

Moc w obwodach prądu sinusoidalnego.

Moc czynna, bierna i pozorna dowolnego odbiornika, Trójkąt mocy.

Wiemy już, że w obwodach prądu sinusoidalnego mogą być różne odbiorniki:

rezystancyjne (urządzenia grzejne, żarówki)

indukcyjne (cewka idealna)

pojemnościowe (kondensator)

W rzeczywistości większość odbiorników wykazuje charakter rezystancyjno-indukcyjny (np. uzwojenia silników, transformatorów)

Charakter pojemnościowy wykazują linie napowietrzne

W zależności od charakteru odbiornika rozróżniamy moce

P – moc czynna – jednostką jest wat [W]

Q – moc bierna – jednostką jest var [var]

(moc bierna indukcyjna Q_L)

(moc bierna pojemnościowa Q_C)

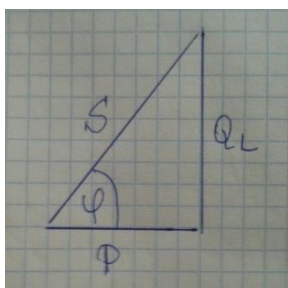
S – moc pozorna (wypadkowa) jednostką jest woltoamper [VA]

$$P = UI \cos \varphi$$

$$Q = UI \sin \varphi$$

$$S = UI$$

Trójkąt mocy



P – moc czynna

Q – moc bierna

S – moc pozorna

$\cos \varphi$ – współczynnik mocy

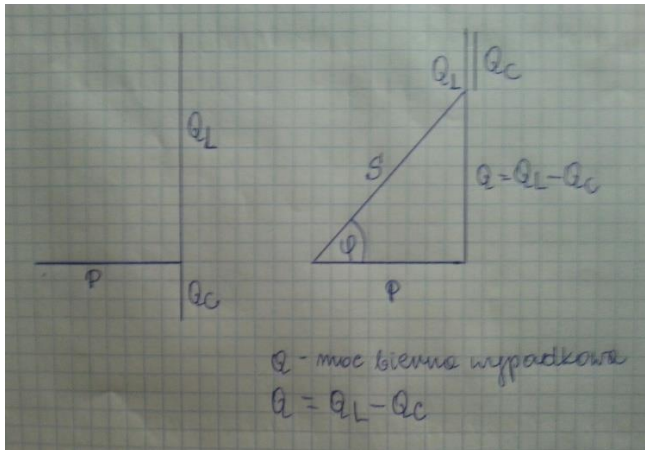
Między mocą czynną, bierną i pozorną zachodzą zależności

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

Jeżeli w obwodzie jest odbiornik o charakterze rezystancyjnym, indukcyjnym i pojemnościowym to trójkąt mocy



$$\text{moc bierna wypadkowa } Q = Q_L - Q_C$$

Kąt φ może być zarówno dodatni, jak i ujemny zależnie od tego, czy odbiornik ma charakter rezystancyjno-indukcyjny czy pojemnościowy. W związku z tym moc bierna

$$Q > 0, \text{ gdy kąt } \varphi > 0$$

$$Q < 0, \text{ gdy kąt } \varphi < 0$$

$$Q_L = X_L I^2$$

$$Q_C = -X_C I^2$$

Znaki (+) i (-) pochodzą stąd, że moce te wzajemnie się kompensują.

W gałęzi szeregowej RLC moc bierna jest sumą mocy biernych

$$Q = Q_L + Q_C = (X_L - X_C)I^2 = XI^2$$

Przykład

Na napięcie sinusoidalne o częstotliwości $f = 50\text{Hz}$ i wartości skutecznej $U = 220\text{V}$ załączono układ szeregowy RLC o $R = 40\Omega$, $L = 0,35\text{H}$, $C = 40\mu\text{F}$. Obliczyć prąd pobierany z sieci, współczynnik mocy i moce.

Rozwiązanie

Pulsacja

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 314 \text{ rad/s}$$

Reaktancja indukcyjna cewki

$$X_L = \omega L = 314 \cdot 0,35 = 110\Omega$$

Reaktancja pojemnościowa kondensatora

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = 80 \Omega$$

Impedancja

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + (110 - 80)^2} = 50 \Omega$$

Prąd

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220 \text{ V}}{50 \Omega} = 4,4 \text{ A}$$

Współczynnik mocy

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = 0,8$$

Moc pozorna

$$S = UI = 220 \cdot 4,4 = 968 \text{ V} \cdot \text{A}$$

Moc czynna

$$P = S \cos \varphi = 968 \cdot 0,8 = 774 \text{ W}$$

Moc bierna

$$Q = S \sin \varphi = 968 \cdot 0,6 = 581 \text{ var}$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

Moc pobierana przez cewkę

$$Q_L = X_L I^2 = 110 \cdot 4,4^2 = 2130 \text{ var}$$

Moc pobierana przez kondensator

$$Q_C = X_C I^2 = 80 \cdot 4,4^2 = 1549 \text{ var}$$

Moc bierna

$$Q = Q_L - Q_C = 2130 - 1549 = 581 \text{ var}$$

Zadanie

Podczas pomiaru mocy w obwodzie wskazania mierników były następujące: prąd $I = 4 \text{ A}$, napięcie $u = 217,5 \text{ V}$, moc czynna $P = 522 \text{ W}$, częstotliwość $f = 50 \text{ Hz}$. Oblicz wartość mocy pozornej S , mocy biernej Q i współczynnika mocy $\cos \varphi$.