

Laboratorul numărul 13

Autotransformatorul

Autotransformatorul este un transformator special la care înfășurarea secundară este o parte din înfășurarea primară. În acest fel transferul de putere între primar și secundar se realizează pe două căi: pe cale electromagnetică și pe cale galvanică/

Autotransformatoarele pot fi ridicătoare (Fig. 1.a)) și coborâtore (Fig. 1.b)) de tensiune iar în funcție de numărul de faze: monofazate și trifazate în conexiune stea (Fig. 2).

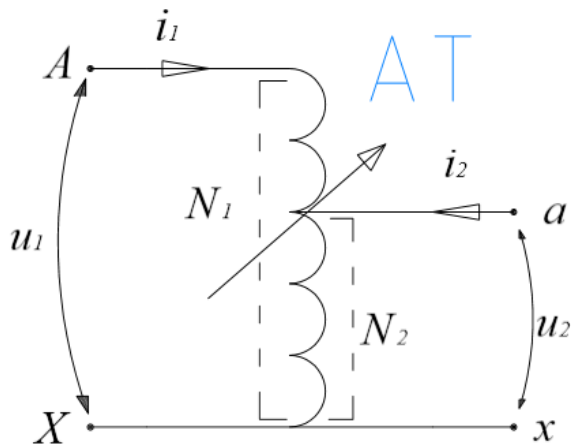


Fig. 1. a) Autotransformator coborâtor de tensiune

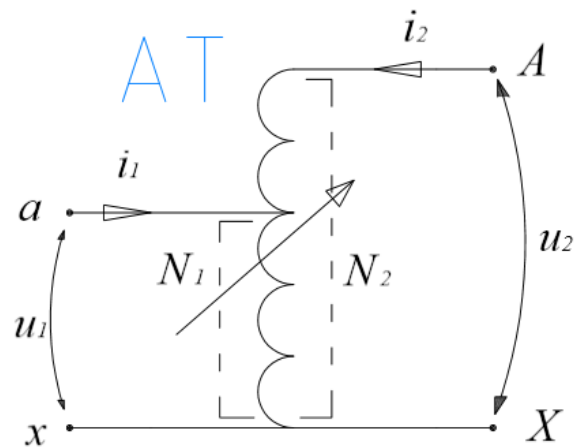


Fig. 1. b) Autotransformator ridicător de tensiune

Considerând u_1 , i_1 , N_1 și u_2 , i_2 , N_2 mărimile aferente circuitului de înaltă tensiune respectiv joasă tensiune. Putem defini raportul de transformare al unui autotransformator ca fiind:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- Curentul din porțiunea comună de circuit,

$$I_{12} = I_2 - I_1 = I_2 * \left(1 - \frac{1}{K}\right) = I_2 * (1 - K)$$

- Puterea transferată din circuitul primar ipoteza neglijării pierderilor, este:

$$S = U_1 * I_1 = U_2 * I_2$$

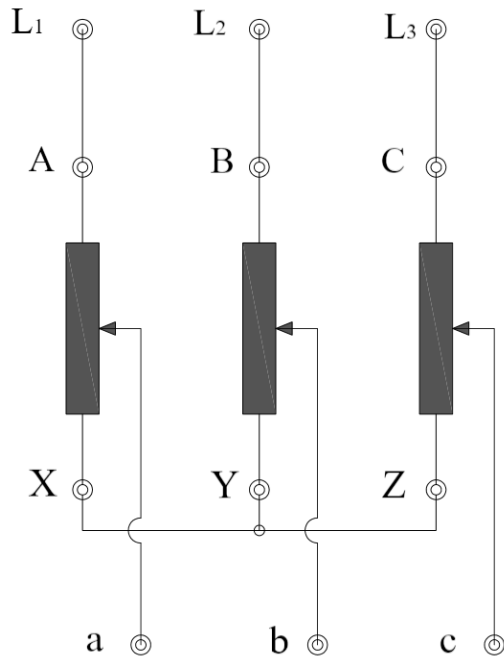


Fig. 2. Autotransformator trifazat

O parte din această putere este transferată pe cale electromagnetică, $S_e = S \frac{K-1}{K}$ iar diferența pe cale galvanică prin intermediu, câmpului electric: $S_g = S - S_e = S \frac{1}{K}$.

De regulă, miezul feromagnetic al autotransformatorului se dimensionează pentru puterea electromagnetică S_e . Astfel, dimensiunile autotransformatorului sunt mai mici decât cele ale transformatorului pentru o aceeași putere transferată. De asemenea, este avantajoasă utilizarea autotransformatorului cu raport de transformare $K=1-2$, astfel încât puterea transferată pe cale galvanică să fie semnificativă.

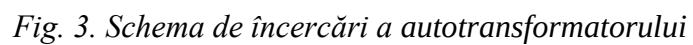
Autotransformatorul prezintă dezavantajul de a nu realiza separarea circuitelor primare și secundare, limitându-se astfel domeniul de aplicare

numai la interconectarea rețelelor cu tensiuni care nu diferă prea mult (având nivel de izolație apropiat) sau în rețelele în care nu se pune problema pătrunderii supratensiunilor.

Autotransformatoarele se construiesc atât pentru puteri mici, necesare pentru adaptarea receptoarelor la tensiunea rețelei (de exemplu de la 110 V la 220 V) cât și pentru puteri mari și foarte mari, uzual la interconectarea rețelelor de tensiuni diferite (de exemplu interconectarea rețelelor de 380 kV cu cele de 220 kV. De asemenea, autotransformatorul se utilizează la pornirea motoarelor sincrone și asincrone.

Procedeu experimental

Lucrarea practică își propune trasarea caracteristicilor unui autotransformatorului pentru a fi comparate cu caracteristicile unui transformator de aceeași putere.



Încercarea autotransformatorului:

Încercarea transformatorului::

[illegible]

Se vor trasa caracteristicile:

- caracteristica externă: $U_2=f(I_2)$ - pune în evidență influența prezenței șuntului asupra pantei caracteristice;
- caracteristica randamentului: $\eta=f(P_2)$
- caracteristica factorului de putere și a curentului absorbit: $\cos \varphi=f(P_2)$;
- caracteristica curentului absorbit $I_1=f(P_2)$.

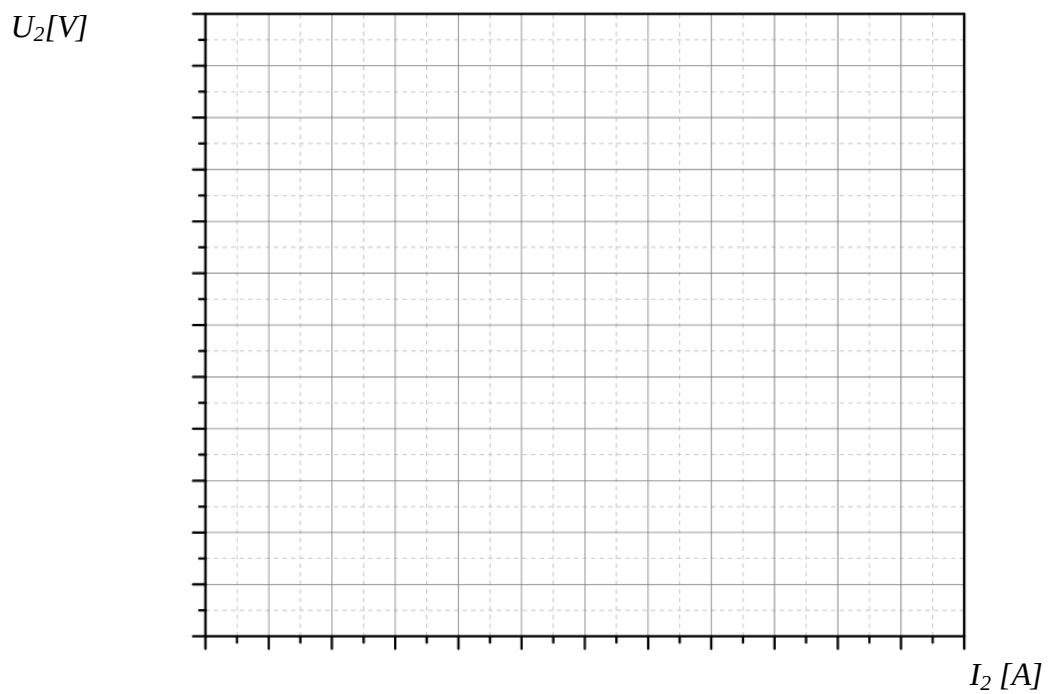


Fig. 4. Caracteristica externă

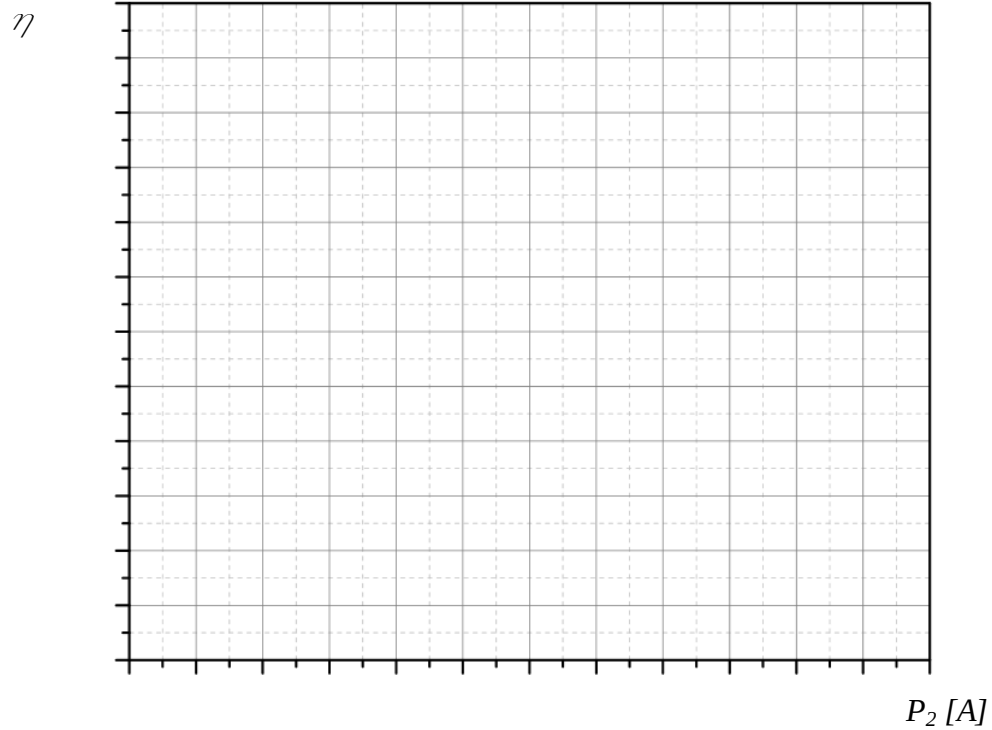


Fig. 5 – Randamentul transformatorului

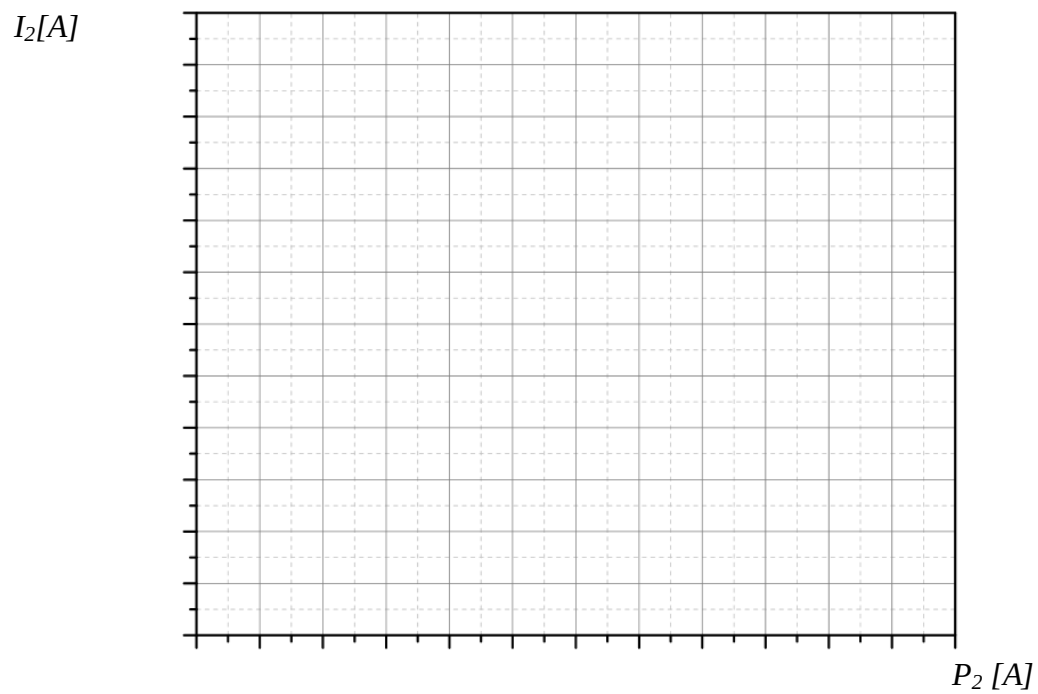


Fig. 6 – Caracteristica curentului absorbit

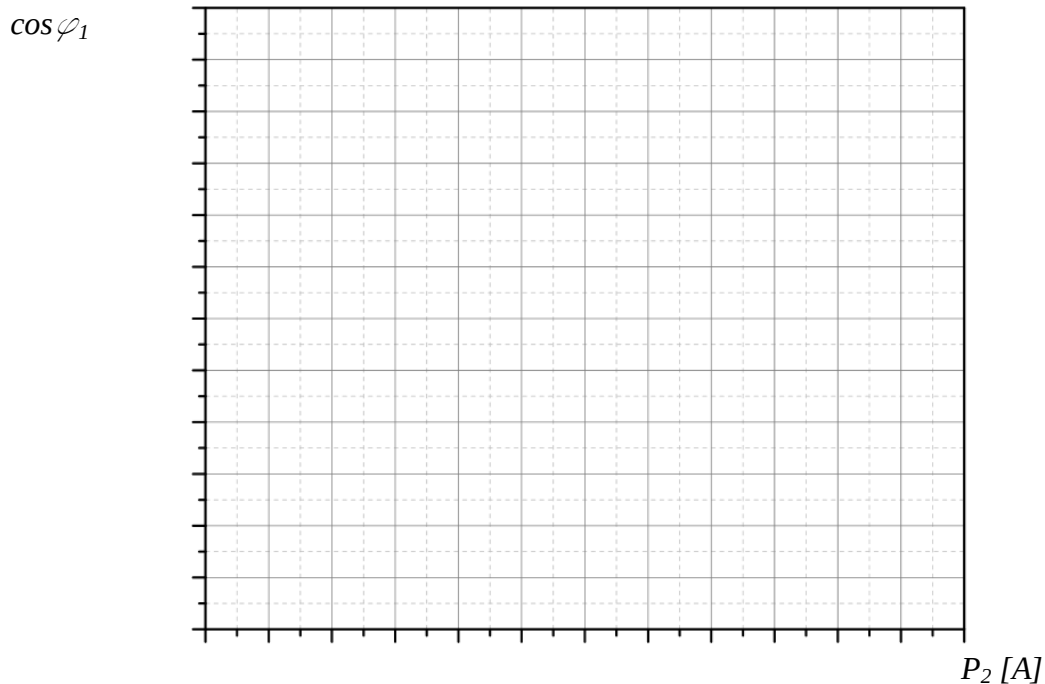


Fig. 7 – Factorul de putere

Se măsoară valorile nominale obținute în regim de scurtcircuit calculându-se parametrii de scurtcircuit și componentele tensiunii de scurtcircuit ale transformatorului:

- rezistența de scurtcircuit R_{sc} :

$$R_{sc} = \frac{P_{scN}}{I_{1N}^2}$$

- impedența de scurtcircuit Z_{sc} :

$$Z_{sc} = \frac{U_{sc}}{I_{1N}}$$

- reactanța de magnetizare X_{sc} :

$$X_{sc} = \sqrt{Z_{sc}^2 - R_{sc}^2}$$

- componenta activă a tensiunii de scurtcircuit în unități fizice respectiv procentual din U_{1N} :

$$U_{sca} = R_{sc} \cdot I_{1N}$$

$$U_{sca} = \frac{R_{sc} \cdot I_{1N}}{U_{1N}} \cdot 100\%$$

- componenta reactivă a tensiunii de scurtcircuit în unități fizice sau procente:

$$U_{scr} = X_{sc} \cdot I_{1N}$$

$$u_{scr} = \frac{X_{sc} \cdot I_{1N}}{U_{1N}} \cdot 100\%$$

Cu valorile obținute pentru componentele tensiunii de scurtcircuit (U_{sc} , U_{sca} și U_{scr}) se construiește triunghiul de scurtcircuit care, pentru sarcina nominală $I_{1sc}=I_{1N}$ poartă denumirea de triunghiul fundamental de scurtcircuit (Fig. 8).

Tabelul 2

$U_{1N} [V]$	$I_{sc} [A]$	$P_{1sc} [W]$	$Z_{sc} [\Omega]$	$R_{sc} [\Omega]$	$X_{sc} [\Omega]$	$p_{Cu} [W]$	U_{sca}	U_{scr}

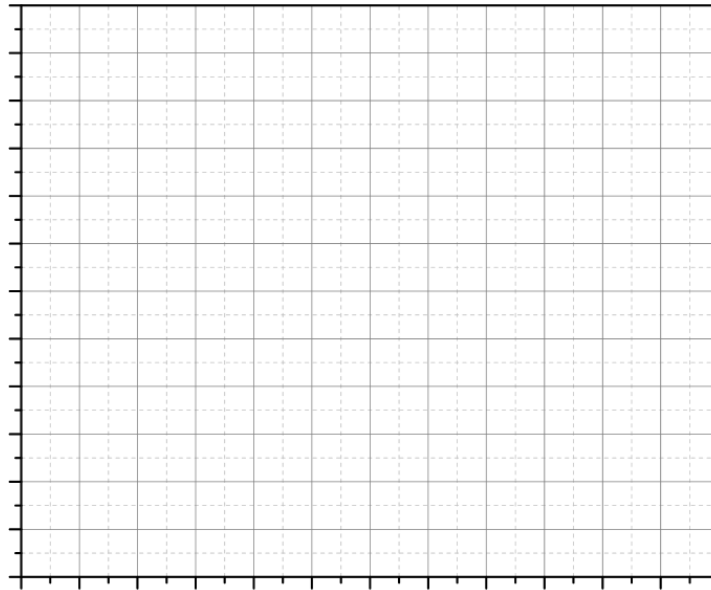


Fig. 8 – Triunghiul fundamental de scurtcircuit

Triunghiul de scurtcircuit fiind un triunghi dreptunghic la construirea lui sunt necesare două laturi: U_{sca} și U_{scr} . și va rezulta astfel φ_{sc} , unghiul dintre cele două tensiuni) e reprezintă defazajul transformatorului. Valoarea acestui defazaj este dată de relația:

$$\operatorname{tg} \varphi_{sc} = \frac{U_{scr}}{U_{sca}} = \frac{X_{sc}}{R_{sc}}$$

Acest defazaj variază cu puterea transformatorului. La transformatoarele mari se poate neglija componenta activă a tensiunii de scurtcircuit.

