



Startery częstotliwościowe innowacja w rozruchu silników średniego napięcia

W jaki sposób możemy dokonać rozruchu silnika elektrycznego? Metodą bezpośrednią, poprzez softstart, a może przy pomocy przemiennika częstotliwości? Która z metod jest najlepsza? Niewątpliwie każda z nich posiada swoje wady i zalety. To jednak zastosowanie startera częstotliwościowego MFS jest prawdziwie innowacyjnym rozwiązaniem w dziedzinie napędowej, łączącym wybrane zalety różnych metod rozruchu.

W wielu zakładach przemysłowych i produkcyjnych możemy spotkać się z silnikami asynchronicznymi zasilanymi np. z sieci średniego napięcia. Silniki asynchroniczne to maszyny prądu przemiennego stanowiące najlichnieszą grupę odbiorników energii. Odbiornikami dużych mocy w większości przypadków są pompy (np. wody zasilającej i chłodzącej, obieguowe, sieciowe), wentylatory (spalin, powietrza, wyciągowe), przenośniki taśmowe, młyny i miksery itp. Najważniejszym zagadnieniem dotyczącym eksploatacji takich maszyn jest ich rozruch. Problem ten ma szczególnie istotne znaczenie dla silników dużych mocy (rzędu kilkuset kilowatów i więcej).

DUŻA MOC, DUŻE PROBLEMY

Rozruch silników dużej mocy wywołuje wiele negatywnych skutków. Pobór prądu o bardzo dużej wartości jest wynikiem bezpośredniego rozruchu silnika z sieci zasilającej. Innym skutkiem takiego rozruchu są: spadek napięcia, przeciążenie linii zasilającej oraz oddziaływanie na sieć zasilającą powodujące znaczne odkształcenia napięcia.

Dodatkowo, utrzymujący się w początkowej fazie rozruchu silnika, silnie oscylujący przebieg momentu, stanowi duże naprężenia mechaniczne dla układu zawieszenia wirnika. Wpływa to także negatywnie na napędzane urządzenia, co ostatecznie może doprowadzić do ich różnego rodzaju uszkodzeń. Przykładowo, zbyt długi czas trwania rozruchu przy wysokim prądzie rozruchowym (6-8 In) może doprowadzić do przegrzania uzwojeń silnika, a nawet uszkodzeń w sieci zasilającej.

DOSTĘPNE SPOSOBY ROZRUCHU

Istnieje wiele metod rozruchu silnika średniego napięcia. Wciąż, choć coraz rzadziej stosowanymi metodami jest wykorzystanie rozruszników oporowych czy cieczowych, rozruch przy obniżonym napięciu lub za pomocą autotransformatora lub rozruszników wiropędowych.

Obecnie, najprostszą i najczęściej stosowaną metodą w polskim przemyśle jest metoda bezpośredniego rozruchu. Niewątpliwą jej zaletą jest wysoki moment rozruchowy oraz prostota układu (brak dodatkowych urządzeń wspomagających). Metoda bezpośrednia wiąże się jednak z szeregiem możliwych do wystąpienia, negatywnych skutków takich jak np. udary prądowe i inne wymienione już na wstępie.

Kolejną metodą jest rozruch przy pomocy softstartu. Jest on realizowany przez bezstopniowy wzrost napięcia, którego wartość jest kontrolowana przez sterownik, do wartości napięcia znamionowego. Niewątpliwą zaletą tej metody jest minimalizacja naprężeń mechanicznych urządzeń oraz ograniczenie prądu rozruchowego, który oscyluje w granicach 2-4 In. Zmiana wartości napięcia na zaciskach silnika

odbywa się poprzez regulację fazową napięcia sieci przy stałej częstotliwości, w przeciwieństwie do częstotliwościowego rozruchu i wybiegu stosowanego w przypadku przemienników częstotliwości. Po zakończonym rozruchu tyrystory zostają w pełni wysterowane. Dla ograniczenia strat mocy sugerowane jest zastosowanie bypassu obejściowego softstartu, w celu przetączenia zasilania bezpośrednio na sieć zasilającą. Główną wadą tego typu urządzeń jest relatywnie niski moment silnika, który zależy od kwadratu napięcia. Stąd ich zastosowanie bywa bardzo problematyczne szczególnie w przypadku dużych obciążeń.

Najlepszą metodą z punktu widzenia silnika i sieci zasilającej jest rozruch przy pomocy przemiennika częstotliwości. Przy odpowiednio wysokim momencie rozruchowym, prąd rozruchowy może pozostać na poziomie prądu nominalnego silnika. Metoda ta sprawdza się szczególnie w przypadku bardzo dużych obciążeń. Wadą takiego rozwiązania jest zastosowanie dodatkowego urządzenia o bardzo dużych gabarytach i, co najważniejsze z punktu widzenia ekonomii, o wysokich kosztach.

Mając na uwadze wszystkie zalety i wady dostępnych metod, koncern Severn wyszedł naprzeciw oczekiwaniom Użytkowników proponując rozwiązanie na bazie rozruchu częstotliwościowego w niespotykanej przystępnej cenie...

OPTYMALNE ROZWIĄZANIE

Proponowanym rozwiązaniem jest zastosowanie układu rozruchowego na bazie startera częstotliwościowego MFS firmy Severn Drives&Energy. Kontrolowany proces rozruchu silnika zaproponowano w oparciu o rozruch częstotliwościowy, który do tej pory był możliwy do wykonania tylko poprzez przemiennik częstotliwości. Tego typu rozruch przebiega o wiele korzystniej z punktu widzenia sieci zasilającej. Prąd fazowy stojana przez cały proces rozruchu utrzymywany jest na kontrolowanym poziomie, niekiedy nie przekraczając poziomu prądu znamionowego. Rozruch częstotliwościowy umożliwia skrócenie czasu potrzebnego na rozruch silnika, a pozytywnym skutkiem takiego rozruchu jest również polepszenie przebiegu rozruchowego momentu elektromagnetycznego silnika.

MFS, CZYLI MULTI FREQUENCY STARTER

Starter częstotliwościowy MFS (z ang. *Multi Frequency Starter*) jest wyjątkowym w skali światowej urządzeniem do łagodnego rozruchu silników asynchronicznych i synchronicznych średniego napięcia. **Rozwiązuje on największą wadę standardowych układów rozruchowych** (np. softstart), tj. mały moment rozruchowy, dochodzący najczęściej do 30-40 % momentu znamionowego. MFS dzie-



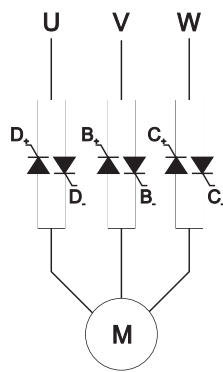
▲ Starter częstotliwościowy serii MFS 1000



▶▶ Starter częstotliwościowy MFS 2000

ki opatentowanej metodzie, wykorzystuje stopniową zmianę częstotliwości i bezstopniową regulację napięcia poprzez odpowiednie wystawianie zabudowanych tyristorów. Budowa startera oparta jest o tzw. stopy/moduły mocy, w których znajdują się przeciwstawnie ułożone pary tyristorów. W przypadku napięcia 6000 V starter posiada 4 pary po 2 tyristory na każdą fazę, przez

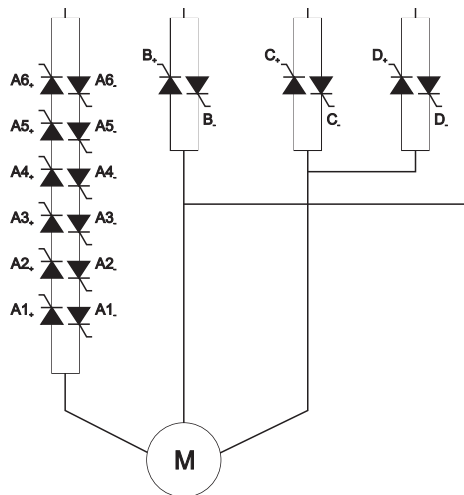
▶ Uproszczony schemat dwustopniowego startera MFS (3 moduły mocy)



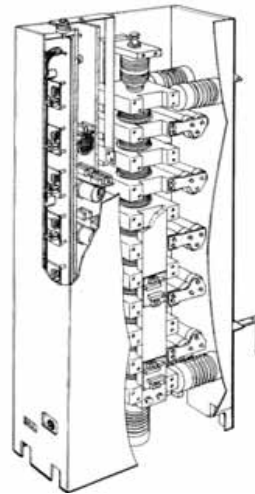
co sumarycznie otrzymujemy 24 tyristory na dane urządzenie.

Do wystawiania tyristorów zastosowano metodę tzw. „cycle-skip”, dzięki czemu na wyjściu startera możemy otrzymać dwu lub trójstopniową regulację częstotliwości.

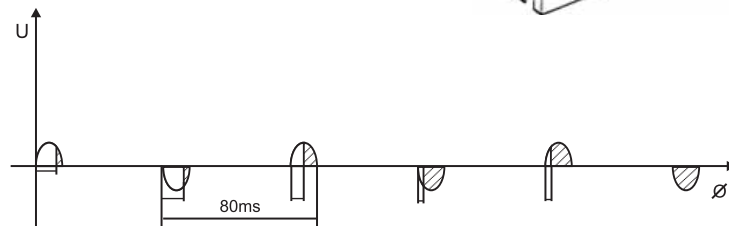
▶ Uproszczony schemat trójstopniowego startera MFS (5 modułów mocy)



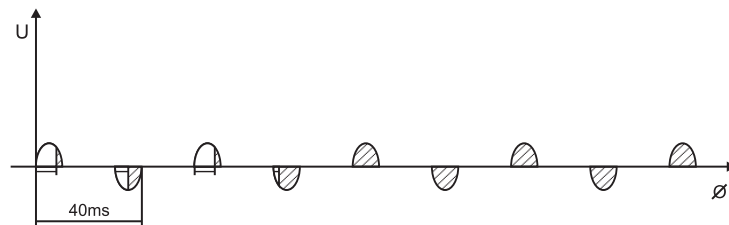
▶▶ Schemat profilu modułu mocy



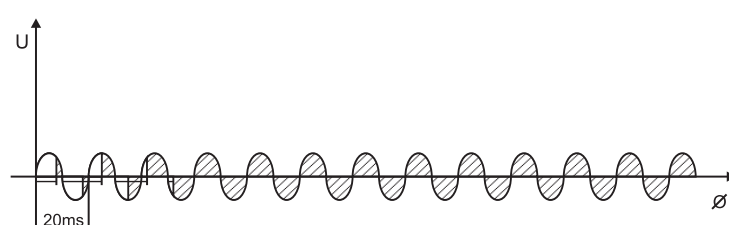
▶ Uproszczony przebieg napięcia fazowego dla 1/4 częstotliwości znamionowej



▶ Uproszczony przebieg napięcia fazowego dla 1/2 częstotliwości znamionowej



▶ Uproszczony przebieg napięcia fazowego dla częstotliwości znamionowej



Dzięki tej metodzie zachowujemy stały stosunek napięcia do częstotliwości. Zastosowanie jej powoduje więc zachowanie stałego strumienia magnetycznego w silniku, a przez to osiągnięcie maksymalnego momentu silnika.

Ta stosunkowo nowo wdrożona technologia, staje się **najbardziej ekonomiczną dostępną technologią rozruchu silnika średniego napięcia**. MFS posiada układ stopniowej częstotliwości 12,5 Hz – 25 Hz – 50 Hz, gdzie poprzez odpowiednie utrzymywanie stosunku napięcia do częstotliwości, ograniczany jest prąd rozruchowy z zachowaniem do 90% momentu maksymalnego silnika.

W celu uniknięcia naprężeń mechanicznych związanych z nagłym zatrzymaniem (np. przenośniki taśmowe) lub efektu uderzenia wodnego (w aplikacjach pompowych), startery MFS posiadają również funkcję łagodnego zatrzymania. Analogicznie do rozruchu ze zmienną częstotliwością i napięciem, posiadają stopniowanie częstotliwości 50 Hz – 25 Hz – 12,5 Hz w przypadku startera trójstopniowego lub 50 Hz – 25 Hz w przypadku startera dwustopniowego.

ROZWIĄZANIE SZYTE NA MIARĘ

Seria MFS zbudowana jest w systemie modułowym, pozwalającym na prostą wymianę poszczególnych modułów (kaset) urządzenia. Opcjonalnie MFS może posiadać stycznik obejście-



Startery MFS 1100
i MFS 1200

wy lub układ rozruchu maksymalnie do 4 silników (w trybie równoległym lub sekwencyjnym).

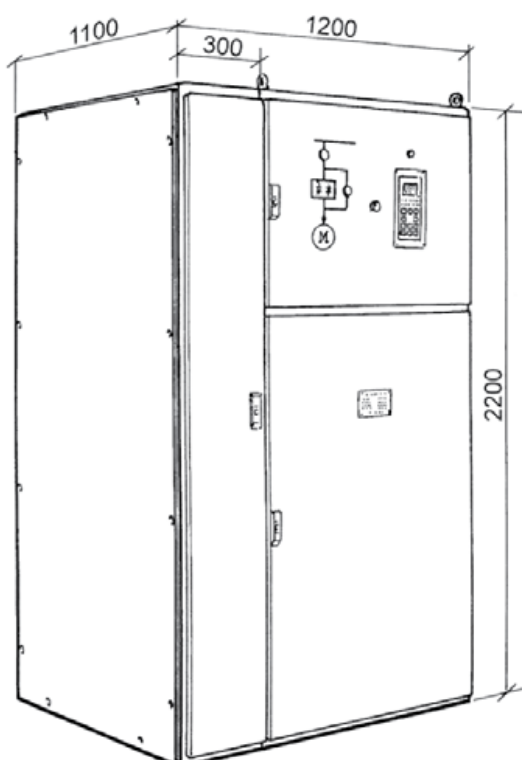
Panel rozrusznika umożliwi wprowadzenie charakterystyki rozruchowej tj. charakterystyki narastania napięcia, ograniczenia prądu rozruchowego do stałej wartości, łagodnego i nagłego zatrzymania oraz innych metod kontroli startu/stopu.

Pełna rodzina MFS obejmuje napięcia 2,3 kV, 3,3 kV, 4,16 kV, 6 kV, 6,6 kV, 10 kV, 11 kV oraz 13,8 kV. Standardowe wykonania starterów MFS obejmuje zakres mocy **od 160kW do 50MW.**

W celu zdalnego sterowania i kontroli urządzenia, starter wyposażony jest standardowo w interfejs komunikacyjny Modbus, Profibus lub RS-485 oraz w moduł zabezpieczeń silnika.

Wśród dostępnych modeli serii MFS możemy wyróżnić:

- MFS 1000: starter do rozruchu pojedynczego silnika
- MFS 1100: układ niezależnego rozruchu do 4 silników, zasilanie na wspólną szynę zasilającą dla maksymalnie czterech starterów
- MFS 1200: do sekwencyjnego rozruchu kilku silników przy pomocy pojedynczego startera
- MFS 2000: starter dużej mocy od 5,5 MW do 50 MW



PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIE

Startery MFS mają zastosowanie praktycznie w każdej gałęzi przemysłu, w rozruchach silników bez obciążenia lub z obciążeniem, o lekkim i ciężkim rozruchu (pompy, wentylatory, sprężarki, młyny, miksery, przenośniki taśmowe itp.).

Przykładową wykonaną realizacją na bazie starterów MFS było dostarczenie ośmiu urządzeń na potrzeby czterech statków kontenerowców (statek Hamburg, Berlin, Hong Kong oraz Shanghai) o pojemności 8000 TEU (z ang. *twenty-feet equivalent unit* – jednostka pojemności używana najczęściej w odniesieniu do statków i portów, równoważna objętości kontenera o wymiarach 6,1×2,44×2,59 m) dla niemieckiej firmy Hapag-Lloyd. Startery służą do łagodnego rozruchu pomp lubrykacyjnych silników Diesla o mocach 750 kW/6,6 kV. Zadaniem startera jest ograniczenie prądu rozruchowego oraz jak najmniejszy wpływ na sieć zasilającą. Aplikacja jest o tyle szczególna, że dostępność zapasu mocy na statku jest bardzo ograniczona. Rozruch silników trwa 5,6 sekundy przy prądzie równym 2,5 krotności prądu znamionowego. Startery zostały certyfikowane wg wymagań Germanischer Lloyd 2003, dzięki czemu mogły zostać zaaplikowane do pracy na statkach.

ZOBACZ MFS NA WŁASNE OCZY

Startery częstotliwości MFS to aktualnie **jedyna dostępna na rynku, alternatywna do przemienników częstotliwości, metoda rozruchu silników średniego napięcia.** Co istotne, dzięki połączeniu zalet kilku różnych metod rozruchu, seria MFS stanowi optymalne rozwiązanie, które znajduje zastosowanie w każdej gałęzi przemysłu.

Starter MFS będzie prezentowany na stoisku firmy INTRON w czasie nadchodzących targów ENERGETAB 2013 w Bielsku-Białej (17-19 września 2013). Serdecznie zapraszamy naszych Czytelników do odwiedzenia stoiska.



Artur Pierścionek

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W Intron pracuje na stanowisku kierownika projektu.

Tel: 32 789 00 36

Przykładowe wymiary startera dwustopniowego MFS o mocy 3MW/6 kV