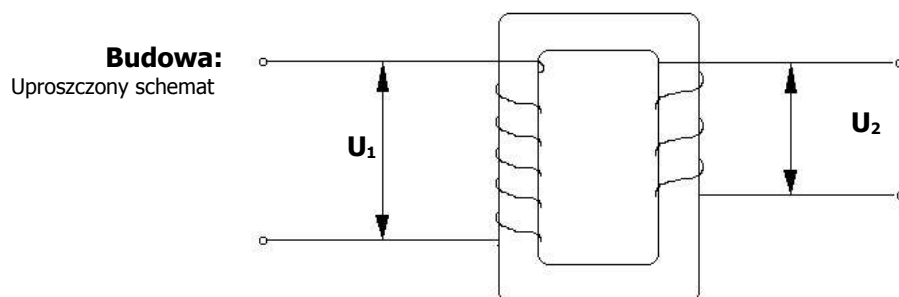


## Transformatory

Transformator to urządzenie służące do przenoszenia napięć z jednego obwodu elektrycznego do drugiego. Zasada działania transformatora oparta jest na wykorzystaniu zjawiska indukcji elektromagnetycznej.



Na wspólnym rdzeniu magnetycznym o dużej przenikalności magnetycznej nawinięte są dwa uzwojenia zwane odpowiednio pierwotnym i wtórnym.

Do uzwojenia pierwotnego dołącza się źródło napięcia zmiennego  $U_1$ . Prąd płynący w uzwojeniu pierwotnym wytwarza zmienny strumień magnetyczny. Siła elektromotoryczna samoindukcji w uzwojeniu pierwotnym jest równa napięciu  $U_1$  na końcach tego uzwojenia.

Zmienny strumień magnetyczny przenikający uzwojenie wtórne powoduje powstanie siły elektromotorycznej indukcji. Siła elektromotoryczna indukcji wzajemnej w uzwojeniu wtórnym jest równa napięciu  $U_2$  na końcach tego uzwojenia.

Oznaczając przez  $n_1$  liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego, otrzymamy z prawa indukcji zależność

$$U_1 = n_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Uzwojenie wtórne zawierające liczbę  $n_2$  zwojów, przenika ten sam strumień  $\Phi$ , więc na końcach tego uzwojenia wytworzy się napięcie równe sile elektromotorycznej indukcji wzajemnej.

$$U_2 = n_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

By znaleźć zależność między liczbą zwojów uzwojenia pierwotnego i wtórnego a wartościami napięć na końcach tych zwojów dzielimy te dwa równania stronami.

W wyniku otrzymamy zależność

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Wynika z niej to, że stosunek napięcia wtórnego do pierwotnego jest wprost proporcjonalny do stosunku liczby zwojów uzwojenia wtórnego do pierwotnego. Znając tę zależność można w prosty sposób dokonać zamiany napięć od wartości np. bardzo dużych do wartości przez nas pożądanych. Stosunek liczby zwojów  $n_2$  do  $n_1$  nazywa się przekładnią transformatora.

Np. transformator o przekładni

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{10}{2}$$

będzie zmniejszał napięcie pięciokrotnie.

Poprzez odpowiednie nawinięcie uzwojenia transformatora można zwiększyć lub zmniejszyć napięcie wtórne w porównaniu z napięciem pierwotnym.

Równocześnie ze zmianami napięć ulega zmianie natężenie prądu a zależność opisująca tą zmianę wyraża się wzorem

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

czyli że stosunek prądu wtórnego do prądu w uzwojeniu pierwotnym jest równy w przybliżeniu odwrotności przekładni.

Sprawność transformatorów.

Z definicji - dla dowolnego przepływu energii sprawność to stosunek energii otrzymanej do całkowitej energii włożonej. W idealnym transformatorze stosunek natężeń prądu w obu uzwojeniach jest odwrotny do stosunku liczby zwojów:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Przez straty energii stosunek mocy wyjściowej do wejściowej nie jest równy jedności, co zapisujemy

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2 I_2}{V_1 I_1} = \eta < 1$$

$\eta$  - sprawność wyrażana najczęściej w procentach. W praktyce sprawność transformatorów przekracza 90 %.

Rodzaje transformatorów:

1. Transformatory energetyczne dwu i trójuzwojeniowe.
2. Autotransformatory
3. Regulatory indukcyjne
4. Przekładniki
5. Transformatory specjalne – spawalnicze, piecowe.

Zastosowanie:

1. Do transportu energii
2. Do rozruchu silników i regulacji napięcia.
3. Do zasilania przyrządów pomiarowych, przekaźników.

## Zadania:

- I. Ile zwojów musi mieć uzwojenie wtórne transformatora, by przy napięciu 220 V i 1000 zwojów w uzwojeniu pierwotnym, napięcie wyjściowe było równe 44 V?

Dane:  $U_1=220\text{ V}$ ,  $n_1=1000$ ,  $U_2= 44\text{ V}$

Szukane:  $n_2=?$

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

więc z zależności

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

wyznaczamy  $n_2$

$$n_2 = \frac{U_2 \cdot n_1}{U_1}$$

Po wstawieniu wartości otrzymujemy

$$n_2 = \frac{44\text{V} \cdot 1000}{220\text{V}} = 200$$

$$n_2 = 200$$

Odp.: W uzwojeniu wtórnym musi być 200 zwojów.

- II. Na rdzeń transformatora nawinięto uzwojenie z drutu o oporności  $1\Omega$ . W uzwojeniu płynie prąd o natężeniu 1A. Liczba zwojów uzwojenia pierwotnego wynosi 50. Jaka ilość zwojów musi być w uzwojeniu wtórnym by natężenie wyjściowe było 2A?

Dane:  $I_1=1\text{ A}$ ,  $n_1=50$ ,  $I_2= 2\text{ A}$

Szukane:  $n_2=?$

Zależność natężeń prądów w transformatorze przedstawia wzór

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{I_1 \cdot n_1}{I_2}$$

Po wstawieniu wartości otrzymujemy

$$n_2 = \frac{1\text{A} \cdot 50}{2\text{A}} = 25$$

$$n_2 = 25$$

Odp.: W uzwojeniu wtórnym musi być 25 zwojów.

III. Obliczyć stosunek ilości zwojów dwu obwodów magnetycznych, przez które płynie taki sam strumień wektora indukcji magnetycznej oraz taki sam prąd elektryczny, jeśli stosunek ich oporów magnetycznych wynosi

$$\frac{R_{1m}}{R_{2m}} = \frac{1}{10}$$

Dane:  $\frac{R_{1m}}{R_{2m}} = \frac{1}{10}$

Szukane:  $\frac{n_1}{n_2} = ?$

Ponieważ  $\Phi_1 = \Phi_2$

Więc

$$\frac{In_1}{R_{1m}} = \frac{In_2}{R_{2m}}$$

Ponieważ prądy w obwodach – wtórnym i pierwotnym są takie same, więc pozbywamy się I. Przekształcając wzór znajdujemy zależność

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{R_{1m}}{R_{2m}}$$

a zatem

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{R_{1m}}{R_{2m}} = \frac{1}{10}$$

Odp.: Stosunek ilości zwojów równy jest  $\frac{1}{10}$

IV. Stosunek ilości zwojów transformatora wynosi 20/160. Podać czy jest to transformator zmniejszający czy zwiększający napięcie wyjściowe. Podać wielokrotność zmiany napięcia wyjściowego w stosunku do wejściowego. Jaka będzie wartość napięcia wyjścia gdy na wejściu podłączymy 224 V.

Odp.: Jest to transformator zmniejszający napięcie.

Odp.: Zmniejsza 8x.

Dane:  $U_1 = 224 \text{ V}$ ,  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{20}{60}$

Szukane:  $U_2 = ?$

Z zależności

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Wyznaczamy  $U_2$

$$U_2 = \frac{U_1 n_2}{n_1}$$

Podstawiając dane wielkości uzyskujemy

$$U_2 = \frac{224 \cdot 20}{60} = 28 \text{ V}$$

Odp.: Napięcie wyjściowe równe jest 28 V.