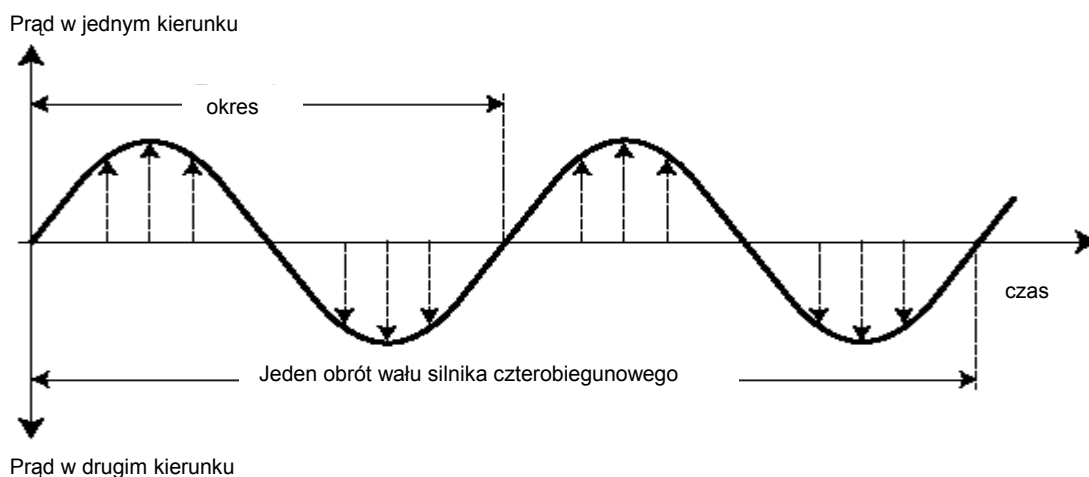


7 Dodatek II

Ogólna teoria prądu przemiennego

AC – (ang. Alternating Current) oznacza naprzemienne zmiany natężenia prądu i jest symbolizowane przez znak \sim . Te zmiany dotyczą zarówno amplitudy jak i kierunku przepływu prądu.

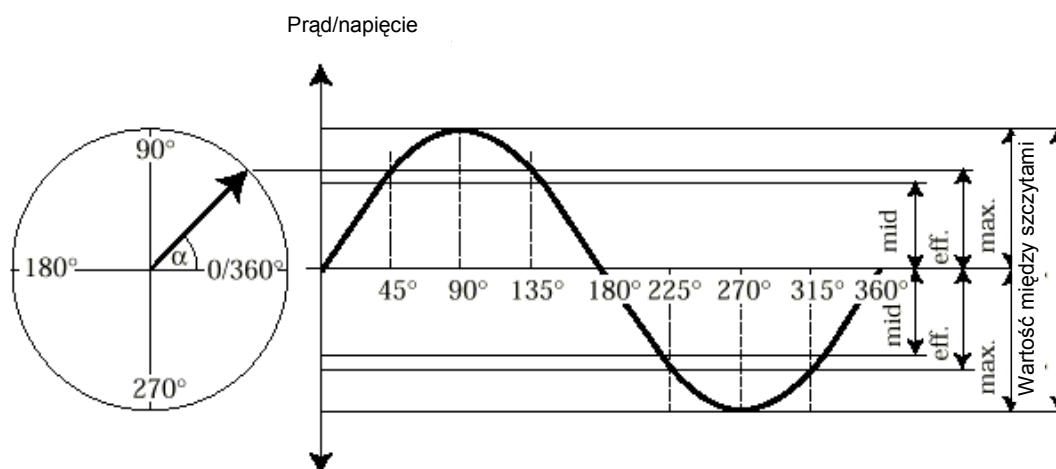


Rys. 7.01 Przebieg prądu przemiennego w czasie jednego obrotu wirnika silnika.

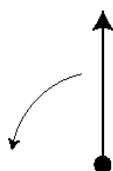
Okresem T nazywamy najmniejszy odstęp czasu po upływie którego następuje powtarzanie się cyklu przebiegu okresowego. Odwrotnością okresu jest częstotliwość. Jej jednostką jest Hertz. $1\text{Hz} = \text{jednemu okresowi na sekundę}$.

Przy częstotliwości 50Hz czas okresu wynosi $0,02\text{ sek}$.

W przeciwieństwie do napięcia i prądu stałego DC (ang. Direct Current), które charakteryzuje jeden kierunek, napięcie AC i prąd przemienny ma więcej niż ten jeden kierunek.



Rys. 7.02 Różne wartości napięcia opisujące przebieg przemienny.



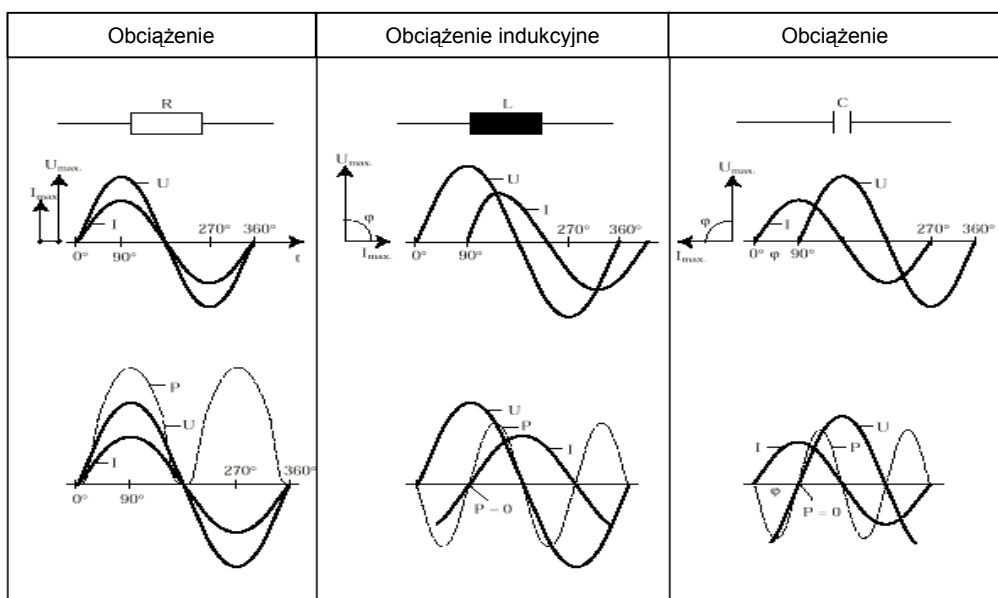
Rys. 7.03 Kierunek wektora przeciwny do ruchu wskazówek zegara.

Prąd przemienny o natężeniu 1A – wartość skuteczna, wywołuje taką samą wartość ciepła w danym oporniku, co prąd stały o natężeniu 1A.

Wektory są bardzo użyteczne przy analizie prądów przemiennych i ilustrują związek pomiędzy aktualnymi wartościami prądu, napięcia i czasu. Wektor charakteryzuje się długością i kierunkiem obrotów. Gdy wektor ma kierunek dodatni wtedy jego ruch jest przeciwny do ruchu wskazówek zegara (ang. anti-clockwise rotation). Kiedy wektor przebędzie pełny obrót od punktu startowego to znaczy, że wykonał obrót o 360° . Czas jednego obrotu wektora jest równy okresowi krzywej sinusoidy. Prędkość wektora w czasie 1 sekundy jest wyrażana jako prędkość kątowa ω i wynosi $\omega = 2 \times \pi \times f$.

Rozróżniamy 3 rodzaje obciążeń.

Jeżeli obciążenie zawiera cewki z rdzeniem żelaznym, jak w silniku wtedy obciążenie jest głównie indukcyjne. W tym przypadku, prąd jest opóźniony w czasie w stosunku do napięcia. Przy obciążeniu pojemnościowym napięcie wyprzedza w czasie prąd. W przypadku obciążenia czysto rezystancyjnego, nie ma przesunięcia fazowego pomiędzy prądem i napięciem. Przesunięcie między napięciem i prądem nazywamy kątem przesunięcia fazowego i oznaczamy grecką literą φ . Czysty charakter obciążenia rezystancyjnego jest tylko teoretyczny w obwodach AC. Obciążenie w rzeczywistości jest albo indukcyjne albo pojemnościowe.



Rys. 7.04 Przebieg prądu, napięcia, mocy czynnej w zależności od rodzaju obciążenia.

7.1 Współczynnik mocy

Całkowity współczynnik mocy (ang. total power factor) λ jest definiowany jako stosunek mocy czynnej do pozornej. Często ten stosunek nazywamy współczynnikiem mocy $\cos \varphi$, jakkolwiek $\cos \varphi$ jest definiowany tylko dla napięcia i prądu sinusoidalnego. W przypadku gdy obciążenie jest nieliniowe np. przemiennikiem częstotliwości, prąd pobierany z sieci zasilania nie jest sinusoidalny. W konsekwencji musi być rozróżnienie pomiędzy $\cos \varphi$, a całkowitym współczynnikiem mocy λ .

$$\lambda = \frac{P}{I \times U} = \frac{I_W}{I}, \text{ dla przypadku gdy } \cos \varphi \cong 1$$

P - moc czynna, I_W – prąd czynny, I; U – wartości skuteczne (I – prąd całkowity).

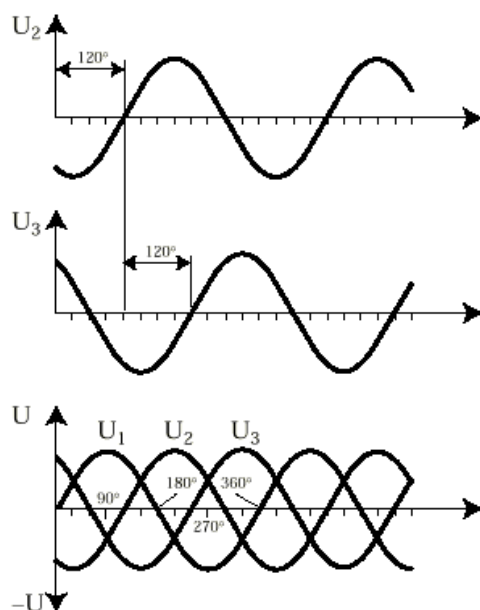
Kąt φ - oznacza różnicę fazy pomiędzy prądem i napięciem. Jeśli prąd i napięcie są sinusoidalne wtedy oznacza on także relację kątową pomiędzy mocą czynną i pozorną.

	Oznaczenie	Wzór	Jednostki
Moc	P =	$U \times I \times \cos \varphi = S \cos \varphi$	W or kW
	Q =	$U \times I \times \sin \varphi = S \sin \varphi$	VAr or kVAr
	S =	$U \times I = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{Q}{\sin \varphi}$	VA or kVA
Napięcie	U =	$\frac{P}{I \times \cos \varphi} = \frac{Q}{I \times \sin \varphi} = \frac{S}{I}$	V
Prąd	I_S =	$\frac{P}{U \times \cos \varphi} = \frac{Q}{U \times \sin \varphi} = \frac{S}{U}$	A
	I_W =	$\frac{P}{U} = \frac{S \times \cos \varphi}{U}$	A
	I_B =	$\frac{Q}{I} = \frac{S \times \sin \varphi}{I}$	A
Przesunięcie fazowe	$\cos \varphi$ =	$\frac{P}{U \times I} = \frac{P}{S}$	Bez miana
	$\sin \varphi$ =	$\frac{Q}{U \times I} = \frac{Q}{S}$	Bez miana

Rys. 7.05 Definicje podstawowych wielkości elektrycznych prądu przemiennego.

7.2 Trójfazowy prąd przemienny

W 3-fazowym systemie napięcia, napięcia są przesunięte w stosunku do siebie o 120° . Trzy fazy napięcia są zwykle przedstawione w tym samym układzie współrzędnych.

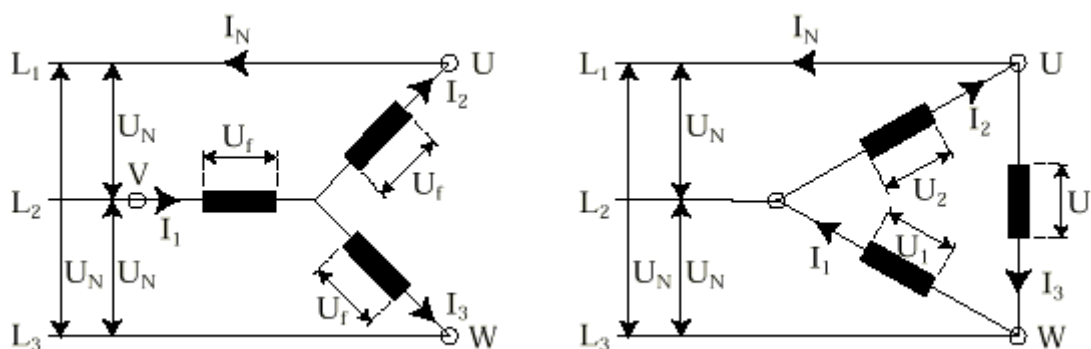


Rys. 7.06 Układ 3-fazowego napięcia przemiennego jako indywidualne przebiegi napięć fazowych.

Napięcie pomiędzy przewodem fazowym, a zerowym punktem odniesienia jest nazywane napięciem fazowym U_f . Napięcie pomiędzy dwoma fazami nazywamy napięciem międzyfazowym U_N . Stosunek między U_N i U_f wynosi $\sqrt{3}$.

7.3 Połączenie uzwojeń silnika - gwiazda-trójkąt

Jeśli silnika jest zasilany z sieci trójfazowej to uzwojenia stojana silnika łączy się w układ gwiazda albo trójkąt.



Rys. 7.07 Układ połączeń uzwojeń silnika w gwiazdę i w trójkąt.

W połączeniu w gwiazdę każda faza napięcia zasilania dołączona jest do końca uzwojenia, podczas gdy początki uzwojeń połączone są ze sobą (punkt zerowy).

Napięcia i prądy na poszczególnych uzwojeniach, wynoszą $U_f = \frac{U_N}{\sqrt{3}}$, $I_{1,2,3} = I_N$

W połączeniu w trójkąt, uzwojenia stojana połączone są ze sobą szeregowo. Każdy punkt połączenia uzwojeń stojana jest połączony z fazą napięcia zasilania.

Napięcia i prądy uzwojeń stojana wynoszą $U_N=U_{1,2,3}$, prądy $I_{1,2,3} = \frac{I_N}{\sqrt{3}}$