

**Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej  
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika**

**KATEDRA AUTOMATYKI I SYSTEMÓW POMIAROWYCH**

**Pracownia Elektrotechniki**

**Ćwiczenie 3**

**Wyznaczanie parametrów transformatora jednofazowego**

**Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i zasadą działania transformatora jednofazowego oraz poznanie jego charakterystyk i metod badania.

**Zagadnienia do przygotowania**

Budowa i zasada działania transformatora jednofazowego.

Podstawowe stany pracy transformatora.

Straty mocy w transformatorze.

Schemat zastępczy transformatora.

**Przebieg ćwiczenia**

Odczytać z tabliczek znamionowych używanych urządzeń podstawowe informacje na temat ich parametrów metrologicznych. Odczytać parametry znamionowe urządzeń np.  $U_n$ . Sprawdzić czy urządzenia pomiarowe są właściwie wykalibrowane. Upewnić się, czy suwak używanego w ćwiczeniu autotransformatora ustawiony jest w pozycji początkowej.

Przeprowadzić pomiary parametrów transformatora:

1. Próba stanu jałowego

Sprawdzić czy schemat połączeń na stanowisku odpowiada próbie stanu jałowego. W razie potrzeby dokonać odpowiednich modyfikacji. Transformator po stronie pierwotnej jest zasilany napięciem  $U_1$  przy użyciu autotransformatora. Zmieniać napięcie w zakresie od 1 do 250V z krokiem 10V. Jedną z wskazanych nastaw jest napięcie znamionowe  $U_n$ . Dokonać pomiaru napięcia  $U_{20}$ , prądu  $I_0$  oraz mocy  $P_0$ . Wyniki pomiarów zebrać w poniższej tabeli:

Lp.	POMIARY				WIELKOŚCI OBLICZONE				
	$U_1$	$I_0$	$P_0$	$U_{20}$	$\Delta P_{Fe}$	$\cos \phi_0$	$\sin \phi_0$	$I_0 \cos \phi_0$	$I_0 \sin \phi_0$
n.	$U_n$								

2. Próba zwarcia i charakterystyki zwarcia

Sprawdzić czy schemat połączeń na stanowisku odpowiada próbie stanu zwarcia. W razie potrzeby dokonać odpowiednich modyfikacji. Transformator po stronie pierwotnej jest zasilany napięciem  $U_1$  przy użyciu autotransformatora. Obwód wtórny jest zwarty a napięcie zasilające zmienia się od zera do takiej wartości, przy której w uzwojeniu strony zasilającej popłynie prąd znamionowy. Odczytana wartość napięcia to napięcie zwarcia  $U_z$ . Regulować napięcie zasilania do momentu aż natężenie prądu zwarcia osiągnie wartość 1.2-1.3  $I_N$ . Ponadto za każdym razem należy mierzyć także moc  $P_z$

pobieraną przy zwarceniu. W tym przypadku posłużyć się miernikami cęgowymi. Napięcie zmieniać z krokiem  $\sim 0.5V$ . Wyniki zamieścić w tabeli w podobny sposób jak w punkcie 1 z tym wyjątkiem że po stronie wtórnej mierzoną wielkością jest prąd zwarcia.

### 3. Praca zewnętrzna transformatora przy obciążeniu czynnym i $\cos \phi_z = 1$

Sprawdzić czy schemat połączeń na stanowisku odpowiada próbie stanu zwarcia. W razie potrzeby dokonać odpowiednich modyfikacji. Transformator po stronie pierwotnej jest zasilany napięciem znamionowym i kilkoma wartościami napięcia bliskimi napięciu znamionowemu. Natomiast w obwód wtórny włączony jest odbiornik w postaci grzejnika. W stanie obciążenia transformatora w obu uzwojeniach płyną prądy. Prąd strony wtórnej zależy od napięcia na zaciskach tej strony oraz od parametrów odbiornika. Natomiast prąd strony pierwotnej ulega proporcjonalnym zmianom do prądu obciążenia, tak aby sumaryczny przepływ magnesujący rdzeń wywoływał strumień główny który indukuje siłę elektromotoryczną  $E_1$  zbliżoną do napięcia zasilania  $U_1$ . Pomiar przeprowadzić dla trzech różnych nastaw grzejnika (zmiana obciążenia). Zmieniać napięcie z krokiem 10V w zakresie od 210 do 250V.

Lp	POMIARY						WIELKOŚCI OBLICZONE				
	$U_1$	$I_1$	$P_1$	$U_2$	$I_2$	$P_2$	$\cos \phi_1$	$\eta$	$U'_2$	$S_1$	$\Delta U$
1250W											
	$U_n$										

## Opracowanie wyników pomiarów i przygotowanie sprawozdania

Dane pomiarowe przedstawić w odpowiednich tabelach. W tabeli opisującej stan jałowy uwypuklić wiersz dla napięcia znamionowego. W tabeli opisującej pracę w stanie zwarcia zaznaczyć wiersz w którym wyznaczono napięcie zwarcia (Uwaga!!!! W przypadku niezależnego pomiaru tej wielkości pominąć wyżej opisaną operację). W tabelach od pracy zewnętrznej zaznaczyć te wiersze tabeli w których transformator jest zasilany napięciem znamionowym.

### 1. Na podstawie pomiarów otrzymanych z próby stanu jałowego wyznaczyć:

- przekładnię transformatora;
- straty w rdzeniu:  $\Delta P_{Fe} = P_0 - R_1 I_0^2 \approx P_0$
- współczynnik mocy w stanie jałowym:  $\cos \phi_0 = P_0 * (U_{IN} I_0)^{-1}$
- składową czynną prądu jałowego:  $I_{Fe} = \Delta P_{Fe} E_1^{-1} \approx P_0 U_{IN}^{-1}$
- składową bierną prądu jałowego:  $I_{\mu} = \sqrt{I_0^2 - I_{Fe}^2}$
- wyznaczyć elementy schematu zastępczego:

$$R_{Fe} = \frac{E_1^2}{\Delta P_{Fe}} \approx \frac{U_{IN}^2}{P_0} \quad \text{i} \quad X_{\mu} = \frac{E_1}{I_{\mu}} \approx \frac{U_{IN}}{I_0}$$

- narysować schemat zastępczy i wykres wektorowy transformatora w stanie jałowym;
- wyznaczyć charakterystyki stanu jałowego:  $\Delta P_{Fe} = f(U_1)$  oraz  $\Delta I_0 = f(U_1)$

### 2. Na podstawie pomiarów otrzymanych z próby zwarcia wyznaczyć:

- straty w uzwojeniu  $\Delta P_{Cu} \approx P_z$
- współczynnik mocy w stanie zwarcia  $\cos \phi_z = P_z * (U_z I_N)^{-1}$
- impedancję zwarcia  $Z_z = U_z I_N^{-1}$
- rezystancję i reaktancję zwarcia  $R_z = \Delta P_{Cu} I_N^{-2}$
- narysować schemat zastępczy i wykres wektorowy transformatora w stanie zwarcia;

- wyznaczyć charakterystyki zwarcia transformatora  $I_z, P_z, \cos \phi_z = f(U_z)$
3. Na podstawie pomiarów otrzymanych z próby obciążenia wyznaczyć:
- spadek napięcia  $\Delta U = U_1 - U'_2$
  - sprawność transformatora  $\eta$
  - narysować schemat zastępczy i wykres wektorowy transformatora w stanie obciążenia;
  - wyznaczyć charakterystyki zewnętrzne transformatora:  $\eta, U_2, = f(I_2)$

### **UWAGA!!!!!!**

Pozostałe wytyczne niezależne od typu ćwiczenia zostały zamieszczone w dokumencie „*Wytyczne odnośnie przygotowania sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych*”. Metodyka postępowania przy realizacji schematu zastępczego i wyznaczaniu parametrów transformatora została przedstawiona na wykładzie.