

NA WARSZTACIE

KONTAKTRONY NA WARSZTACIE MŁODEGO TECHNIKA

Kontaktiony są doskonałymi elementami konstrukcyjnymi zarówno w wielu dziedzinach techniki przemysłowej, jak i w warsztacie majsterkowicza, dzięki wielorakim możliwościom zastosowania, pewności działania i wielu innym zaletom.

Budowa kontaktronu jest bardzo prosta. We wnętrzu szklanej rurki, wypełnionej gazem obojętnym, zatopione są dwie lub więcej, styeczki wykonane z materiału magnetycznego, oddalone od siebie na niewielką odległość. Jeżeli do kontaktronu zbliżymy magnes stały lub elektromagnes, to pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego styeczki magnesują się różnoimiennie i przyciągają się tworząc kontakt elektryczny — kontaktron przewodzi. Po usunięciu magnesu, styeczki przestają się przyciągać i rozłączają obwód (dokładny opis budowy i zasady działania kontaktronów opisane były w „MT” 1/1973 na str. 57).

Ze względu na wymiary zewnętrzne kontaktrony dzielimy na: standardowe, krótkiego standardu, średnie, miniaturowe, subminiaturowe, mikrominiaturowe i miniminiaturowe.

Nieco inaczej można podzielić kontaktrony różniące się pod względem umieszczenia i funkcji spełnianych przez stycki: kontaktrony zwierne, rozwiernie, przelączne i polaryzowane. Wnętrze rurki kontaktronu może być wypełnione gazem o ciśnieniu zbliżonym do ciśnienia atmosferycznego lub nieco podwyższonym, może być odpompowane do wysokiej próżni lub też wypełnione gazem z dodatkiem par rtęci służących do tzw. zwilżania styków, ułatwiającego

go zwieranie i zmniejszającego oporność styku.

W Polsce, Doświadczalne Zakłady Lamp Elektronowych „Unitra-Dołom” we Wrocławiu, przy współpracy wielu placówek naukowo-badawczych, już w 1964 r. podjęły produkcję kontaktronów.

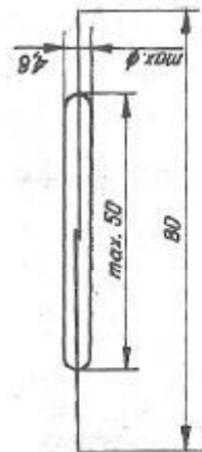
Krajowe kontaktrony, ze względu na stosowane oryginalne technologie i użytkiwane dzięki temu niektóre wyjątkowo atrakcyjne parametry eksploatacyjne są podzespołami wysoko cenionymi przez znane firmy zachodnie, takie jak Ericsson, Siemens czy Flight Refuelling.

Ważniejsze parametry krajowych kontaktronów zestawione zostały w podanej niżej tabeli, natomiast ich kształt i wymiary przedstawione są na rys. 1.

Jak wynika z tabeli, krajowe kontaktrony wyróżniają się dużą trwałością, krótkimi czasami zadziałania (w milisekundach), małą opornością przejścia (oporność styku podczas zwarcia stycek — w miliomach), wysoką opornością izolacji, niewielką pojemnością styku i, co bardzo ważne — małą mocą niezbędną do sterowania.

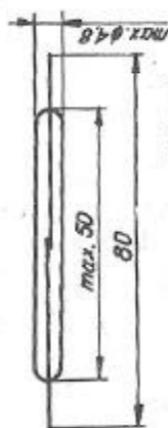
Trwałość kontaktronu zależy od charakteru i wielkości jego obciążenia. Dla różnych warunków pracy uzyskuje się trwałości w granicach od 10^6 do 2×10^8 zadziałań. Do możliwych uszkodzeń kontaktronów zaliczamy trwałe sklejenie styków oraz jednokrotne przekroczenie oporności przejścia powyżej 1 oma.

Niezmienna oporność przejścia jest jednym z podstawowych warunków trwałości kontaktronu. Przy prawidłowym dobraniu obwodu zewnętrznego oporność przejścia podczas pracy jest



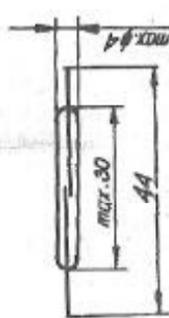
standard zwierny

ZW-102



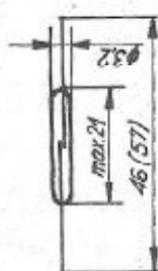
standard zwierny

ZW-103/I
ZW-103/II
ZW-103/III



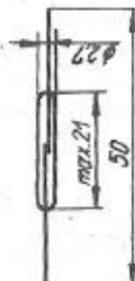
średni zwierny

ZM-107/I
ZM-107/II
ZM-107/III



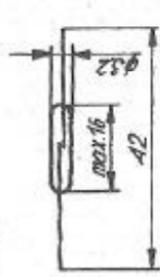
miniature zwierny

ZM-108/I
ZM-108/II
ZM-108/III



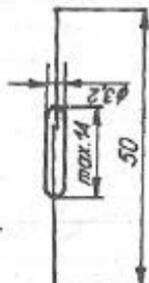
subminiature zwierny

ZM-109



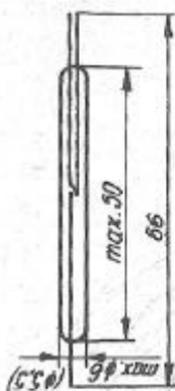
mikrominiature zwierny

ZM-112



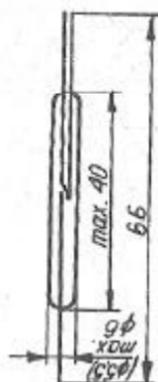
mikrominiature zwierny

ZM-114



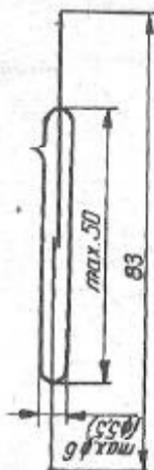
standard przełączny

ZW-211



krótki standard przełączny

ZW-212



standard zwierny próżniowy

ZP-1
ZP-2
ZP-3

PARAMETRY ELEKTRYCZNE KONTAKTRONÓW

| Typ | Moc łączona maks. | | | Czułość zadziałania | Czułość zwalniania min. | Czas zadziałania maks. | Czas zwalniania maks. | Czas drgań styczek maks. | Wytrzymałość napięciowa min. | Oporność izolacji min. | Uwagi |
|------------|-------------------|-----|-----|---------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|------------|
| | W | A | mΩ | | | | | | | | |
| ZW-102 | 240 | 5 | 50 | 80—100 | 30 | 2 | 0,2 | 0,5 | 450 | 10 ¹¹ | |
| ZW-103/I | mikromoce | | | 40—100 | 15 | 2 | 0,2 | 0,5 | 400 | 10 ¹⁰ | w oprac. |
| ZW-103/II | 20 | 1 | 100 | | | | | | | | |
| ZW-103/III | 60 | 3 | 100 | | | | | | | | |
| ZM-107/I | mikromoce | | | 40—70 | 15 | 1 | 0,1 | 0,4 | 350 | 10 ¹¹ | w oprac. |
| ZM-107/II | 10 | 0,2 | 150 | | | | | | | | |
| ZM-107/III | 20 | 0,5 | 150 | | | | | | | | |
| ZM-108/I | mikromoce | | | 20—50 | 10 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 300 | 10 ¹² | w oprac. |
| ZM-108/II | 5 | 0,2 | 150 | | | | | | | | |
| ZM-108/III | 15 | 0,5 | 200 | | | | | | | | |
| ZM-109 | 12 | 0,5 | 200 | 20—50 | 10 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 250 | 10 ¹² | |
| ZM-112 | 12 | 0,5 | 250 | 20—60 | 10 | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 200 | 10 ¹¹ | w opracow. |
| ZM-114 | 12 | 0,5 | 250 | 20—60 | 10 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 250 | 10 ¹¹ | w opracow. |
| ZW-211 | 20 | 0,5 | 150 | 60—150 | 15 | 2 | 0,5 | 1 | 400 | 10 ⁹ | |
| ZW-212 | | | | | | | | | | w opracow. | |
| ZP-1 | 50 | 3 | 250 | 90—180 | | | | | 5 000 | | |
| ZP-2 | | | | 90—180 | 40 | 2,0 | 0,5 | 2,0 | 10 000 | 10 ¹⁰ | |
| ZP-3 | 10 | 1 | 250 | 100—200 | | | | | 12 000 | w opracow. | |

stabilna i z reguły nie przekracza kilkuset $m\Omega$.

Jednym z istotnych parametrów, decydujących o jakości kontaktronów, jest oporność izolacji. W normalnym wykonaniu oporność ta jest większa niż 10^{10} — 10^{12} oma, w wykonaniu specjalnym zaś może ona dochodzić do 10^{15} oma.

Pojemność między stycznymi kontaktronu jest zależna od konstrukcji i nie przekracza 0,8 pF dla standardowych oraz 0,2 pF dla miniaturowych.

Czułość zadziałania i zwalniania kontaktronu to jego parametry konstrukcyjne, które ustala się podczas montażu. Stosunek czułości zadziałania do czułości zwalniania zależy również od pokrycia styków (od rodzaju materiału i grubości). Zmiany czułości podczas długotrwałej pracy kontaktronów nie przekraczają 10%.

Aby prawidłowo zaprojektować urządzenie sterowane kontaktronami z magnesami trwałymi, należy dokładnie zapoznać się z przestrzenną charakterystyką stref zadziałania i niedziałania kontaktronu oraz stref niejednoznaczności działania. Układ tych stref w dużej mierze zależy od sposobu oddziaływania magnesu trwałego.

Na rys. 2 przedstawiony został kształt stref zadziałania (A), niedziałania (C) i niejednoznaczności działania (B) kontaktronu sterowanego magnesem trwałym umieszczonym prostopadle względem osi kontaktronu, natomiast wewnętrzne strefy niejednoznaczności działania (B) przy ruchu magnesu wzdłuż osi kontaktronu pokazano na rys. 3.

Punktem wyjścia jest ustawienie punktu „0” bieguna magnesu trwałego w poprzecznej osi symetrii kontaktronu, w odległości „a” od jego osi podłużnej. Przy ruchu magnesu na lewo, równoległe do osi podłużnej kontaktronu, zwarcie styków nastąpi po osiągnięciu przez środek bieguna magnesu punktu „1”, a rozwarcie — przy ruchu powrotnym — punktu „2”. Podczas ruchu w przeciwnym

kierunku, analogicznie: zwarcie w punkcie „3”, a rozwarcie w punkcie „4”.

Na rys. 4 przedstawiony został ruch magnesu prostopadły do osi kontaktronu; w tym przypadku liniowe strefy niejednoznaczności działania „b” są znacznie większe.

Z dotychczasowych naszych rozważań wynika, że konieczny skok magnesu sterującego zależy wybitnie od kierunku jego ruchu względem osi kontaktronu.

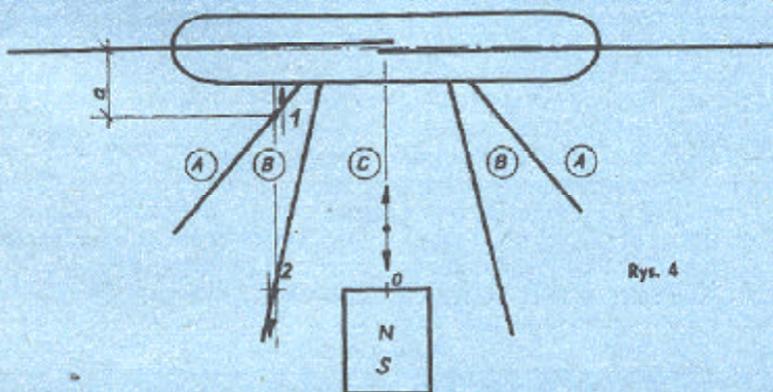
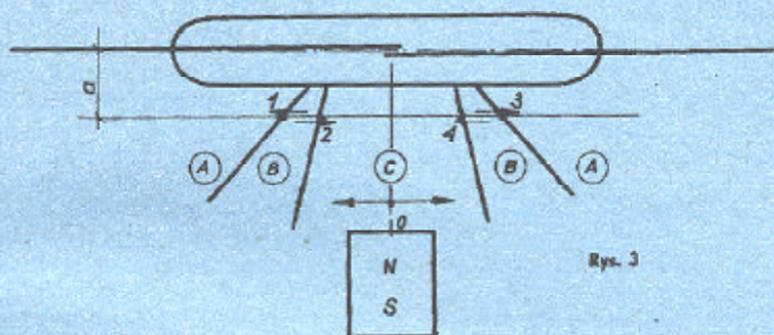
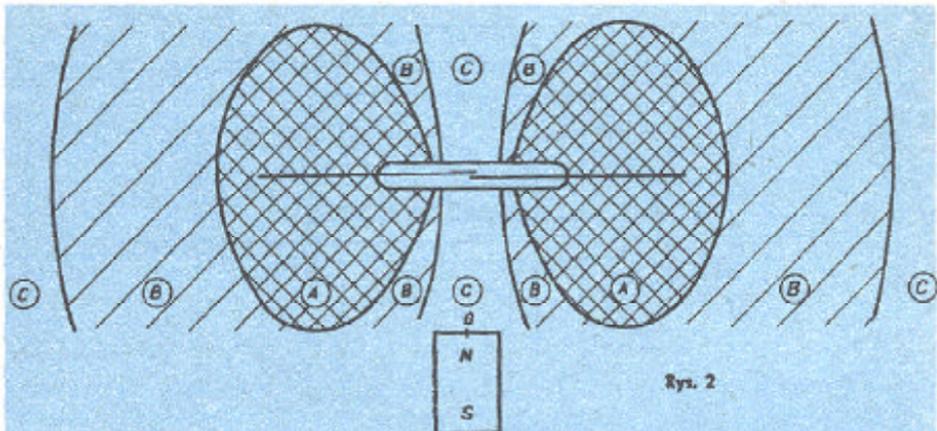
Dla usytuowania biegunów magnesu trwałego i jego ruchu równoległe do osi kontaktronu, występuje jeszcze trzecia strefa zadziałania w otoczeniu szczeliny roboczej kontaktronu. Oczywiście poza jej granicą występują strefy niejednoznaczności działania (rys. 5).

Dodać należy, iż dobierając magnes o większym lub mniejszym strumieniu magnetycznym, można (w pewnym zakresie) regulować odległość, z jakiej spowodujemy zadziałanie lub zwalnianie kontaktronu.

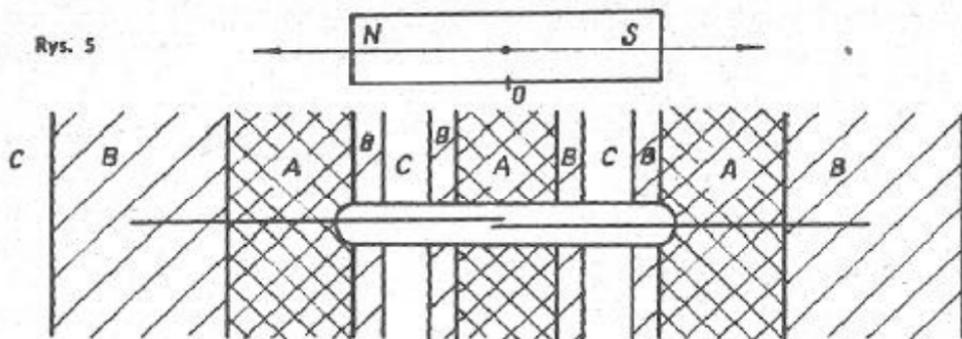
Utrzymując magnes i kontaktron nieruchomo względem siebie można także dokonywać przełączania za pomocą bocznika magnetycznego (np. w postaci kawałka blachy zbliżanego czy przesuwanego w pobliżu).

W chwili obecnej istnieje tak daleko posunięta specjalizacja kontaktronów, że dokonanie wyboru odpowiedniego typu kontaktronu do określonego zastosowania nie jest problemem blahym. W tabeli parametrów kontaktronów, z reguły na pierwszym miejscu umieszcza się maksymalne moce, prądy i napięcia przełączane przez kontaktron. Dotyczą one zwykłe obciążeń rezystywnych, czyli oporników o bardzo małej indukcyjności ($\sim 0,2 \mu H$) bezpośrednio podłączonych do kontaktronów z możliwie minimalnymi pojemnościami montażowymi. W praktyce natomiast spotyka się mnóstwo innych przełączanych kombinacji obwodów (R L C i U, I).

Prócz tego każdy typ kontaktronu może przełączać poprawnie tylko ściśle



Rys. 5



określone moce, prądy i napięcia, których także nie wolno przekroczyć. Zakres obciążeń prądami rzędu pojedynczych miliamperów przy napięciach rzędu miliwoltów, zwany zakresem mikromocy, wymaga stosowania specjalnych pokryć stykowych — są to najczęściej wielowarstwowe pokrycia ze złota; nadają się do tego celu także kontaktrony ze stykami zwilżanymi rtęcią. Tak więc jeżeli np. chcemy przelączać prąd 1 mA i stosunkowo niewielkie napięcie, to zamiast dobierać kontaktron o większej mocy, bardziej przydatne będzie dobranie rodzaju pokrycia styków.

Ogólnie można powiedzieć, że kontaktrony z pokryciem wolframowym (miniaturowe, średnie, standardowe) szczególnie nadają się do przelączenia obciążeń indukcyjnych, pojemnościowych czy „żarówkowych”, mają względnie dużą oporność przejścia i przy napięciach poniżej kilku woltów i małych prądach zasadniczo nie pracują poprawnie. Kontaktrony o stykach pokrytych rodem — obecnie najpopularniejszym materiałem stykowym — charakteryzują się najszerszym napięciowo-prądowym zakresem pracy, od obciążeń rezystywnych małej i dużej mocy do silnie indukcyjnych, dość niską i stabilną opornością przejścia oraz dużą trwałością. Są to kontaktrony ogólnego zastosowania.

Jednym z podstawowych parametrów to oporność przejścia kontaktronu w

stanie zwarcia styków. Zależy ona od złożonych i trudnych do sterowania czynników, takich jak materiał stykowy, siła nacisku styków, stan powierzchni stykowej oraz skład gazu wypełniającego rurkę.

Należy podkreślić, że oporność przejścia wg danych katalogowych oznacza początkową oporność przejścia, która w obwodzie roboczym może ulegać znacznym zmianom. Jeżeli w obwodach wysokonapięciowych o niedużych prądach oporności przejścia rzędu omów są do pominięcia, a dla dużych prądów przelącanych są one w praktyce mniejsze od omów, to w obwodach mikromocy lub zbliżonych do zakresu mikromocy, oporności przejścia kontaktronów mogą się zmieniać od omów aż do oporności otwartego obwodu. Oczywiście, prawdziwe jest twierdzenie, że kontaktrony charakteryzują się małą i stabilną opornością przejścia, jakiej nie mają styki przekaźników konwencjonalnych, jeżeli tylko zostaną użyte zgodnie ze swoim przeznaczeniem.

Ważnym parametrem kontaktronu jest jego czułość zadziałania i zwalniania. Jeżeli kontaktron współpracuje z elektromagnesem, to jego czułość zadziałania będzie tym większa, im cewka ma mniejszą średnicę wewnętrzną. Czułość zwiększa również ekran z blachy ferromagnetycznej o małej koercji, zmniejszając przy tym wzajemne oddziaływanie sąsiednich

przekazników. Znaczne zwiększenie wymiarów uzwojenia w stosunku do właściwej cewki tylko w niewielkim stopniu zwiększa czułość kontaktronu.

Ogólnie biorąc, kontaktrony mają stosunkowo małą czułość zwalniania (mierzoną w amperozwojach) w porównaniu do czułości zadziałania. Jest to ważne na przykład przy sterowaniu cewek kontaktronów układami tranzystorowymi, gdzie prądy zerowe lub niezupełne nasycenie tranzystora (zależne od układu) może być przyczyną tego, że kontaktron uprzednio zwarty — nie zwolni. Tak więc zbyt niska czułość zwalniania może być przyczyną wadliwej pracy kontaktronów w niektórych układach.

Podczas montażu kontaktronów należy pamiętać, że zginanie czy obcinanie ferromagnetycznych końcówek powoduje zmiany czułości, tzn. rośnie ilość amperozwojów zadziałania, a także zwalniania, ale w mniejszym stopniu. Przy nieostrożnym montażu mogą popękać złącza szkło-drut lub zmieni się szczeliny między stykami, co spowoduje także zmianę napięcia przebicia. Z reguły cięcia czy obcinania końcówek nie wolno dokonywać w odległości mniejszej niż 6 mm od złącza dla kontaktronów standardowych i 2,5 mm dla miniaturowych.

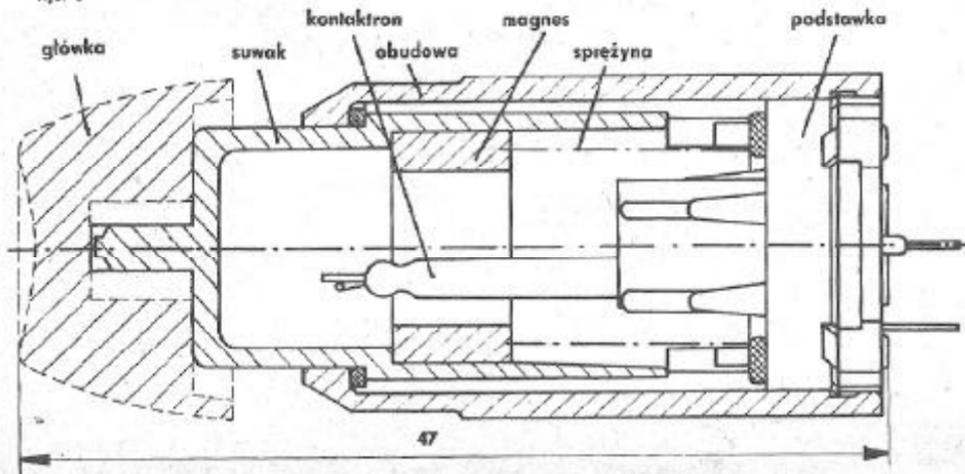
Przy współpracy kontaktronu z magnesem stałym zwieranie styków odbywa się stosunkowo wolno. Ponadto, po ich zwarceniu, w pobliżu kontaktronu może być jeszcze obecny strumień magnetyczny. W rezultacie powstają niekorzystne warunki przełączania. Prócz tego może występować częściowe zwieranie styków zmniejszające odległość między nimi (a więc i napięcie przebicia) oraz iskrzenia. W związku z tym przy przełączaniu wysokich napięć zmiennych zaleca się pracę kontaktronu z bocznikiem żelaznym, tzn. magnes i kontaktron są nieruchome, ruchomy — bocznik magnetyczny.

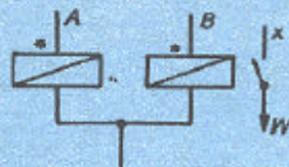
Przykładem praktycznego zastosowania przełączania kontaktronu magnesem stałym jest produkowana przez Zakłady „Unitra-Dolam” klawiatura kontaktronowa przeznaczona do kalkulatorów elektronicznych (rys. 6). Elementem sterującym jest ferrytowy magnes stały o kształcie pierścienia, elementem sterowanym — jeden lub dwa kontaktrony typu ZM-108/II.

Po naciśnięciu główki suwaka następuje przesunięcie magnesu względem kontaktronu i zwarcie jego styków. Taka konstrukcja zapewnia dużą trwałość układu oraz lekki i gładki ruch suwaka.

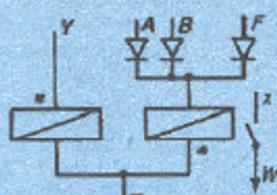
Przy użyciu kontaktronów można budować układy spełniające funkcje lo-

Rys. 6

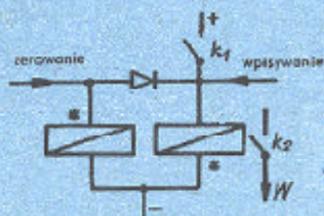




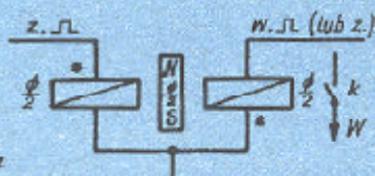
OR: $W = A + B$ dla $x = „1”$
 $W = x(A + B)$



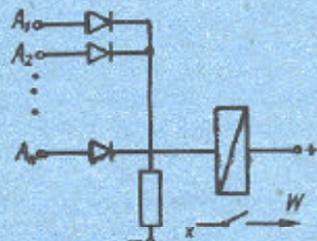
NOR: $W = A + B + \dots + F$ dla $Y = „1”$
 Nierównoważność:
 $W = Y(A + B + \dots + F) = Y \cdot A + B + \dots + F$



Przełączniki

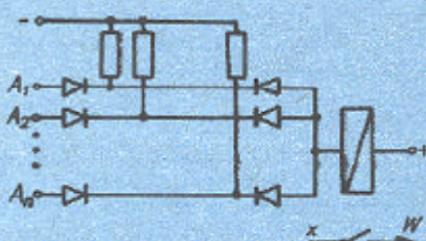


Rys. 7

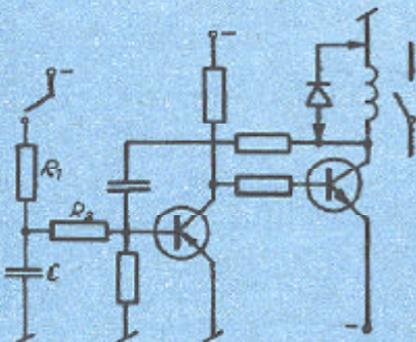


NOR: $W = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$
 ZAKAZ: $W = x \cdot A_1 + A_2 + \dots + A_n$

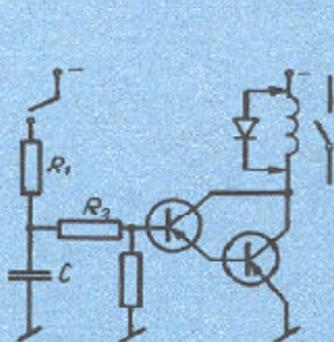
Rys. 8



NAND: $W = x \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n$
 $W = x \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n$



Rys. 9

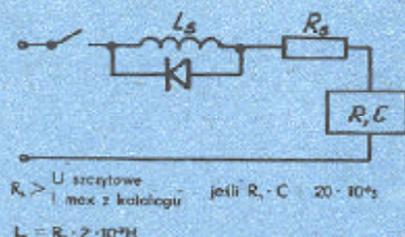


giczne. W przypadku przekaźników konwencjonalnych funkcje logiczne realizuje się zwykle drogą łączenia ze sobą wielu styków (logika stykowa), gdyż logika strumieniowa, otrzymywana za pomocą kombinacji wielu uzwojeń, jest bardziej kosztowna i wymaga większej mocy obwodów sterujących. W kontaktro-nowych elementach logicznych szeroko stosuje się logikę strumieniową lub strumieniowo-stykową, wykorzystując kombinacje diod, oporników lub ewentualnie także magnesów stałych. W rezultacie realizacja tych samych funkcji logicznych na przekaźnikach kontaktro-nowych wymaga mniejszej ilości element-ów, jest bardziej niezawodna i tańsza niż przy użyciu przekaźników konwencjo-nalnych.

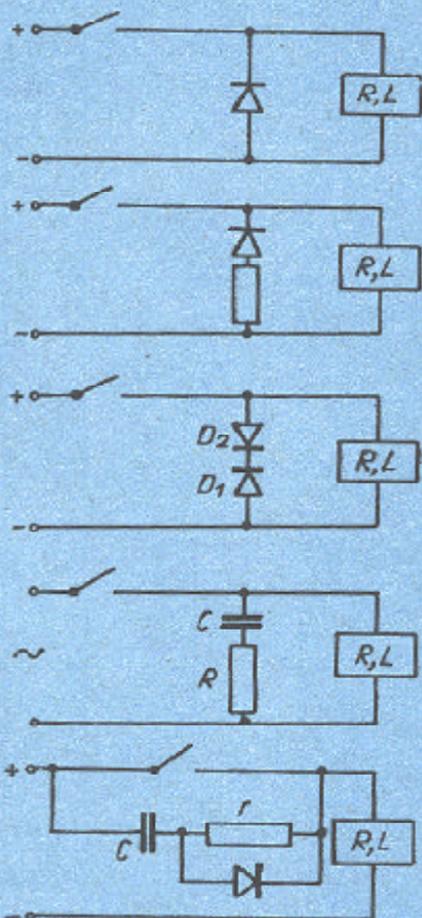
Niektóre sposoby realizacji funkcji logicznych na przekaźniku dwuuzwoj-niowym przedstawione zostały na rys. 7. Można łatwo zauważyć, że jeżeli jedna końcówka kontaktro-nu wykonawczego (x) podłączona jest nie do stałego napię-cia, lecz do innego wyjścia funkcji lo-gicznej, to otrzymuje się rozszerzenie możliwości logicznych.

Ważną zaletą przekaźnikowych ele-mentów logicznych jest możliwość znacz-nego zwiększania liczby wejść tych ele-mentów za pomocą dodatkowych diod lub oporników (rys. 8).

Przekaźniki kontaktro-nowe odznacza-ją się cenną zaletą w porównaniu do spełniających te same funkcje układów tranzystorowych. Otóż mają one zna-cznie większą odporność na zakłócenia zewnętrzne, zarówno jeżeli chodzi o poziom, jak i czas trwania impulsów zakłócających. Jednakże z powodu krótkich czasów działania kontaktro-nów lub z innych względów zachodzi niekiedy potrzeba stosowania sztucznego opó-znienia działania. Na rys. 9 przedstawio-ne są proste elektroniczne układy opó-zniające zadziałanie (stała czasow $\tau_1 = R_1 C$) lub zwalnianie kontaktro-nu (sta-ła czasowa $\tau_2 = R_2 C$).

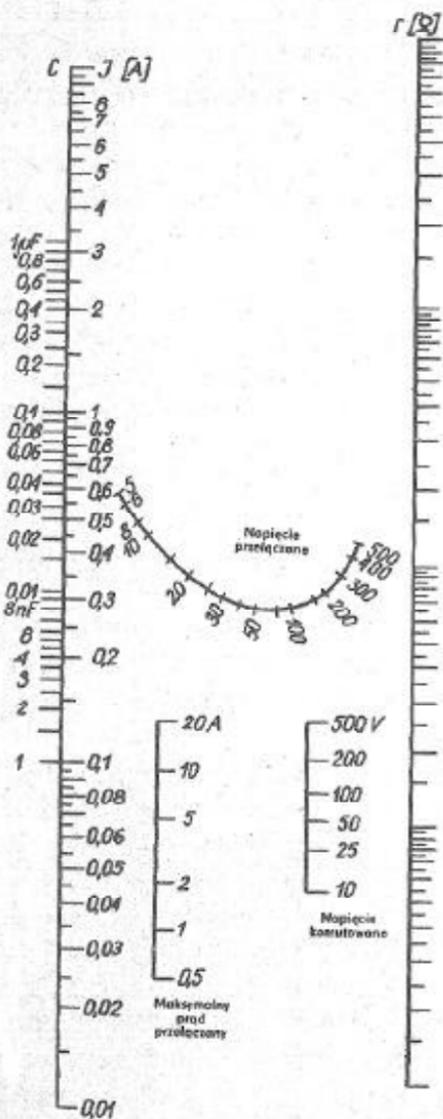


Rys. 10



Rys. 11

Nomogram do obliczenia wartości r , C gasząca w obwodach prądu zmiennego



Ponieważ w praktyce często mamy do czynienia z innymi obciążeniami kontaktronów niż omowe czy liniowe, omówimy więc krótko niektóre sposoby zapobiegania przyspieszonemu i nadmiernemu zużyciu się kontaktronów w takich wypadkach. Składowa pojemnościowa obciążenia kontaktronu, nawet niewielka, rzędu kilkudziesięciu pF, jest przyczyną powstawania bardzo dużych krótkotrwałych udarów prądowych (lub serii udarów), co może doprowadzić do sklejenia się styków kontaktronu.

Najprostszym elementem gaszącym takie wyładowanie jest opornik tłumiący, wielkości kilkudziesięciu do kilkuset omów, połączony w szereg z kontaktronem, możliwie najbliżej jego końcówek. Jeśli włączenie takiego opornika nie jest możliwe w konkretnym obwodzie, to dobre wyniki daje szeregowe włączenie indukcyjności rzędu 20–30 μ H. Zalecany układ ochronny kontaktronów pokazany został na rys. 10.

Kontaktrony często stosuje się do włączania żarówek. Oporność zimnego włókna żarówki jest zwykle 7 do 10 razy mniejsza niż oporność gorącego włókna. Łatwo więc o przekroczenie dopuszczalnej dla danego kontaktronu wartości prądu i zgrzanie się styków przy zwierniu. Kontaktron chronić można opornikiem ograniczającym prąd, włączonym szeregowo, lub stosując omówiony poprzednio układ ochronny. Jeżeli włączenie dodatkowego opornika R_s jest niemożliwe lub niepożądane, to należy stosować indukcyjność L_s (najlepiej z diodą) o wartości:

$$L_s \geq 10^{-3} \left(R_s + \frac{R \text{ gorącej żarówki}}{14} \right) [H]$$

Podczas rozłączania przez styki elektromechaniczne obciążenia o charakterze indukcyjnym indukowana jest siła elektromotoryczna, która ładuje pojemności w obwodzie i podnosi napięcie na rozwieranych stykach wartości dużo większych niż wartość napięcia zasilania.

Z KONTAKTRONEM

Formularz konkursowy

Powoduje to iskrzenia, wyladowania lukowe, oscylacje w.cz. czy wyladowania jarzeniowe. Na rys. 11 pokazano najprostsze układy redukujace indukowane napiecia do wartosci mniejszej niz napiecie zaplonu wyladowania jarzeniowego. Dla obciazen indukcyjnych pradu stalego najprostszym elementem gaszacym wyladowania jest dioda wlaczona rownolegle do obciazenia, w kierunku zaporowym. Dioda wybrana do tego celu musi miec dopuszczalny prad przewodzenia nie mniejszy niz prad obciazenia w stanie ustalonym, duze napiecie wsteczne oraz wzglednie duza predkosc przelaczania. Układ ten powoduje stosunkowo znaczne wydłużenie czasu zwalniania przekaźnika obciążającego kontaktron.

Ogólnie biorąc, tym lepszy jest gasik, im dłuższy jest czas zwalniania tłumionego przekaźnika.

Aby zmniejszyć czas zwalniania, w szereg z diodą włącza się opornik, gdyż czas ten jest odwrotnie proporcjonalny do oporności diody w kierunku przewodzenia.

Układem gaszącym, który nie powoduje wydłużenia czasu zwalniania obciążenia, jest układ z dwiema diodami. Wielkość skoku napięcia zależy od napięcia wstecznego diody D2 i pożądana jest, aby było ono jak najmniejsze. Dioda D1 musi mieć napięcie wsteczne kilkakrotnie większe od napięcia zasilania obwodu.

Dla indukcyjnych obciążeń kontaktronów w obwodach prądu zmiennego powszechnie zaleca się stosowanie gasików RC. Wartości R i C takiego gasika można łatwo wyznaczyć z podanego obok nomogramu. Dla przykładu niech napięcie zasilania wynosi 50 V, a prąd obciążenia w stanie ustalonym 0,3 A. Na skali pojemności znajdujemy wartość $C = 0,009 \mu F$ — naprzeciw 0,3 A. Opór otrzymujemy prowadząc prostą przez punkty $I = 0,3 A$ (skala z lewej strony), $U = 50 V$ (skala napięciowa w środku). Na przedłużeniu prostej

Imię

Nazwisko

Wiek

Zawód lub szkoła i kl.

Dokładny adres

Nazwa i przeznaczenie urządzenia

Ilość str.

Ilość rys.



Z KONTAKTRONEM

Do budowy prototypu urządzenia potrzebne mi będą:

1) kontaktrony typu:

ZM 108 szt.

ZW 103 szt.

2) magnesy

szt.

3) karkasy przekładników typu:

a. szt.

b. szt.

c. szt.

Uwagi

otrzymujemy $R = 55 \Omega$ (skala z prawej). Należy zawsze sprawdzić, czy dla danej wartości R udar prądu przy zwieraniu nie przekroczy wartości dopuszczalnej dla danego typu kontaktronu.

W obwodach prądu stałego wartości R , C gasika (rys. 11) należy dobrać w następujący sposób:

$$R \geq r \geq \frac{U_0}{I_{\max} \frac{U_0}{R}} \quad \text{lub} \quad \frac{U_0}{\frac{P_{\max}}{U_0} \frac{U_0}{R}}$$

gdzie I_{\max} , P_{\max} — dopuszczalne wartości katalogowe

$$C \geq \frac{L}{100 r^2} \quad \text{dla } U_0 = 24 - 60V$$

$$C \geq \frac{L}{25 r^2} \quad \text{dla } U_0 \approx 100V$$

gdzie: L — indukcyjność obciążenia w henrach

Często przyjmuje się wartość C po prostu równą $C \approx 0,5 - 1 \mu F/\text{amper}$ prądu obciążenia.

Przy tym stała czasu RC powinna wynosić ok. $(10-20) \cdot 10^{-6} s$.

Wymagania względem wartości R i C są dość trudne do pogodzenia: pojemność powinna być duża, aby skutecznie gasić iskrzenie, ale jednocześnie dość mała, by nie było nadmiernych udarów prądowych przy zwieraniu styków; natomiast oporność mała, aby skutecznie gasić iskrzenie, i jednocześnie dość duża, aby zapobiec nadmiernym udarom prądowym przy zwieraniu.

Napięcie przebicia zastosowanego kondensatora powinno być większe niż

$$I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \text{gdzie } I_0 \text{ — prąd obciążenia,}$$

L — indukcyjność obciążenia. W przypadku szczególnie dużego obciążenia zaleca się dobieranie wartości RC za pomocą oscylografu oraz przeprowadzenie prób trwałości z dobranymi parami R , C . Prawidłowo dobrane gasiki są bardzo skuteczne i powszechnie stosowane.

Mgr inż. Jan Trombik
Mgr inż. Tadeusz Żołnierczyk

