



Podstawy Fizyki Elektryczność

Praca zbiorowa

Ćwiczenie F 84

BADANIE TRANSFORMATORA

opr. techn. Mirosław Maś

Uniwersytet Przyrodniczo - Humanistyczny
Siedlce 2020

1. Cel ćwiczenia

W ćwiczeniu student bada transformator, poznaje jego budowę i zastosowania. Wyznacza charakterystyki transformatora (nieobciążonego) na tzw. biegu jałowym; oblicza przekładnię, ponadto wyznacza charakterystyki pracy (obciążonego) transformatora (przy ustalonym napięciu zasilania, oraz oblicza wyznacza wydajność (sprawność).

Przed rozpoczęciem ćwiczenia należy sprawdzić czy zestaw laboratoryjny jest kompletny.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi:

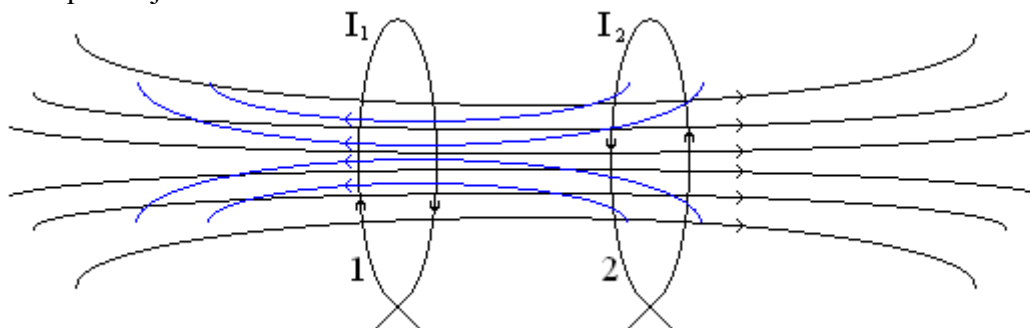
- autotransformator;
- transformator rozbieralny
- 2 woltomierze,
- 2 amperomierz
- opornica suwakowa,
- przewody połączeniowe.

Do ćwiczenia należy opanować następujące zagadnienia teoretyczne:

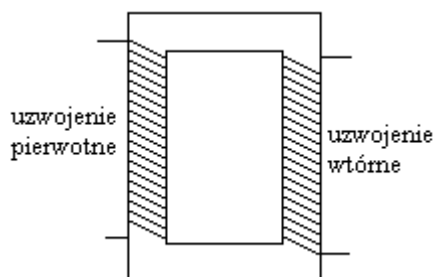
- prąd; napięcie – definicje, jednostki;
- indukcja wzajemna;
- budowa transformatora;
- przekładnia, sposoby obliczeń;
- straty mocy;
- sprawność;
-

2. Wiadomości wstępne

Jeżeli prąd zmienny płynie w pierwszym obwodzie, to strumień indukcji tego prądu (na rysunku linie czarne), przenikający drugi obwód wzbudza w nim (zaznaczoną na niebiesko) **siłę elektromotoryczną indukcji wzajemnej**. Zjawisko indukcji wzajemnej dobrze ilustruje rysunek poniżej.



Transformator - to urządzenie wykorzystujące zjawisko indukcji wzajemnej. Zbudowany jest z rdzenia dobrze indukującego pole magnetyczne (zazwyczaj z cienkich blach ze stali transformatorowej) oraz uzwojenia pierwotnego i wtórnego nawiniętych na rdzeń. Patrz rysunek.



Przez uzwojenie pierwotne płynie prąd przemienny. Wytwarza w rdzeniu zmienny strumień indukcji magnetycznej przenikający również uzwojenie wtórne - wzbudzając w nim siłę elektromotoryczną indukcji o tej samej częstotliwości, co zasilający uzwojenie pierwotne (n_1) prąd przemienny.

Wartość siły elektromotorycznej jest proporcjonalna do liczby zwojów uzwojenia wtórnego. Całkowita siła elektromotoryczna zaindukowana w uzwojeniu wtórnym jest sumą wszystkich sił elektromotorycznych powstałych w każdym zwoju. Jeżeli liczba zwojów uzwojenia wtórnego (n_2) jest większa niż uzwojenia pierwotnego, wówczas uzyskamy podwyższenie napięcia, jeżeli mniejsza, to obniżenie. Zakładając, że przesunięcia fazowe w obu uzwojeniach są takie same i nie ma strat energii na rozpraszanie strumienia i energię wewnętrzną, wówczas możemy przyjąć, że moc wydzielona w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym jest jednakowa

$$I_1 U_1 = I_2 U_2,$$

a stąd

$$U_2 / U_1 = I_1 / I_2,$$

ponieważ

$$U_2 \sim n_2 \quad \text{a} \quad U_1 \sim n_1,$$

to stosunek

$$U_2 / U_1 = n_2 / n_1$$

nazywamy **przekładnią transformatora**.

Stosunek rzeczywistej mocy wydzielonej w uzwojeniu wtórnym do rzeczywistej mocy wydzielonej w uzwojeniu pierwotnym nazywamy **wydajnością transformatora**.

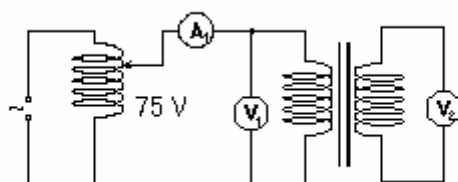
Straty mocy powstają wskutek wydzielania się ciepła Joule'a w obydwu uzwojeniach transformatora, wydzielania się energii wewnętrznej w rdzeniu spowodowane **histerezą** żelaza oraz wydzielania się energii wewnętrznej w rdzeniu wskutek przepływu prądów wirowych. Gdy obwód wtórny jest otwarty - transformator jest na biegu jałowym, wówczas straty spowodowane ciepłem Joule'a są znikome, pozostałych przyczyn usunąć się nie da. Różnica faz jest zbliżona do 90° . Zmniejsza się znacznie przy obciążeniu uzwojenia wtórnego.

3. Przebieg pomiarów

A. Bieg jałowy

Montujemy obwód jak na rysunku. Transformator rozbieralny zasilamy prądem przemiennym z autotransformatora.

UWAGA! Przed włączeniem do sieci obwód musi być sprawdzony przez prowadzącego zajęcia.



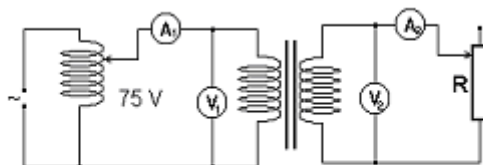
1. Zmieniamy napięcie w uzwojeniu pierwotnym U_1 , co 5V (np. w zakresie 20 – 75V lub innym ustalonym przez prowadzącego zajęcia), odczytujemy natężenie I_1 w obwodzie pierwotnym oraz napięcie U_2 w obwodzie wtórnym. Wyniki notujemy/

U_1	I_1				U_2				Przekładnia
	[A]				[V]				
[V]	I seria	II seria	III seria	średnia	I seria	II seria	III seria	średnia	
20									
25									
30									
35									
40									
45									
50									
55									
60									
65									
70									
75									

UWAGA! Używane do pomiarów mierniki pokazują wartości skuteczne mierzonych wielkości.

B. Praca pod obciążeniem

Montujemy obwód tak jak na rysunku



UWAGA! Przed włączeniem do sieci obwód musi być sprawdzony przez prowadzącego zajęcia.

1. W obwodzie pierwotnym ustawiamy napięcie zasilania na 75V. Opornik R ustawiamy na maksymalną wartość. Odczytujemy wskazania wszystkich przyrządów.
2. Mierzmy natężenie prądu I_2 poprzez zmianę wartości R (dla min 5 wartości - położeń suwaka), odczytujemy wskazania pozostałych przyrządów. Wyniki notujemy.

Położenie suwaka	U_1 [V]	I_1 [A]	U_2 [V]	I_2 [A]
1	75			
2				
3				
4				
5				
1	100			
2				
3				
4				
5				

UWAGA! Nie wolno dopuścić do przegrzania opornicy.

4. Opracowanie wyników

Ad. 3A

1. Obliczamy średnie wartości natężenia I_1 .
2. Wykreślamy zależności $I_1 = f_1(U_1)$ oraz $U_2 = f_2(U_1)$, nanosząc błędy wyznaczone z klasy przyrządów i zakresu.
3. Obliczamy przekładnię transformatora korzystając ze wzoru

$$n = \frac{U_2}{U_1}$$

Ad.3B

1. Sporządzamy wykresy zależności $U_2 = f_3(I_2)$, przy $U_1 = const$, dla każdej wartości oddzielnie, uwzględniając błędy pomiarowe
2. Korzystając ze wzoru, obliczymy wydajność transformatora.

$$\eta = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1}$$

3. Przeprowadzamy dyskusję błędów i analizę wyników.

5. Zadania dodatkowe

1. Pomiary i obliczenia powtarzamy dla transformatora z rozmontowanym rdzeniem.
2. Pomiary z punktów B. 1-2 powtarzamy dla innych U_1 (np. 50V, 125V, 150V, wybranych przez prowadzącego zajęcia).
3. Pomiary i obliczenia powtarzamy dla innej przekładni transformatora (innej liczby uzwojeń cewki uzwojenia wtórnego).

6. Literatura

1. Kuczera, red. Laboratorium z fizyki i biofizyki.
2. Fulińska, red. Opisy i instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki, II.
3. T. Dryński, red. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki.
4. Z. Zawisławski Metody opracowywania danych doświadczalnych.
5. B. Jaworski i inni Kurs fizyki, t.2.
6. A. Januszajtis. Fizyka dla politechnik, t.2.
7. A. Daniluk Instrukcje do ćwiczeń z fizyki.