26.03.2021 Elektryk

Podstawy elektrotechniki

1. **Przebiegi sinusoidalne**
2. **Parametry prądu i napięcia sinusoidalnego**
3. **Przykłady obliczeniowe**
4. **Przesunięcie fazowe**
5. **Elementy RLC w obwodzie prądu sinusoidalnego**
6. **Impedancja**
7. **Zagadnienia BHP**

Przebiegi sinusoidalne

Przy danych wartościach l, v, B_m przebieg siły elektromotorycznej, wyrażony wzorem

$$e = B_m l v sin\omega t \qquad \text{(a)}$$

Jest tylko funkcją czasu. Siła elektromotoryczna przyjmuje największą wartość, gdy sinωt = 1.
Jak wiadomo, sinα może przybierać wartości od -1 do +1, przy czym sinα = 1, gdy α = 90^0 = π/2, a następnie dla kątów większych od π/2 o 2π, 4π itd.

Największą wartość dowolnej wielkości sinusoidalnej nazywamy jej amplitudą albo wartością szczytową i oznaczamy wielką literą z dodatkiem wskaźnika m u dołu.

Możemy mówić o amplitudzie siły elektromotorycznej E_m, napięciu U_m, prądu I_m, strumienia Φ_m itd.
Amplituda siły elektromotorycznej ze wzoru (a)

$$E_m = B_m l v,$$

a jej przebieg w czasie

$$e = E_m sin\omega t,$$

Przy czym: ω – pulsacja, ωt – kąt fazowy albo krótko faza przebiegu sinusoidalnego.

Przykład:

Częstotliwość prądu f = 50Hz. Określić przebieg prądu o amplitudzie I_m = 5A.

Rozwiązanie:

Pulsacja

ω = 2πf = 2π * 50 = 314rad/s

przebieg prądu

$i = I_m \sin\omega t = 5\sin 314t.$

Okres

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0{,}02s.$$

Zadanie:

Oblicz częstotliwość i pulsację prądu sinusoidalnego, którego okres T = 0,004s.

Parametry prądu i napięcia sinusoidalnego

T – okres – czas potrzebny na jedną pełną zmianę (jeden pełny cykl) **[T] = s**

f – częstotliwość – wyraża liczbę okresów przypadających na jedną sekundę $[\boldsymbol{f}] = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{T}} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{s}} = \mathbf{1}\boldsymbol{Hz}$

amplituda – największa wartość

I, U – wartość skuteczna prądu i napięcia sinusoidalnego

matematycznie:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ I_m$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ U_m$$

Wartością skuteczną prądu sinusoidalnie zmiennego nazywa się wartość równoważnego zastępczego natężenia prądu stałego, który na rezystancji R = const, w czasie równym okresowi (t = T), wydzieli tę samą ilość energii cieplnej co prąd sinusoidalny.

$I_{śr}$ – wartość średnia

$$I_{śr} = \frac{2}{\pi} I_m \approx 0{,}637 I_m$$

Wartość średnia prądu sinusoidalnie zmiennego jest równa natężeniu zastępczego prądu stałego, który płynąc przez pół okresu, przeniesie taki sam ładunek jak dany prąd sinusoidalny.

Wartość średnia napięcia sinusoidalnie zmiennego

$$U_{śr} = \frac{2}{\pi} U_m \approx 0{,}637 U_m$$

Wartość chwilowa (stąd oznaczenie małą literą) napięcia sinusoidalnie zmiennego jest określona funkcją

$$u = U_m sin\omega t$$

Jeżeli mówi się, że w ogólnodostępnej sieci elektroenergetycznej jest napięcie o wartości 230 V, to nie oznacza, że jest ono stałe w czasie, lecz że zmienia się w zakresie wartości od -230$\sqrt{2}$V do +230$\sqrt{2}$V,

a tylko jego wartość skuteczna jest równa 230V. Mówiąc o wielkościach sinusoidalnie zmiennych: prądzie, napięciu czy sile elektromotorycznej, ma się na myśli zawsze ich wartość skuteczną, chyba że dana wielkość zostanie określona inaczej.

Zadanie

Napięcie w sieci jednofazowej prądu sinusoidalnie zmiennego jest opisane następującym równaniem u = 325,27sin314t. Podaj wartość skuteczną U tego napięcia oraz jego częstotliwość f.

Wskazówka $325{,}27 = U_m; \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; \quad \omega = 2\pi f \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi}$

Zadanie 2.

Częstotliwość prądu sinusoidalnego f = 500 Hz. Oblicz okres T.

Zadanie 3.

Oblicz częstotliwość i pulsację prądu sinusoidalnego, którego okres T = 0,004 s.

Zadanie 4.

Częstotliwość prądu sieci przemysłowej f = 50 Hz. Oblicz okres i pulsację

Przesunięcie fazowe

Poznaliśmy przebieg sinusoidalny siły elektromotorycznej opisany równaniem

$$e = E_m \sin\omega t$$

w którym E_m oznacza amplitudę, zwaną też wartością szczytową siły elektromotorycznej, zaś $\omega = 2\pi f$ oznacza pulsację.

Analogiczny zapis można stosować do prądów i napięć sinusoidalnych

$$i = I_m \sin\omega t,$$

$$u = U_m \sin\omega t.$$

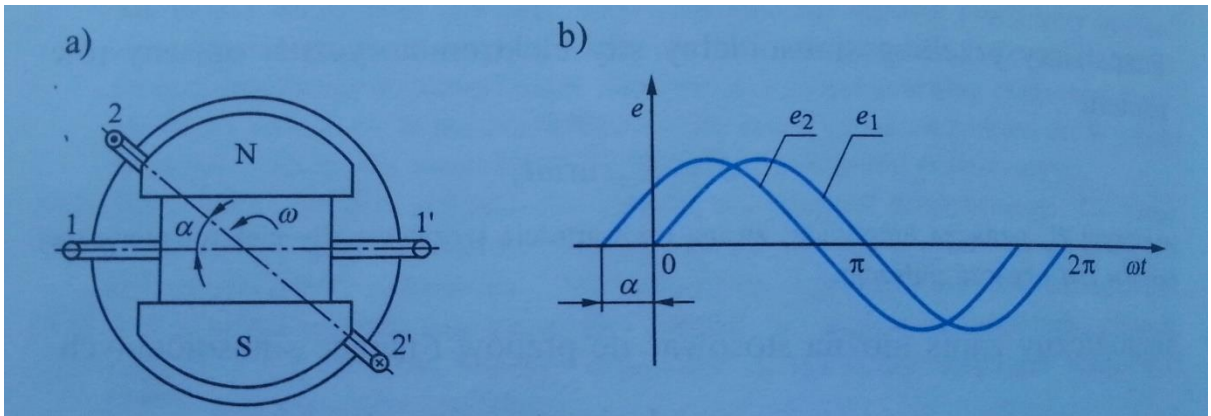
Przebiegi prądów i napięć sinusoidalnych możemy obserwować na ekranie oscyloskopu katodowego podobnie jak obrazy telewizyjne.

Gdy chcemy obserwować jednocześnie dwa przebiegi sinusoidalne o jednakowych pulsacjach, np. siły elektromotoryczne indukowane w dwóch zwojach na stojanie tej samej prądnicy tworzących ze sobą kąt α (rys 17.1). Załóżmy, że w chwili, gdy zaczynamy liczyć czas, zwój 1 – 1’ znajduje się w osi obojętnej magneśnicy, a zwój 2 – 2’ jest odchylony od niego o kąt α i znajduje się w polu magnetycznym o indukcji $B = B_m \sin\alpha$. Siły elektromotoryczne e_1, e_2 indukowane w tych zwojach, opiszemy równaniami

$$e_1 = E_m \sin\omega t,$$

$$e_2 = E_m \sin(\omega t + \alpha),$$

w których ωt jest fazą siły elektromotorycznej e_1, (ωt + α) – fazą siły elektromotorycznej e_2.



Rys. 17.1. Dwa zwoje na stojanie prądnicy dwubiegunowej tworzące między sobą kąt α

Jak widać, przebiegi sił elektromotorycznych e_1, e_2 w poszczególnych zwojach tej samej prądnicy różnią się tylko fazą. Podobnie w obwodzie elektrycznym zasilanym napięciem sinusoidalnym o pulsacji ω prąd ma przebieg sinusoidalny o takiej samej pulsacji, ale na ogół fazy napięcia i prądu są różne.

Przebiegi sinusoidalne o jednakowej pulsacji nazywamy przebiegami synchronicznymi.

Przebiegi synchroniczne mogą się różnić fazą.

Ogólny zapis przebiegów napięcia i prądu ma postać

$$u = U_m(\omega t + \Psi_u),$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \Psi_i),$$

przy czym Ψ_u **oznacza fazę początkową napięcia** w chwili t = 0; Ψ_i **oznacza fazę początkową prądu.**

Różnicę faz dwóch wielkości sinusoidalnych synchronicznych nazywamy przesunięciem fazowym.

Przesunięcie fazowe ma, jak to w dalszym ciągu wykażemy, istotne znaczenie przy dodawaniu przebiegów sinusoidalnych oraz przy ich mnożeniu, np. przy obliczaniu mocy.

Przesunięcie fazowe między prądem i napięciem oznaczamy literą grecką φ i określamy jako różnicę faz napięcia i prądu

$$\Phi = \Psi_u - \Psi_i$$

a nie odwrotnie.

Faza początkowa jednej z tych wielkości może być przyjęta dowolnie, ale druga już od niej zależy. Jeżeli przyjmiemy, że

$$i = I_m \sin\omega t$$

to napiszemy przebieg napięcia w postaci

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi).$$

Elementy R, L, C zasilane prądem sinusoidalnym

Elementy idealne R, L, C

W obwodach elektrycznych prądu stałego uwzględnialiśmy tylko rezystancje elementów obwodu. Jeżeli w obwodzie takim istnieją też cewki i kondensatory, to indukcyjność L cewek można pominąć, bo przy prądzie stałym nie wywołują one spadków napięcia, natomiast gałęzie, w których istnieją kondensatory, należy traktować jako przerwy w danej gałęzi, bo **kondensator nie przepuszcza prądu stałego.**

Inaczej jest gdy prąd jest przemienny: każdej zmianie prądu w cewce towarzyszy indukowanie się napięcia na cewce, każda zmiana napięcia na okładzinach kondensatora jest połączona z dopływem lub odpływem ładunku z okładzin, a więc z prądem elektrycznym. Dlatego musimy rozważyć zachowanie się poszczególnych elementów R, L, C obwodu przy prądzie sinusoidalnym.

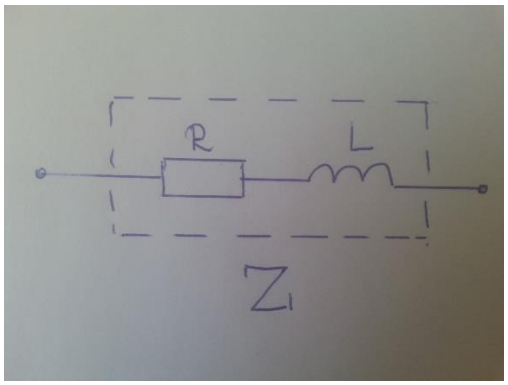
Przez elementy R, L, C będziemy rozumieli **elementy idealne**, tj. takie, które mają tylko jedną z wymienionych cech: rezystancję, indukcyjność lub pojemności.

W elementach rzeczywistych trzeba nieraz uwzględnić więcej niż jedną cechę. Tak na przykład do nawinięcia cewki indukcyjnej używamy drutu nawojowego, którego rezystancji nie można pominąć. Będziemy więc zastępować cewkę indukcyjną rzeczywistą dwoma elementami idealnymi R oraz L połączonymi szeregowo.

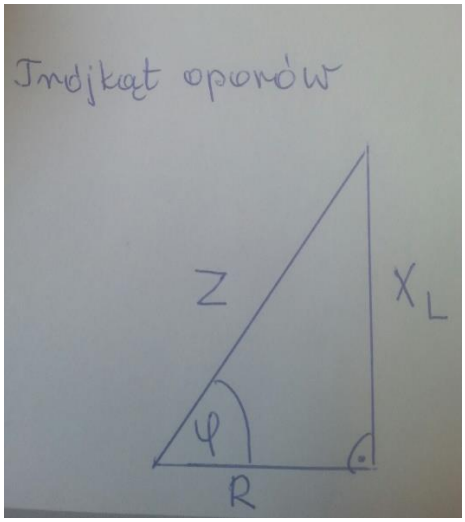
Impedancja. Trójkąt porów

Impedancja – jest to opór wypadkowy

Omawiamy gałąź szeregową RL



Trójkąt oporów



R – rezystancja

X_L – reaktancja indukcyjna (opór indukcyjny cewki)

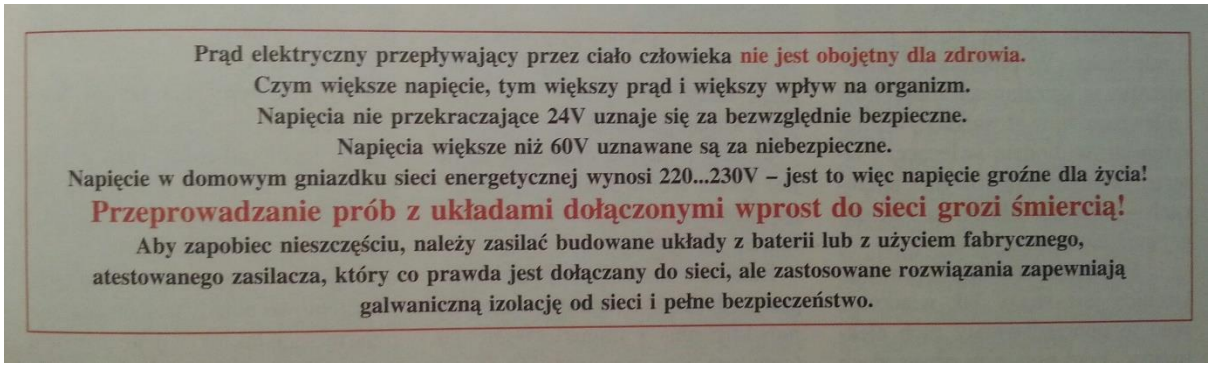
Z – impedancja (opór pozorny – wypadkowy)

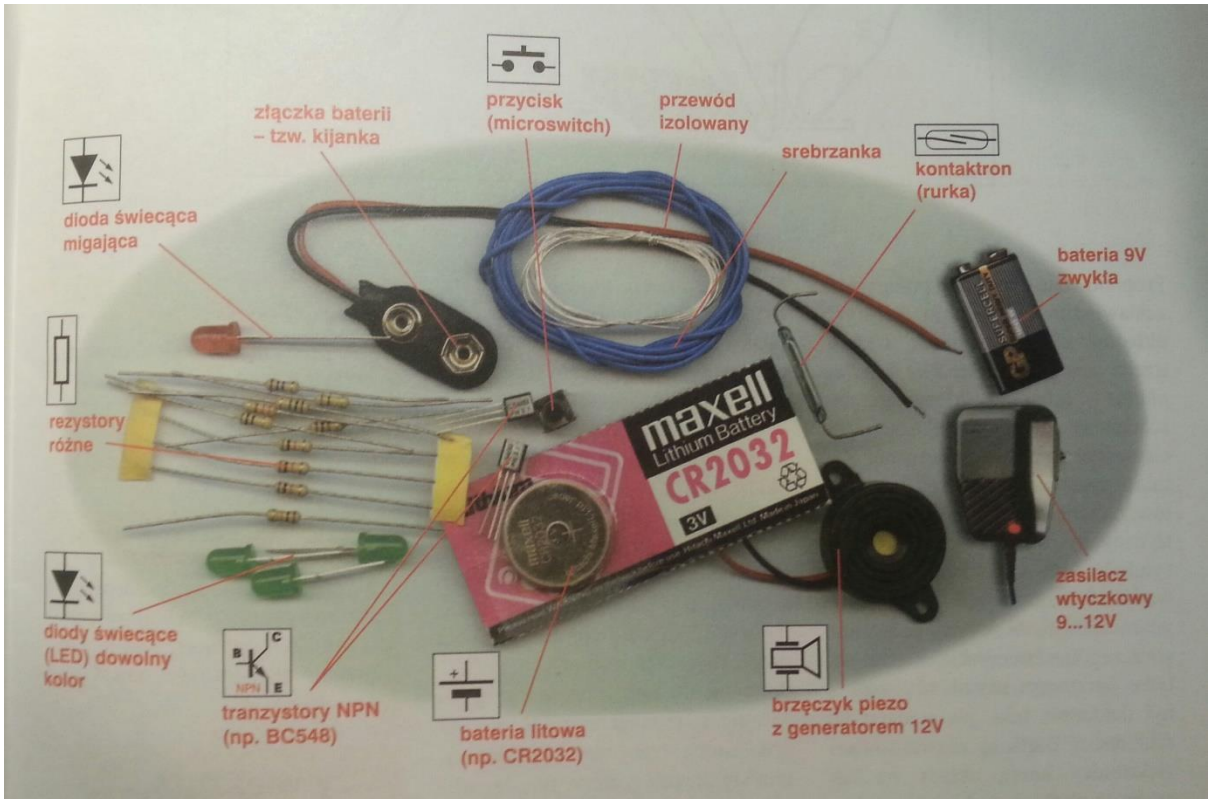
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

Jednostką impedancji jest om [1Ω]

Zadanie

Oblicz wartość impedancji Z szeregowego obwodu RL, w którym rezystancja R = 120Ω, indukcyjność L = 0,5H, częstotliwość f = 50Hz. Narysuj trójkąt impedancji.




złączka baterii
– tzw. kijanka
przycisk
(microswitch)
przewód
izolowany
srebrzanka
kontaktron
(rurka)
dioda świecąca
migająca
bateria 9V
zwykła
rezystory
różne
maxell
Lithium Battery
CR2032
3V
diody świecące
(LED) dowolny
kolor
tranzystory NPN
(np. BC548)
bateria litowa
(np. CR2032)
brzęczyk piezo
z generatorem 12V
zasilacz
wtyczkowy
9...12V