

Temat: Maszyny elektryczne stosowane w napędach elektromechanicznych.

Silniki elektryczne stosowane w napędach dzielimy na:

- synchroniczne,
- asynchroniczne,
- prądu stałego,
- uniwersalne.

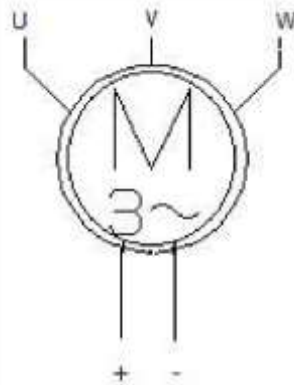
1. Silniki synchroniczne.

Są to maszyny trójfazowe prądu przemiennego w których strumień magnetyczny jest wytwarzany w wyniku zasilania uzwojenia wzbudzenia prądem stałym. Źródło napięcia stałego musi zapewniać odpowiednie warunki regulacji zasilania aby było możliwe utrzymanie momentu napędowego na wymaganym poziomie.

Silniki synchroniczne mogą pracować tylko z jedną prędkością obrotową dlatego nie podaje się dla nich charakterystyk mechanicznych.

Rozruch silników synchronicznych jest bardzo skomplikowany a wypadnięcie z synchronizmu prowadzi do ich zatrzymania, dlatego są bardzo rzadko stosowane w przemyśle i to głównie w przemyśle ciężkim.

Większe możliwości daje zasilanie takich silników poprzez falowniki napięcia i prostowniki sterowane, dzięki czemu możliwy jest ich bezpośredni rozruch i regulacja prędkości. Jest to jednak wąski zakres stosowania głównie w branży motoryzacyjnej. Symbol silnika synchronicznego:



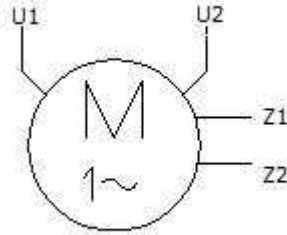
2. Silniki asynchroniczne.

Są to maszyny jedno lub trójfazowe prądu przemiennego w których zasilane są tylko uzwojenia stojana. Stojan wytwarza wirujące pole magnetyczne którego zmiana powoduje indukowanie się w wirniku napięcia. W wyniku tego napięcia przez uzwojenie wirnika przepływa prąd który wytwarza strumień magnetyczny oddziałujący ze strumieniem stojana i wytwarzający moment napędowy. Silniki asynchroniczne mogą być klatkowe lub pierścieniowe.

Silniki klatkowe to najpowszechniej stosowane silniki elektryczne zasilane z sieci. Silniki trójfazowe budowane są na moce od kilkuset watów do kilkudziesięciu kilowatów. Silniki jednofazowe zazwyczaj nie przekraczają mocy 2 kW. W celu uzyskania pola wirującego w silnikach jednofazowych konieczne jest zastosowanie jednego uzwojenia głównego (zaciski U1 i U2) i jednego dodatkowego nazywanego rozruchowym (zaciski Z1 i Z2). Niektóre silniki wymagają połączenia z uzwojeniem rozruchowym specjalnie dobranego kondensatora.

Silnik będzie pracował w prawo jeżeli połączymy ze sobą zaciski U1-Z1 oraz U2-Z2. Do pracy w lewo łączymy U1-Z2 i U2-Z1.

Symbol silnika jednofazowego klatkowego:



Trójfazowe silniki indukcyjne klatkowe mogą mieć wyprowadzone tylko początki uzwojeń czyli U1, V1, W1, jak również końce U2, V2, W2. W pierwszym przypadku maszyna jest skojarzona na stałe w gwiazdę lub w trójkąt. W drugim mamy możliwość zmiany konfiguracji, o ile maszyna jest do tego przystosowana.

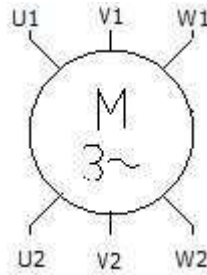
Tabliczka poniżej należy do silnika który podłączony bezpośrednio do sieci trójfazowej może pracować zarówno w gwiazdę jak i w trójkąt.

FABRYKA MASZYN ELEKTRYCZNYCH S.A.		Iz F / °C		CE
indukta		S1		
Nr V021546		IM 1001		
Typ Sg 132M-4		IP 55		
3~ 400Δ/690Y		V 50 Hz		
7,5 kW		14,6/8,4 A		
cos φ 0,85		η 87,0 %		
n 1450 1/min				
G0G40B3120MG000Z				
Cantoni GROUP		06/08		
		MADE IN POLAND		

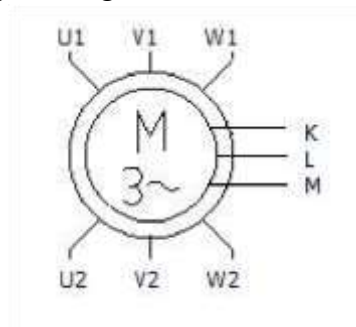
Tabliczka poniżej należy do silnika który po podłączeniu do sieci 3x400 V może pracować tylko w gwiazdę. Do pracy przy połączeniu w trójkąt musieli byśmy go zasilić napięciem międzyfazowym o wartości 3x220 V.

SILNIK		Se 100L-4 B		
NR				
3,0 kW		Izol. kl. B		Wyk 1989
Stoj. 220/380 V		12,0/6,9 A		Δ/λ
cos φ 0,80	IP 44	Praca S1	1405 obr/min	
Temp 40 °C	Δt 80 °C	Prąd 3	50 ~	
Masa 35,5 kg	Made in Poland	PN-88/E-06701		

Symbol silnika klatkowego trójfazowego:



Symbol silnika pierścieniowego trójfazowego:



W silnikach pierścieniowych na wirniku znajdują się uzwojenia miedziane połączone na stałe a ich początki są wyprowadzone poprzez pierścienie ślizgowe na zaciski K, L i M. Wirnik nie jest zasilany ale na czas rozruchu podłącza się do niego rezystory rozruchowe, dzięki czemu uzyskujemy większy moment rozruchowy i ograniczamy prąd rozruchowy. Takie rozwiązanie wymaga kosztownego i rozbudowanego układu rozruchowego i jest stosowane tylko w maszynach przemysłowych dużej mocy.

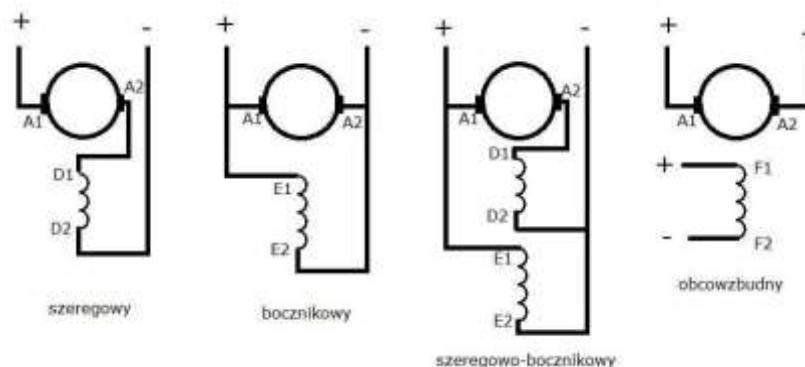
Należy pamiętać o tym, że:

- Napięcie znamionowe podawane na tabliczce znamionowej maszyny to zawsze wartość skuteczna napięcia MIĘDZYZACISKOWEGO czyli międzyfazowego.
- Żadna maszyna asynchroniczna zasilana bezpośrednio z sieci nie osiągnie prędkości obrotowej 3000 obr/min. Jest to prędkość synchroniczna, a maszyny pracują z prędkościami nieco mniejszymi. W zależności od budowy maszyny (liczby par biegunów) prędkości graniczne to 3000, 1500, 750 obr/min.
- Zmiana kierunku wirowania maszyny trójfazowej polega na zamianie w dwóch dowolnych faz.
- Parametry znamionowe maszyny do inaczey warunki pracy przy których uzyskujemy maksymalną sprawność maszyny. W rzeczywistości maszyny mogą pracować przy obciążeniach do 10% wyższych oraz dużo niższych.
- Moc podawana na tabliczce znamionowej to moc mechaniczna na wale silnika. Pobierana moc elektryczna to moc mechaniczna pomnożona przez sprawność.
- Jeżeli silnik może pracować przy podłączeniu do sieci zarówno w gwiazdę jak i w trójkąt, to moc znamionowa dotyczy połączenia w trójkąt. Przy połączeniu w gwiazdę i zachowaniu tego samego napięcia zasilania moc maszyny spada trzykrotnie. Przełączenie gwiazdatrójkąt stosuje się w celu ograniczenia prądu rozruchowego który dla trójkąta jest większy o $\sqrt{3}$ od prądu przy połączeniu w gwiazdę.
- Zasilanie silnika indukcyjnego poprzez falownik daje bardzo duże możliwości regulacji warunków pracy silnika poprzez zmianę amplitudy i częstotliwości napięcia zasilającego silnik. W pozostałych przypadkach możemy regulować prędkość zmieniając napięcie zasilające.

3. Silniki prądu stałego.

Są stosowane w układach napędowych tylko wtedy, gdy jest opłacalne wykonanie układu zasilania napięciem stałym lub gdy mamy do dyspozycji źródła napięcia stałego (akumulatory). Obecnie te silniki są wypierane przez silniki indukcyjne klatkowe zasilane z przetworników energoelektronicznych.

Rysunek poniżej przedstawia układy połączeń silników prądu stałego wraz z oznaczeniami poszczególnych uzwojeń. Oznaczenie A1-A2 dotyczy twornika czyli wirnika maszyny.



Wszystkie silniki prądu stałego mają uzwojenie główne (twornik) umieszczone na wirniku. Współpracuje ono z komutatorem do którego napięcie jest doprowadzone poprzez szczotki. Występowanie elementów mechanicznych w obwodzie elektrycznym jest kłopotliwe ze względów eksploatacyjnych i wymaga okresowych kontroli stanu tych elementów.

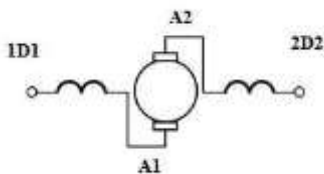
Należy pamiętać o następujących cechach silników prądu stałego:

- Zmiana kierunku wirowania polega na zmianie polaryzacji uzwojenia wzbudzenia względem stojana. Zamiana biegunów w sieci zasilającej nie spowoduje zmiany kierunku wirowania – jest to możliwe tylko w silnikach obcowzbudnych.
- Silniki prądu stałego mogą być budowane na bardzo różne prędkości obrotowe – nawet do kilkudziesięciu tysięcy obrotów na minutę (max 60000).
- Silniki szeregowy mają bardzo duży moment rozruchowy dlatego są stosowane w miejscach gdzie rozruch występuje pod obciążeniem mechanicznym. Jego wadą jest rozbieganie się w przypadku gdy nie jest obciążony.
- W silnikach bocznikowych prędkość zmienia się nieznacznie przy zmianach obciążenia – stabilna praca, jednak mają mały zakres regulacji prędkości pracy.
- Silniki szeregowo-bocznikowe mają duże momenty rozruchowe i pracują stabilnie nie rozbiegając się. Ich wadą jest skomplikowana budowa.
- Silniki obcowzbudne bardzo dobrze utrzymują prędkość i mają duży zakres regulacji prędkości obrotowych. Wymagają jednak skomplikowanego układu zasilania z dwoma niezależnymi źródłami napięcia.

W mechatronice stosuje się silniki małej mocy (poniżej 500W) z magnesami trwałymi zamiast uzwojeń wzbudzenia. Działają one podobnie jak silniki obcowzbudne, jednak regulacja prędkości polega na zmianie prądu w tworniku co jest nieekonomiczne jednak przy małych mocach akceptowalne.

4. Silniki uniwersalne.

Są to silniki komutatorowe prądu przemiennego, które łączą możliwość zasilania napięciem przemiennym z własnościami silników szeregowych prądu stałego – dużym momentem rozruchowym i możliwością osiągnięcia wysokich obrotów. Symbol silnika uniwersalnego:



Jak widać jego uzwojenie wzbudzenia jest podzielona na dwie połowy wpięte symetrycznie względem twornika (wirnika). Ponadto silniki te różnią się sposobem wykonania obwodu magnetycznego (blachami) który powinien ograniczyć wpływ prądów wirowych. Silniki te są bardzo często stosowane w elektronarzędziach i sprzęcie AGD ze względu na duże możliwości związane ze zmianą kierunku wirowania oraz szerokimi zakresami regulacji prędkości obrotowych (osiągają obroty powyżej 20000 obr/min). Ze względu na to, że są montowane na stałe w urządzeniach i małe moce nie występuje w nich zjawisko rozbiegania się

Zgodnie z normą PN-EN 60034-1:2009 Maszyny elektryczne wirujące —

Część 1: Dane znamionowe i parametry,

znamionowy rodzaj pracy maszyny jest określany w postaci symbolu składającego się z litery S i cyfr od 1 do 10.

Wyróżnia się następujące rodzaje pracy maszyn elektrycznych:

S1- praca ciągła; praca ze stałym obciążeniem, trwającym do osiągnięcia stanu równowagi cieplnej.

Przyrosty temperatury czynnych części maszyny nie większe niż 2°C w ciągu godziny;

S2- praca dorywcza; praca ze stałym obciążeniem trwającym krócej niż czas potrzebny do osiągnięcia równowagi cieplnej oraz następującym później postojem trwającym tak długo, aż maszyna stanie się praktycznie zimna. Znormalizowany czas pracy wynosi: 10, 30, 60 i 90 minut;

S3 - S10 praca okresowa; praca z następującymi po sobie okresami pracy o różnych wartościach obciążenia. Jednak w żadnym przypadku maszyna się nie nagrzeje ani nie ostygnie w pełni.