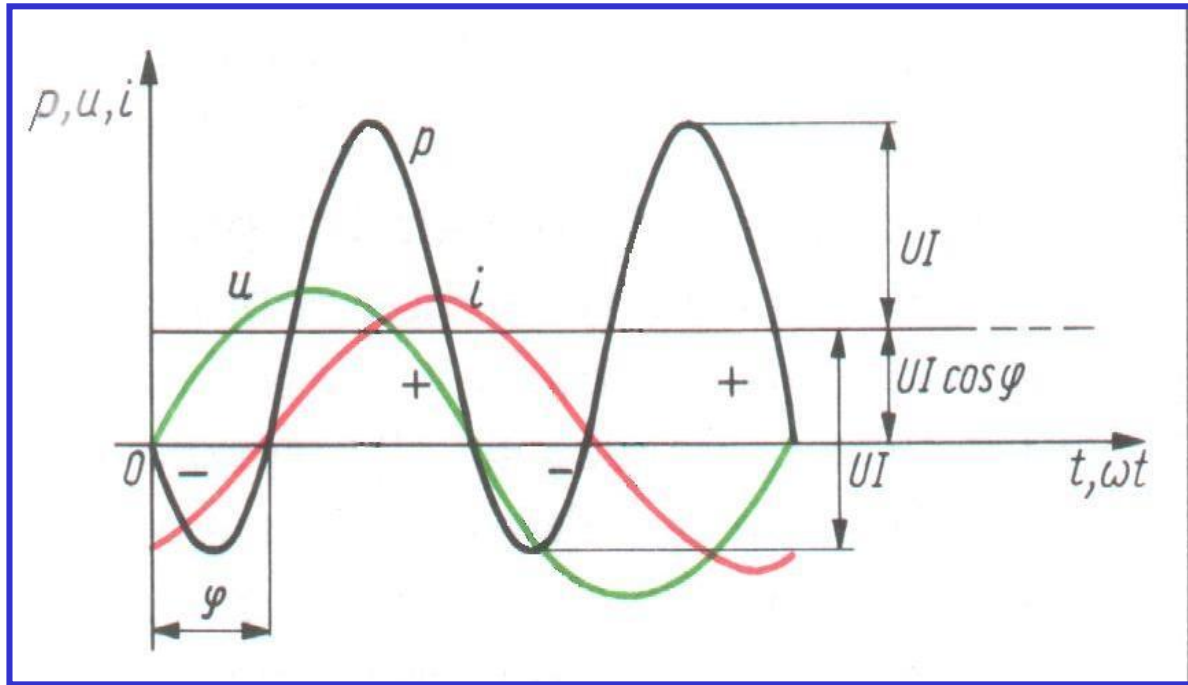


Moc w obwodach prądu zmiennego

MOC CHWILOWA

Mocą chwilową nazywamy iloczyn wartości chwilowych napięcia i prądu

Napięcie i prąd sinusoidalny zmieniają w funkcji czasu swoją wartość bezwzględną i znak, moc chwilowa też zmienia się w funkcji czasu, zarówno co do wartości bezwzględnej, jak i co do znaku.



Moc chwilowa jest dodatnia w przedziałach czasu, w których wartość chwilowa napięcia „ u ” oraz wartość chwilowa prądu „ i ” mają jednakowe znaki. Jest ujemna, gdy wartości chwilowe napięcia „ u ” i prądu „ i ” są różne.

Przebiegi czasowe mocy, napięcia i prądu
(u , i – wart. Chwilowe, U , I – wart. Skuteczne)

Moc prądu sinusoidalnie zmiennego

$$p = u i$$

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

$$i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$$

Z wzoru na sinus różnicy kątów $p = U_m I_m \sin \omega t (\sin \omega t \cos \varphi - \cos \omega t \sin \varphi)$

$$p = U_m I_m (\sin^2 \omega t \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \sin \varphi)$$

$$P_{sr} = U_m I_m (\sin_{sr}^2 \omega t \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin_{sr} 2\omega t \sin \varphi)$$

$$P_{sr} = U_m I_m (\sin_{sr}^2 \omega t \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin_{sr} 2\omega t \sin \varphi)$$

$$P_{sr} = \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi$$

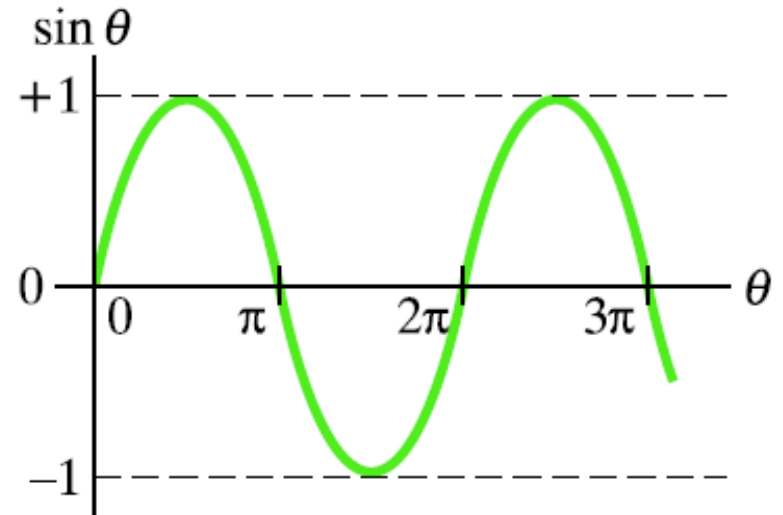
$$P_{sr} = \frac{(ZI_m) I_m}{2} \frac{R}{Z} = \frac{I_m^2}{2} R$$

I_{sk} dla prądu zmiennego = I prądu stałego
przy którym na oporze wydzieli się taka sama
ilość ciepła w jednostce czasu

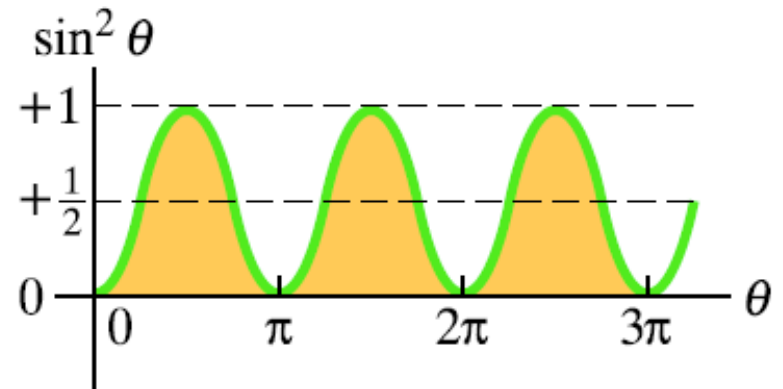
$$I_{sk} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{sk} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$$

Moc czynna (średnia):



a)



b)

Współczynnik mocy

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

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

$$I_{sk} = \frac{\varepsilon_{sk}}{Z}$$

$$U_{max} = 325V \quad U_{sk} = 230V$$

$$P_{sr} = I_{sk}\varepsilon_{sk} \cos \Phi$$

$$P_{sr} = I_{sk}\varepsilon_{sk} \frac{R}{Z}$$

MOC CZYNNA, BIERNA i POZORNA

Mocą czynną, oznaczona przez P jest równa iloczynowi wartości skutecznej napięcia i prądu oraz kosinusa kąta przesunięcia fazowego między napięciem i prądem, zwanego **współczynnikiem mocy**.

Jednostką mocy czynnej jest 1 wat (**1W**)

zawsze dodatnia, określa ile energii użytecznej pobierze urządzenie i przetworzy ją na ciepło, ruch obrotowy, światło, itp.; za to płacimy rachunki za prąd

Moc pozorna, oznaczona przez S jest równa iloczynowi wartości skutecznych napięcia i prądu.

Jednostką mocy pozornej jest 1 woltoamper (**1 VA**)

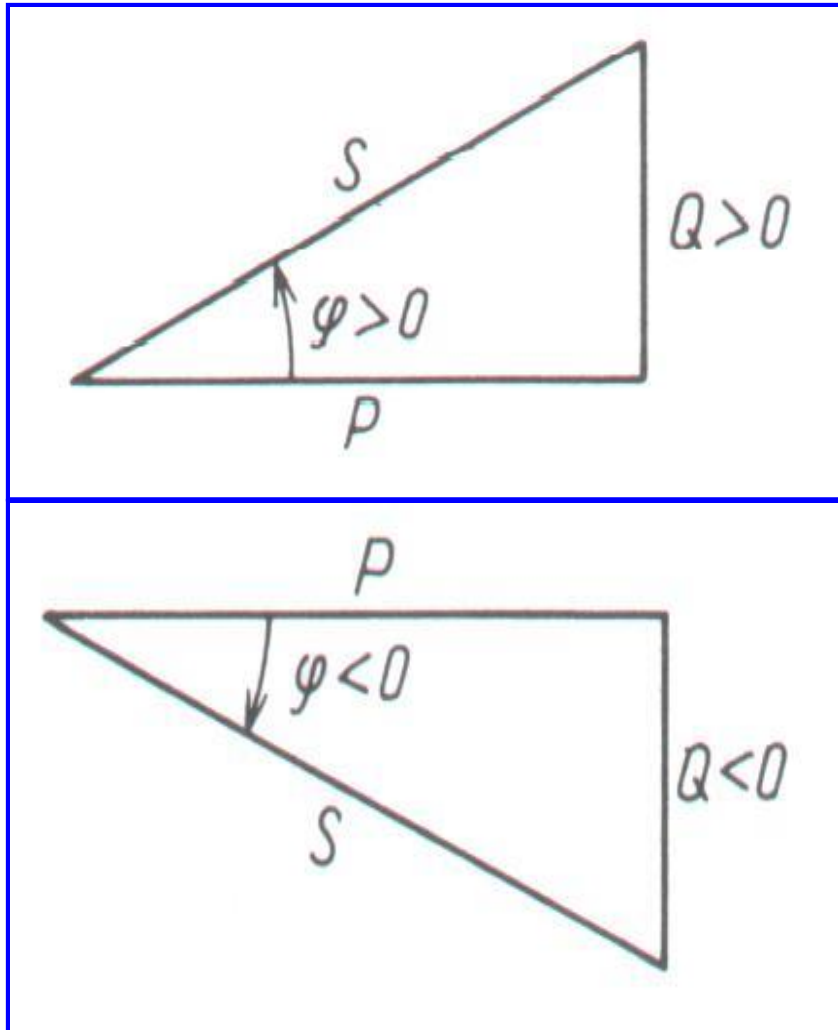
Jest równa mocy czynnej dla elementów rezystancyjnych

Moc bierna, oznaczona przez Q jest równa iloczynowi wartości skutecznych napięcia i prądu oraz sinusa kąta przesunięcia fazowego między nimi.

Jednostką mocy biernej jest 1 war (**1 var**)

informuje ile energii w danej chwili jest pobierane ze źródła („+”), a następnie w całości do niego zwracanej („-”)

TRÓJKĄTY MOCY



Moc bierna Q może mieć **wartość dodatnią** gdy kąt fazowy jest dodatni (odbiornik rezystancyjno - indukcyjny) oraz może mieć **wartość ujemną**, gdy kąt fazowy jest ujemny (odbiornik rezystancyjno - pojemnościowy)

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

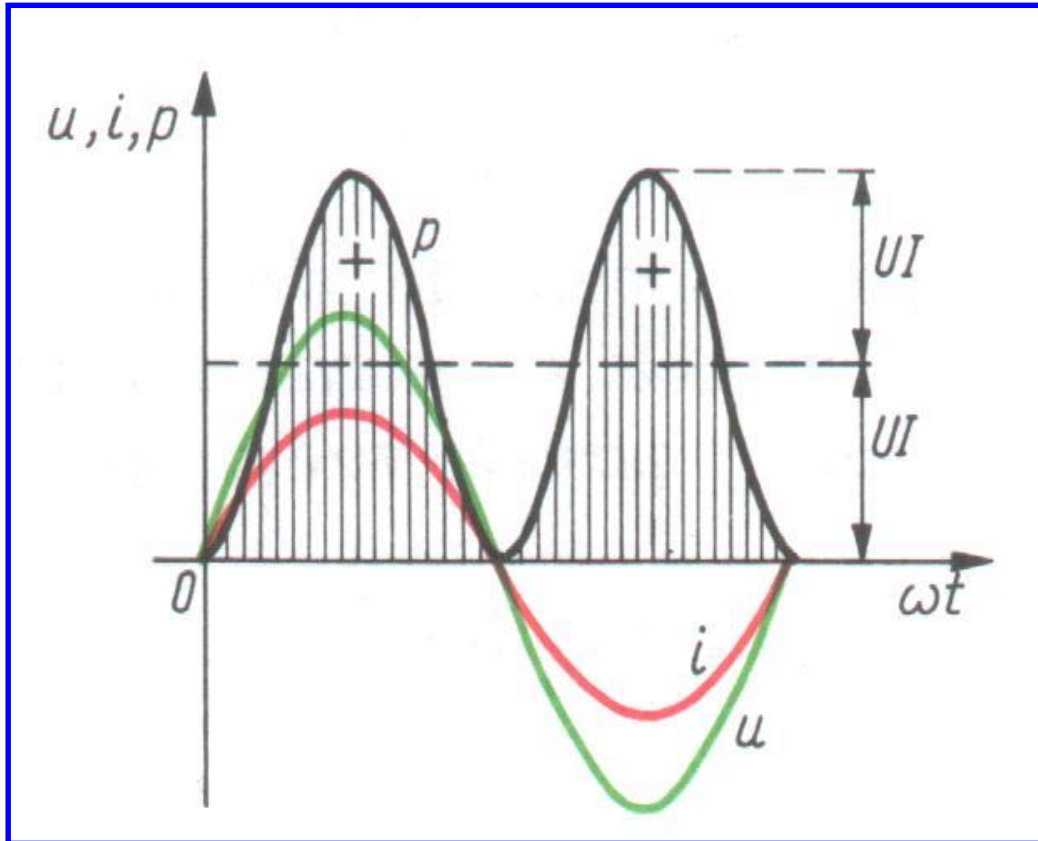
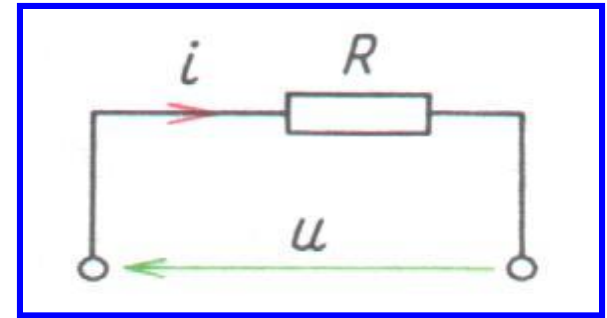
czyli

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

oraz

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}, \quad \cos \varphi =$$

MOC W REZYSTORZE IDEALNYM O REZYSTANCJI R



Rezystor idealny jest elementem, w którym energia elektryczna jest przekształcana na energię cieplną. Wartość średnia mocy chwilowej czyli moc czynna

$$P = UI \cos(0)$$

$$Q = UI \sin(0)$$

$$P = UI = RI^2$$

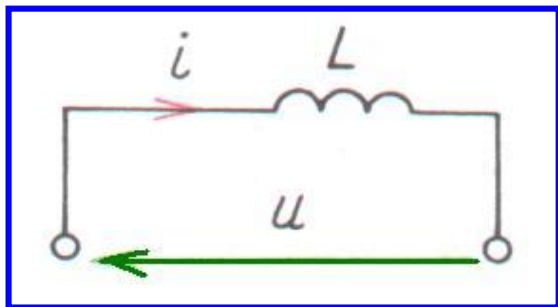
$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = S$$

$$Q = 0$$

MOC W CEWCE IDEALNEJ O INDUKCYJNOŚCI L

Wartość średnia mocy chwilowej za okres, czyli moc czynna jest równa zero. Energia dodatnia dostarczona do cewki w pierwszej połowie okresu jest równa energii ujemnej zwróconej do źródła.

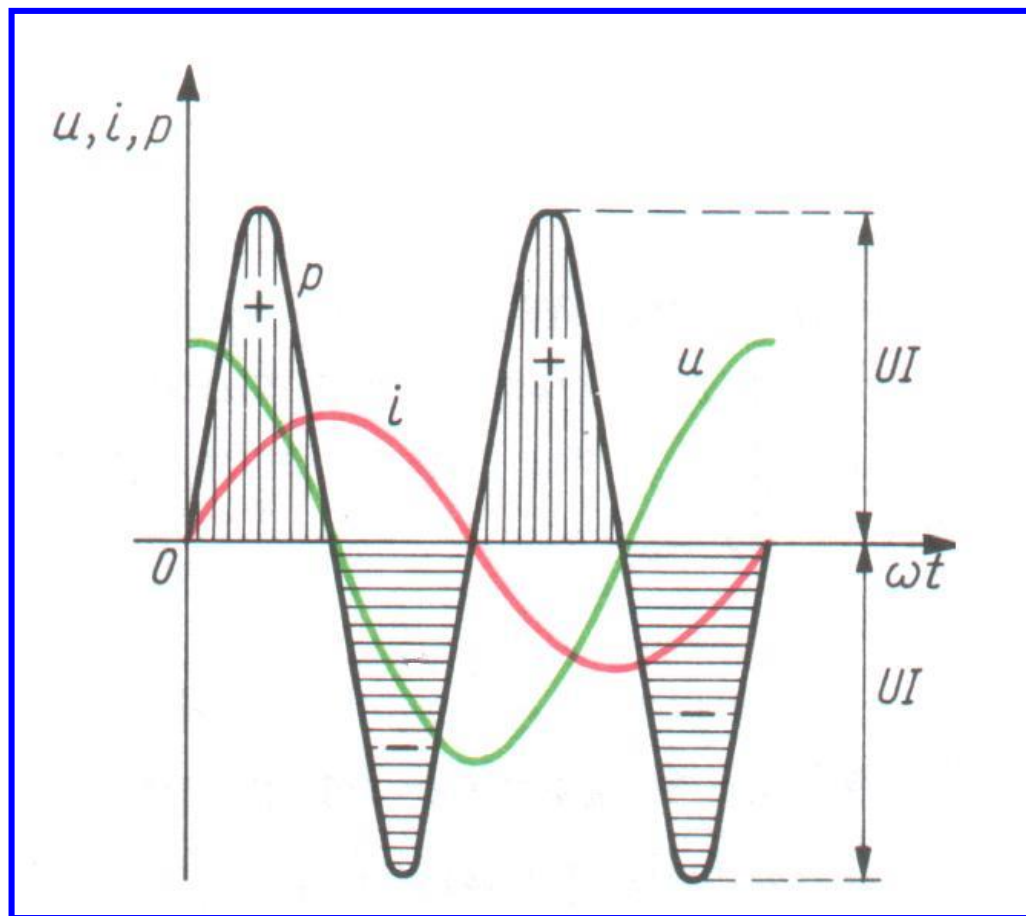


$$P = UI \cos(\pi/2) = 0$$

$$Q = X_L I^2$$

$$P = 0$$

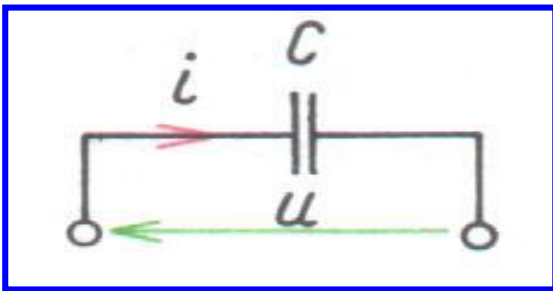
$$Q = S$$



MOC W KONDENSATORZE IDEALNYM O POJEMNOŚCI C

Wartość średnia mocy chwilowej za okres czyli moc czynna jest równa zero.

Energia pobrana przez kondensator w pierwszej połowie okresu, zmagazynowana w jego polu elektrycznym, zostaje w drugiej połowie okresu oddana do źródła.



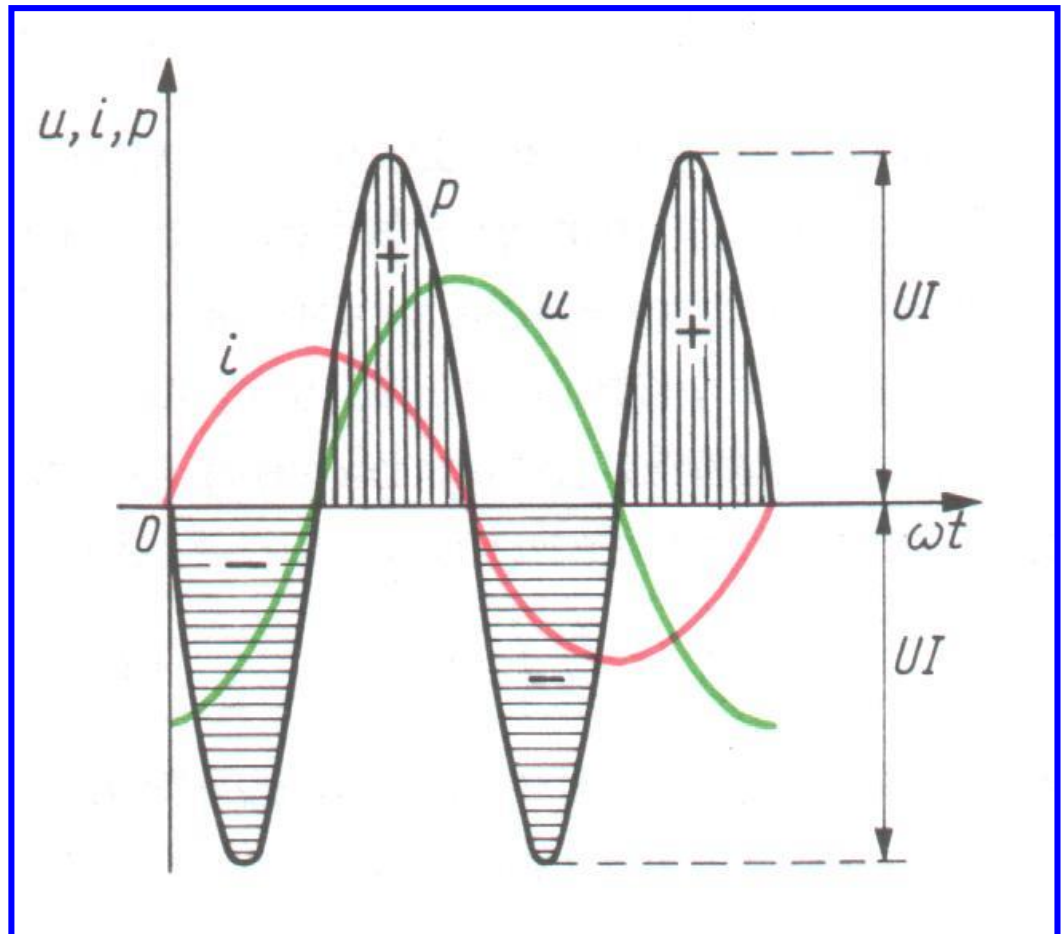
$$P = UI \cos(-\pi/2) = 0$$

$$Q = -UI$$

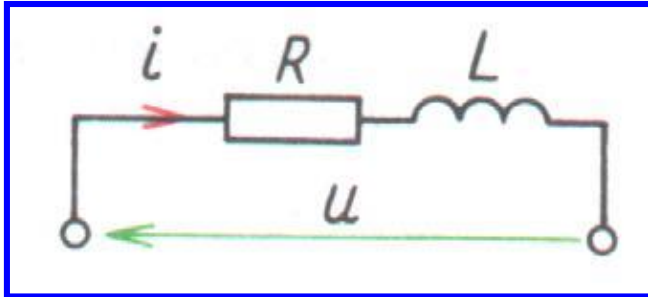
$$Q = -X_C I^2$$

$$P = 0$$

$$S = Q$$



MOC W CEWCE RZECZYWISTEJ



$$P = UI \cos \varphi$$

$$Q = UI \sin \varphi$$

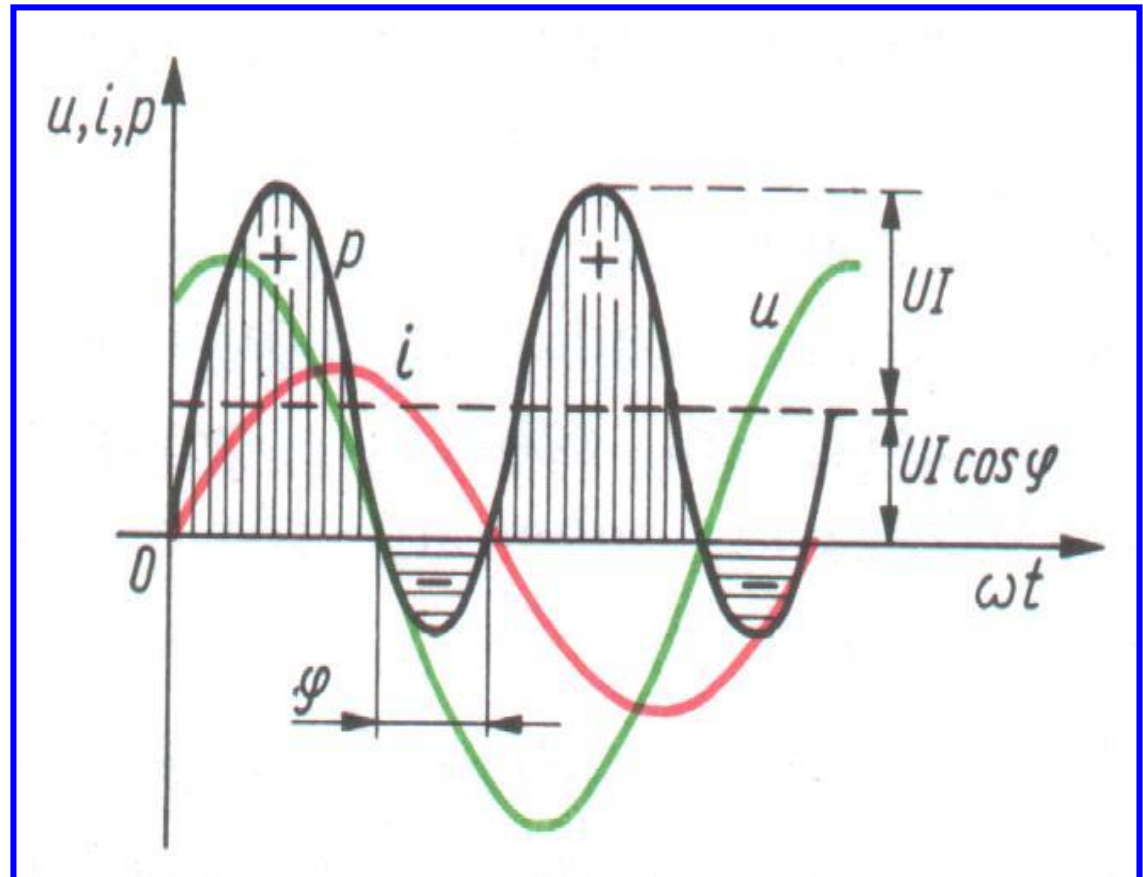
$$P = RI^2$$

$$Q = X_L I^2$$

$$S = UI$$

$$S = ZI^2$$

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



ROLA WSPÓŁCZYNNIKA MOCY $\cos(\varphi)$

Współczynnik mocy odgrywa dużą rolę z punktu widzenia efektywności wykorzystania urządzeń elektrycznych. Odbiorniki energii elektrycznej są dobierane pod kątem widzenia mocy czynnej. Wartość prądu w odbiorniku zależy od wartości współczynnika mocy, gdyż

$$P = UI \cos \varphi, \quad \text{czyli} \quad I =$$

Jeżeli współczynnik mocy odbiornika jest mały, to dostarczenie określonej mocy P , przy danym napięciu, wymaga przepływu prądu o większej wartości niż w wypadku dużej wartości $\cos \varphi$. Straty mocy czynnej w przewodach łączących źródło z odbiornikiem

$$\Delta P = R_1 I^2, \quad \Delta P = R_1 \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi}, \quad \text{gdzie } R_1 - \text{rezystancja przewodów}$$

Strata mocy czynnej w linii jest więc odwrotnie proporcjonalna do kwadratu współczynnika mocy.

Moc znamionowa prądnic i transformatorów jest podawana jako moc pozorna.

Gdyby odbiornik pobierał moc czynną przy $\cos \varphi = 1$, to moc czynna prądnicy byłaby równa mocy znamionowej i jej warunki pracy byłyby optymalne.

Sprawność wytwarzania energii elektrycznej jest więc mała przy małej wartości $\cos \varphi$.

Dąży się do tego, aby współczynnik mocy odbiorców energii elektrycznej był bliski jedności.