

Laboratorium Maszyn Elektrycznych

wiczenie T1 – Transformator 1-fazowy

I. Program ćwiczenia:

1. Zapoznać się z budową oraz z danymi znamionowymi:

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

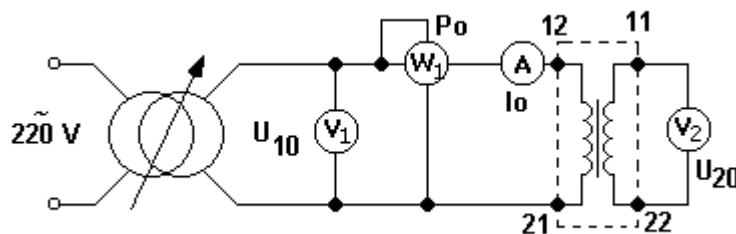
Obliczyć prądy znamionowe obu uzwojeń transformatora,

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

oraz przekładnię napięciową

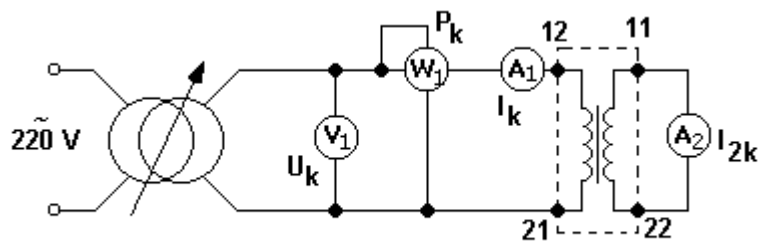
$$v_n = \frac{U_{N1}}{U_{N2}}$$

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



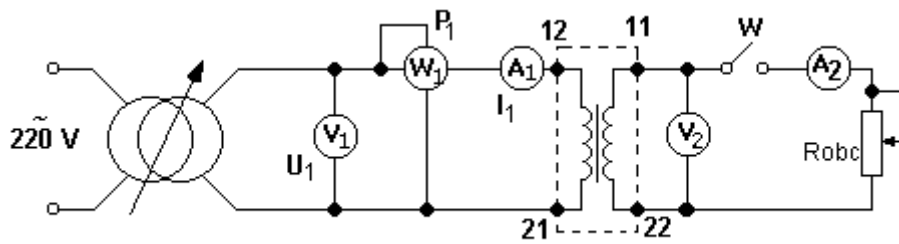
Zmierzyć przy $U_1 = U_{10} = U_{N1}$ prąd jałowy I_0 , moc jałową P_0 oraz napięcie jałowe strony wtórnej $U_2 = U_{20}$

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. wykresić 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 η_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

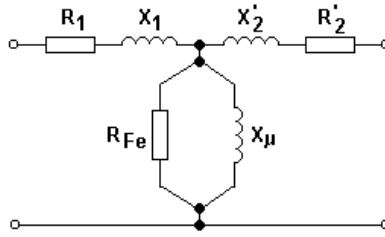
$$z_k = \frac{U_k}{I_{1k}}$$

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

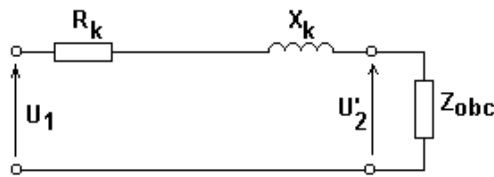
$$X_k = \sqrt{z_k^2 - R_k^2}$$

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

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



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; $I_2 = I_{2N}$