

## Laboratorium Maszyn Elektrycznych

### wiczenie T1 – Transformator 1-fazowy

---

#### I. Program ćwiczenia:

1. Zapoznać się z budową oraz z danymi znamionowymi:

$$S_N = 160[\text{VA}], U_{N1} = 220[\text{V}], U_{N2} = U_{20} = 24[\text{V}]$$

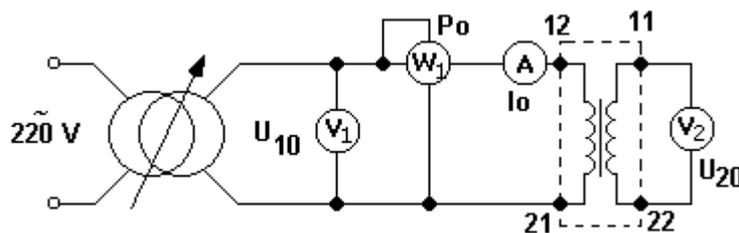
Obliczyć prądy znamionowe obu uzwojeń transformatora,

$$I_{N1} = \frac{S_N}{U_{N1}} \quad I_{N2} = \frac{S_N}{U_{N2}}$$

oraz przekładnię napięciową

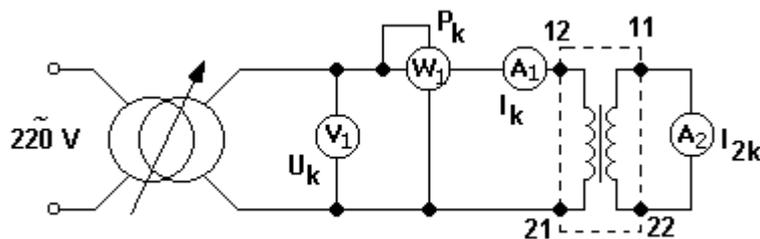
$$v_n = \frac{U_{N1}}{U_{N2}}$$

2. Pomiar stanu jałowego transformatora przy znamionowym napięciu zasilającym strony pierwotnej  $U_{N1}$  wg układu



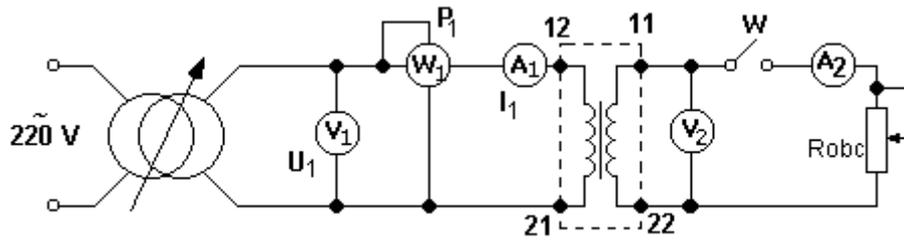
Zmierzyć przy  $U_1 = U_{10} = U_{N1}$  prąd jałowy  $I_0$ , moc jałową  $P_0$  oraz napięcie jałowe strony wtórnej  $U_2 = U_{20}$

3. Pomiar stanu zwarcia transformatora przy znamionowym prądzie  $I_{N1}$  strony pierwotnej wg układu



Ustawić przy pomocy autotransformatora Atr prąd zwarcia pierwotny  $I_1 = I_{1k} = I_{N1}$  i zmierzyć moc zwarcia  $P_k$ , napięcie zwarcia  $U_k$  oraz prąd zwarcia strony wtórnej  $I_{2k}$

4. Pomiar stanu obciążenia transformatora wg układu



- autotransformatorem Atr ustawić  $U_1 = U_{N1}$
- $R_{obc}$  ustawić na wartość maksymalną
- zamknąć wyłącznik W
- $R_{obc}$  tak regulować (zmniejszając wartość rezystancji) by  $I_2$  przyjął wartość  $I_2 = 1,2 I_{2N}$
- zwiększając  $R_{obc}$  do wartości maksymalnej mierzyć  $I_1$ ,  $P_1$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $I_2$  kończąc pomiar w stanie jałowym transformatora.

Wykonać około 8 punktów pomiarowych.

## II. Opracowanie sprawozdania:

- Wyniki pomiarów ująć w tabelach.
- Obliczyć:

- dla stanu jałowego

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_{10} I_0}$$

- dla stanu zwarcia

$$\cos \varphi_K = \frac{P_K}{U_k I_{1k}}$$

- przekładnie napięciowa

$$\nu_n = \frac{U_{N1}}{U_{20}}$$

- Dla poszczególnych punktów stanu obciążenia obliczyć:

- współczynnik mocy

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 I_1}$$

- moc pozorna pobrana z sieci

$$S_1 = U_1 I_1 \quad [\text{VA}]$$

- moc bierna

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} \quad [\text{Var}]$$

d. moc oddana

$$P_2 = U_2 I_2 \quad [\text{W}]$$

e. sprawność transformatora

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad [\%]$$

f. wykreslic rodzinę charakterystyk

$$P_1, I_1, I_2, \cos\Phi_1, \eta = f(P_2), P_1, Q_1 = f(S_1) \text{ oraz charakterystykę zewnętrzną } U_2 = f(I_2)$$

g. skomentować zmianę rozkładu mocy pozornej na moc czynną i bierną w miarę zmian obciążenia transformatora

4. Obliczyć sprawność znamionową transformatora metodą strat poszczególnych

$$\eta_N = \left( 1 - \frac{\sum \Delta P}{P_{1N}} \right) \cdot 100 \quad [\%]$$

gdzie:  $\sum \Delta P = P_0 + P_k$  - suma strat w transformatorze

$P_{N1}$  - moc znamionowa pierwotna zmierzona w stanie obciążenia znamionowego.

Porównać wartość sprawności  $\eta_N$  obliczoną metodą strat poszczególnych ze sprawnością dla stanu znamionowego zmierzona metodą bezpośrednich obciążeń.

5. Na podstawie pomiaru stanu jałowego i zwarcia obliczyć parametry schematu zastępczego:

a. z pomiarów stanu jałowego

$$R_{fs} = \frac{U_{10}^2}{P_0}$$

$$I_{fe} = \frac{U_{10}}{R_{fe}}$$

$$I_\mu = \sqrt{I_0^2 - I_{fe}^2}$$

$$X_\mu = \frac{U_{10}}{I_\mu}$$

b. z pomiarów stanu zwarcia

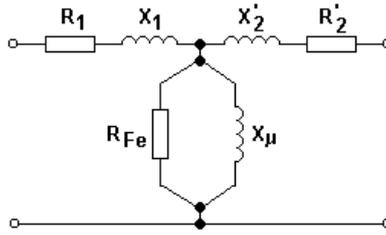
$$z_k = \frac{U_k}{I_{1k}}$$

$$R_k = \frac{P_k}{I_{1k}^2}$$

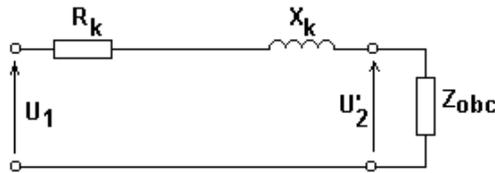
$$X_k = \sqrt{z_k^2 - R_k^2}$$

$$R_k = R'_2 = \frac{R_k}{2}$$

$$X_1 = X'_2 = \frac{X_k}{2}$$



6. Korzystając z uproszczonego schematu zastępczego transformatora wyznaczyć teoretyczny przebieg charakterystyki zewnętrznej.



Sprowadzając parametry schematu zastępczego na stronę wtórna

$$R'_k = \frac{R_k}{g_n^2} ; \quad X'_k = \frac{X_k}{g_n^2}$$

można wprost obliczyć wartości napięcia po stronie wtórnej

$$U_2 = U_{20} - \frac{I_2}{R'_k \cos \varphi_2 \pm x'_k \sin \varphi_2} \quad \text{lub} \quad U_2 = U_{20} - \frac{I_2 (R_k \cos \varphi_2 \pm x_k \sin \varphi_2)}{g_n^2}$$

znak '+' przy  $X_k$  obowiązuje dla  $\cos \varphi_{2\text{ind}}$  natomiast '-' dla  $\cos \varphi_{2\text{poj}}$ .

W naszym przypadku obciążenie miało charakter rezystancyjny stad  $\cos \varphi_2 = 1$ ,  $\sin \varphi_2 = 0$  stad:

$$U_2 = U_{20} - I_2 \frac{R_k}{g_n^2}$$

$U_{20}$ ,  $g_n$  - zostały wyznaczone podczas pomiaru jałowego.

$R_k$  - wyznaczone w punkcie 5 części II.

Charakterystykę  $U_2 = f(I_2)$  należy wyznaczyć dla prądu  $I_2$  zmieniającego się od 0 do  $1,2I_{2N}$ , i porównać ją z charakterystyką zewnętrzną zmierzona obliczając dla każdej z charakterystyk zmienność napięcia

$$\delta_U = \frac{U_{20} - U_2}{U_2} \cdot 100$$

gdzie:  $U_2$  - napięcie przy prądzie obciążenia strony wtórnej;  $I_2 = I_{2N}$