

Nauczyciel: Ryszard Szulc

Przedmiot: Maszyny Elektryczne

Przedmiot: Urządzenia Elektryczne

Klasa: 3 TE

Temat lekcji: Generator i silnik indukcyjny asynchroniczny

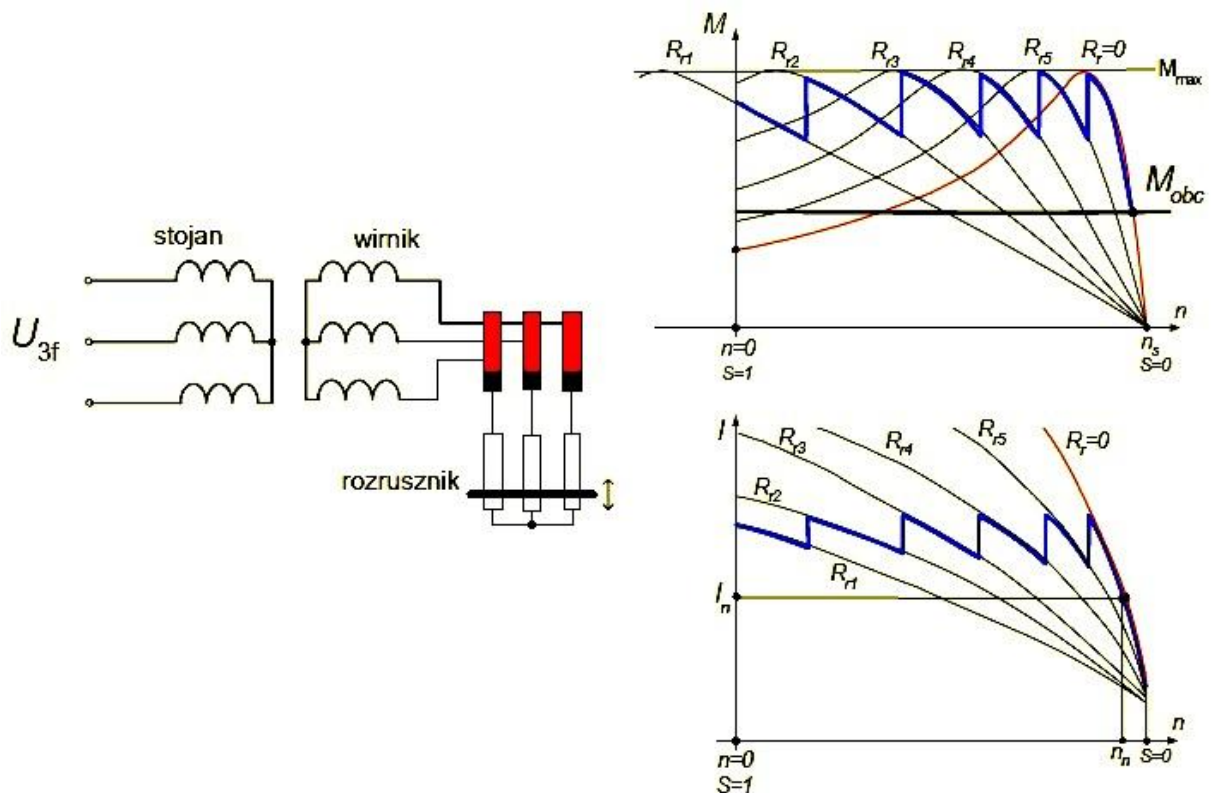
Data lekcji: 16.04.2020 r

Wprowadzenie do tematu:

Rozruch silników indukcyjnych o wirniku pierścieniowym

Rozruch silnika indukcyjnego o wirniku pierścieniowym przeprowadza się za pomocą rozrusznika oporowego, włączonego w obwód uzwojenia wirnika (Rys. 5). Zarówno silnik, jak i rozrusznik wyposażone są w styki pomocnicze blokady elektrycznej uniemożliwiającej włączenie silnika do sieci, jeśli przyrząd szcztkowy i pokrętło rozrusznika nie znajdują się w pozycji rozruchu początkowego.

Przed uruchomieniem silnika pokrętło rozrusznika należy ustawić na maksymalną rezystancję, a następnie w czasie rozruchu stopniowo zmniejszać rezystancję, aż do bezpośredniego zwarcia pierścieni. Poprzez zmianę rezystancji w obwodzie wirnika uzyskuje się możliwość płynnej zmiany obrotów, przy stosunkowo dużych stratach energii elektrycznej na rezystorze regulacyjnym.



Rozruch oporowy silnika indukcyjnego o wirniku pierścieniowym

Rozruch silnika indukcyjnego za pomocą autotransformatora

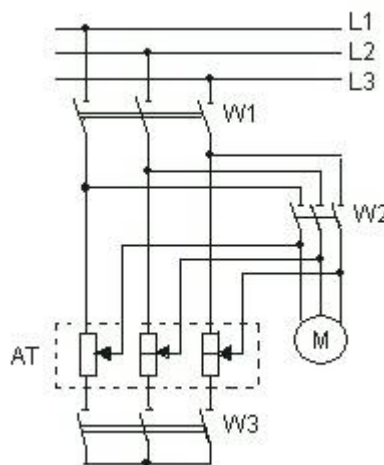
Autotransformatory stosowane do rozruchu silników indukcyjnych posiadają nastawialną przekładnię napięciową n_u .

Rozruch silnika (Rys. 6) rozpoczyna się od nastawienia wartości napięcia odpowiadającej przyjętemu nieprzekraczalnemu prądowi rozruchowemu, po czym:

- zamyka się wyłączniki W1 i W3, wyłącznik W2 zostaje otwarty,
- następnie stopniowo podwyższa się napięcie zasilające silnik do wartości znamionowej,
- po ustaleniu się prędkości silnika otwiera się wyłącznik W3, zamykając wyłącznik W2.

Zależności wielkości podstawowych charakteryzujących pracę silnika po rozruchu za pomocą autotransformatora o przekładni n_u , są następujące:

- napięcie zasilające silnik U_r jest niższe od napięcia sieci U ,
- moment rozruchowy M_r jest n_u^2 razy mniejszy od momentu przy pełnym napięciu,
- prąd rozruchowy I_r jest n_u razy mniejszy od prądu płynącego w uzwojeniach silnika,
- prąd pobierany z sieci, płynący w uzwojeniach pierwotnych autotransformatora, jest n_u^2 razy mniejszy od prądu płynącego podczas rozruchu bezpośredniego.

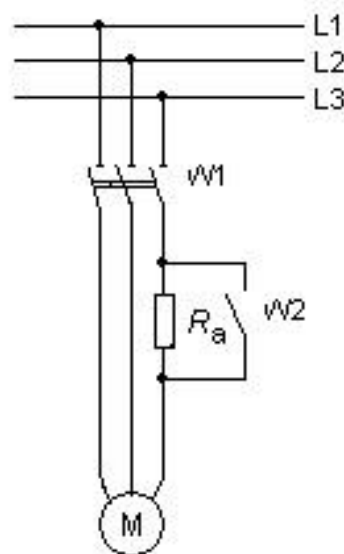


Rozruch silnika indukcyjnego za pomocą autotransformatora

Przy otwartych wyłącznikach W2 i W3 autotransformator rozruchowy AT jest włączony jako dławik szeregowy. Rozruch za pomocą **autotransformatora** stosuje się w zasadzie do silników o mocy większej niż 500 kW.

Rozruch silnika indukcyjnego za pomocą rezystancji włączonej w obwód stojana

Rozruch silnika indukcyjnego za pomocą rezystancji włączonej w obwód stojana stosuje się w celu zmniejszenia elektromagnetycznego momentu rozruchowego oraz ograniczenia prądu rozruchowego (Rys. 7). Włączenie rezystancji szeregowej powoduje obniżenie się napięcia podczas rozruchu. Ten sposób rozruchu, polegający na uzyskaniu niesymetrii układu napięć na zaciskach silnika, jest obecnie stosowany rzadko i tylko w silnikach małej mocy. W silnikach dużej mocy włącza się w tym celu dławiki o odpowiednio dobranej reaktancji. Warunki rozruchowe za pomocą rezystancji włączonej w obwód stojana są mniej korzystne niż przy rozruchu za pomocą autotransformatora lub przełącznika gwiazda-trójkąt. Dodatkową rezystancję lub reaktancję zwiera się po osiągnięciu przez silnik stanu ustalonego przy obniżonym napięciu.



Rozruch silnika za pomocą rezystancji włączonej w obwód stojana

Oznaczenie: W2 – wyłącznik zawierający rezystor po rozruchu silnika

W tablicy 1. porównano podane wyżej różne sposoby rozruchu trójfazowych silników indukcyjnych.

Regulacja prędkości obrotowej

W praktycznych zastosowaniach, np. w napędach elektrycznych, wymaga się często zmianę kierunku wirowania, a także regulację prędkości obrotowej silnika indukcyjnego. Na podstawie zależności określającej prędkość wirowania wirnika:

$$n = n_1 (1 - s)$$

można wyznaczyć prędkość obrotową silnika indukcyjnego, ze wzoru:

$$n = \frac{60f}{p} (1 - s)$$

Wynika stąd, że prędkość obrotową silnika indukcyjnego można regulować, przez zmianę:

- częstotliwości napięcia zasilającego,
- liczby par biegunów magnetycznych.
- poślizgu.

Przez zmianę częstotliwości napięcia zasilającego.

Regulacja przez zmianę częstotliwości napięcia zasilającego umożliwia pracę silnika (Rys. 9) przy:

a) stałym momencie obrotowym, wtedy napięcie na zaciskach silnika należy zmieniać według zależności:

$$U \approx cf$$

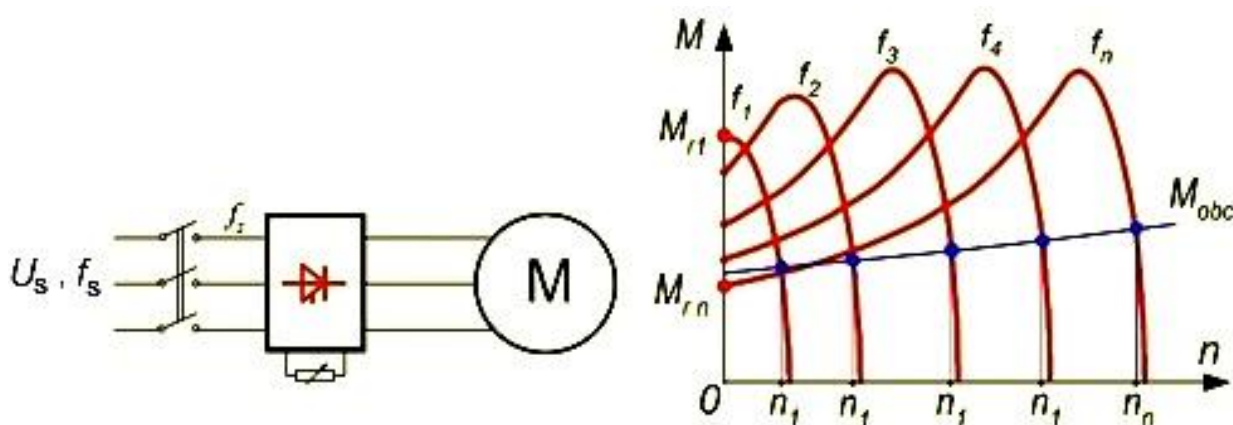
przy czym c – współczynnik proporcjonalności

b) stałej mocy na wale; wówczas napięcie $U \approx cf$,

c) momencie obrotowym proporcjonalnym do kwadratu częstotliwości, wówczas napięcie $U \approx c \sqrt{f}$.

Ten sposób regulacji prędkości obrotowej polega na zmianie częstotliwości zasilania f_1 , która powoduje regulację prędkości wirowania pola magnetycznego oraz płynną lub skokową regulację prędkości wirowania wirnika. Przy tym sposobie regulacji wymaga się, aby zmiana częstotliwości napięcia zasilającego następowała przy stałej wartości strumienia magnetycznego. Dlatego regulując częstotliwość f_1 , należy tak zmieniać wartość napięcia zasilającego, aby:

$$\frac{U}{f} = \text{const.}$$

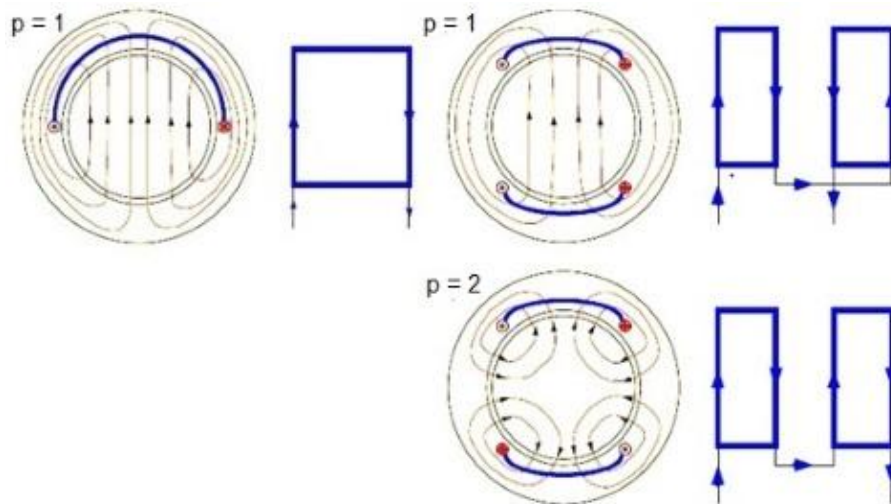


Regulacja prędkości obrotowej silnika indukcyjnego przez zmianę częstotliwości napięcia zasilającego

6.2. Przez zmianę liczby par biegunów

Regulacje prędkości obrotowej silnika indukcyjnego przez zmianę liczby par biegunów (Rys. 10) można osiągnąć stosując:

- jedno uzwojenie, które można przełączać tak, aby wytwarzało pola o różnych liczbach biegunów, lub
- dwa niezależne uzwojenia w stanie o różnych liczbach par biegunów.



Regulacja prędkości obrotowej przez zmianę liczby par biegunów

Moment obrotowy w silniku indukcyjnym powstaje tylko w przypadku, gdy liczba biegunów w stojanie i wirniku jest taka sama. Oznacza to, że regulacja prędkości obrotowej przez zmianę liczby par biegunów może być stosowana tylko w silnikach klatkowych, ponieważ uzwojenie klatkowe wirnika samo dostosowuje się, pod względem liczby par biegunów, do liczby par biegunów uzwojenia stojana.

W silnikach z wirnikiem pierścieniowym zmiana liczby par biegunów powinna nastąpić zarówno w stojanie, jak i wirniku. Dlatego w silniku z wirnikiem pierścieniowym, przy zmianie liczby par biegunów uzwojenia stojana, należałoby dokonać takiej samej zmiany liczby par biegunów uzwojenia wirnika. Zamiast dwóch dodatkowych uzwojeń w silniku z wirnikiem pierścieniowym korzystniejsze jest stosowanie jednego uzwojenia, które można przełączać w ten sposób, aby wytwarzało pola o różnych biegunach.

W silnikach tych praktycznie nie jest możliwa płynna regulacja prędkości obrotowej, a jedynie uzyskanie dwóch, a najwyżej czterech różnych prędkości.

Silniki, w których regulację prędkości obrotowej dokonuje się przez zmianę liczby par biegunów, nazywa się **silnikami wielobiegunowymi**.

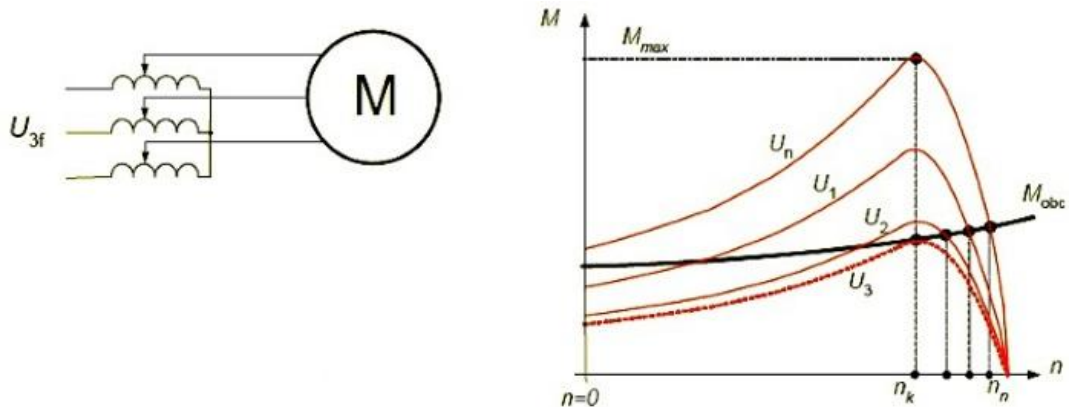
Przez zmianę napięcia zasilającego

Regulacja przez zmianę napięcia zasilającego jest stosowana bardzo rzadko i tylko w silnikach małej mocy.

Punkty oznaczone na krzywej momentu obciążenia M_{obc} (Rys. 11), są

odpowiednio punktami pracy przy obniżonych napięciach $U_n - U_3$.
Moment silnika M zmienia się proporcjonalnie do kwadratu napięcia, czyli:

$$M=U^2$$



Regulacja prędkości obrotowej przez zmianę wartości napięcia zasilającego

Jest to więc krzywa graniczna, wyznaczająca dla $M_{obc} = M_N$ zakres regulacji prędkości obrotowej w granicach $n_k - n_n$.
Oznacza to, że zakres regulacji prędkości obrotowej przez zmianę napięcia zasilającego wynosi niewiele ponad 10% poniżej prędkości znamionowej.
Wadą tego sposobu regulacji prędkości obrotowej jest mały zakres regulacji; tym mniejszy im mniejsze jest obciążenie silnika, i duży spadek przeciążalności momentem.
Oprócz tego, obniżeniu napięcia U_1 przy stałej wartości momentu odpowiada wzrost prądów zarówno w obwodzie wirnika, jak i stojana, co powoduje niekorzystny wzrost strat w uzwojeniach.

Prędkość obrotową silnika indukcyjnego można regulować także, stosując układy kaskadowe lub sprzężenie mechaniczne dwóch silników oraz zasilając je z sieci w ten sposób, że momenty obrotowe tych silników mają momenty przeciwne, czyli ich strumienie magnetyczne wirują w kierunkach przeciwnych.
Obecnie stosowane są techniki półprzewodnikowe, przeznaczone do regulacji częstotliwości napięcia zasilającego.

Instrukcje do pracy własnej:

Przeczytać teksty mojego wykładu, **nauczyć się**, **zapamiętać**.

Praca własna:

Wykonać notatki z tematu w zeszycie / wkleić wydrukowany tekst

Narysować załączone schematy / wkleić wydrukowany tekst

Podpisać imieniem, nazwiskiem z datą lekcji strony w zeszycie

wykonać zdjęcia stron zeszytu z tym tematem / SCAN-y

Informacja zwrotna:

**Wykonane zdjęcia stron zeszytu /SCAN-y i przesłać je na adres e-mail.:
Szulc@zs9elektronik.pl**