



Politechnika Wroclawska

Ćwiczenie 6

Wydział

Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

LABORATORIUM
PODSTAW ELEKTROTECHNIKI

Kompensacja mocy biernej

Opracował: Grzegorz Wiśniewski

Zagadnienia do przygotowania

- Co to jest kompensacja mocy, współczynnik mocy?
- Budowa i zasada działania silnika indukcyjnego klatkowego.
- Metody kompensacji silnika indukcyjnego.

Literatura

- [1] B. Karolewski, Z. Okraszewski, A. Szymański „Elektrotechnika Ćwiczenia laboratoryjne dla wydziałów nieelektrycznych. Skrypt PWr
- [2] Bogdan Miedziński „ELEKTROTECHNIKA Podstawy i instalacje elektryczne”
wydawnictwo WNT

Celem ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie się ze sposobem i efektami poprawienia współczynnika mocy. Program ćwiczenia dotyczy doboru baterii kondensatorów w celu poprawienia współczynnika mocy 3-fazowego silnika klatkowego przez kompensację mocy biernej tego silnika.

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy zapoznać się z instrukcjami laboratoryjnymi dotyczącymi pomiaru mocy i energii w sieciach jednofazowych i trójfazowych oraz badania silnika indukcyjnego klatkowego.

Program ćwiczenia obejmuje:

- a) pomiar parametrów silnika bez kompensacji,
- b) pomiar parametrów silnika z kompensacją pojemnością w układzie gwiazdy i trójkąta,
- c) pomiar parametrów silnika w układzie prze- kompensowania i nie do- kompensowania.

1. Wprowadzenie

Podstawowym parametrem opisującym obciążenie urządzeń znajdujących się w sieci elektroenergetycznej jest moc pozorna S . Moc ta, to wektorowa suma mocy czynnej P i mocy biernej Q . Moc czynna pobierana urządzeniami elektrycznymi związana jest warunkami pracy, a w większości przypadków z rezultatem „widocznym, odczuwalnym”, czyli np. efektami pracy mechanicznej (obroty) czy energią cieplną itp.. Natomiast moc bierna nie przynosi efektu „namacalnego” bierze jednak udział w pracy urządzeń elektrycznych i jest niezbędna do tworzenia np. pola magnetycznego. Moc ta może przyjmować umowne wartości „dodatnie” mówimy wtedy, że jest to moc bierna indukcyjna lub wartości „ujemne” przyjmujemy wtedy, że jest to moc bierna pojemnościowa.

Z przyjętych założeń wynika, że możliwe jest sterowanie mocą pozorną układu poprzez odpowiedni dobór elementów tak aby możliwe było sterowanie mocą bierną. Gdy wypadkowa moc bierna równa się zero ($Q=0$) moc pozorna przyjmuje najmniejsze wartości i jest równa mocy czynnej ($S=P$). Posiłkując się trójkątem mocy zauważamy, że wskaźnikiem takiego kompensowania jest $\cos\varphi$ lub $\tan\varphi$. $\cos\varphi$ zwany jest współczynnikiem mocy i opisuje on pracę urządzeń elektrycznych, natomiast $\tan\varphi$ przyjęto jako jeden z parametrów opisujących pobór mocy z sieci energetycznej i służy do rozliczania zapotrzebowania energetycznego z dostawcą. Dlatego też duży odbiorcy oprócz liczników energii czynnej (tak jak jest to w gospodarstwach domowych) posiadają również liczniki energii biernej.

W celu poprawienia „właściwości” energetycznych urządzeń przyjmuje się, że wartość współczynnika mocy powinna przekraczać 0,8. W praktyce najczęściej instalowanych odbiorników generuje moc bierną indukcyjną (silniki), a wartość $\cos\varphi$ zależy:

- obciążenia silników – podczas biegu jałowego silnik pobiera minimalną moc czynną związaną jedynie ze stratami cieplnymi ($\cos\varphi=0,1$),
- napięcia zasilania – moc bierna jest proporcjonalna do kwadratu napięcia zasilającego
- konstrukcji silnika – rozmiary rdzenia („ilość żelaza”) i jego stopień wykorzystania (silniki nowych konstrukcji odpowiednio zoptymalizowane projektowo mają wyższy współczynnik mocy),
- stanu technicznego silnika – gorszy współczynnik (mniejszy $\cos\varphi$) mają silniki:
 - z wielką szczeliną powietrzną,
 - mimośrodowo osadzonym wirnikiem,
 - niewłaściwie przezwojone. [1]

2. Program ćwiczenia i sposób jego wykonania

Po połączeniu układu zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1, należy (przy wyłączonych baterii kondensatorów) wykonać pomiary natężenia prądu $I=I_1= I_f$ napięcie U_f oraz moc silnika ($P_S=3 P_A$), a uzyskane wartości wpisać do tabeli 1. Na podstawie wykonanych pomiarów należy obliczyć współczynnik mocy silnika i jego moc bierną Q_S z wzorów:

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_S}{3U_f I_f} = \frac{3P_A}{3U_f I} = \frac{P_A}{U_f I} \quad (1.1)$$

$$Q_S = P_S \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (1.2)$$

Następnie korzystając z wzoru:

$$Q_C = P_S (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad (1.3)$$

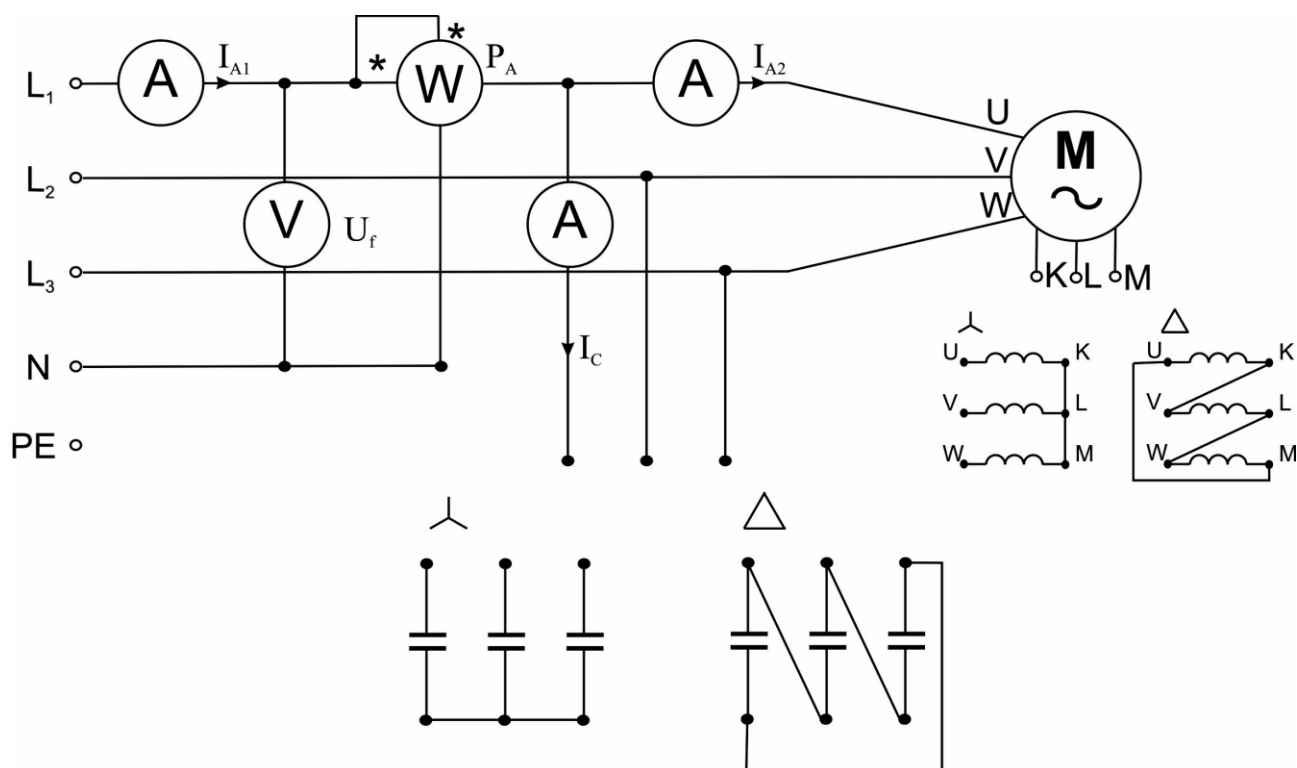
Obliczyć moc bierną Q_C i dobrać pojemność C baterii kondensatorów tak, aby po kompensacji wartość $\cos\varphi = 0,9$. Dla kondensatorów połączonych w trójkąt przyjąć: [2]

$$Q_{C\Delta} = 3\omega C U^2 = 3\omega C (\sqrt{3}U_f)^2 = 9\omega C U_f^2 \quad (1.4)$$

Dla baterii kondensatorów połączonych w gwiazdę należy zastosować wzór: [2]

$$Q_{c\lambda} = \omega C U^2 = \omega C (\sqrt{3} U_f)^2 = 3 \omega C U_f^2 \quad (1.5)$$

Po obliczeniu pojemności, należy kolejno włączać poszczególne dostępne sekcje baterii połączonych w trójkąt lub gwiazdę wykonując pomiary mocy, prądów i napięcia. Wyniki pomiarów i obliczeń zanotować w tabeli 2.



Rys. 1. Układ połączeń do badania kompensacji mocy biernej silnika 3-fazowego.

$$S = 3U_f I \quad (1.6)$$

$$Q_C = Q_S - Q \quad (1.7)$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P_S^2} \quad (1.8)$$

$$\cos \varphi = \frac{P_S}{S} \quad (1.9)$$

Tabela 1.

<i>Lp.:</i>	I_{A1}	I_{A2}	I_C	U_f	P_A	P_S	S	Q	Q_C	$\cos\varphi$
	[A]			[V]	[W]		[VA]	[VAr]		[-]
1										
2										
3										

Tabela 2.

<i>Lp.:</i>	Załączone człony baterii kondensatorów	I_{A1}	I_{A2}	I_C	U_f	P_A	P_S	S	Q	Q_C	$\cos\varphi$
		[A]			[V]	[W]		[VA]	[VAr]		[-]
1											
2											
3											

Na podstawie obliczonych wartości $\cos\varphi$ oraz Q_C i Q (całkowita moc bierna układu). Przy założeniu symetrii zasilania wykonać wykresy wektorowe mocy dla wszystkich pomierzonych stopni kompensacji (włączonych sekcji baterii kondensatorów). Ponadto wykreślić charakterystykę mocy, współczynnika mocy oraz prądu pobieranego przez sam układ oraz dla wszystkich przypadków zastosowanej kompensacji (wartości C). We wnioskach ująć spostrzeżenia odnośnie do wartości prądu oraz mocy czynnej pobieranej przez silnik z sieci dla różnych stopni wykonanej kompensacji.