

Najpierw powoli...

Silniki asynchroniczne mają wiele możliwych konstrukcji. Najszerze zastosowanie znalazły jednak silniki klatkowe, które ze względu na swoją bardzo prostą budowę są optymalnym rozwiązaniem w wielu zastosowaniach. Silniki indukcyjne jednoklatkowe charakteryzują się niewielkimi stratami mocy, nawet przy dużych gęstościach prądu, niedużą reaktancją rozproszenia połączeń czołowych, a tym samym całkowitą reaktancją rozproszenia uzwojeń wirników i dobrymi warunkami odprowadzania ciepła. Silniki te mają także wady. Do najpoważniejszych z nich należy brak możliwości kształtowania charakterystyki momentu. Ponieważ obwód wirnika ma bardzo małą rezystancję, to moment początkowy przy rozruchu takiego silnika jest bardzo mały, natomiast prąd bardzo duży. Pewną poprawę warunków rozruchowych uzyskuje się przez zastosowanie silników dwuklatkowych, w których występuje stosunkowo duży moment początkowy i mniejszy prąd rozruchowy niż w przypadku silników jednoklatkowych. Odbywa się to jednak kosztem bardziej skomplikowanej budowy silnika i jego większej ceny.

Rozruch silnika jest jednym z najbardziej krytycznych

momentów w jego pracy. Istnieje wiele sposobów dokonywania rozruchu silników, ale do najczęstszych należy rozruch bezpośredni i rozruch gwiazda-trójkąt. Każdemu rozruchowi towarzyszy kilka współistniejących zjawisk. Przy rozruchu bezpośrednim prąd rozruchowy natychmiast osiąga dużą wartość: 5.8 razy przekraczającą prąd znamionowy (rys. 1).

Prąd ten tylko nieznacznie zmniejsza się aż do chwili osiągnięcia przez silnik ustalonej prędkości obrotowej. Wraz z załączeniem silnika następuje oprócz udaru prądu także udar momentu obrotowego, który w przybliżeniu jest proporcjonalny do kwadratu napięcia doprowadzonego do zacisków silnika. Wartość prądu rozruchu nie zależy od obciążenia. Obciążenie to wpływa jednak na czas trwania rozruchu, a tym samym na czas przepływu dużego prądu. Udar momentu ma wpływ na dynamikę napędu, ale jednocześnie powoduje powstawanie dużych sił i przeciążeń mechanicznych. Pewną poprawę można osiągnąć stosując rozruch z przełączaniem gwiazda-trójkąt. Dzięki pierwotnemu połączeniu uzwojeń silnika w gwiazdę, udarowy prąd rozruchowy jest 3-krotnie mniejszy niż przy połączeniu w trójkąt (rys. 2a), ale i początkowy moment obrotowy jest trzykrotnie mniejszy (rys. 2b). Takie zmniejszenie momentu może doprowadzić do przyhamowania silnika, jeżeli jest on dobrany do obciążenia bez odpowiedniego przewymiarowania.

Przełączenie uzwojeń z układu gwiazdy na trójkąt pociąga za sobą konieczność dokonania tej operacji w odpowiednim momencie. Zbyt wczesne przełączenie może

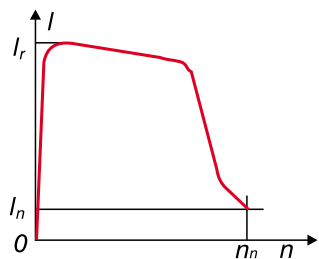
Większość odbiorników energii elektrycznej w sieciach niskiego napięcia stanowią silniki. Wśród nich przeważają trójfazowe, asynchroniczne silniki prądu przemiennego. Służą one do napędzania urządzeń nieelektrycznych, takich jak wentylatory, pompy, kompresory, taśmociągi, wciągarki, obrabiarki, młyny i innych.

spowodować wystąpienie udaru prądowego o wartości zbliżonej do prądu rozruchu bezpośredniego. Dokonanie przełączenia za późno może doprowadzić do przyhamowania obrotów silnika. Wybór właściwego momentu przełączenia jest dość prosty w napędach, gdzie obciążenie jest znane i niezmienne. W większości przypadków przełączenie nie odbywa się w sposób idealny, a w czasie całego rozruchu występują dwa udary momentu, które podobnie jak przy rozruchu bezpośrednim w niekorzystny sposób przeciążają mechanicznie układy zespołu napędowego.

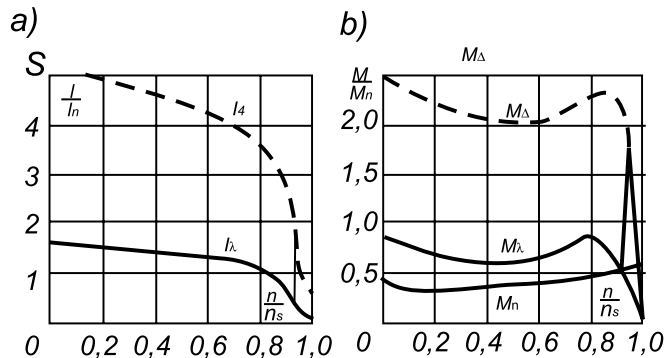
Ani rozruch bezpośredni, ani gwiazda-trójkąt nie zapewniają dopasowania charakterystyki rozruchowej napędu do momentu obciążenia. Moment ten zależy od rodzaju napędu: inny jest dla pomp i wentylatorów (proporcjonalny do kwadratu obrotów - rys. 3a), inny dla przenośników (stały w funkcji obrotów - rys. 3b), inny dla młynów i kruszarek (odwrotnie proporcjonalny do obrotów - rys. 3c), a jeszcze inny dla gładziarek i walcarek (liniowo zależny od obrotów - rys. 3d).

Ponadto, układy rozruchowe nie umożliwiają dokonania kontrolowanego zatrzymania napędu. Do tego celu trzeba stosować dodatkowe urządzenia (hamulce), które powiększają, podrażają i komplikują układ napędowy, a nie zawsze spełniają wszystkie wymagania.

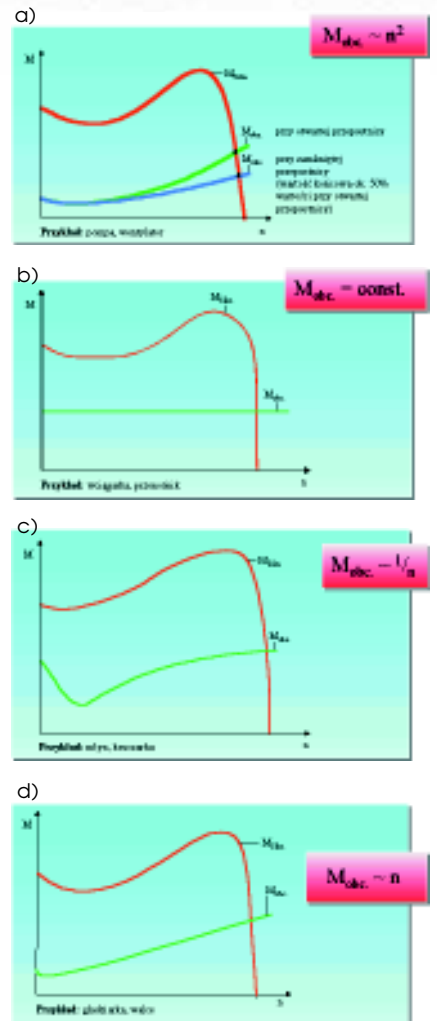
Zarówno rozruch bezpośredni, jak i gwiazda-trójkąt (choć w mniejszym stopniu), są niekorzystne ze względów elektrycznych (np. udary prądów, obniżenie napięcia sieci zasilającej), mechanicznych (np. wybijanie łożysk, dynamiczne przeciążenia przekładni i sprzęgieł), technologicznych (np. gwałtowne urucha-



Rys. 1. Prąd rozruchowy w funkcji obrotów silnika.



Rys. 2. Prąd i moment obrotowy przy rozruchu gwiazda-trójkąt.



Rys. 3. Momenty obciążenia różnych napędów.



Rys. 4. Urządzenia SIKOSTART 3RW21 (od lewej: funkcja łagodnego rozruchu, funkcja łagodnego rozruchu i wybiegu, funkcja hamowania prądem stałym).

mianie, szybkie narastanie obrotów) i ekonomicznych (np. szybkie zużywanie się maszyn, częste przestoje konserwacyjne i remontowe).

Istnieje wiele sposobów wyeliminowania tych wad. Jednym z nich, i chyba najatrakcyjniejszym, jest zastosowanie układu łagodnego rozruchu silnika, zwanego też „soft-startem”. Jakie funkcje powinien realizować soft-start? Powinien umożliwiać rozruch i zatrzymanie różnego rodzaju napędów (pompy, przenośniki itd.), powinien być niezawodny, elastyczny w zastosowaniu, prosty w obsłudze i niedrogi przy zakupie i w eksploatacji. Wymaganiem tym jest w stanie sprostać układ łagodnego rozruchu firmy Siemens.

Rozruszniki SIKOSTART

SIKOSTART (niem. Siemens Käfigläufer Optimierungs STARTer - zoptymalizowany dla silników klatkowych rozrusznik Siemens), to cała rodzina elektronicznych sterowników służących do dokonania łagodnego rozruchu i/lub zatrzymania silnika. W rodzinie tej znajdują się rozruszniki przewidziane do współpracy z silnikami o mocy 1,1kW, jak i 710kW (przy $U_c=400V_{AC}$). Cechą wspólną wszystkich soft-starterów jest zastosowanie przeciwbieżnie połączonych tyrystorów, sterowanie którymi zapewnia regulację wartości skutecznej napięcia na zaciskach wyjściowych urządzenia. Pomimo wykorzystania sterowania napięciowego, rozruch silnika ma charakter prądowy. Do ochrony tyrystorów przed skutkami zwarcia zaleca się stosowanie bezpieczników szybkich. Ponieważ urządzenia SIKOSTART nie stanowią zabezpieczenia przyłączonego za nimi silnika, bezpieczniki chroniące tyrystory mogą jednocześnie służyć do ochrony

zwarciowej silnika i rozrusznika. Do tego celu najlepiej nadają się bezpieczniki szybkie SITOR.

Grupa SIKOSTART 3RW21 to rozruszniki, które w zależności od typu mogą służyć do łagodnego uruchomienia i łagodnego zatrzymania, jak również do hamowania silnika.

Charakterystyka rozruchowa i wybiegowa określana jest przez regulowaną wartość napięciową. Oddzielnie można nastawić początkowy moment rozruchowy. Po zakończeniu rozruchu tyrystory są wewnętrznie bocznikowane. W trybie hamowania rozrusznik SIKOSTART zasila uzwojenia stojana prądem stałym, co powoduje powstanie stacjonarnego pola magnetycznego działającego na silnik jak hamulec.

Aparaty 3RW21 cechują się niewielkimi wymiarami (wysokość 75mm, szerokość 45mm, głębokość 120mm) i wagą (400..450g). Przystosowane są do montażu na szynę zatraskową 35mm. Ze względu na chłodzenie konwekcyjne, urządzenia te mogą być montowane jedno obok drugiego (bez żadnych odstępów) lub jedno pod drugim, z zachowaniem minimalnej przerwy 20mm między aparatami. Dopuszczalna temperatura otoczenia, w której urządzenia SIKOSTART 3RW21 pracują poprawnie, zawiera się w przedziale od 0 do +45°C. Warunkiem koniecznym jest także obciążenie silnikiem o mocy nie mniejszej niż 20% znamionowej mocy aparatu, mieszczącej się w granicach od 1,1kW do 5,5kW przy napięciu zasilania 400V.

Instalacja układów 3RW21 jest niezwykle prosta. SIKOSTART spełnia funkcję rozruchową (ew. wybiegową) i nie jest zabezpieczeniem silnika. Dlatego konieczne jest zastosowanie typowego układu zasilania silnika, umożliwiając

ce załączenie/wyłączenie oraz ochronę zwarciową i przeciążeniową. Z tego powodu dodanie sterownika SIKOSTART do już istniejącej instalacji nie stanowi żadnego problemu.

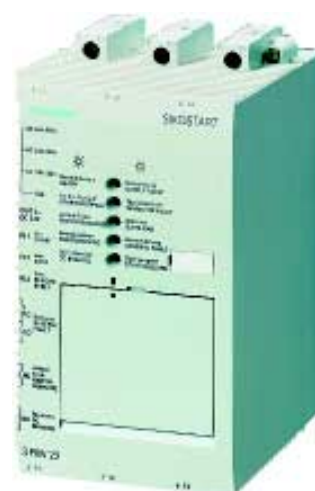
A jakie są korzyści wynikające z zastosowania układów SIKOSTART 3RW21 i gdzie można ich używać? Aparaty 3RW21 zaleca się stosować wszędzie tam, gdzie nie jest wskazane gwałtowne ruszanie i/lub zatrzymywanie napędów. Napędami takimi są na przykład różnego rodzaju przenośniki, taśmociągi, maszyny pakujące, piły, wentylatory, pompy i kompresory. Zastosowanie soft-starterów 3RW21, oprócz zmniejszenia prądu rozruchowego, przynosi także korzyści polegające na zmniejszeniu obciążeń mechanicznych, a co za tym idzie wydłużeniu czasu życia urządzeń, wydłużeniu okresu międzyprzegładowego, zmniejszeniu kosztów utrzymania i serwisu instalacji. Na łagodnym rozruchu i zatrzymaniu zyskuje też technologia: z przenośników nie są zrzuca-

ne przenoszone materiały, następuje łagodne narastanie obrotów wentylatorów itd. Korzyści te można by jeszcze długo mnożyć.

Większe możliwości - SIKOSTART 3RW22

Dużo większe możliwości pod względem mocy, zastosowań, sterowania, kształtowania charakterystyk rozruchowych i wybiegowych dają układy SIKOSTART 3RW22. Moduły te przeznaczone są do pracy przy napięciach od 200V_{AC} do 690V_{AC}; częstotliwość tego napięcia musi mieścić się w granicach od 45Hz do 66Hz. Znamionowa moc najmniejszego aparatu 3RW22 przy napięciu 400V_{AC} wynosi 3kW. Przy tym samym napięciu największy soft-start ma moc 710kW. Podobnie jak w przypadku wcześniej opisanych 3RW21, urządzenia SIKOSTART 3RW22 muszą być obciążone silnikiem o mocy wynoszącej co najmniej 20% mocy znamionowej aparatu, aby pracował on poprawnie.

Urządzenia SIKOSTART 3RW22 można podzielić na dwie grupy: pierwsza to aparaty o mocach do 37kW/400V_{AC}, druga to wszystkie soft-starty o większych mocach. Rozruszniki z pierwszej grupy dostępną są w wykonaniach ze złączem szeregowym RS-232 i w wersji uproszczonej - bez tego złącza. Odprowadzanie ciepła wydzielanego podczas pracy aparatów odbywa się na zasadzie konwekcyjnej i nie jest wymagane zapewnienie żadnego dodatkowego chłodzenia pod warunkiem, że nie zostaną przekroczone dopuszczalne temperatury otoczenia. Urządzenia rozruchowe SIKOSTART o mocach od



Rys. 5. SIKOSTART 3RW221 (3kW/400V_{AC}) w wersji bez złącza RS 232.



Rys. 6. SIKOSTART 3RW225 (11kW/400V_{AC}) w wersji ze złączem RS 232.



Rys. 7. SIKOSTART 3RW2241 (200kW/400V_{AC}) w wersji z RS 232.

55kW/400V_{AC} są fabrycznie wyposażane w wentylatory wymuszające przepływ powietrza, co jest potrzebne do właściwego chłodzenia elektroniki aparatów. Standardem jest tu także złącze RS-232.

Elementem wykonawczym w SIKOSTART 3RW22 są trzy pary przeciwobnie połączonych tyrystorów mocy. Regulacja tyrystorów realizowana jest z elektronicznego modułu sterującego. Moduł ten wykorzystuje podczas rozruchu silnika (i ewentualnie jego zatrzymania) zestaw parametrów zadanych za pomocą nastawników obrotowych. W urządzeniach ze złączem szeregowym RS-232 parametry można, a nawet zaleca się, wprowadzać z komputera klasy PC właśnie przez to złącze. Do dokonania parametryzacji, wraz z soft-starterem jest dostarczany zmodyfikowany kabel RS-232 oraz odpowiednie oprogramowanie. (Dobór parametrów pracy SIKOSTART oraz ich zadawanie opisane jest w dalszej części artykułu.)

SIKOSTART 3RW22 udostępniają użytkownikowi szerokie możliwości kształtowania charakterystyk rozruchowych i wybiegowych. Aby rozruch napędu dokonywany był w sposób zapewniający dopasowanie do momentu obciążenia,

do dyspozycji stoją: liniowa zmiana napięcia (łagodne narastanie napięcia od ustalonej wartości początkowej do wartości maksymalnej w zadanym czasie), ograniczenie prądu rozruchu, impuls przełamujący (udarowy impuls napięcia na początku rozruchu o regulowanej wartości i czasie trwania) oraz ograniczenie napięcia rozruchu. Do należytego ukształtowania charakterystyki rozruchowej napędu, parametry te mogą być ze sobą łączone. Po podaniu sygnału startu, SIKOSTART rozpoczyna rozruch wykorzystując do tego wprowadzony przez złącze RS-232 lub za pomocą nastawników zestaw parametrów rozruchowych. Po pomyślnym zakończeniu rozruchu urządzenie informuje o tym fakcie przez zaświecenie diody sygnalizacyjnej oraz przez zamknięcie wewnętrzny styku pomocniczego, którego zaciski są wyprowadzone na listwę przyłączeniową. Sygnał ten można wykorzystać na przykład do zbocznikowania soft-startu stycznikiem. Boczniowanie takie nie jest konieczne, gdyż po zakończeniu rozruchu tyrystory są w pełni wysterylizowane i mogą pracować ze znamionowym prądem obciążenia. Ponadto, niezobocznikowanie soft-startu po zakończeniu rozruchu daje możliwość wykorzystania funkcji wybiegowych aparatu. Funkcje te to: wybieg swobodny (czyli zwykłe wyłączenie napięcia i zatrzymanie napędu w sposób zdeterminowany warunkami obciążenia mechanicznego), wybieg łagodny (czyli ujemna rampa napięciowa - stopniowe zmniejszanie napięcia od wartości maksymalnej w zadanym czasie), hamowanie prądem stałym (czyli jak najszybsze zatrzymanie napędu poprzez podanie na uzwojenia silnika napięcia stałego) oraz wybieg pompowy. Na szczególną uwagę zasługuje właśnie ten ostatni rodzaj wybiegu. Polega on na takim kształtowaniu charakterystyki napięcia zasilającegoo sil-

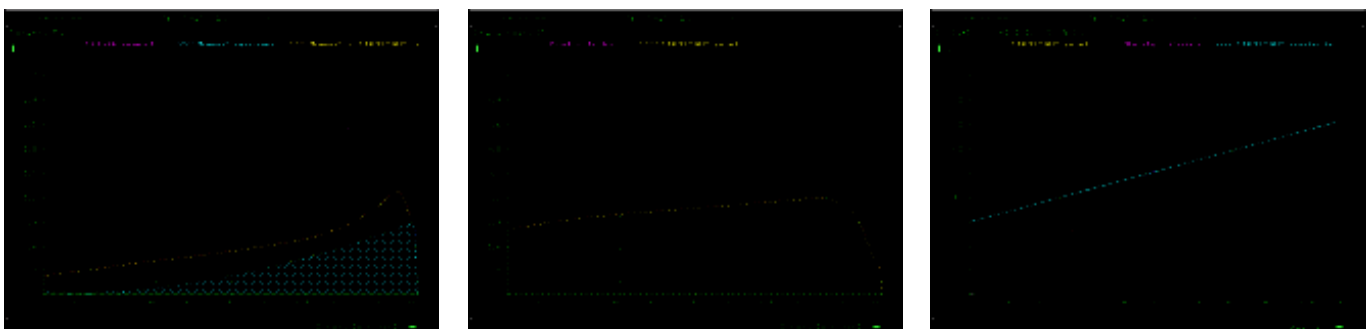
nik, aby zatrzymanie silnika pompy następowało w sposób eliminujący powstawanie uderzeń ciśnienia zwrotnego cieczy. Takie zatrzymywanie pomp znacznie oszczędza zespoły tłoczące oraz umożliwia uproszczenie układów hydraulicznych (eliminacja zaworów zwrotnych).

Dobór parametrów rozruchowych urządzenia SIKOSTART 3RW22 może być dokonany „ręcznie“ z wykorzystaniem odpowiednich wzorów obliczeniowych. Potrzebna jest przy tym oprócz sprawności rachunkowej także znajomość takich parametrów, jak przebieg momentu obrotowego w funkcji prędkości obrotowej silnika i obciążenia. Wstępnego doboru wartości nastaw można dokonać dużo prościej z wykorzystaniem programu symulacyjnego. Program ten nie stawia praktycznie żadnych wymagań sprzętowych odnośnie komputera PC, na którym ma pracować, a jednocześnie oferuje szerokie możliwości symulacji. Do dokonania doboru właściwego urządzenia SIKOSTART i parametrów rozruchu z wykorzystaniem programu symulacyjnego potrzebna jest znajomość parametrów napędu (silnika) i obciążenia. Im więcej danych na ten temat zgromadzimy, tym obliczenia będą dokładniejsze. Po wprowadzeniu do programu potrzebnych danych oraz wstępnych wartości rozruchowych uzyskuje się informację o zalecanym, właściwym typie SIKOSTART 3RW22 oraz charakterystyki rozruchowe (rys. 8). Wyniki symulacji wraz z charakterystykami można wydrukować, a dobrane wartości nastaw wykorzystać jako wstępny zestaw parametrów wprowadzanych do soft-startu zainstalowanego na obiekcie. Weryfikacja poprawności doboru wartości rozruchowych musi być dokonana podczas rzeczywistego uruchomienia napędu. Pomocny, zarówno przy parametryzacji, jak i w diag-

nostyce urządzeń SIKOSTART 3RW22 wyposażonych w złącze szeregowo RS-232, jest dostarczany wraz z tymi aparatami program COM SIKOSTART. Program ten umożliwia sprawdzenie dobranych parametrów rozruchu, wgranie właściwego zestawu nastaw do pamięci soft-startu oraz prowadzenie diagnostyki urządzenia. Połączenie komputera z programem COM SIKOSTART z rozrusznikiem dokonywane jest za pomocą zmodyfikowanego kabla RS-232 dostarczanego w zestawie.

Urządzenia łagodnego rozruchu silników SIKOSTART 3RW22 mogą być stosowane w praktycznie wszystkich rodzajach napędów wyposażonych w silniki klatkowe. Istnieje także ogromna liczba możliwych układów pracy tych urządzeń. W najprostszym przypadku silnik zasilany jest bezpośrednio z aparatu SIKOSTART. Ze względu na wyprowadzenie na listwę zaciskową urządzenia sygnału zakończenia rozruchu, możliwe jest po zakończeniu rozruchu bocznikowanie soft-startu stycznikiem. Daje to możliwość wykorzystania jednego urządzenia SIKOSTART do uruchamiania wielu napędów. I nie muszą to być jednakowe napędy, gdyż w rozrusznikach ze złączem szeregowym RS-232 możliwe jest zapamiętanie do trzech zestawów parametrów rozruchowych. Warunkiem koniecznym jest, aby najmniejszy z napędów miał moc o wartości co najmniej 20% mocy znamionowej soft-startu. Inne możliwości aplikacyjne to jednoczesne uruchamianie wielu silników (uwaga, przy doborze odpowiedniego 3RW22 trzeba wyliczyć zastępczy prąd rozruchowy), współpraca z silnikami wielobiegowymi (w tym z silnikami Dahlandera).

Najnowszym nabytkiem w rodzinie SIKOSTART są aparaty z serii 3RW30 i 3RW34. Seria 3RW30 jest uzupełnieniem rodziny SI-



Rys. 8. Przykładowe charakterystyki symulacyjne uzyskiwane w programie doboru SIKOSTART 3RW22.



Rys. 9. SIKOSTART 3RW30.

RIUS; urządzenia 3RW34 są aparatami o większych mocach, ale zewnętrznie przypominają one rodzinę SIRIUS.

Łagodny start - SIKOSTART 3RW30/34

Układy łagodnego rozruchu SIKOSTART 3RW30 (rys. 9) są budowane na zakresy mocy znamionowych od 1,1kW/400V_{AC} do 55kW/400V_{AC}. Są to parametry przy temperaturze otoczenia nie przekraczającej 40°C. 3RW30 mogą pracować w temperaturach od -25°C do +60°C. Przy temperaturach wyższych od +40°C maksymalna moc silnika, który może być uruchomiony przez soft-start ulega zmniejszeniu. Rozruszniki 3RW30 mogą pracować przy napięciach 200..460 (±10%) V_{AC} lub 460..575 (±10%) V_{AC} w zależności od wykonania. Soft-starty 3RW30 dają możliwość dokonania łagodnego rozruchu z rampą napięciową o zadanej wartości początkowej i nastawionym czasie narastania regulowanym w zakresie od 0 do 20 sekund. Drugą funkcją realizowaną przez układy 3RW30 jest łagodny wybieg silnika osiągnięty przez zastosowanie ujemnej rampy napięciowej. Czas zmniejszania napięcia może być regulowany w zakresie od 0 do 20 sekund. Oba nastawniki czasu są tak wyskalowane, aby bezwzględna dokład-

ność nastawy była stała w całym zakresie. Oznacza to, że przy krótszych czasach względne zmiany nastaw są mniejsze, niż przy czasach dłuższych.

Dla mocy od 5,5kW do 11kW (przy 400V_{AC}) dostępna jest wersja rozruszników, które nie posiadają funkcji łagodnego wybiegu, mają za to możliwość dokonywania rozruchu z dwoma niezależnymi rampami napięciowymi. Dzięki tej właściwości doskonale nadają się do uruchamiania silników dwubiegowych (silników Dahlandera).

Zasada pracy SIKOSTART 3RW30 opiera się na dwufazowej regulacji wartości skutecznej napięcia na zaciskach wyjściowych poprzez układ przeciwnie połączonych tyrystorów.

Soft-starty 3RW30 należą do rodziny SIRIUS i odpowiadają wielkością i budową innym aparatom danej wielkości od S00 do S3. Tak jak w całej rodzinie SIRIUS, tak i w SIKOSTART 3RW30 dokonanie połączeń z innymi aparatami jest łatwe i szybkie oraz nie wymaga żadnych specjalistycznych narzędzi. Zastosowanie układu łagodnego rozruchu zamiast przełącznika gwiazda-trójkąt daje też korzyści wynikające z oszczędności miejsca: zamiast stosowania trzech styczników przełącznika Y/Δ

(o szerokości 3 x 75mm = 225mm dla wielkości S3) stosuje się tylko jeden aparat (o szerokości 75mm dla wielkości S3). Dodatkowo do podłączenia do silnika potrzebne są tylko 3 przewody.

Nowe możliwości łączeniowe dają soft-starty z nowej serii SIKOSTART 3RW34 (rys. 10). Oprócz standardowego połączenia z silnikiem w układzie 3-przewodowym, gdzie prąd znamionowy rozrusznika odpowiada prądowi znamionowemu silnika, istnieje też możliwość przestawienia na układ wewnętrzny trójkąta, gdzie połączenie z silnikiem dokonywane jest 6 przewodami, a prąd znamionowy soft-startu stanowi 57% znamionowego prądu silnika.

SIKOSTART 3RW34 umożliwiają dokonanie łagodnego rozruchu silnika poprzez regulację rampy napięciowej z napięciem początkowym nastawianym w zakresie od 30 do 80% wartości znamionowej i czasie narastania do wartości maksymalnej regulowanym od 0,5 do 60 sekund. Drugą funkcją jest łagodny wybieg z czasem obniżania napięcia na zaciskach silnika od 0,5 do 60 sekund. Polecenie rozpoczęcia rozruchu podawane jest przez wejście sterujące. Jeżeli zostanie wyłączone napięcie sterujące, SIKOSTART rozpoczyna procedurę łagodnego wybiegu. Aby wspomóc funkcje sterownicze, soft-start wyposażony jest w styk wyjściowy wykorzystywany do samopodtrzymania. Dodatkowo dwa wyjścia sygnalizują zakończenie rozruchu (sygnał ten można wykorzystać do bocznicowania rozrusznika stycznikiem) oraz stan awaryjny.

Różne stany pracy (gotowość, rozruch, koniec rozruchu, uszkodzenie tyrystora) są też sygnalizowane lokalnie diodami świecącymi LED. Poprzez dodatkowy moduł mocowany z boku urządzenia rozruszniki SIKOSTART 3RW34 mogą być sterowane z magistrali AS-i (sygnały START i STOP). Stan soft-startu może być także zwrotnie zgłaszany z wyjść przekaźnikowych na magistralę AS-i.

SIKOSTART 3RW34 są budowane na mocy znamionowe od 30kW do 1000kW (przy 400V_{AC}), przy czym urządzenia o mocach od 630kW mają możliwość połączenia tylko w układ wewnętrzny trójkąta (6 przewodów silnikowych). Zakres napięcia pracy wynosi od 200V_{AC} do 575V_{AC}. Częstotliwość tego napięcia może się wahać w zakresie od 45Hz do 66Hz, a temperatura pracy musi mieścić się w przedziale od -25°C do +60°C.

Wszystkie opisane wyżej cechy urządzeń z rodziny SIKOSTART 3RW sprawiają, że są to bardzo interesujące aparaty. Wielofunkcyjność, prostota i elastyczność podczas instalacji, niezwykła łatwość obsługi, wysoka niezawodność, atrakcyjna cena - to argumenty przemawiające na korzyść układów SIKOSTART. Mam nadzieję, że zachęcą się Państwo do bliższego zapoznania się z tymi urządzeniami i zdecydują się na ich częste stosowanie.

Jarosław Wiśniewski, Siemens



Rys. 10. SIKOSTART 3RW34.