

Technologia napraw elektrycznych i elektronicznych układów pojazdów samochodowych

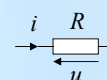
I i II prawo Kirchhoffa oraz prawo Ohma dla obwodów
prądu sinusoidalnego.

Opracował:
mgr inż. Marcin Wieczorek
www.marwie.net.pl

Fazorowe prawo Ohma dla rezystora

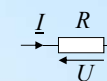
- niezależnie od kształtu przebiegu czasowe prądu i napięcia, dla rezystora liniowego zachodzi zależność

$$u = R \cdot i$$

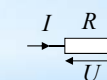


- jeżeli sinusoidalny prąd $i(t)$ ma fazyz \underline{I} , zaś sinusoidalne napięcie $u(t)$ ma fazyz \underline{U} , to

$$\underline{U} = R \cdot \underline{I}$$



- na schemacie dla fazyzów rezystor zaznacza się tak samo, jak dla prądów stałych



Fazorowe prawo Ohma dla cewki

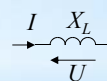
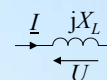
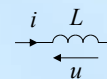
- niezależnie od kształtu przebiegu czasowe prądu i napięcia, dla cewki liniowej zachodzi zależność

$$u = L \cdot \frac{di}{dt}$$

- jeżeli sinusoidalny prąd $i(t)$ ma fazor \underline{I} , zaś sinusoidalne napięcie $u(t)$ ma fazor \underline{U} , to

$$\underline{U} = j \cdot X_L \cdot \underline{I} = j\omega L \cdot \underline{I}$$

- na schemacie dla fazorów cewkę zaznacza się tak samo, jako reaktancję X_L



Fazorowe prawo Ohma dla kondensatora

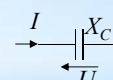
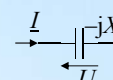
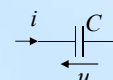
- niezależnie od kształtu przebiegu czasowe prądu i napięcia, dla kondensatora liniowego zachodzi zależność

$$u = \frac{1}{C} \cdot \int idt$$






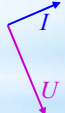
- jeżeli sinusoidalny prąd $i(t)$ ma fazor \underline{I} , zaś sinusoidalne napięcie $u(t)$ ma fazor \underline{U} , to

$$\underline{U} = -j \cdot X_C \cdot \underline{I} = -j \frac{1}{\omega C} \cdot \underline{I}$$

- na schemacie dla fazorów cewkę zaznacza się tak samo, jako reaktancję X_C



Elementy RLC - podsumowanie

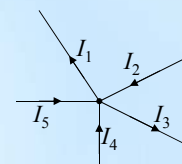
 R	 L	 C
R	jX_L	$-jX_C$
$X_L = \omega L$	$X_C = \frac{1}{\omega C}$	
$\underline{U} = R\underline{I}$	$\underline{U} = jX_L\underline{I}$	$\underline{U} = -jX_C\underline{I}$
		

I prawo Kirchhoffa

Pierwsze prawo Kirchhoffa dla fazorów przyjmuje postać

$$\sum_k (\underline{I}_k) = 0$$

tzn. sumujemy algebraicznie fazory prądów w węźle z uwzględnieniem, czy prąd wpływa czy wypływa.



$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

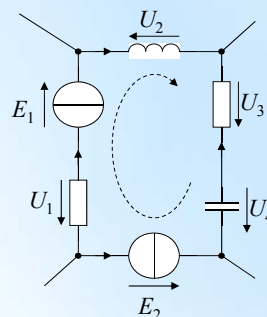
Uwagi: Pamiętajmy, że nie wolno dodawać wartości skutecznych, lecz tylko wskazów. Ale fazory, to nic innego, jak algebraiczne oznaczenia wskazów. Dlatego dodawanie algebraiczne fazorów jest równoważne geometrycznemu dodawaniu wskazów.

II prawo Kirchhoffa

Drugie prawo Kirchhoffa dla fazorów przyjmuje postać

$$\sum_k (\underline{U}_k, \underline{E}_k) = 0$$

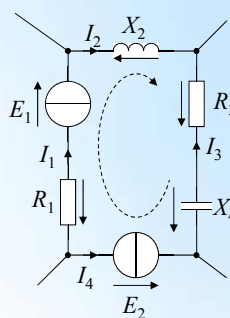
tzn. sumujemy algebraicznie fazory napięć i sił elektromotorycznych w oczku z uwzględnieniem, zgodności zwrotów strzałek.



$$\underline{E}_1 - \underline{U}_2 + \underline{U}_3 + \underline{U}_4 - \underline{E}_2 - \underline{U}_1 = 0$$

II prawo Kirchhoffa cd.

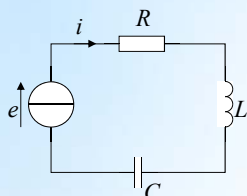
Zapisując równanie wg drugiego prawa Kirchhoffa, korzystamy często od razu z ze związków pomiędzy fazorami prądu i napięcia na poszczególnych elementach.



$$\underline{E}_1 - jX_2 \underline{I}_2 + R_3 \underline{I}_3 + (-jX_4 \underline{I}_3) - \underline{E}_2 - R_1 \underline{I}_1 = 0$$

Przykład

Obliczyć prąd w obwodzie



$$e(t) = 50\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ V}$$

$$\omega = 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$R = 5\sqrt{3} \Omega$$

$$L = 9 \mu\text{H}$$

$$C = 250 \text{ nF}$$

Przykład cd.

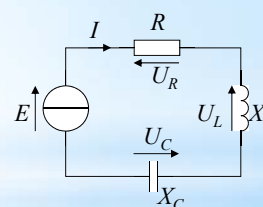
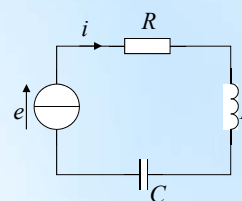
Obliczamy potrzebne wielkości

$$\underline{E} = 50e^{j45^\circ} \text{ V}$$

$$X_L = \omega L = 10^6 \cdot 9 \cdot 10^{-6} = 9 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{10^6 \cdot 250 \cdot 10^{-9}} = \frac{10^3}{250} = 4 \Omega$$

Rysujemy schemat dla wartości skutecznych (lub dla fazy).

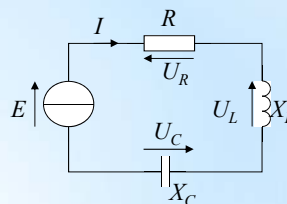


Przykład cd.

Układamy równania (tutaj jest tylko jedno)

$$\underline{E} - \underline{U}_R - \underline{U}_L - \underline{U}_C = 0$$

Wyznaczamy z niego fazor prądu



$$\underline{E} - R\underline{I} - jX_L\underline{I} - (-jX_C\underline{I}) = 0$$

$$\underline{I} = \frac{\underline{E}}{R + j(X_L - X_C)} = \frac{50 e^{j45^\circ}}{5\sqrt{3} + j(9 - 4)} = \frac{50 e^{j45^\circ}}{5\sqrt{3} + j5}$$

$$5\sqrt{3} + j5 = \sqrt{(5\sqrt{3})^2 + 5^2} e^{j \arctan \frac{5}{5\sqrt{3}}} = 10 e^{j30^\circ}$$

$$\underline{I} = \frac{50 e^{j45^\circ}}{10 e^{j30^\circ}} = 5 e^{j15^\circ} \text{ A}$$

Wartość chwilowa wynosi $\underline{i(t)} = 5\sqrt{2} \sin(\omega t + 15^\circ) \text{ A}$

Dziękuję za uwagę
Zapraszam na przerwę