

KOMPENDIUM PRZEŁĄCZNIKÓW KONTAKTRONOWYCH

Przełączniki kontaktronowe znajdują dziś zastosowanie we wszystkich segmentach rynku, a w szczególności w dziedzinach takich jak sprzęt do testowania i pomiarów, elektronika medyczna, telekomunikacja, przemysł motoryzacyjny, urządzenia AGD, systemy bezpieczeństwa, itd. Tempo rozwoju technologii tego typu przełączników jest dziś szybsze niż kiedykolwiek dotąd, a fabryki na całym świecie nie są w stanie nadążyć za popytem.

[Przełączniki](#) kontaktronowe dzięki hermetycznemu uszczelnieniu są w stanie działać niemal w każdym środowisku. Ich konstrukcja jest bardzo prosta, a jednak w procesie produkcji stosuje się bardzo wiele technologii. Aby uzyskać wysoką niezawodność i jakość przełączników kontaktronowych konieczne jest skoncentrowanie się na szczelności połączenia szkła i metalu. Oba zastosowane materiały muszą mieć dokładnie liniowe współczynniki rozszerzalności cieplnej – w przeciwnym przypadku dojdzie bowiem do powstawania pęknięć, wskutek czego jakość uszczelnienia będzie słaba.

1. Precyzja wykonania przełączników kontaktronowych

Niezależnie od tego, czy elementy są platerowane czy napyłane katodowo, proces nakładania materiału pokrywającego styki, którym zazwyczaj jest rod lub ruten, wymaga precyzji i najwyższej czystości – podobnie jak w przypadku technologii półprzewodnikowej. Tak samo jak w przypadku półprzewodników, pojawienie się w procesie produkcji jakichkolwiek obcych cząstek prowadzi do strat i zmniejszenia uzysku.

Na przestrzeni lat rozmiary produkowanych przełączników kontaktronowych zostały zmniejszone z około 50mm do 6mm. Mniejsze rozmiary pozwoliły na stosowanie tego typu urządzeń w znacznie większej liczbie zastosowań, a w szczególności w systemach bezprzewodowych i w tzw. szybkich domenach czasowych.

2. Własności przełączników kontaktronowych

Produkowane obecnie **przełączniki kontaktronowe** pozwalają na przełączanie napięć o wartości do 10kV i prądów o natężeniu do 5A. Na rynku dostępne są także urządzenia pozwalające na pracę z bardzo małymi sygnałami rzędu 10nV i prądów o natężeniu 1fA bez wprowadzania strat. Pasma przenoszenia przełączników kontaktronowe wynosi do 7GHz. Zastosowana izolacja pomiędzy stykami takich przełączników wynosi do

1015 Ω , a typowy opór styków podczas zwarcia nie przekracza 50m Ω . Przełączniki mogą być zatrząskiwane, a ich czas przełączania wynosi od 100 do 300ms. Ze względu na budowę mogą być stosowane w ekstremalnych temperaturach sięgających od -55 do 200°C . Ponadto można je umieszczać zarówno w powietrzu, w wodzie, próżni, olejach, paliwach oraz w środowisku zapyłonym. Są one bardzo odporne na wstrząsy o wartości do 200G i wibracje o częstotliwości od 50 do 2000Hz, o ile tylko nie przekraczają 30G. Kontaktrony charakteryzują się długim czasem eksploatacji, co jest spowodowane brakiem zużywających się części. Przy obciążeniach nie większych niż 10mA przy 5V urządzenie z łatwością wykona miliardy operacji.

3. Zastosowanie przełączników kontaktronowych

Z każdym rokiem zakres zastosowań przełączników kontaktronowych poszerza się i to pomimo silnej konkurencji ze strony innych niewielkich [półprzewodnikowych](#) lub elektromechanicznych urządzeń przełączających. Przekazniki elektromechaniczne nie są w stanie wykonywać przełączeń bardzo małych prądów ani napięć ponieważ nie są hermetyczne, a na stykach stosuje się folie polimerowe. Wskutek tego zanim dojdzie do przewodzenia, konieczne jest powstanie łuku elektrycznego, tak aby nastąpiło przebicie się przez warstwę folii. Na podobnej zasadzie w półprzewodnikach na przewodnictwo wpływa reaktancja pojemnościowa i prądy upływu. Powodują one problemy, które w oczywisty sposób ograniczają możliwości przełączania i detekcji niskich prądów i napięć.

Przekazniki elektromechaniczne mogą wykonać tylko do kilku milionów operacji. Ponieważ kotwica takiego przekaznika porusza się wokół punktu obrotu, dochodzi do zużywania się podzespołów, co skraca trwałość całego urządzenia. W przełącznikach kontaktronowych nie występują zużywające się części, dzięki czemu urządzenia te są w stanie przełączać sygnały miliardy razy bez jakichkolwiek usterek.

Przełączniki kontaktronowe idealnie nadają się do zastosowań, w których potrzebne są niski i stabilny opór styków, niska reaktancja pojemnościowa, wysoka oporność izolacyjna, duża trwałość eksploatacyjna i niewielkie rozmiary. Znajdują zastosowanie również w zadaniach specjalnych, takich jak przełączanie wysokich częstotliwości radiowych, przełączanie bardzo wysokich lub ekstremalnie niskich napięć, czy też przełączanie niskich prądów.

4. Własności przekazników kontaktronowych

Podobnie jak przełączniki kontaktronowe, także i przekazniki charakteryzują się bardzo długim czasem działania. Rezystancja ich styków nie przekracza 50m Ω , a wartość izolacji wynosi ponad 1015 Ω . Mogą one przełączać

napięcia do 10kV i bardzo wysokie prądy. Są wykonywane w konfiguracjach o maksymalnie 5 biegunach, dostępne jest pięć wersji tych urządzeń:

form A – przełączane, normalnie otwarte,
form B – przełączane, normalnie zamknięte,
form C – jednobiegunowe przełączane, SPDT – styki normalnie zamknięte najpierw rozwierane, potem styki normalnie otwarte zwierane,
form D – jednobiegunowe przełączane, SPDT – styki normalnie otwarte najpierw zwierane, potem styki normalnie zamknięte rozwierane,
form E – zatrząskiwanie, przełączanie bistabilne.

Ponadto przekaźniki tego typu pozwalają na przenoszenie i przełączanie napięć rzędu 10nV oraz prądów z zakresu femtoamperów. Ich pasmo przenoszenia sięga 6GHz, a czasy przełączania mogą wynosić od 100 do 300µs. Przekazniki kontaktronowe mogą pracować w temperaturach od – 55°C do 100°C we wszelkiego rodzaju środowiskach. Wytrzymują wstrząsy o sile do 200G i wibracje o częstotliwości od 50Hz do 2000Hz, o ile nie przekraczają one 30G.

Omawiane przekaźniki dostępne są w wykonaniach o bardzo małych rozmiarach i standardowym ułożeniu wyprowadzeń. Produkowane są także w szerokim zakresie kształtów obudów i w wersjach z różnym oporem cewki. Przekazniki mogą działać w trybie prądowym lub napięciowym. Większość przekaźników podlega certyfikatom, takim jak np. UL, CSA, EN60950, VDE, BABT 223ZV5. Poza tym wiele z tych urządzeń jest ekranowanych magnetycznie.

5. Czujniki kontaktronowe - zastosowania

Liczba istniejących lub potencjalnych zastosowań czujników kontaktronowych jest tak duża, że omówienie wszystkich w ramach artykułu byłoby niemożliwe. Najprostszym sposobem wykonania czujnika wydaje się użycie odpowiednio zamontowanego pojedynczego, samodzielnego przełącznika kontaktronowego. Należy jednak pamiętać, że wymaga to dużej rozwagi. Fizycznie przełącznik kontaktronowy jest szklaną kapsułą, a zatem jest elementem bardzo delikatnym. Z tego względu bardzo ważne jest by instalacja takiego przełącznika była wykonywana w miejscach nienarażonych na uderzenia.

6. Jak wybrać przełącznik kontaktronowy?

Najważniejszym krokiem przy wyborze przełącznika kontaktronowego jest jego dobór do konkretnej aplikacji. Zwykłą funkcję przełączania bądź tranzystora, bądź bramki cyfrowej może pełnić każdy przełącznik kontaktronowy. Istotne są natomiast rozmiar przełącznika i jego cena. Przy przełączaniu obciążeń i przełączaniu tzw. gorących napięć z określoną

wartością prądu ważne jest, aby wybrać przełącznik, który do zadanych wartości napięcia i prądu pasuje pod względem mocy. Jeżeli czujnik ma być eksploatowany przez długi okres, tj. powyżej dziesiątek milionów operacji, należy zwrócić szczególną uwagę na wartość przełączanego obciążenia.

7. Instalacja czujnika kontaktronowego w obudowie

Aby zapewnić bezawaryjne działanie aplikacji konieczna jest ochrona uszczelnienia między elementem szklanym i metalowym przed ewentualnymi zniszczeniami lub naprężeniami. W trakcie instalacji w obudowie czujnik kontaktronowy może być narażony na uszkodzenia spowodowane zginaniem, cięciem, spawaniem, lutowaniem, uszczelnianiem i hermetyzacją. Uszkodzenia nie zawsze są widoczne, a mimo to układ może działać niestabilnie i nieprawidłowo. Zainstalowanie czujnika kontaktronowego bez powodowania naprężeń ma więc kluczowe znaczenie dla pracy i trwałości elementu.

Przy określaniu odległości zwierania i otwierania należy zwrócić uwagę na to, by uwzględnić odległość wewnątrz obudowy, gdyż wpływa ona na czułość urządzenia. Obudowy z plastiku są najprostsze w tłoczeniu i najtańsze. Jeżeli jednak obudowa ma być wzmocniona, najlepiej jest użyć materiałów nieferromagnetycznych. W obudowie nie powinno się stosować niklu, żelaza i kobaltu, gdyż spowodowałyby one zakłócenia pola magnetycznego. Do wszystkich zastosowań należy dobrać odpowiednie długości przewodów i elementy połączeniowe.

8. Montaż czujnika kontaktronowego

Montaż omawianych czujników może zostać wykonany na wiele sposobów. [Czujnik](#) nie powinien być montowany w sąsiedztwie jakichkolwiek ferromagnetyków. Wynika to z faktu, że w ferromagnetykach strumień magnetyczny rozchodzi się lepiej niż w innych materiałach, przez co dochodzi do zaburzenia pola magnetycznego. W niektórych przypadkach efekt ten można wykorzystać w pozytywny sposób, choć oczywiście należy wtedy uwzględnić obecność materiałów magnetycznych w sąsiedztwie układu. Konieczne jest też wzięcie pod uwagę podzespołów magnetycznych – cewek indukcyjnych, transformatorów i toroidów – np. dlatego, że będą one wpływać na zachowanie magnetycznego obwodu czujnika.

Czujniki kontaktronowe oferowane są w różnych wariantach montażowych. Zarówno jako proste gniazda do montażu śrubowego, wersje z dwustronną taśmą klejącą, zwyczajne przykręcanie do paneli, przeznaczone do montażu na PCB z pinami, umożliwiające montaż powierzchniowy 'J' lub z przewodami do montowania na płytach SMT.

9. Podłączenia elektryczne i zastosowania przełączników kontaktronowych

Przełączniki kontaktronowe podłączać można na wiele różnych sposobów. Najczęściej stosuje się montaż na PCB, wyprowadzenia różnej długości do lutowania, wyprowadzenia z konektorami i montaż powierzchniowy przez lutowanie. Niektóre przewody dostępne są z zestawem opcjonalnych końcówek do wykonania połączenia elektrycznego. Coraz większą popularność zdobywają elementy lutowane powierzchniowo.

Przełączniki kontaktronowe znajdują zastosowanie w bardzo wielu dziedzinach techniki. Ważne jest, aby pamiętać, że zastosowania wykorzystujące czujniki kontaktronowe nie wymagają zewnętrznego zasilania. W większości przypadków po zamknięciu obwodu przełącznik kontaktronowy załącza żądane obciążenie.