

Temat: Współczynnik mocy. Poprawa współczynnika mocy.

Wyróżnia się moc bierną:

- Indukcyjną,
- Pojemnościową.

Ujemne skutki mocy biernej

Podstawowym źródłem mocy biernej są generatory w elektrowniach. Jednakże, wytwarzanie tam energii biernej niesie za sobą wiele negatywnych skutków zarówno dla dostawców energii, jak i dla jej odbiorców. Prąd bierny przepływający przez sieć przesyłową powoduje zmniejszenie jej przepustowości oraz zwiększenie strat mocy. Dostawcy energii elektrycznej rekompensują swoje straty poprzez narzucenie odbiorcom energii limitów mocy biernej, których przekroczenie wiąże się z poniesieniem dodatkowych opłat. Dla większości odbiorców energii, szczególnie dla zakładów przemysłowych o prostym systemie zasilająco-rozdzielczym, jest to podstawowy negatywny skutek.

Jednakże zakłady przemysłowe o rozbudowanej sieci rozdzielczej muszą liczyć się również z innymi skutkami, takimi jak m.in.:

- Zmniejszona przepustowość sieci rozdzielczej,
- Straty mocy czynnej w transformatorach i kablach zasilających wynikające z przepływu prądu biernego,
- Spadki napięć w punktach odległych od źródła zasilania.

Prawidłowo dobrane urządzenia kompensacyjne pozwalają na zlikwidowanie powyższych problemów.

Kompensacja mocy biernej

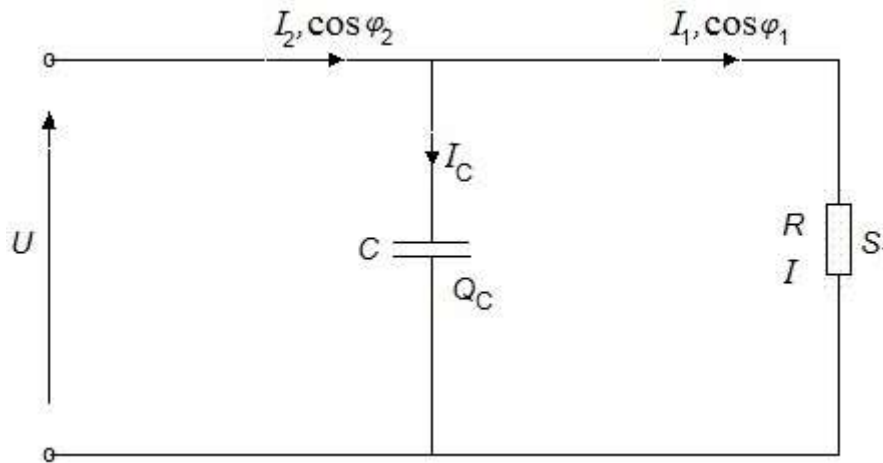
Kompensacja mocy biernej polega na wytworzeniu potrzebnej mocy biernej w pobliżu odbiornika zamiast na przesyłaniu jej siecią elektroenergetyczną. Powoduje to zmniejszenie natężenia prądu w sieci, a co za tym idzie - zmniejszenie spadku napięcia i straty mocy w liniach przesyłowych. Ponadto wzrost współczynnika mocy pozytywnie wpływa na pracę innych odbiorników podłączonych do sieci. Dzięki zmniejszeniu natężenia prądu możliwe jest zmniejszenie przekroju przewodów linii, czyli w efekcie ekonomiczniejsze wykorzystanie materiału.

W przypadku przekompensowania odbiornik (rozumiany tutaj jak równoległe połączenie kompensującej baterii kondensatorów i właściwego odbiornika energii) zmienia charakter z indukcyjnego na pojemnościowy.

Najbardziej efektywną metodą kompensacji mocy biernej indukcyjnej jest kompensacja przez odbiory pojemnościowe, w szczególności kondensatory energetyczne lub automatycznie regulowane baterie kondensatorów.

Układy do poprawy współczynnika mocy przy użyciu kondensatorów

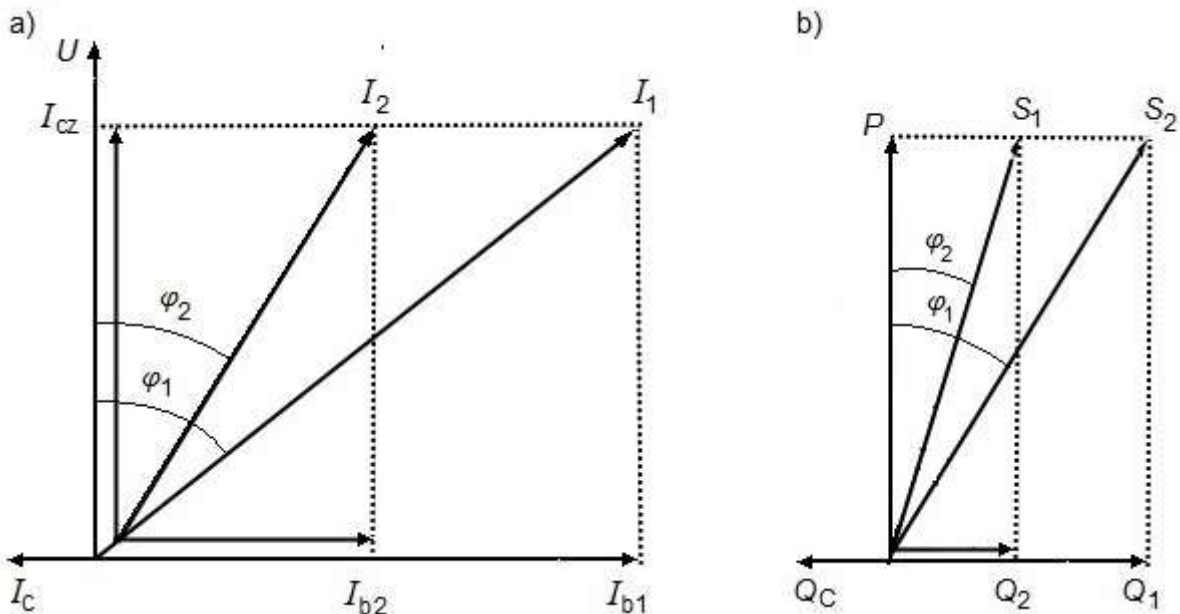
Najczęściej stosowanym urządzeniem do kompensacji mocy biernej są kondensatory lub baterie kondensatorów, którą łączy się z odbiornikami energii elektrycznej równolegle



Rys. Schemat kompensacji mocy biernej przy pomocy kondensatorów

Przebieg kompensacji mocy biernej można przedstawić na wykresie wektorowym napięć i prądów w sposób następujący:

- a) po włączeniu kondensatorów prąd bierny w linii zasilającej zmniejsza się od wartości I_{b1} do wartości I_{b2} ($I_{b2} = I_{b1} - I_C$), (Rys. a);
- b) zmniejsza się również pobór mocy biernej od wartości Q_1 do wartości Q_2 , (Rys. 6b).



Rys. a) Wykres wektorowy napięć i prądów, b) Trójkąt mocy

Po włączeniu kondensatorów zmniejsza się również pobór mocy biernej. Znając wartość mocy czynnej P_1 pobieranej przez odbiornik oraz wartość współczynnika mocy ($\cos\varphi_1$) przed kompensacją, a następnie wartość wymaganego współczynnika mocy ($\cos\varphi_2$), można obliczyć moc kondensatorów potrzebną do kompensacji mocy biernej ze wzoru:

$$Q_C = P_1 (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

gdzie:

Q_C – moc baterii kondensatorów, w kvar;

P_1 – moc czynna pobierana przez odbiornik, w kW;

$\operatorname{tg}\varphi_1, \operatorname{tg}\varphi_2$ – tangensy kąta φ_1, φ_2 o wartości odpowiednio przed i po kompensacji.

Pojemność kondensatora potrzebną do całkowitej kompensacji mocy biernej oblicza się wg wzoru

$$C = \frac{P \operatorname{tg}\varphi}{U^2 \omega}$$

gdzie:

P – moc czynna odbiornika, w kW;

φ – kąt fazowy impedancji odbiornika;

U – napięcie zasilania, w V;

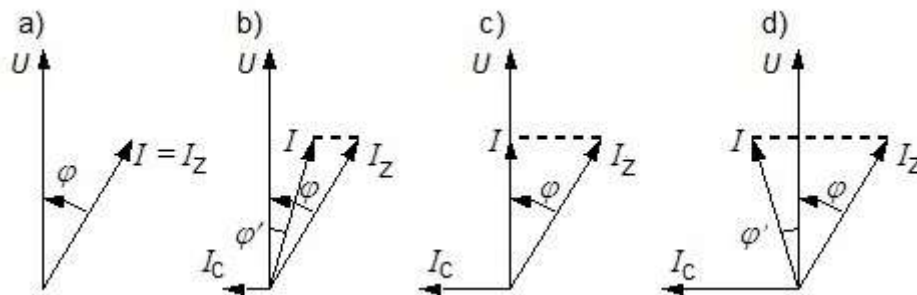
ω – pulsacja, w rad/s ($\omega = 2\pi f$).

W przypadku kompensacji częściowej powyższy wzór przyjmuje postać:

$$C = \frac{P(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi')}{U^2 \omega}$$

gdzie φ' – kąt fazowy po kompensacji.

Wykresy wskazowe napięć i prądów dla różnych przypadków kompensacji pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. Wykresy wskazowe dla:

- a) braku kompensacji, b) kompensacji częściowej,
c) kompensacji całkowitej, d) przekompensowania.

W przypadku przekompensowania odbiornik (rozumiany, jako równoległe połączenie kompensującej baterii kondensatorów i właściwego odbiornika energii) zmienia charakter z indukcyjnego na pojemnościowy.

Dobrana moc baterii do kompensacji mocy biernej indukcyjnej nie może spowodować przekompensowania, czyli uzyskania ujemnej wartości współczynnika $\operatorname{tg}\varphi_k$. Ujemna wartość współczynnika $\operatorname{tg}\varphi_k$ jest szkodliwa dla zasilanych urządzeń oraz sieci zasilającej i powoduje wskazanie licznika mocy biernej oddanej do sieci.

Sprawdzenie uzyskanej po kompensacji wartości współczynnika $\text{tg}\varphi_k$, w porównaniu do dopuszczalnego współczynnika $\text{tg}\varphi_{\text{dop}}$, można wykonać korzystając ze wzoru:

$$0 \leq \text{tg}\varphi_k = \frac{Q_Z - Q_k}{P_Z} \leq \text{tg}\varphi_{\text{dop}}$$

gdzie:

P_Z – moc czynna zapotrzebowana przez odbiorniki, w kW;

Q_Z – moc bierna zapotrzebowana przez odbiorniki, w kvar;

Q_k – moc baterii kondensatorów przeznaczonych do kompensacji mocy biernej, w kvar;

$\text{tg}\varphi_k$ – współczynnik mocy uzyskany po kompensacji;

$\text{tg}\varphi_{\text{dop}}$ – dopuszczalny współczynnik mocy.

Zadanie 1. Obliczyć pojemność kondensatora połączony szeregowo z cewką o indukcyjności $L=0,44\text{H}$ i rezystancji wewnętrznej $R=5\Omega$, jeżeli przy pulsacji źródła zasilającego $\omega=314\text{ rad/s}$ w obwodzie wystąpił rezonans napięć. Obliczyć moce: czynną, bierną i pozorną dostarczoną do obwodu, jeżeli napięcie zasilające $U=25\text{V}$.

Zadanie 2. W obwodzie równoległym RLC występuje rezonans prądów. Obliczyć moce czynną, bierną i pozorną dostarczaną do obwodu, jeżeli napięcie zasilające $U=10\text{V}$, a rezystancja $R=20\Omega$.

Zadanie 3. Silnik indukcyjny jednofazowy pobiera z sieci elektroenergetycznej moc pozorną $S=800\text{VA}$. Współczynnik mocy $\cos\varphi=0,7$ przy powyższym poborze mocy. Obliczyć pojemność baterii kondensatorów, którą należy dołączyć równolegle do silnika w celu całkowitego skompensowania mocy biernej przez silnik. Napięcie sieci $U=220\text{V}$, $f=50\text{Hz}$.

Zadania proszę przestać na pocztę szkolną. Każdy uczeń ma założone konto, o czym na pewno wiecie. Proszę wysłać wiadomości z poczty szkolnej.

Adres na który należy wysłać zadania:

okarmus.marek@zstiojar.edu.pl

Zadania wysyłane z innych adresów• (nie należących do domeny szkolnej) lub wysłane na inny adres nie będą oceniane!!!!

Zadania proszę przesyłać do czwartku (9-04-2020) godz. 24:00