °C
		0,1..... 10	± 1,0 °C
Umiditatea relativă	40 % ... 60 %		

Tabel B

Mărimea de influență	Clasa de exactitate	Limitele intervalului de utilizare	Erorile suplimentare în (%) din eroarea intrinsecă
Temperatura ambientă	0,001 ... 0,002	Valoarea de referință ± 2 °C	100 %
	0,005... 0,01	Valoarea de referință ± 5 °C	
	0,02 ... 10	Valoarea de referință ±10 °C	
Umiditatea relativă	25 % ... 75 %	20 %	