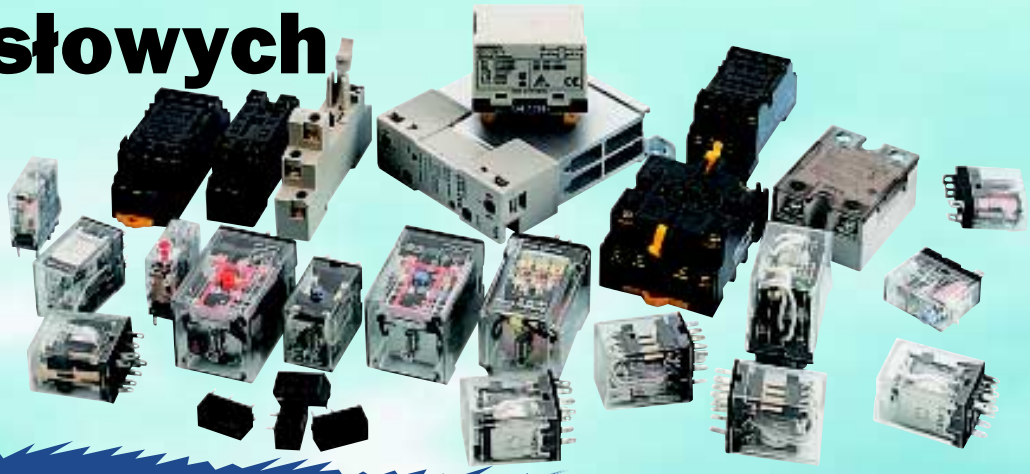
Przekaźniki w zastosowaniach przemysłowych



Przekaźniki i styczniki są elementami wykonawczymi najczęściej stosowanymi w systemach automatyki (i, oczywiście, nie tylko!). W zależności od wymagań końcowej aplikacji, należy umiejętnie dobrać odpowiedni dla niej typ przekaźnika, co zapewni jego długotrwałą, stabilną pracę.

Do niedawna niepodzielnie panowały na rynku przekaźniki elektromechaniczne i wydawało się, że ich dominacji nic nie będzie w stanie zagrozić. Dynamiczny rozwój technologii produkcji półprzewodnikowych elementów dużej mocy, a przede wszystkim triaków i tyrystorów, umożliwił - początkowo nieśmiałe - próby zastąpienia stosunkowo zawodnych ustrojów elektromechanicznych półprzewodnikami. Po chwilowej euforii okazało się, że półprzewodnikowe przekaźniki SSR (ang. Solid State Relay) nie są pozbawione wad, które utrudniają lub wręcz wykluczają ich stosowanie w niektórych aplikacjach. W ten sposób rynek aplikacji się podzielił, a granica wyznaczająca obszary stosowania przekaźników elektromechanicznych i półprzewodnikowych jest bardzo wyraźna.

Tab. 1. Zakresy przetężeń występujących dla określonych obciążeń.

Rodzaj obciążenia	Przetężenie
Elektromagnes	x10 $I_{nominalny}$
Żarówki	x10..15 $I_{nominalny}$
Silniki elektryczne	x5..10 $I_{nominalny}$
Cewki przekaźników	x2..3 $I_{nominalny}$
Kondensator	x20..50 $I_{nominalny}$
Rezystor	x1 $I_{nominalny}$

Tab. 2. Zestawienie materiałów stykowych i ich właściwości.

Symbol chemiczny	Właściwości
Folia PGS (platyna, złoto, srebro)	Szczególnie odporna na korozje
AgPd	Odporne na korozję i zanieczyszczenia siarkowe.
Ag	Najlepszy wśród metali przewodnik elektryczny i cieplny. Ma skłonność do pokrywania się związkami siarki, co powoduje znaczny wzrost rezystancji połączenia.
AgCdO	Podobny do czystego srebra, bardziej odporny na wchodzenie w związki z innymi metalami.
AgNi	Podobny do czystego srebra. Znacznie większa odporność na powstawanie łuków elektrycznych.
AgSnIn	Bardzo odporny mechanicznie, nie wchodzi w związki z innymi metalami.
AgW	Bardzo odporny mechanicznie i na wysokie temperatury. Minimalizuje ryzyko powstawania łuków elektrycznych i osadów innych metali. Duża rezystancja styku, mała odporność na zanieczyszczenia środowiska.

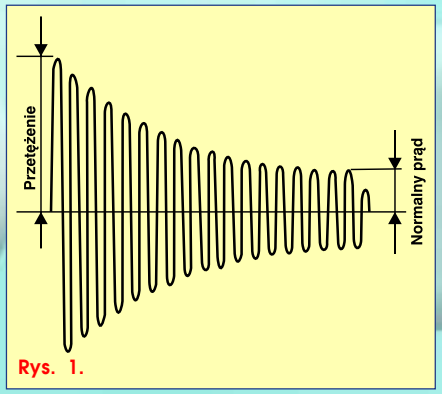
Evergreen - przekaźniki i styczniki elektromechaniczne

Przekaźniki elektromechaniczne doskonale nadają się do stosowania we wszelkiego rodzaju aplikacjach, w których maksymalna częstotliwość ich przełączania nie przekracza 3..5Hz. Dostępne są co prawda przekaźniki, które mogą być kluczowane sygnałem o częstotliwości do 70Hz, lecz ich trwałość jest niewielka, a ograniczenia w stosowaniu i cena są na tyle istotne, że w naszych rozważaniach pominiemy je.

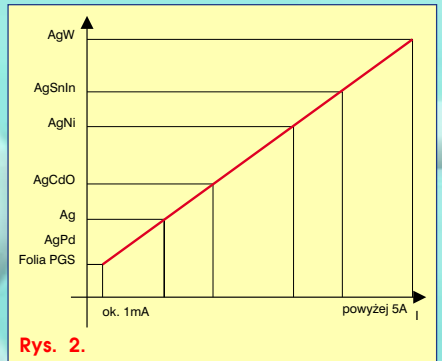
Truizmem jest twierdzenie, że każdy mechanizm zużywa się podczas pracy, ale ze względu na duże obciążenia (będące wynikiem m.in. dużych przyspieszeń) elementów układu przełączającego styki i - dodatkowo - warunki fizyczne sprzyjające degradacji samych styków, bardzo istotnym parametrem jest trwałość przekaźnika elektromechanicznego. Zazwyczaj minimalna trwałość mechanizmu wynosi 1..100mln cykli, natomiast trwałość styków zaledwie 0,1..5mln. Maksymalną trwałość styków można osiągnąć tylko poprzez prawidłowe dobranie typu przekaźnika do rodzaju obciążenia.

Problem ten ilustrujemy na **rys. 1**. Większość rzeczywistych obciążeń ma charakter pojemnościowy co oznacza, że prąd pobierany od razu po zamknięciu obwodu jest znacznie większy niż kilka chwil później. Przewidziana przez projektanta obciążalność styków powinna uwzględniać to zjawisko - w oszacowaniu możliwych przetężeń pomoże **tab. 1**.

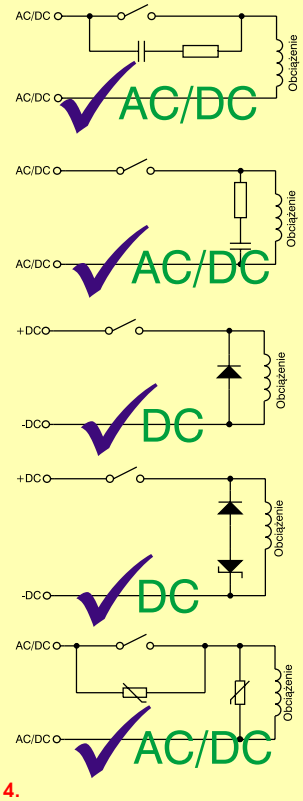
Niebagatelne znaczenie dla trwałości styków oraz prądowo-napięciowej dynamiki styków przekaźników mają materiały wykorzystywane na pokrycia pól kontaktowych. Renomowany producent przekaźników - firma Omron - produkuje przekaźniki ze stykami wykonanymi z 7 rodzajów materiałów (**rys. 2**), bardzo precyzyjnie zorientowanych na określone warunki fizyczne występujące w otoczeniu przekaźnika oraz zakresy prą-



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 4.

dowe. Chcąc dodatkowo zwiększyć niezawodność przełączania Omron wprowadził do oferty produkcyjnej także przekaźniki z podwójnymi sprężynami stykowymi, na których montowane są dwie pary niezależnych mechanicznie styków.

Komentarz do wykresu z rys. 2 znajduje się w **tab. 2**.

Bardzo duże znaczenie dla trwałości styków przekaźników mają także przepięcia będące wynikiem indukowania się siły elektromotorycznej w składowych indukcyjnych sterowanych obciążeń. W zależności od charakteru obciążenia i sposobu jego zasilania, indukowane impulsy napięciowe można zminimalizować za pomocą jednego z układów przedstawionych na **rys. 3**.

W nowoczesnych aplikacjach bardzo duże znaczenie przywiązuje się do zminimalizowania energii pobieranej przez urządzenia. Odpowiedzią Omrona na ten problem jest rodzina przekaźników *Moving Loop*, które charakteryzują się zdolnością samoczynnego podtrzymania stanu aktywnego bez konieczności ciągłego zasilania cewki. Udoskonalona wersja tego rozwiązania, stosowana głównie w miniaturowych przekaźnikach, nosi nazwę *Super Moving Loop*. Opracowanie konstrukcji mechanizmu z podtrzymaniem pozwoliło na uruchomienie produkcji przekaźników bistabilnych jednocewkowych oraz przekaźników przerzutnikowych z dwiema cewkami: kasującą i ustawiającą (np. serie MYK i G2AK). Interesującym uzupełnieniem tej oferty są specjalne przekaźniki krokowe (np. G4Q), które na kolejne impulsy sterujące cewkę reagują sekwencyjnym przesuwaniem styku z pozycji na pozycję (**rys. 4**).

Osobną grupą problemów, na jakie napotykają konstruktorzy korzystający w swoich urządzeniach z przekaźników, są problemy związane z montażem i zabezpieczeniem ustroju przekaźnika i styków przed ingerencją z zewnątrz. W zależności od wymagań aplikacji, w ofercie firmy Omron są dostępne przekaźniki przeznaczone do montażu powierzchniowego (np. seria G6S), w obudowach hermetycznych (seria MYH), przeźroczystych (serie MY, LY, G2A, MK-I, G2R, MYQ) oraz z wbudowanymi wskaźnikami położenia styków (diody LED - serie MY i LY, lampy neonowe - serie G2A i MK-P, wskaźniki mechaniczne - serie MYK, G2A(K), MK-P, MKK-P, G5D, G5F). Do większości przekaźników producent oferuje podstawki montażowe przystosowane do montowania na płytkach drukowanych, szynach DIN oraz uniwersalne, które ułatwiają mechaniczne zamontowanie przekaźnika lub dokonywanie połączeń owijanych.

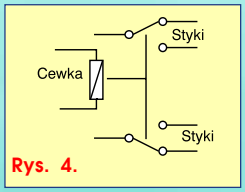
Przekaźniki półprzewodnikowe SSR

Przekaźniki SSR mają kilka istotnych przewag nad elektromechanicznymi. Należą do nich:

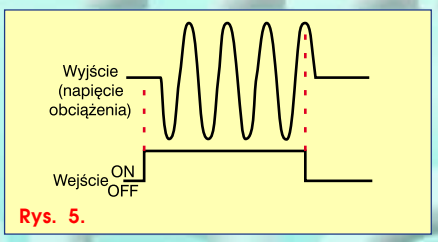
- ✗ znacznie większa dopuszczalna częstotliwość przełączania, sięgająca nawet setek Hz,
- ✗ bariera izolacyjna pomiędzy wejściem i wyjściem jest bardzo wytrzymała, ponieważ tworzy ją transoptor,
- ✗ możliwość inteligentnego sterowania pracą zmiennoprądowego obwodu wyjściowego, dzięki czemu minimalizowane są zakłócenia wywoływane przełączaniem przekaźnika (**rys. 5**),
- ✗ odporność na udary mechaniczne,
- ✗ niewielki pobór mocy od strony wejścia, ponieważ zazwyczaj znajduje się tam dioda LED,
- ✗ możliwość sterowania wieloma fazami jednocześnie, za pomocą pojedynczego sygnału sterującego (dwie fazy - G3PB/-2, trzy fazy G3PB/-3),
- ✗ mogą sterować znacznie większymi obciążeniami niż przekaźniki elektromechaniczne, zachowując przy tym niewielkie wymiary.

Decydując się na zastosowanie przekaźników SSR trzeba wziąć pod uwagę ich następujące właściwości. Po pierwsze, ze względu na wykorzystanie w stopniach wyjściowych „delikatnych" elementów półprzewodnikowych (triaków, tyrystorów, tranzystorów unipolarnych) niezbędne jest stosowanie specjalnych obwodów zabezpieczających. Szczególnie ważne jest ograniczenie szybkości narastania napięcia na wyjściu, ponieważ może ono zablokować triak lub tyrystor, co uniemożliwi jego pracę i może doprowadzić do zniszczenia struktury.

Po drugie, triaki i tyrystory są mało odporne na zakłócenia występujące w sieci energetycznej,



Rys. 4.



Rys. 5.

co może powodować ich samoistne włączenia.

Trzecim, dość istotnym ograniczeniem dotyczącym przekaźników SSR jest ich mała odporność na wysoką temperaturę, która zmniejsza odporność elementów półprzewodnikowych na przepięcia i przetężenia. W związku z tym, często są niezbędne dodatkowe elementy odprowadzające ciepło (radiatory).

Jeszcze jedną rzeczą, o której należy pamiętać, stosując przekaźniki SSR, są właściwości elementów w ich obwodach wyjściowych. Najlepsze przybliżeniem do standardowych styków dają unipolarne tranzystory (serie G3DZ/RZ/FM), których moc obciążenia jest jednak nieco ograniczona. Przekaźniki z wyjściami triakowymi (np. serie G3H, G3B, G3R, G3PA, itd.) oraz tyrystorowymi (np. seria G3NH) mogą przełączać znacznie większe prądy - nawet do 150A (G3NH-4150B, -2150B), ale charakterystyka prądowo-napięciowa wyjść nie jest całkowicie liniowa.

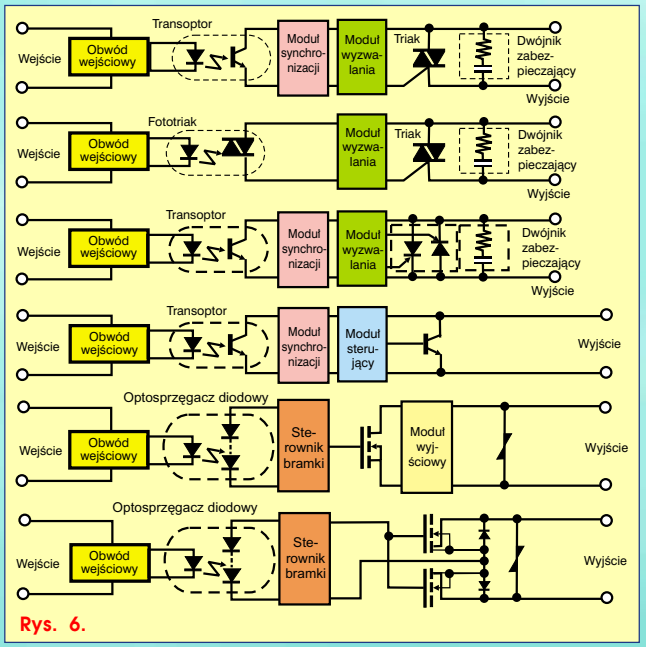
Na **rys. 6** przedstawiamy uproszczone schematy kilku najczęściej spotykanych konfiguracji wewnętrznych przekaźników SSR.

Podsumowanie

Zagadnienie z pozoru tak banalne jak stosowanie przekaźników okazuje się być problemem dość złożonym. Mamy nadzieję, że ten artykuł przybliżył nieco podstawowe problemy, z jakimi z pewnością zetknie się każdy konstruktor urządzeń elektronicznych i automatyk, który wykorzysta przekaźnik jako element wykonawczy systemu sterowania.

Tomasz Paszkiewicz

Artykuł powstał w oparciu o materiały firmy Omron, tel. (0-22) 645-78-60.



Rys. 6.