



Podstawy Fizyki Elektryczność

Praca zbiorowa

Ćwiczenie 87

***POMIAR MOCY CZYNNEJ i OBLICZENIA MOCY
BIERNEJ I POZORNEJ
ODBIORNIKA JEDNOFAZOWEGO***

opr. tech. Mirosław Maś

Uniwersytet Przyrodniczo - Humanistyczny
Siedlce 2020

1. Wstęp

Celem ćwiczenia jest praktyczne wykonanie pomiaru mocy czynnej za pomocą watomierza, mocy pozornej wykorzystując woltomierz i amperomierz oraz obliczenie kąta przesunięcia fazowego i mocy biernej i dla odbiornika jedno-fazowego.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi:

1. watomierz
2. woltomierz
3. amperomierz
4. opornica drutowa
5. autotransformator
6. cewka na rdzeniu
7. przewody zwykłe

Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdź, czy zestaw laboratoryjny jest kompletny.

Do ćwiczenia należy opanować następujące zagadnienia teoretyczne (definicje i odpowiednie wzory):

- napięcie elektryczne,
- natężenie prądu,
- pulsacja
- kąt przesunięcia fazowego
- opór czynny; bierny oraz pojemnościowy
- zawada
- moc czynna bierna i pozorna
- zasada odczytu z watomierza

UWAGA: Ze względów bezpieczeństwa układ pomiarowy jest już podłączony.

2. Wiadomości wstępne

Uporządkowany ruch ładunku w metalicznych (i nie tylko) przewodnikach nazywamy prądem elektrycznym. Nośnikami są poruszające się elektrony swobodne (czasami nazywane elektronami przewodnictwa). Bez pola elektrycznego ich ruch jest chaotyczny – przez przewodnik nie płynie prąd.

Dopiero przyłożenie różnicy potencjałów (napięcia) powoduje ukierunkowanie chaotycznych ruchów elektronów swobodnych w określonym kierunku – przez przewodnik płynie prąd.

Przepływ prądu jest opisywany jako - natężenie prądu.

Natężenie prądu – to ilość ładunku - jaki przepływa przez przekrój poprzeczny przewodnika w jednostce czasu.

$$I = \frac{Q}{t}$$

W układzie SI jednostką ładunku Q jest kulomb (C) a natężenia prądu I amper (A).

Mówimy, że prąd o natężenia 1A to przepływ ładunku 1C w ciągu 1 sek.

Prąd zmienny – prąd, w którym wartość natężenia zmienia się w czasie.

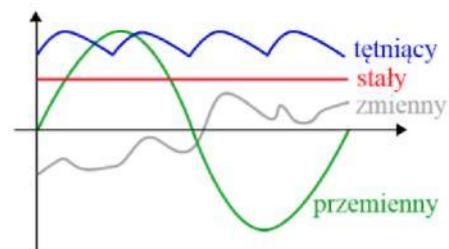
Rysunek przedstawia różne przebiegi natężenia prądu. Patrząc na kształty zmian możemy prądy podzielić na:

prądy okresowo zmienne, a w nich:

prąd tętniący
prąd przemienny

oraz

prądy nieokresowe.



Prąd przemienny (ang.: *alternating current, AC*), nazywamy potocznie *prądem zmiennym* - prąd, którego wartość natężenia zmienia się w czasie jak funkcja sinus.

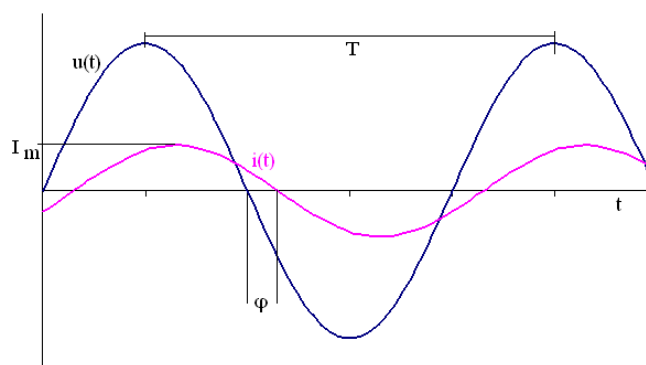
Podstawowe parametry :

okres T - czas jednego pełnego cyklu;

częstotliwość f - liczba cykli w jednostce czasu;

$$f = \frac{1}{T}$$

amplituda I_m - wartość *szczytową*, maksymalna wartość;



natężenie chwilowe

$$I = I_m \sin \omega t$$

napięcie chwilowe

$$U = U_m \sin \omega t$$

częstość kołowa

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

wartość skuteczna I_{sk} – zastępczy prąd

stały, który przepływając przez odbiornik R , wydzieli moc równą mocy która wydzieliłaby się przy przepływie prądu przemiennego.

Między wartością skuteczną a wartością maksymalną (szczytową) istnieje zależność:

$$I_{sk} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

UWAGA: Mierniki (woltomierze i amperomierze) pokazują wartości skuteczne, a nie wartości (szczytowe) maksymalne

zawada – oporność w obwodach prądu przemiennego.

$$Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_c)^2}$$

gdzie

opór omowy R – opór stawiany przez zwykłe oporniki - nazywany oporem czynnym

opór pojemnościowy R_c – opór stawiany przez kondensator – zależy od pojemności kondensatora i częstotliwości płynącego prądu.

$$R_c = \frac{1}{\omega C}$$

opór indukcyjny R_L – opór stawiany przez zwojnicę (cewkę) – zależy od indukcyjności cewki (L) i częstotliwości prądu – nazywany oporem biernym.

$$R_L = \omega L$$

ω to częstość kołowa $\omega = 2\pi f$,

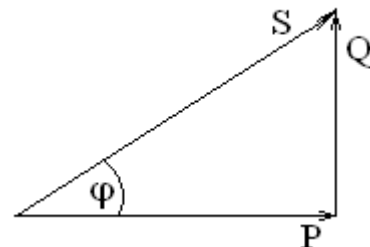
moc prądu przemiennego – w odbiornikach, których zawada składa się z trzech rodzajów oporności - oporu omowego, indukcyjnego i pojemnościowego mamy do czynienia z trzema rodzajami mocy opisanymi odpowiednio wzorami:

- czynnej obliczanej ze wzoru $P = UI \cos \varphi$ [W]

praktyczny jej pomiar wykonujemy przy pomocy watomierza

- biernej obliczanej ze wzoru $Q = UI \sin \varphi$ [var],

do jej pomiaru służy waromierz, gdzie $\sin \varphi = Q/S$



- pozornej obliczanej ze wzoru

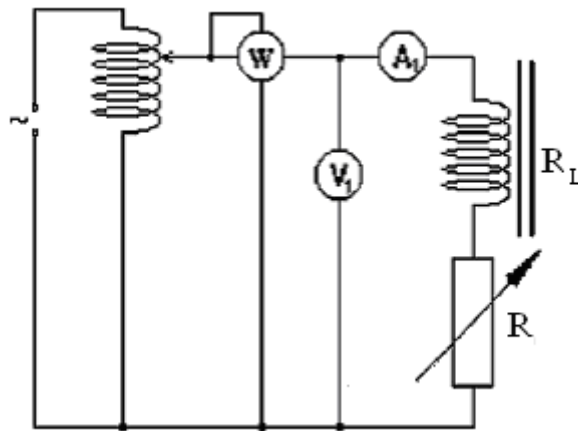
$$S = UI \text{ [VA]}$$

obliczanej na podstawie wskazań amperomierza i woltomierza.

Jak łatwo zauważyć, związki między poszczególnymi rodzajami mocy dadzą się przedstawić w postaci trójkąta.

3. Wykonanie pomiarów

1. Obwód połączony jest według schematu przedstawionego na rysunku.



2. Rozpoznaj wszystkie elementy układu.
3. Ustaw zakresy watomierza na : $U = 100V$ i $I = 2,5A$.
4. Ustaw wartość opornika dekadowego (R) w pozycji 0.
5. W obecności przewodzącego zajęcia pokrętle autotransformatora ustaw wartość napięcia (lub prądu) wskazaną przez niego.
6. Odczytaj i zanotuj wskazania przyrządów zmieniając wartość oporu omowego od 0 do 10Ω
7. Powtórz pomiary z punktu 6 zmieniając opór omowy od 10 do 0Ω .

Wyniki zapisz w tabeli

ustawiane	odczytane z mierników												obliczane					
R	P				U				I				Z	R_L	S	Q	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$
[Ω]	[W]				[V]				[A]				[Ω]	[Ω]	[VA]	[var]		
	I	II	III	śr	I	II	III	śr	I	II	III	śr						
0																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

4. Opracowanie wyników

1. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów obliczamy opór cewki R_L ze wzoru na zawadę przyjmując $R_C = 0$.

$$Z = \sqrt{R^2 + R_L^2}$$

2. Oblicz moc pozorną (S); $\cos \varphi$ i $\sin \varphi$ oraz moc bierną (Q).
3. W jednym układzie współrzędnych sporządź wykresy zależności $P = f(R + R_L)$ $Q = g(R + R_L)$
4. Dla trzech wybranych punktów pomiarowych zaznacz błędy (metodę podaje prowadzący).
Lub przykładowo :błąd - mocy czynnej - z klasy i zakresu miernika (watomierza).
- mocy biernej - obliczony metodą różniczki zupełnej.
5. Przeprowadź dyskusję otrzymanych wyników i sformułuj wnioski.

5. Literatura

- | | |
|--|---|
| 1. D. Halliday, R. Resnick, | Fizyka, tom II, PWN |
| 2. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, | Podstawy fizyki, tom III, PWN |
| 3. T. Dryński, red. | Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. |
| 4. Z. Zawisławski | Metody opracowywania danych doświadczalnych. |
| 5. E.M. Purcell, | Elektryczność i magnetyzm, |
| 6. K. Zboiński, | Laboratorium z fizyki, |
| 7. B. Jaworski i inni | Kurs fizyki, t.2. . |
| 8. A. Januszajtis. | Fizyka dla politechnik, t.2. |
| 9. A. Daniluk | Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki. |