

# Układy łagodnego rozruchu dla asynchronicznych silników klatkowych AC, część 1

Największym problemem związanym ze sterowaniem trójfazowych silników prądu przemiennego (głównie asynchronicznych silników klatkowych) była regulacja prędkości obrotowej oraz zmiana momentu obrotowego. Rozwiązania bazujące na układach mechanicznych nie zawsze dawały pożądane efekty i związane były często z pewnymi ograniczeniami. Najpoważniejszym problemem było to, że nie są one rozwiązaniami tanimi, uniwersalnymi i nadającymi się do szerokiego stosowania. Stan ten został zmieniony z chwilą pojawienia się technologii półprzewodnikowej i bazujących na niej urządzeniach: przemiennikach częstotliwości i softstartach.

## Technologia półprzewodnikowa

Elementy półprzewodnikowe dużej mocy znajdują obecnie bardzo szerokie zastosowanie w sterowaniu pracą silników prądu przemiennego. Można powiedzieć, że podstawowymi elementami mocy stosowanymi w urządzeniach realizujących łagodne załączanie i hamowanie silników AC są tyrystory i/lub tyrystorowe moduły elektroizolowane, unipolarne tranzystory mocy oraz tranzystory z izolowaną bramką IGBT (stosowane głównie w falownikach).

## Dbalność o trwałość

Współczesne urządzenia napędowe powinny spełniać, w zależności od procesu technologicznego i mocy silnika napędowego, wiele istotnych wymagań, spośród których jako najważniejsze można wymienić:

- przetwarzanie energii elektrycznej w mechaniczną z możliwie dużą sprawnością,
- regulacja bezstopniowa w szerokim zakresie takich wielkości jak prędkość kątowna, moment obrotowy, przyspieszenie kątowne, przesunięcie kątowne i liniowe, współczynnik mocy silnika napędowego,
- minimalizacja uchybu i czasu trwania procesów przejściowych

*Silniki elektryczne prądu przemiennego stanowią obecnie największą grupę odbiorników energii elektrycznej na świecie. W Polsce w ubiegłym dziesięcioleciu zużyły one ponad 50% całej wyprodukowanej energii elektrycznej. Powodem tego jest szerokie zastosowanie napędów silnikowych w przemysłowych procesach technologicznych i układach automatyki.*

# Softstarty

- przy zmianach wielkości sterujących i zakłócających,
  - maksymalne wykorzystanie mocy silnika przy równoczesnym ograniczeniu takich wielkości jak napięcie, prąd, temperatura itp.
  - prosta obsługa i niezawodność pracy,
- Szybki rozwój energoelektroniki sprawił, że silniki prądu przemiennego, szczególnie klatkowe, stanowią coraz częściej element wykonawczy napędów przemysłowych.

**Silniki oraz całe instalacje dzięki układom do łagodnego rozruchu i zatrzymywania mogą bezawaryjnie funkcjonować znacznie dłużej.**

Rozruch bezpośredni lub rozruch typu gwiazda/trójkąt są nadal najczęściej stosowanym rodzajem załączania silników. Pomimo udoskonaleń technicznych silników i styczników sterujących ich pracą, udary występujące podczas gwałtownego załączania i wyłączenia nie mogą być całkowicie wyeliminowane. Uszkodzenia łożysk, skrzyń biegów, przedwczesne zużycie, częste awarie pasów przenoszących napędy są jednymi z wielu niekorzystnych następstw tego popularnego rodzaju załączania.

Włączanie asynchronicznych silników klatkowych jest najbardziej krytycznym ze stanów ich pracy (nie licząc zablokowania wirnika). Niewielka rezystancja wirnika powoduje znaczny udar prądowy

podczas rozruchu silnika. W efekcie, jego moment rozruchowy jest niewielki, a możliwe nawet ośmiokrotne przekroczenie znamionowego prądu silnika w czasie rozruchu, często powoduje spadek napięcia w sieci. Te niekorzystne zjawiska występujące przy rozruchu silników AC próbuje się zminimalizować poprzez zastosowanie przełączników gwiazda/trójkąt oraz przez stosowanie układów elektronicznych typu **softstart**.

Przełącznik gwiazda/trójkąt ogranicza wartość prądu rozruchu, jednak nie eliminuje całkowicie udarów mechanicznych, jakie mają miejsce bezpośrednio po załączeniu obciążenia oraz po przełączeniu z gwiazdy w trójkąt. Przy wykorzystaniu układów typu **softstart** znacznie redukuje się prąd rozruchu oraz udary mechaniczne silników, jego wału (wirnika), skrzyń biegów oraz pasów przenoszących napęd. Żywotność urządzeń mechanicznych jest dzięki temu znacznie przedłużona.

Możliwości półprzewodnikowych urządzeń służących do sterowania silnikami AC, pozwalają na łagodne załączanie i zatrzymywanie dużych obciążeń jak na przykład taśmociągi (przenośniki). Umożliwia to uniknięcie uszkodzeń produktów, co zdarza się przy załączaniu bezpośrednim lub przy rozruchu typu gwiazda/trójkąt. W dodatku, ryzyko zużycia lub uszko-

	1 - fazowe sterowanie	2 - fazowe sterowanie	3 - fazowe sterowanie
+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niski koszt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doskonała cena / parametrów</li> <li>Soft Start / -Stop</li> <li>Redukcja prądu rozruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soft Start / -Stop</li> <li>Symetryczne napięcie</li> <li>Redukcja prądu rozruchu</li> </ul>
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potrzebny dodatkowy Stycznik i jego sterowanie</li> <li>Brak SOFT STOP'u</li> <li>Grzanie się silnika przy Rozruchu</li> <li>Duże odkształcenia momentu obrotowego</li> <li>Duża asymetria napięcia wyjściowego</li> <li>Nieduże ograniczenie prądu rozruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asymetryczne napięcie na Wyjściu</li> <li>Niewielkie nagrzewanie silnika podczas rozruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Większa cena</li> <li>Złożone sterowanie</li> </ul>

dzenia części mechanicznych, łożysk, silników i pasów przenoszących napęd, jest znacznie zredukowane.

Łagodne załączanie minimalizuje także szkody powodowane gwałtownymi zmianami ciśnienia w systemie hydraulicznym pomp, które zdarzają się przy bezpośrednim ich załączaniu, gwałtownych zatrzymaniach czy załączaniu typu gwiazda/trójkąt. W tego rodzaju obciążeniach również maksymalny prąd rozruchowy może być zmniejszony, a stany przejściowe, które mają miejsce podczas przełączania typu gwiazda/trójkąt - są wyeliminowane.

### Układy do łagodnego rozruchu i zatrzymywania silników indukcyjnych

W ofercie firmy Relpol S.A. znajduje się szeroka gama układów do łagodnego rozruchu i zatrzymywania 1- i 3-fazowych silników indukcyjnych, począwszy od softstartów z regulacją fazową napięcia w jednej fazie do urządzeń realizujących sterowanie wartością skuteczną napięcia w 3 fazach. Wszystkie urządzenia półprzewodnikowe (także softstarty) są produkowane przez szwajcarską firmę Carlo-Gavazzi, która ma ogromne doświadczenie w produkcji półprzewodnikowych urządzeń dużej mocy.

Najprostszym, a tym samym najtańszym urządzeniem, przeznaczonym do łagodnego rozruchu silników jest softstart o symbolu RSE-4012-BS.

Jest to urządzenie w obudowie kompaktowej o wymiarach 92 x 45 x 102, przeznaczone do sterowania silnikami AC. Pozwala ono na dokonywanie łagodnych załączeń silników pobierających prądy o natężeniu do 12 A (także dla silników 1-fazowych). Zarówno czas rozruchu, jak i wartość początkowego momentu rozruchowego mogą być niezależnie ustawione na potencjometrach znajdujących się na płycie czołowej urządzenia.

Łagodny rozruch silnika polega na płynnej regulacji jego napięcia (jedna faza). Po zakończeniu rozruchu złącze półprzewodnikowe jest mostkowane (*bypass*) przez przekaźnik elektromagnetyczny. Wartość początkowego momentu obrotowego może być ustawiona za pomocą potencjometru w granicach: 0...85% momentu znamionowego. Czas trwania rozruchu również nastawiamy za pomocą drugiego potencjometru w przedziale 0,5...5 s. Urządzenie steruje jedynie jedną fazą (L1). Fazy: L2/N i L3 są bezpośrednio połączone z obciążeniem. Sterownik nie izoluje silnika od sieci. Zatem, stycznik potrzebny jest tutaj jako włącznik ochronny silnika. Aby uchronić półprzewodnik przed przegrzaniem, należy zapewnić odpowiedni odstęp czasu pomiędzy kolejnymi rozruchami. W uproszczeniu można kierować się zasadą 1/10, która określa czas rozruchu na 1/10 czasu przerwy pomiędzy kolejnymi rozruchami.

**Paweł Piechota, Relpol S.A.**