

Przełączniki elektromechaniczne

Podstawowe parametry i aplikacje

Przełącznik elektromechaniczny nie jest elementem łatwym w aplikacji. Zwykle cewka przełącznika, zależnie od jego wielkości, pobiera stosunkowo duży prąd i przez to nie może być sterowana wprost, lecz wymaga specjalnych układów dopasowujących. Dodatkowym problemem są stany nieustalone przy jej załączeniu oraz wyłączeniu. Również styki mają sporo wad – pojawia się na nich iskrzenie, utleniają się, mogą się zgrzać. Gdy kilkanaście lat temu pojawiły się pierwsze wzmianki o przełącznikach półprzewodnikowych nie mających tych wad, wydawałoby się, że nadchodzi zmierzch ery tradycyjnego przełącznika elektromechanicznego. Ale nic takiego się nie stało.

Zasada działania przełącznika elektromechanicznego jest bardzo dobrze znana i nie zmieniła się od wielu lat. Przykładową konstrukcję przełącznika z zestykami NO i NC (przełącznymi) przedstawiono na rys. 1. Oczywiście przełączniki mogą się pomiędzy sobą różnić konstrukcją i to znacznie. Producenci wręcz prześcigają się w różnego rodzaju rozwiązaniach mających na celu poprawę własności tego komponentu.

Zasadniczymi elementami przełącznika są cewka elektromagnesu oraz kontakty

wyposażone w zestyki wykonane z różnych materiałów. W zależności od sposobu wykonania cewki oraz materiału, z którego zrobiono kontakty i zestyki, przełączniki będą miały różne właściwości elektryczne predisponujące je do różnych zastosowań.

Zanim przejdziemy do opisu właściwości i parametrów przełączników, warto wyjaśnić pojęcia, które będą stosowane dalej. Ilekroć użyte zostanie słowo *kontakt*, to będzie ono używane jako określenie całości elementu mechanicznego przełącznika zwią-



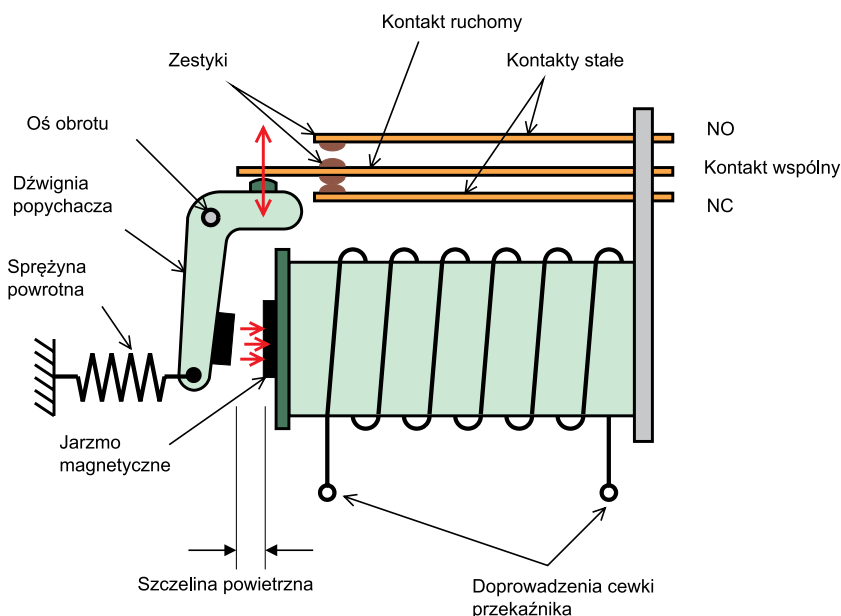
zanego z przewodzeniem prądu elektrycznego od zewnętrznego doprowadzenia aż do miejsca zwarcia/rozwarcia zestyków. Ilekroć będzie mowa o zestyku, znacząc to będzie element mechaniczny umieszczony najczęściej na końcu kontaktu i bezpośrednio odpowiedzialny za przewodnictwo w punkcie zwarcia.

Parametry cewki przełącznika

Typowo cewka przełącznika ma rdzeń z materiału ferromagnetycznego (najczęściej żelazny). Rdzeń ten po zasileniu cewki prądem stałym przyciąga popychacz lub styki (rys. 1). W zależności do rodzaju przełącznika, w tym momencie styki rozwierają się, przełączają lub zamykają, zmieniając połączenia w obrębie obwodu elektrycznego, w który włączony jest przełącznik.

Cewki przełączników przeznaczone są do zasilania prądem stałym. Jeśli w specyfikacji przełącznika podano, że cewka przeznaczona jest do zasilania prądem przemiennym, to najczęściej wewnątrz obudowy przełącznika umieszczony został mostek Graetza, którego zadaniem jest prostowanie doprowadzonego napięcia zasilającego cewkę. Czasami taki prostownik jest elementem podstawki przełącznika.

Każda cewka ma swoje charakterystyczne parametry elektryczne. Ważne jest aby pamiętać, że są one podawane dla ściśle



Rys. 1. Przełącznik elektromechaniczny o kontaktach NO i NC

Tab. 1. Podstawowe konfiguracje styków przełączników

Symbol	Konfiguracja	Normy europejskie (EN)	Normy niemieckie (VDE)	Normy brytyjskie	USA (IEC)
	Normalnie otwarty	NO	S	A	SPST-NO DPST-NO nPST-NO*
	Normalnie zwarty (zamknięty)	NC	Ö	B	SPST-NC DPST-NC nPST-NC*
	Przełączane lub przełączne	CO	W	C	SPDT DPDT nPDT*

*n – liczba kontaktów (3, 4, ...)

określonych warunków otoczenia, dla których producent wyprodukował przełącznik. Najważniejszym z nich jest temperatura otoczenia, ponieważ to od niej będzie zależał moc strat energii doprowadzonej do cewki. Znamionowe i dopuszczalne warunki pracy cewki zawsze podawane są w danych katalogowych.

Najczęściej cewka dobierana jest w zależności od nominalnego napięcia zasilania. *Napięcie nominalne* to taka wartość napięcia zasilania cewki, dla której przełącznik został opracowany i przy zasilaniu którym zamierzone jest jego użycie. Wszystkie pozostałe użytkowe parametry przełącznika odnoszone są do zasilania cewki napięciem nominalnym, w tym również niektóre parametry wynikające z konstrukcji mechanicznej przełącznika. Każdą cewkę charakteryzuje pewien pobór mocy. W warunkach uznawanych za normalne, przy zasilaniu cewki nominalnym napięciem i prądem, pobiera ona pewną moc nominalną, która zwana jest mocą znamionową.

Moc znamionowa (lub nominalna) to chwilowa wartość mocy prądu stałego w [W] lub mocy pozornej prądu przemiennego w [VA], która pobierana jest przez cewkę w temperaturze otoczenia 23°C przy zasilaniu napięciem nominalnym. *Zakres napięć*

zasilania cewki to parametr określający zakres nominalnych napięć, dla których przełącznik działa w całym zakresie temperatur otoczenia. Pod tym względem przełączniki dzielone są na klasy: klasa 1 – $0,8...1,1 \times U_N$, klasa 2 – $0,85...1,1 \times U_N$.

Jak łatwo sobie wyobrazić, napięcie zasilające cewkę ma pewne wartości progowe. Jeśli będzie ono rosło liniowo w stronę wartości maksymalnej, to elektromagnes przełącznika utworzony przez cewkę i rdzeń ferromagnetyczny zacznie przyciągać popychacz z siłą umożliwiającą przekroczenie siły sprężyny powrotnej (skutkiem jest zwarcie i/lub otwarcie styków) dopiero po przekroczeniu pewnej wartości progowej, zwanej *minimalnym napięciem załączenia*. Poniżej tego progu jest zakres napięć, w którym przełącznik nie działa lub zachowuje się w sposób trudny do przewidzenia (np. kontakty drgają z pewną, zależną od napięcia częstotliwością).

Powyżej progu zadziałania jest przedział napięć zwany *nominalnym zakresem pracy*. Nie wolno go rozpatrywać w oderwaniu od temperatury otoczenia, ponieważ (o czym była mowa wcześniej) jest on ściśle związany z temperaturą cewki. Łatwo jest domyślić się, że cewce znacznie łatwiej jest schłodzić się, gdy temperatura otoczenia jest niska.



Dalszy wzrost napięcia zasilania doprowadza do osiągnięcia napięcia maksymalnego, którego przekroczenie może skończyć się uszkodzeniem cewki, najczęściej na skutek przekroczenia maksymalnej, dopuszczalnej temperatury i uszkodzenia izolacji drutu nawojowego.

W nominalnym zakresie napięć leży przedział, który nazywany jest *napięciem podtrzymania styków*. Trzeba zauważyć, że przy liniowym wzroście napięcia lub jego zmniejszaniu się przedział ten jest różny ze względu na pętlę histerezy rdzenia magnetycznego. Producenci podają trzy parametry:

- *minimalne napięcie zadziałania*, tj. najniższa wartość napięcia zasilającego cewkę, przy której styki zostaną przyciągnięte (NO) lub zwolnione (NC) – przełącznik zadziała,
- *napięcie podtrzymania* lub *utrzymania*, tj. najniższa wartość napięcia przyłożonego do cewki przełącznika, przy którym przełącznik, poprzednio zasilony napięciem nominalnym, nie zwalnia styków,
- *napięcie zwolnienia*, tj. wartość napięcia cewki, przy którym przełącznik poprzednio zasilony napięciem o wartości nominalnej definitywnie zwalnia styki; często używa się w takiej sytuacji określenia – styki odpadają.

Cewka charakteryzuje się pewną rezystancją podawaną (tak jak inne parametry robocze) w temperaturze 23°C. Oczywiście przyłożenie napięcia na rezystancji wywołuje przepływ prądu, dlatego też niektórzy producenci podają też *nominalny prąd cewki*, jednak częściej można spotkać się z parametrem określającym *nominalną moc pobieraną*. Nie ma to większego znaczenia, ponieważ łatwo jest wyliczyć prąd na podstawie napięcia i rezystancji czy też napięcia i mocy. Sprawny elektrotechnik poradzi sobie z tymi przekształceniami bez większych trudności.

Parametry i oznaczenia kontaktów

Jednym z najczęściej wymienianych parametrów kontaktów jest ich konfigu-

racja. W **tab. 1** podano typowe konfiguracje kontaktów (zestyków) według różnych norm. Również i oznaczenia kontaktów są znormalizowane. Zgodnie z europejskim standardem EN50005 zaleca się stosowanie następujących oznaczeń dla doprowadzeń kontaktów:

- .1 dla doprowadzeń wspólnych (np. 11, 21, 31, ...),
- .2 dla normalnie zwartych doprowadzeń (np. 12, 22, 32, ...),
- .4 dla normalnie otwartych doprowadzeń (np. 14, 24, 34, ...),
- A1 i A2 dla doprowadzeń cewki.

W przekaźnikach czasowych dla kontaktów działających z opóźnieniem powinno się stosować następującą numerację:

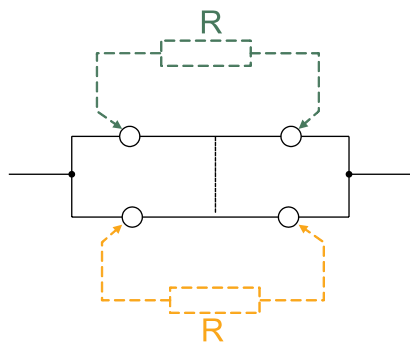
- .5 dla doprowadzeń wspólnych (np. 15, 25, ...),
- .6 dla normalnie zwartych doprowadzeń (np. 16, 26, ...),
- .8 dla normalnie otwartych doprowadzeń (np. 18, 28, ...).

Norma IEC67 i standardy amerykańskie zalecają:

- progresywną numerację doprowadzeń kontaktów (1, 2, 3, ... 13, 14 itd.),
- czasami oznaczenie A i B dla doprowadzeń cewki.

Oprócz parametrów konstrukcyjnych kontakty charakteryzowane są zarówno przez parametry mechaniczne, jak i elektryczne. Wśród tych pierwszych jednym z najważniejszych jest *liczba załączeń* lub jak to wprost określają niektórzy producenci – *limitowana liczba załączeń*. Parametr ten to nic innego jak liczba cykli, w czasie których przekaźnik może załączać, przewodzić i wyłączać nominalny prąd i napięcie obciążenia bez pogorszenia swoich parametrów. Jak łatwo zauważyć, parametr ten wiąże ze sobą dwa inne, a mianowicie *prąd nominalny* i *napięcie nominalne*.

Prąd nominalny to nic innego jak ograniczony, największy prąd ciągły, który mogą przewodzić kontakty w danym zakresie temperatur. Odnosząc ten parametr do liczby załączeń, można powiedzieć, że jest to maksymalny prąd, który kontakty mogą rozłączać i załączać w wyspecyfikowanych warunkach.



Rys. 2. Równoległe połączenie kontaktów w celu zmniejszenia rezystancji zestyków

Zgodnie z powyższą definicją to głównie prąd (zgodnie z zależnością $P=I^2 \times R$) jest odpowiedzialny za nagrzewanie się kontaktów. Oczywiście prąd płynący przez styki jest ściśle związany z przyłożonym do nich napięciem, jednak napięcie rozpatrywane jest w innym kontekście, a mianowicie bezpieczeństwa elektrycznego. Podobnie jak w innych urządzeniach elektrycznych, tak i w przekaźnikach używa się pojęcia *koordynacji izolacji*.

Bezpieczeństwo użytkownika

Zgodnie z Polską Normą koordynacja izolacji to procedura wyboru wytrzymałości dielektrycznej i elektrycznej urządzeń w odniesieniu do napięć, które mogą pojawić się w obwodach, dla których przewidziane są te urządzenia, przy uwzględnieniu środowiskowych warunków eksploatacji oraz charakterystyk zastosowanych urządzeń ochronnych. Koordynacja izolacji zapewnia separację napięć pochodzących z różnych obwodów elektrycznych lub redukuje je do bezpiecznego poziomu konstrukcyjnego. Jej celem jest nie tylko uniemożliwienie bezpośredniego dostępu do przewodzących części obwodu i dzięki temu unikanie ryzyka porażenia, ale również unikanie sytuacji, w których awaria podzespołu doprowadza do zagrożenia bezpieczeństwa użytkownika. Dobrymi przykładami są aplikacje telekomunikacyjne i medyczne.

Napięcie nominalne mierzone jest pomiędzy linią przewodzącą a neutralną i pobierane z doprowadzenia napięcia nominalnego zasilanych nim kontaktów. Jest ono używane w procedurze koordynacji izolacji. Tłumacząc to na język potoczny: jest to napięcie, które może być przyłożone do kontaktów przekaźnika bez narażenia go na uszkodzenie i tym samym pogorszenie bezpieczeństwa.

Producenci przekaźników podają również dwa parametry, które określają w pewnym sensie jakość przekaźnika, ale nie wolno traktować ich jako nominalnych parametrów roboczych. Są to *maksymalny prąd szczytowy* oraz *maksymalne napięcie przełączane*.

Ten pierwszy parametr to największe natężenie prądu o czasie trwania mniejszym niż 0,5 sekundy, który kontakty mogą przewodzić, załączać i rozłączać bez utraty wyspecyfikowanych właściwości przewodzących. Również i ten parametr łączy się z opisywaną wcześniej liczbą załączeń. *Napięcie maksymalne* to najwyższe napięcie, które zestyki mogą przełączać. Jak wspomniano wcześniej, należy je traktować bardziej jako gwarancję bezpieczeństwa, np. przy przełączaniu obciążeń indukcyjnych, aniżeli nominalne napięcie pracy.

We wszystkich aplikacjach przekaźnika, w których napięcie niebezpieczne dla życia (np. sieci 230 VAC) oraz niskie napięcie ob-

Stopnie ochrony zgodnie z normą PN-EN 60529

Przykłady określenia stopnia ochrony:
IP 00 – Brak ochrony.

IP 20 – Ochrona przed obiektami stałymi o średnicy 12,5 mm i większej. Brak ochrony przed dostępem wody.

IP 40 – Ochrona przed obiektami stałymi o średnicy 1 mm i większej. Brak ochrony przed dostępem wody.

IP 50 – Ochrona przed pyłem (przedstawianie się pyłu nie jest niemożliwe, ale pył nie będzie penetrował wnętrza w ilości umożliwiającej pogorszenie się parametrów przekaźnika). Brak ochrony przed dostępem wody.

IP 67 – Całkowita ochrona przed pyłem i czasowym działaniem wody.

wodu doprowadzone są do styków tego samego przekaźnika, musi on spełniać następujące wymagania:

- niskie napięcie musi być bezwzględnie odseparowane od wysokiego przez podwójną lub wzmocnioną izolację. W praktyce oznacza to, że pomiędzy dwoma obwodami elektrycznymi musi być zapewniona wytrzymałość dielektryczna 6 kV (1,2/50 μ s). Można to osiągnąć na przykład przez izolację powietrzną w postaci szczeliny o szerokości 5,5 mm lub większej. Należy jednak pamiętać, że wytrzymałość takiego dielektryka zależy od stopnia zanieczyszczenia mikrosrodowiska pracy lub materiału płytki drukowanej, jeśli przekaźnik jest w nią wlutowany.
- obwody elektryczne w przekaźniku muszą być chronione przed jakąkolwiek możliwością zwarcia, na przykład przez części metalowe znajdujące się wewnątrz przekaźnika. W praktyce realizuje się to dzięki fizycznej separacji obwodów dzięki umieszczeniu styków w izolowanych komorach wewnątrz przekaźnika.
- przewody dołączone do przekaźnika muszą być fizycznie odseparowane każdy od każdego. Ważne w rozważaniach na temat bezpieczeństwa jest, aby uwzględnić nie tylko doprowadzenia kontaktów przekaźnika, ale również sposób prowadzenia przewodów np. po przeciwległych stronach przekaźnika. Wymaganie to dotyczy również przekaźników wlutowywanych w płytkę drukowaną, których konstrukcja musi umożliwiać zapewnienie właściwej odległości pomiędzy ścieżkami dołączonymi do obwodów niskiego i wysokiego napięcia.

Minimalna moc przełączana

Faktem jest, że mówiąc o stykach przekaźnika, najczęściej wymienia się maksymalne napięcia i prądy, a zapomina o parametrach minimalnych. Jak łatwo się domyślić, każde miejsce styku ma pewną rezystancję. W związku z tym, aby popłynął prąd, niezbędne jest przyłożenie pewnego minimalnego napięcia. W kartach katalogowych



przełączników zawsze podawana jest wartość najmniejszego prądu i napięcia, które mogą niezawodnie przewodzić styki. Trzeba na ten parametr bardzo uważać zwłaszcza w przypadkach, gdy odbiornikiem prądu jest np. wejście pomiarowe woltomierza o bardzo dużej impedancji. W takich sytuacjach stosuje się specjalne przełączniki o złożonych stykach, które dodatkowo (zależnie od prądu obciążenia) łączą się równolegle (rys. 2). W tym miejscu jedna bardzo ważna uwaga. Rezystancja zwartych kontaktów mierzona jest na zewnętrznych doprowadzeniach przełącznika. Jest ona wartością statystyczną i niepowtarzalną, ponieważ będzie minimalnie inna przy każdym zamknięciu styków. Dla większości aplikacji te minimalne zmiany nie mają znaczenia, jednak konstruktor musi mieć świadomość, że takie zjawisko występuje.

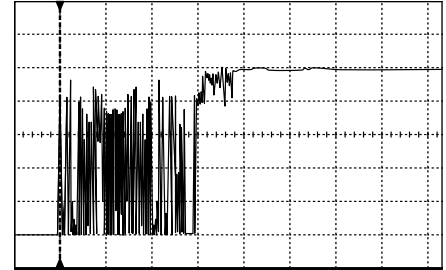
Częstokroć w przełącznikach przeznaczonych do pracy przy bardzo małych natężeniach prądu nie tylko stosuje się pokrywanie zestyków metalami szlachetnymi, ale również konstrukcyjnie, wewnątrz łączy ze sobą zestyki równolegle. Wówczas kontakt może mieć postać widełek, na końcu których na każdym ramieniu umieszczony będzie zestyk.

Zwykle producenci przełączników podają w danych katalogowych nie tyle prąd i napięcie minimalne, ile minimalną wartość przelączanej mocy. Oczywiście znając napięcie przykładane do styków, zgodnie z zależnością $P=U \times I$ (dla prądu AC należy użyć wartości skutecznych napięcia i prądu), łatwo jest wyliczyć odpowiednie wartości. Na przykład, jeśli producent podaje minimalną wartość mocy przelączanej równą 300 mW, to:

- dla napięcia przelączanego 5 V, prąd musi mieć wartość co najmniej 60 mA,
- dla 24 V co najmniej 12,5 mA,

- dla prądu o natężeniu 5 mA napięcie musi być równe 60 V.

Wyliczone dane łatwo jest odnieść do odpowiednich parametrów przełącznika. Oczywiście przy równoległym połączeniu styków wartości te ulegną odpowiednim zmianom. Dla kontaktów złożonych typowo sugerowane jest obciążenie nie mniejsze niż 50 mW lub 5 V/2 mA.



Rys. 3. Oscylogram: drgania styków przełącznika przy załączeniu

Materiał zestyków

Z parametrami kontaktów ściśle związany jest materiał używany do budowy zestyków. Typowo stosowane materiały zostały wymienione w tab. 2 wraz z krótką charakterystyką i uwagami dotyczącymi ich właściwości fizycznych. Wykonanie dobrego zestyku nie jest łatwe. Nie dosyć, że trzeba dobrać odpowiedni materiał zapewniający kompromis pomiędzy właściwościami elektrycznymi i mechanicznymi, to jeszcze są pewne drobne niuanse, na które musi zwrócić uwagę producent dobrego przełącznika. Na przykład zestyki w dobrym przełączniku, zwierając się, powinny ślizgać się po sobie po to, aby zerwać powierzchniową warstwę tlenków. Ważne są również kształt i powierzchnia zestyków, które będą różne dla różnych prądów obciążenia. Bardzo istotny-

R E K L A M A



„ Na portalu AutomatykaOnLine znalazłem niezawodnych dostawców.”

www. **AutomatykaOnLine**.pl
WORTAL AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

Wortal AutomatykaOnLine jest źródłem cennych informacji z zakresu automatyki. Codziennie aktualizowane wiadomości gospodarcze. Nowinki techniczne. Baza wiarygodnych podwykonawców. Informacje o produktach. Ogłoszenia pracodawców i poszukujących pracy. Forum wymiany doświadczeń. Rozwiązania techniczne. Twój partner w biznesie.

Wortal AutomatykaOnLine
ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa, tel./fax: 046 857 73 72, e-mail: redakcja@automatykaonline.pl

Tab. 2. Charakterystyki materiałów stosowanych na zestyki

Material	Właściwości	Typowa aplikacja*
AgNi+Au	Stop srebro-nikiel jako baza pokryty galwanicznie warstwą złota o grubości 5 μm Złoto nie jest podatne na działanie środowiska przemysłowego Dla małych obciążeń rezystancja styku jest mniejsza w porównaniu z innymi materiałami UWAGA: przeznaczenie 5 μm warstwy złota jest całkiem inne niż 0,2 μm , która zapewnia tylko ochronę podczas przechowywania, ale nie lepszą jakość kontaktów	Szeroki zakres aplikacji: <u>Zakres małych obciążeń</u> (gdzie erozja warstwy złota jest bardzo mała) od 1,5 W/24 V (obciążenia rezystancyjne) <u>Zakres średnich obciążeń</u> gdzie warstwa złota eroduje po pewnej liczbie załączeń i dominujący staje się stop AgNi UWAGA: dla bardzo małych obciążeń, typowo 1 mW (0,1 V–1 mA, dla przykładu w przyrządach pomiarowych), zalecane jest równoległe połączenie 2 kontaktów
AgNi	Standardowy materiał zestyków dla większości aplikacji przekaźników Duża odporność na zużycie Średnia odporność na zgrzewanie	Obciążenia rezystancyjne i niewielkie indukcyjne Prąd nominalny do 12 A Prąd impulsowy do 25 A
AgCdO	Duża odporność na zużycie przy przenoszeniu dużych obciążeń AC Dobra odporność na zgrzewanie	Duże obciążenia indukcyjne np. silniki Prąd nominalny do 30 A Prąd impulsowy do 50 A
AgSnO ₂	Doskonała odporność na zgrzewanie Niewielka dyfuzja materiału dla obciążeń stałoprądowych	Źródła światła i duże obciążenia pojemnościowe Bardzo duży prąd impulsowy obciążenia (do 120 A)

Tab. 3. Kategorie aplikacji i warunki pomiaru rezystancji kontaktów

Kategoria aplikacji	Napięcie przełączane [V]	Prąd kontaktów [A]	Warunki pomiaru rezystancji kontaktów, zgodnie z normą IEC 61810-7	
0	$U < 0,03$	$I < 0,01$	$> 30 \text{ mV}$	10 mA
1	$0,03 < U < 60$	$0,01 < I < 0,1$	100 mV	10 mA
2	$5 < U < 250$	$0,1 < I < 1$	24 V	100 mA
3	$5 < U < 600$	$0,1 < I < 100$	24 V	1000 mA

mi parametrami są dla niektórych aplikacji drgania styków i odporność przekaźnika na przeciążenia grawitacyjne.

Właściwości mechaniczne kontaktów

Drgania pojawiają się zawsze przy załączeniu styków na skutek sprężystości materiału (rys. 3), z którego wykonane są kontakty. Parametr podawany w katalogach określa typową wartość czasu drgania styków dla kontaktów typu NO lub NC, odpowiednio po załączeniu lub wyłączeniu zasilania.

Jak każdy układ mechaniczny, tak i kontakty przekaźnika mają pewną bezwładność. Dlatego też, przy określonej częstotliwości i amplitudzie drgań, zwarte zestyki mogą otwierać się, powodując przerwy w obwodzie elektrycznym. Odporność na przeciążenia jest ściśle powiązana z konstrukcją mechaniczną. W danych katalogowych podawana jest maksymalna wartość przyspieszenia (mierzona w warunkach grawitacji ziemskiej, przy $g=9,81 \text{ m/s}^2$) dla zakresu częstotliwości od 10 do 55 Hz, która może być zastosowana do przekaźnika w trzech kierunkach, bez otwarcia kontaktów typu NO na czas dłuższy niż 10 μs , gdy cewka przekaźnika jest zasilona lub kontaktów typu NC, gdy cewka nie jest zasilana. Zwykle odporność na wibracje jest większa przy załączonym zasilaniu. Warto brać to pod uwagę, jeśli aplikacja jest narażona na drgania mechaniczne.

Dla poprawnej pracy kontaktów oraz ułatwienia ich doboru w zależności od rodzaju aplikacji konieczna jest specyfikacja kategorii aplikacji kontaktów. Jest ona jednym z czynników definiujących zdolność do przełączania przez styki przekaźnika w warunkach minimalnych i maksymalnych wartości napięć i prądów. Odpowiednia kategoria aplikacji definiuje

również wartości napięcia i prądu używane przy pomiarze rezystancji kontaktów. Kategorie aplikacji wymienione są w tab. 3.

Parametry czasowe przekaźnika

Każdy przekaźnik charakteryzuje się również parametrami czasowymi. Wcześniej wspomniano o czasie drgań styków przy okazji opisu ich konstrukcji i parametrów. Są jednak pewne aplikacje, które wymagają nie tylko przełączania obwodów elektrycznych, ale również tego, aby owo przełączanie wykonywane było odpowiednio szybko.

Ze względu na konstrukcję przekaźnika, od momentu załączenia napięcia zasilającego cewkę do zwarcia kontaktu NO upływa pewien czas. Czas ten zwany jest *czasem zadziałania*, a potocznie mówi się o „szybkości przekaźnika”. Typowo waha się on w granicach od kilku do kilkunastu milisekund i nie uwzględnia czasu drgań styków.

Innym parametrem jest *czas odpadnięcia* lub *czas zwolnienia* mierzony pomiędzy momentem odłączenia zasilania a:

- dla przekaźników przełączających styki (CO) jest to typowa wartość czasu do zwarcia kontaktów NC, bez uwzględnienia czasu drgań styków,
- dla przekaźników NO jest to typowa wartość czasu do rozwarcia tych kontaktów.

Czas wyłączenia może ulec wydłużeniu, jeśli równoległe do cewki przekaźnika dołączone są elementy chroniące obwód przed przepięciami. Typowo stosowana dioda krzemowa potrafi wydłużyć czas wyłączenia nawet o kilka milisekund. Mówiąc o parametrach czasowych, warto również wspomnieć o *czasie odtwarzania*. Jest on definiowany jako najkrótszy odcinek czasu, jaki może upłynąć po wyłączeniu napięcia zasilającego, po któ-

rym może ono zostać ponownie załączone i przekaźnik zadziała w spodziewany sposób. Oczywiście czas odtwarzania jest w przybliżeniu równy czasowi wyłączenia, jednak w poszczególnych przypadkach, dla specjalnych rodzajów przekaźnika (np. czasowego), ta różnica może być znacznie większa.

Warunki eksploatacji

Każdy przekaźnik jest skonstruowany i przeznaczony do pracy przy odpowiednich warunkach zasilania i środowiska (otoczenia). Jeśli nie podano inaczej, to wszystkie przekaźniki są odpowiednie do pracy przy współczynniku wypełnienia napięcia zasilającego cewkę równym 100%. Cewki przekaźników zasilane prądem przemiennym przystosowane są do zasilania napięciem o częstotliwości 50 i 60 Hz.

Nie są dozwolone warunki otoczenia, które powodują kondensację wilgoci oraz tworzenie się lodu na przekaźniku. Owszem, istnieją wykonania specjalne, jednak musi to być wyraźnie określone przez producenta. Dzieje się tak dlatego, że nie wolno hermetycznie zamknąć obudowy przekaźnika. Jego wnętrze, a zwłaszcza obszar zestyków musi być wentylowane. Gdyby tak nie było, wewnątrz zbierałby się ozon, który mógłby powodować powstawanie łuku elektrycznego i uszkodzenie zestyków. Z drugiej strony, przy automatycznym montażu obwodów elektronicznych myje się płytkę specjalnym detergentem lub wodą. Wykonanie przekaźnika hermetycznego ze stykami pracującymi w próżni nie jest zbyt łatwe i jest to technologia, która zdecydowanie podniosłaby cenę tak wytwarzanego komponentu. Jak wobec takich sprzeczności pogodzić szczelność przekaźnika z wymogami wentylacji? W ta-

Tab. 4. Kategorie szczelności przełączników

Kategoria	Warunki eksploatacji
RT 0 – Przełącznik otwarty	Przełącznik nie jest dostarczany z obudową ochronną (np. przełączniki motoryzacyjne)
RT I – Przełącznik chroniony przed pyłem	Przełącznik jest dostarczany z obudową, która chroni jego mechanizm przed pyłem
RT II – Przełącznik odporny na działanie topnika	Przełącznik może być automatycznie lutowany, jednak niedozwolona jest migracja topnika lutowniczego
RT III – Przełącznik odporny na mycie	Przełącznik może być automatycznie lutowany i następnie może przejść proces mycia, aby usunąć nagromadzony topnik, bez zezwolenia na penetrację przez topnik lub związki myjące
RT IV – Przełącznik w obudowie szczelnej	Przełącznik dostarczany w obudowie, która nie ma otworów wentylacyjnych, lecz może mieć zaślepkę do usunięcia po myciu
RT V – Przełącznik zamknięty hermetycznie	Przełącznik w obudowie o podwyższonym stopniu szczelności

kiej sytuacji przełącznik bardzo często ma zaślepkę, która musi być wylamana ręcznie po umyciu płytki. W **tab. 4** podano kategorie szczelności przełączników wraz z uwagami dotyczącymi ich stosowania.

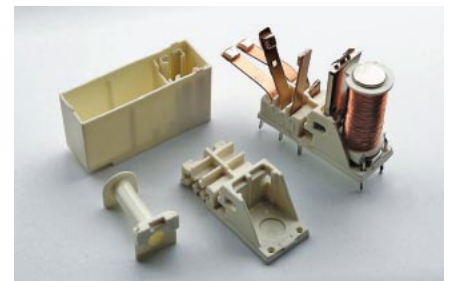
Kategoria ochrony obudowy podawana jest zgodnie z normą PN-EN 60529. Zgodnie z nią pierwsza cyfra określa stopień zabezpieczenia przed przedostawaniem się stałych obiektów do wnętrza, jak również odnosi się do dostępu do części, które mogą stwarzać zagrożenie. Druga odnosi się do ochrony przed wtargnięciem wody. Dla przełączników stopień IP określany jest w warunkach normalnego użytkowania przełącznika umieszczonego w gnieździe lub wlotowego w płytce drukowanej. Stopień ochrony IP20 to minimalny poziom bezpieczeństwa. Określa on, że przełącznik lub jego gniazdo zabezpieczone są przed dotykiem.

Podsumowanie

W artykule starałem się poruszyć ważniejsze zagadnienia związane z konstrukcją przełącznika elektromechanicznego. Zdaję sobie sprawę z tego, że jest to zaledwie wierzchołek góry i jest jeszcze wiele zagadnień związanych z konkretnymi aplikacjami. Zupełnie inne będą przełączniki przeznaczone do pracy w warunkach morskich, inne do typowych urządzeń automatyki, a jeszcze inne do zastosowania w motoryzacji. Pozostał również do omówienia cały szereg zagadnień związanych z przełącznikami specjalnymi, których konstrukcja narzuca jest przez odpowiednie normy (np. przełączniki bezpieczeństwa) lub które są specjalne ze względu na sposób wykonania (bistabilne, monostabilne, czasowe i inne). Mam jednak nadzieję, że zwróciłem uwagę na fakt, jak ważny jest dobór odpowiedniego przełącznika do aplikacji oraz na to,

że przełącznik nie jest przełącznikowi równy. Budując konkretną aplikację, należy bowiem zwrócić uwagę na wiele koniecznych do spełnienia warunków bezpieczeństwa. Warto korzystać w takich przypadkach z wyrobów renomowanych producentów o sprawdzonej reputacji, oferujących pewne i testowane we właściwych warunkach rozwiązania.

Jacek Bogusz, EP
jacek.bogusz@ep.com.pl



R
E
K
L
A
M
A

Climatic

-sterownik klimatyzacji samochodowej

AVT 5160

- trzy punkty pomiarowe
- zakres pomiarowy: 0...99 °C
- dokładność pomiaru temperatury: 0,5 °C
- histereza regulacji: -1/+1,5 °C (schładzanie), -1,5/0 °C (ogrzewanie)
- skok regulacji: 1 °C
- zakres regulacji temperatury: 15...25 °C

www.sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

MOXA

AWK 4121

Punkt dostępowy zgodny z IEEE 802.11 a/b/g w obudowie IP67

- Praca w paśmie 2,4 GHz lub 5GHz
- Funkcja Turbo Roaming
- Zabezpieczenie transmisji przy użyciu WEP/WPA/WPA2/802.1X
- Filtrowanie adresów MAC
- Redundantne wejście zasilania 24VDC lub zasilanie Power over Ethernet
- Wejścia/wyjścia cyfrowe służące do monitoringu i alarmowania
- Szczelna obudowa oraz szeroki zakres temperatur pracy (-40...75 °C)

ELMARK Automatyka sp. z o.o.
02-703 Warszawa
ul. Bukowińska 22 lok. 1B
Tel. (022) 541-84-80
Fax. (022) 541-84-61
moxa@elmark.com.pl

ELMARK
Automatyka ...

www.elmark.com.pl