

B. Rozruch silnika przy obniżonym napięciu

Mimo, że nagle obniżenie napięcia często powoduje różne problemy, to sterowane obniżenie napięcia na zaciskach silnika może być korzystne wtedy, gdy stosowane jest do zmniejszenia mocy rozruchowej (kVA) silnika w urządzeniach, gdzie akceptuje się zmniejszony moment obrotowy silnika. Zmniejszenie mocy rozruchowej silnika może zmniejszyć wymiary potrzebnego agregatu prądowórczego, zmniejszyć spadek napięcia i zapewnić łagodniejszy rozruch dla obciążeń silnika. Upewnić się jednak, że silnik rozwinie wystarczający moment do przyspieszenia obciążenia w warunkach obniżonego napięcia. Również, każdy rozrusznik, który dokonuje przejścia między „rozruchem” i „pracą” może spowodować stan nagłego wzrostu prądu, prawie tak groźny jak rozruch równoległy - chyba że silnik przy przejściu ma lub jest w pobliżu szybkości synchronicznej. Może to spowodować niedopuszczalny nagły spadek napięcia i potencjalnie wyłączenie rozrusznika.

A Porównanie metod rozruchu silnika.

Tabela 7-1 porównuje skutki rozruchu przy pełnym napięciu, z autotransformatorem i rezystorami na silniku o mocy 50 koni mechanicznych, konstrukcja B, kod G. Jak można zobaczyć, rozruch z autotransformatorem wymaga mniejszej mocy rozruchowej silnika z agregatu prądowórczego. Rozruch rezystorowy w rzeczywistości wymaga większej mocy (kW) (moc silnika) niż rozruch w poprzek linii.

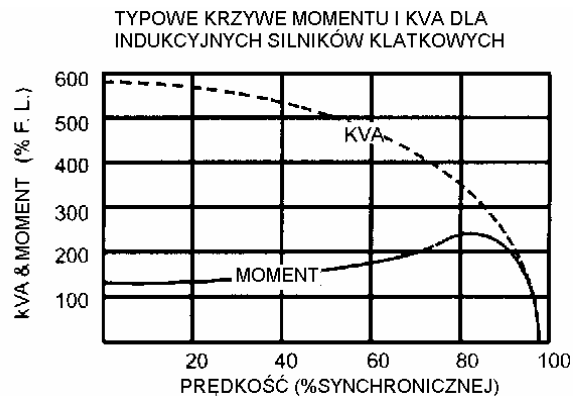
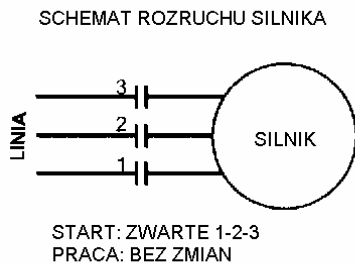
	Typ rozrusznika		
	AUTOTRANSFORMATOR	REZYSTOR	PEŁNE NAPIĘCIE
% przyłożonego napięcia (zaczepek)	65	50	100
% pełnego napięcia (mnożnik)	0,42	0,50	1,0
Moc (kVA) rozruchowa przy obniżonym napięciu	$295^{**} \times 0,42 = 123,9$	$295^{**} \times 0,50 = 147,5$	$295^{**} \times 1,0 = 295$
Moc rozruchowa (kW) przy obniżonym napięciu (kVA x PF)	$123,9 \times 0,36^{***} = 43,4$	$147,9 \times 0,50^{***} = 118$	$295 \times 0,8^{****} = 118$
Moc (kVA) pracy	46	46	46
Moc (kW) pracy	41	41	41
* Patrz Tabela 3-4. ** Patrz Tabela 3-5 i pomnożyć moc w koniach mechanicznych 50 przez współczynnik 5,9 dla litery kodu G. *** Patrz Tabela 3-6 **** Patrz SPF dla rezystora w Tabeli 3-4.			

Tabela 7-1. Porównanie rozruchów silnika przy obniżonym napięciu.

Rozruch silnika przy pełnym napięciu

Rozruch: jeżeli nie ma konieczności obniżenia mocy rozruchowej (kVA) silnika ze względu na ograniczone możliwości agregat prądowórczego lub ograniczenie spadku napięcia przy rozruchu silnika, to typowym rozruchem jest rozruch przy pełnym napięciu. Nie ma żadnego ograniczenia mocy (kW), wielkości, napięcia lub typu silnika.

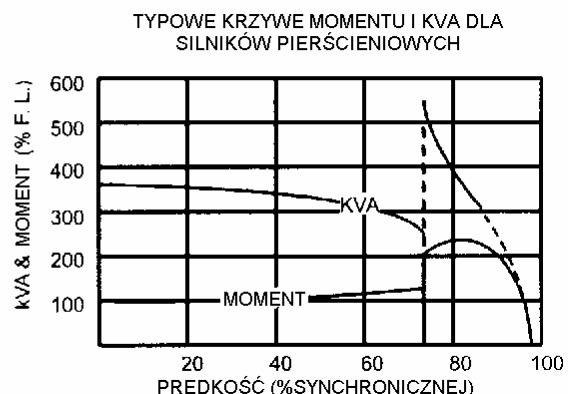
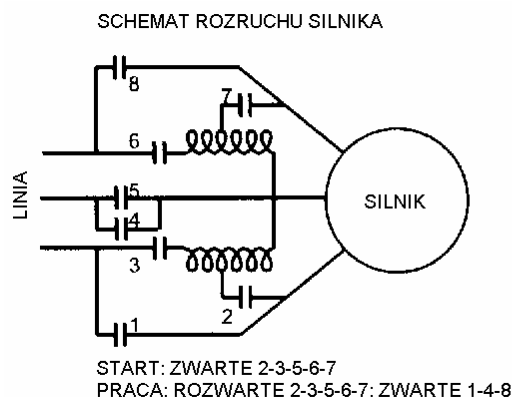
Uwagi stosowania: Metoda ta jest najczęściej spotykana ze względu na jej prostotę, niezawodność i początkowe koszty. wrócić uwagę, że krzywa kVA i momentu pokazuje, że moc rozruchowa (kVA) pozostaje dość stała, dopóki silnik nie osiągnie prawie pełnej szybkości. Zwrócić również uwagę, że moc kW osiąga szczyt około 300 procent mocy znamionowej w pobliżu 80 procent szybkości synchronicznej.



Rozruch silnika autotransformatorem, otwarty obwód przy przejściu (z etapu rozruchu do etapu pracy)

Rozruch: Autotransformator jest obwodem tylko podczas rozruchu celem zmniejszenia napięcia doprowadzanego do silnika. Otwarcie tego obwodu podczas przejścia (z rozruchu do pracy) może spowodować groźne stany przejściowe, które mogą nawet spowodować zadziałania automatycznych wyłączników.

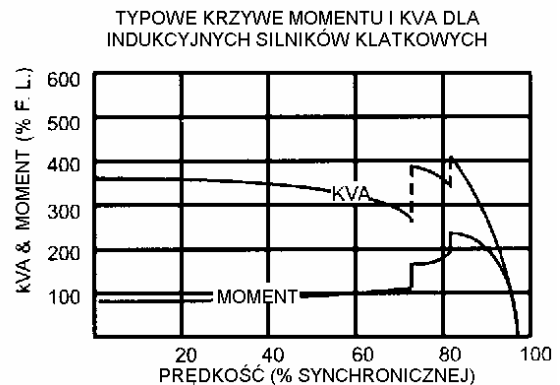
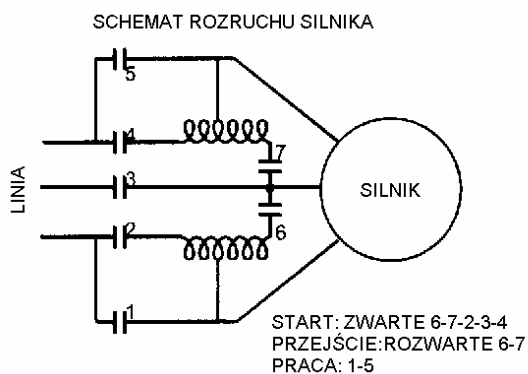
Uwagi stosowania: W zastosowaniach agregatów prądowórczych należy unikać włączania otwartego obwodu startera o obniżonym napięciu przy przejściu (z rozruchu do pracy), szczególnie wtedy, gdy w chwili przejścia silniki nie osiągnęły pełnej szybkości. Przyczyną tego jest fakt, że podczas przełączania silnik zwalnia i wypada z synchronizacji. Wynik jest podobny do równoległej pracy agregatów prądowórczych nie w fazie. Zwrócić również uwagę, że współczynnik mocy rozruchowej jest mniejszy niż przy użyciu autotransformatora.



Rozruch silnika autotransformatorem, zamknięty obwód przy przejściu (z etapu rozruchu do etapu pracy)

Rozruch: Podczas rozruchu obwód nie zostaje przerwany. W trakcie przejścia, część uzwojenia autotransformatora pozostaje w obwodzie z uzwojeniem silnika jako dławik szeregowy.

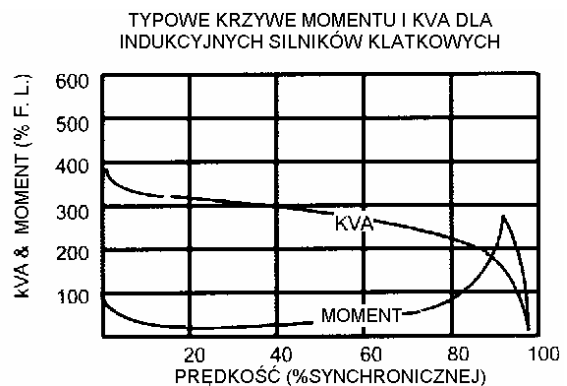
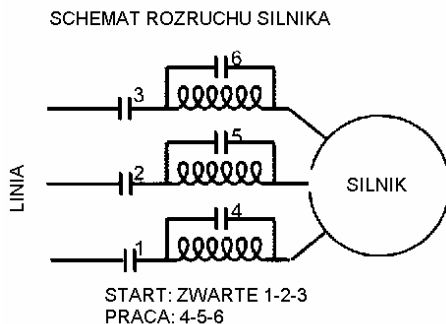
Uwagi stosowania: Zamknięty obwód podczas przejścia zamiast otwartego zaleca się z powodu mniejszych zakłóceń elektrycznych. Przełączanie jest jednak droższe i bardziej skomplikowane. Jest to najpowszechniej stosowana metoda rozruchu przy obniżonym napięciu dla dużych silników przy niskich wymaganiach co do momentu obciążenia, np. pompy ssące ścieków i chłodnie. Główną zaletą jest większy moment na dany prąd niż w przypadku innych metod rozruchu z obniżonym napięciem. Sterowanie może być automatyczne i/lub ręczne. Zwrócić uwagę, że współczynnik mocy rozruchowej jest mniejszy niż przy stosowaniu autotransformatora.



Rozruch silnika z dławikami, zamknięty obwód przy przejściu (z etapu rozruchu do etapu pracy)

Rozruch: Rozruch przy pomocy dławików posiada zaletę prostoty i zamkniętego obwodu przy przejściu (z rozruchu do pracy), ale daje mniejszy moment rozruchowy na kVA niż rozruch autotransformatorowy. Moment ten poprawia się jednak w miarę przyspieszania silnika.

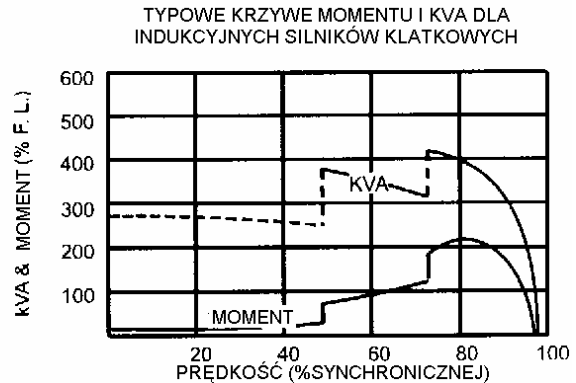
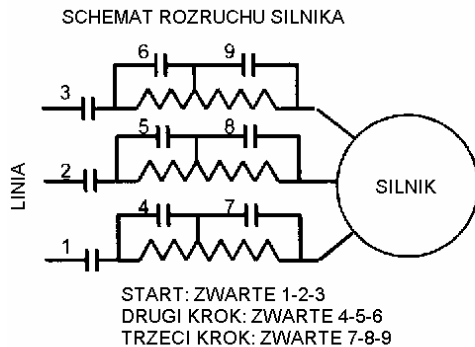
Uwagi stosowania: Za wyjątkiem silników wysokonapięciowych lub wysokoprądowych, rozruchu dławikowego generalnie się nie stosuje. Dławiki należy dobierać na podstawie mocy i napięcia i ich dostępność może być ograniczona. Typowo, rozruch dławikowy jest droższy niż rozruch autotransformatorowy dla małych silników, ale jest prostszy i tańszy dla dużych silników. Współczynnik mocy rozruchowej jest wyjątkowo niski. Rozruch dławikowy pozwala na płynny rozruch, prawie bez obserwowania zakłócenia przy przejściu i dobrze pasuje do takich zastosowań jak pompy odśrodkowe lub wentylatory.



Rezystorowy rozruch silnika, zamknięty obwód przy przejściu (z etapu rozruchu do etapu pracy)

Rozruch: Rozruch rezystorowy jest czasami stosowany dla mniejszych silników, gdzie potrzebne jest kilka kroków rozruchu i niedozwolone jest przerywanie obwodów silnika między tymi krokami.

Uwagi stosowania: Dostępny również jako rozrusznik z bezstopniowym przejściem, który zapewnia płynniejszy rozruch. Rozruch rezystorowy jest zazwyczaj najtańszy przy małych silnikach. Przyspiesza obciążenia szybciej, ponieważ napięcie rośnie ze spadkiem prądu. Posiada większy współczynnik mocy rozruchowej.

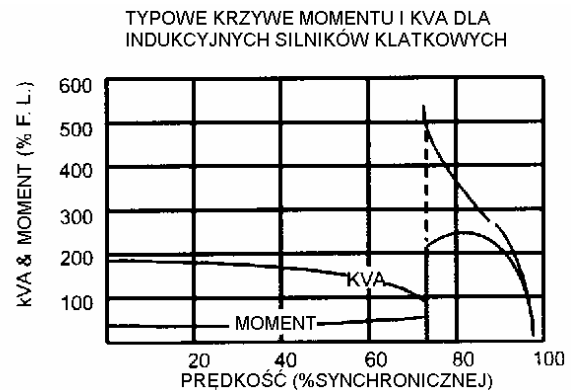
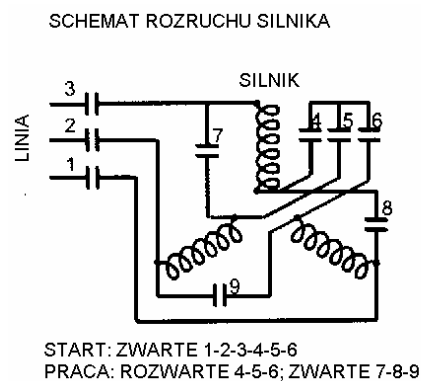


Rozruch silnika typu gwiazda-trójkąt, otwarty obwód przy przejściu (z etapu rozruchu do etapu pracy)

Rozruch: Rozruch gwiazda-trójkąt nie potrzebuje autotransformatora, dławika lub rezystora. Silnik uruchamia się w połączeniu w gwiazdę i pracuje w połączeniu w trójkąt.

Uwagi stosowania: Ta metoda rozruchu staje się bardzo popularna w tych przypadkach, gdzie dopuszcza się małe momenty rozruchowe. Posiada ona następujące wady:

1. Otwarty obwód (silnika) podczas przejścia z rozruchu do pracy. Za dodatkową opłatą dostępne również z zamkniętym obwodem.
2. Mały moment.
3. Brak korzyści, gdy silnik jest napędzany przez agregat prądowórczy, jeżeli przed przełączeniem silnik nie uzyskuje szybkości synchronicznej. W zastosowaniach, w których silnik nie osiąga szybkości synchronicznej, wielkość agregatu prądowórczego należy tak dobrać, aby wytrzymał udar (przebiegnięcie).

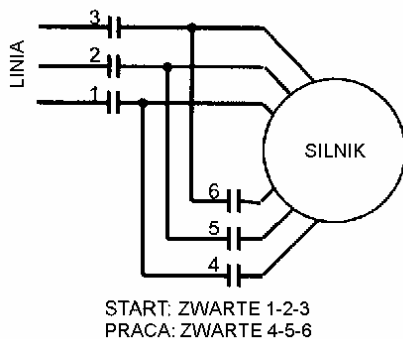


Rozruch silnika przy pomocy części uzwojenia, bez przerwy zasilania przy przejściu

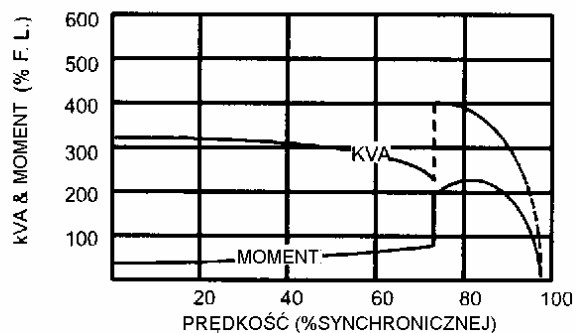
Rozruch: Rozruch przy pomocy części uzwojenia jest tańszy, ponieważ nie wymaga autotransformatora, dławika lub rezystora i wykorzystuje proste przełączanie. W zależności od wielkości, szybkości i napięcia silnika dostępny w dwóch lub więcej krokach.

Uwagi stosowania: Automatycznie zapewnia brak przerywania obwodu silnika przy przejściu z etapu rozruchu do pracy silnika. Najpierw do linii podłączone zostaje pierwsze uzwojenie, a po pewnym odstępie czasu drugie uzwojenie równoległe z pierwszym. Moment rozruchowy jest mały i jest ustalony przez producenta silnika. Celem rozruchu przy pomocy części uzwojenia nie jest zmniejszenie prądu rozruchowego, ale zapewnianie prądu rozruchowego w mniejszych inkrementach (przyrostach). Jeżeli silnika jest zasilany przez agregat prądowórczy, to metoda ta nie ma żadnej zalety, jeżeli przed przejściem na zasilanie linii silnik nie osiągnie prędkości synchronicznej.

SCHEMAT ROZRUCHU SILNIKA



TYPOWE KRZYWE MOMENTU I KVA DLA INDUKCYJNYCH SILNIKÓW KLATKOWYCH

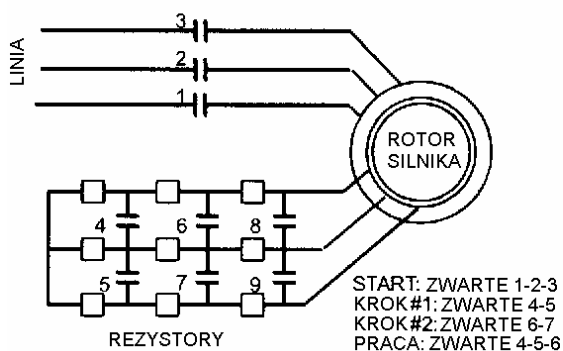


Rozruch silnika pierścieniowego

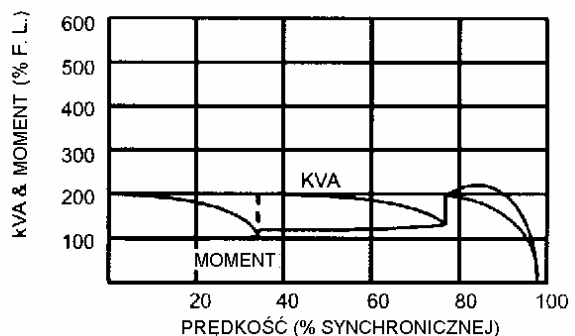
Rozruch: Silnik pierścieniowy może mieć taki sam moment rozruchowy jak silnik klatkowy, ale z mniejszym prądem. Różni się on od silnika klatkowego tylko wirnikiem. Silnik klatkowy ma pręty zwierające, a silnik pierścieniowy ma wirnik z uzwojeniem, zazwyczaj trójfazowym.

Uwagi stosowania: Prąd rozruchowy, moment i charakterystyki prędkości można zmieniać przez podłączenie do wirnika odpowiedniej rezystancji zewnętrznej. Zazwyczaj silniki pierścieniowe wyregulowane są tak, aby moc (kVA) rozruchowa wynosiła około 1,5 krotność mocy roboczej. Dla agregatu prądowórczego jest to najłatwiejszy typ silnika.

SCHEMAT ROZRUCHU SILNIKA



TYPOWE KRZYWE MOMENTU I KVA DLA SILNIKÓW PIERŚCIENIOWYCH



Rozruch silnika synchronicznego

Rozruch: Silniki synchroniczne mogą korzystać z większości opisywanych metod rozruchu. Silniki synchroniczne o mocy znamionowej 20 KM i powyżej mają charakterystyki rozruchowe podobne do silników pierścieniowych.

Uwagi stosowania: Silniki synchroniczne są klasą samą w sobie. Nie ma żadnych norm dotyczących osiągnięć, wielkości korpusu lub połączeń. Silnika o mocy znamionowej 30 KM i poniżej mają duże prądy przy zablokowanym wirniku. Można je stosować w zastosowaniach, gdzie pożądana jest korekcja współczynnika mocy. (Gdy rzeczywista litera nie jest znana, to stosować literę kodu normy).

Ogólne uwagi na temat stosowania

Jeżeli rozrusznik silnika o obniżonym napięciu ma regulację czasu lub szybkości, to wyregulować nastawę tak, aby między zakresami otrzymać około dwie sekundy. Zapewnia to czas na dojście silnika do szybkości znamionowej, a więc zmniejszyć moc (kVA) szczytową w chwili przełączania, patrz poniżej. Zwrócić uwagę, że przy minimalnej nastawie nie ma wielkiej poprawy nad rozruchem z pełnym napięciem.

W niektórych zastosowaniach początkowy prąd rozruchowy jest tak niski, że wałek silnika nie obróci się na pierwszy zaczepek, ani nawet na drugi. W tych zastosowaniach istnieje niewielka redukcja mocy (kVA) rozruchowej z punktu widzenia agregatu prądotwórczego.

