

IRENA MIŚ

WSP w Bydgoszczy

### KONTAKTRONY RTĘCIOWE

Dynamiczny rozwój techniki w ostatnich latach objawia się wzmożonym przepływem informacji między dziedzinami nauki, kultury, życia gospodarczego i politycznego. Wiąże się to z koniecznością nawiązywania łączności między ludźmi. Wzrasta w związku z tym zapotrzebowanie na coraz to bardziej nowoczesne urządzenia telekomunikacyjne, których najważniejszymi parametrami to trwałość i niezawodność działania podzespołów komutacyjnych, a przede wszystkim przełączników.

Obok całej gamy bezstykowych elementów komutacyjnych poczesne miejsce w telekomunikacji zajmują przełączniki kontaktronowe. Zarówno kontaktrony jak i przełączniki kontaktronowe produkowane są w naszym kraju. Szeroki asortyment kontaktronów próżniowych i gazowanych oraz przełączników kontaktronowych wytwarza Centrum Naukowo-Produkcyjne Podzespołów i Urządzeń Elektronicznych Unitra-Dolam we Wrocławiu. Producentem teletechnicznych przełączników, w których stosuje się polskie kontaktrony, są Zakłady Teleelektroniczne Telkom-Telfa w Bydgoszczy.

Zasadę budowy kontaktronów próżniowych i ich zastosowania prezentował artykuł pt. Kontaktrony - zamieszczony w z.5 Studiów Technicznych, WSP Bydgoszcz 1978.

Dążenie do zwiększenia niezawodności podzespołów stykowych, szczególnie w najnowszych centralach telefonicznych /Pentaconta i E-10/, gdzie poprawa komutacji była sprawą najbardziej istotną, doprowadziły do powstania kontaktronów rtęciowych. Kontaktrony te, przy zachowaniu takich własności kontaktronów suchych jak duża trwałość i krótkie czasy zadziałania, umożliwiły niezawodną komutację prądów rzędu kilku amperów w obwodach o napięciu kilkuset woltów.

W Instytucie Budowy Sprzętu Precyzyjnego i Elektronicznego Politechniki Warszawskiej prowadzone są prace nad badaniem

zjawisk występujących podczas działania kontaktronu rtęciowego.

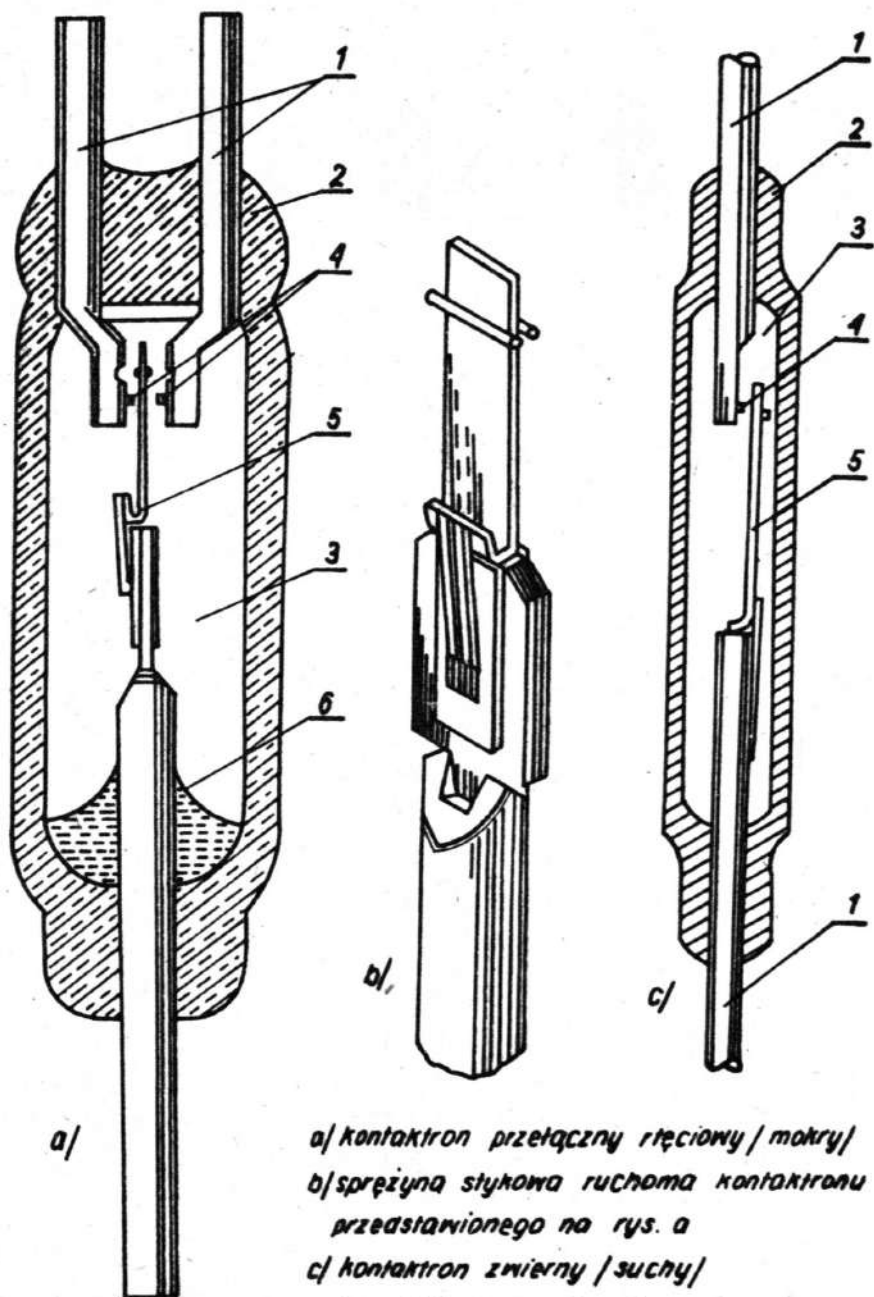
W Zakładzie Podstaw Techniki Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy w ramach prac studenckich prowadzono badania pracy przekaźników kontaktronowych firmy Clare.

Zasada budowy i pracy zestyku zwilżonego rtęcią

Na typowy kontaktron rtęciowy składają się stycki nieruchome przymocowane do wsporników, które wtopione są w górną część rurki szklanej. W dolnej części rurki szklanej wtopiona jest rurka metalowa, do której przymocowana jest sprężyna stykowa ruchoma wykonana z ferromagnetycznego stopu żelaza i niklu i pokryta warstwą niklu dla zapewnienia dobrego zwilżania rtęcią. W dolnej części szklanej rurki znajduje się także rtęć. Resztę wewnętrznej przestrzeni rurki wypełnia gaz ochronny, najczęściej wodór o ciśnieniu  $1,4 + 1,8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ , zapewniając dużą wytrzymałość dielektryczną. Rys.1. przedstawia kontaktron rtęciowy przełączny produkcji firmy Clare.

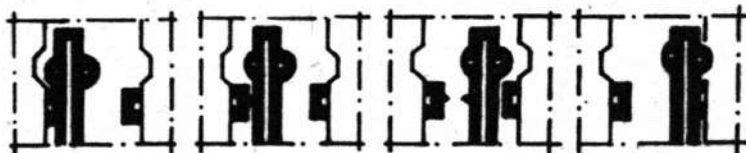
W stanie zwarcia zestyku rtęć zwilżająca powierzchnię stycki ruchomej pokrywa miejsce jej styku ze stycką stałą, wykonaną z platyny. W momencie rozwierania zestyku między styckami ruchomą i stałą tworzy się mostek z rtęci, który po osiągnięciu określonej odległości między styckami zostaje przerwany i zestyk zostaje rozarty. W przypadku zestyku przełącznego przerywanie mostka w zestyku rozwiernym następuje dopiero po zwarcie zestyku zwiernego.

Zasadę działania zestyku przełącznego i przełącznego bezprzerwowego zwilżanego rtęcią ilustruje Rys.2. Opisany zestyk podczas zwierania i rozwierania nie wykazuje drgań powodujących chwilowe przerwy i zwarcia, jest bardzo trwały i charakteryzuje się małą rezystancją styku. Badania zestyków zwilżanych rtęcią wykazały dobrą stabilność tej rezystancji. Cecha ta zadecydowała o zastosowaniu zestyków zwilżanych rtęcią w urządzeniach pomiarowych.



a/ kontaktron przełączny rtęciowy / mokry/  
b/ sprężyna stykowa ruchoma kontaktronu  
przedstawionego na rys. a  
c/ kontaktron zmierny / suchy/  
Oznaczenia: 1/ Elektrody Fe-Ni mocujące platynowe  
styczki 2/ Rurka szklana 3/ Gaź ochronny 4/ Styczki  
platynowe 5/ Sprężyna stykowa ruchoma 6/ Rtęć

Rys. 1. Kontaktron rtęciowy przełączny firmy Clare.

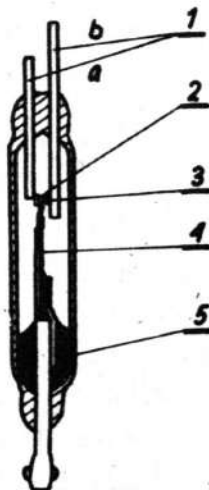


Rys.2. Zasada działania zestyku przełącznego zwilżanego rtęcią  
Kontaktrony firmy Clare

Produkcją kontaktronów rtęciowych zajmuje się wiele firm na świecie. Przykładem może być firma Clare, która rozwinęła na szeroką skalę produkcję zarówno kontaktronów suchych jak i rtęciowych. Firma ta specjalizuje się w budowie przekaźników na bazie wytwarzanych przez siebie kontaktronów. Można tu wyodrębnić cztery główne serie przekaźników, których parametry zależą od użytego w nich kontaktronu, cewki lub magnesu trwałego. Symbol serii danego przekaźnika zaczyna się od liter oznaczających zawarty w nim kontaktron, np. przekaźnik do pracy przy dużych obciążeniach oznaczono symbolem zaczynającym się od liter "HG" /kontaktron rtęciowy/. Podobnie oznaczono: przekaźnik standardowy - HGS/HGR, przekaźnik o dużej prędkości - HGQ, przekaźnik o średniej prędkości - HGJ. Dalsze symbole mogą oznaczać ilość biegunów i stopień czułości przekaźnika, np. przekaźnik HGJM jest jednobiegunowym przekaźnikiem działającym na kontaktronie HGJ o średniej prędkości przekazywania. Symbol HGJ2MT oznacza dwubiegunowy przekaźnik z dwoma kontaktronami HGJ.

Przekaźniki mogą posiadać zestyk przełączny bezprzerwowy lub przełączny bezprądowy, zależnie od mechanizmu zwilżania rtęcią styczek. Rozwiązanie konstrukcyjne kontaktronu przeznaczonego do pracy przy dużych obciążeniach należy do ciekawszych. Na przykładzie przekaźnika z kontaktronem HGJ omówiony zostanie mechanizm działania tego nowoczesnego urządzenia komutacyjnego. Rysunek 3, przedstawia kontaktron rtęciowy HGJ. Ten element o przenoszonej

mocy 250 VA składa się ze sprężyny stykowej oraz stycek tworzących dwa zestyki zwierne oraz dwa zestyki rozwiernie. Zestyki zwierne zamkną się wówczas, gdy cewka umieszczona koncentrycznie na rurce szklanej wytworzy pole magnetyczne. Bez udziału magnesu stałego przekaźnik kontaktronowy nie jest czuły na polaryzację. Przekaźnik tego typu można przystosować do pracy na określony prąd lub napięcie. Jego czułość można jednak zmienić przez zastosowanie magnesów stałych mocując je do stycek zestyku zwiernego. Strumień magnetyczny magnesu stałego jest wzmacniany lub osłabiany przez strumień cewki. Podczas przystosowywania do określonego reżimu pracy magnesy należy najpierw magnesować do stanu nasycenia, a następnie rozmagnesować. Oddziaływanie magnesów można doprowadzić do takiego stopnia, że sprężyna stykowa nie powróci do stycek zestyków rozwiernych mimo, iż prąd w cewce jest przerywany. Stan ten można zmienić dopiero przeciwnie skierowanym strumieniem cewki, czyli przez podłączenie prądu o przeciwnej biegunowości. Tworzy się w ten sposób przekaźnik o dwóch stanach stabilnych. Zadaniem rtęci jest nawilżanie powierzchni stykowej sprężyny ruchomej i stycki podczas ich zwierania się.



Oznaczenia:

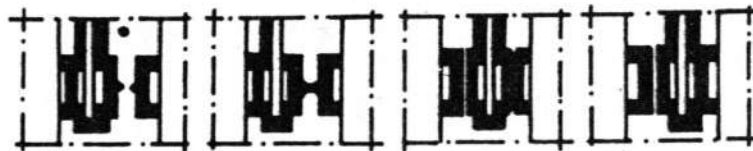
- 1a/ zestyk rozwierny
- 1b/ zestyk zwierny
- 2/ stycka zestyku rozwiernego
- 3/ stycka zestyku zwiernego
- 4/ sprężyna stykowa ruchoma
- 5/ rtęć

Rys. 3. Kontaktron rtęciowy HGJ

Uzyskuje się dzięki temu większą powierzchnię styku, a tym samym zmniejsza się oporność zestyku. Rtęć jest bez przerwy doprowadzana do zestyków za pomocą kapilary połączonej z pojemnikiem



rtęciowym. W czasie pracy między sprężyną stykową ruchomą i stycką najpierw tworzy się cienkie włókno rtęciowe, które jak gdyby łączy zestyki razem. Ilustruje to rys.4 ab. Mechanizm ten nazwano postacią "D" zestyku przełącznego bezprzerwowego. Następnie włókno zostaje przerwane, co przedstawia rys.4c. Rtęć pod wpływem ciśnienia zmienia się w kulkę o średnicy ok. 0,25 mm i w tej postaci spada do zbiornika znajdującego się u dołu szklanej kapsułki - rys 4d. Ubytek rtęci jest natychmiast uzupełniany działaniem kapilary, przez co jest ciągłe zabezpieczenie rtęciowe powierzchni kontaktowej dla każdej operacji przełączania.



Rys.4. Zasada działania zestyku przełącznego bezprzerwowego

Tworzenie przewodzącej rtęciowej błony pozwala na cichą pracę przekaźnika, praktycznie eliminuje drgania zestyków, zapewnia szczególnie niską i stabilną rezystancję przejścia nawet dla kilku bilionów operacji. Znajdujący się pod ciśnieniem ok. 10 at wodór zmniejsza w rurce jarzenie się łuku elektrycznego przy zwiększającym się prądzie przełączania.

Maksymalna znamionowa wartość natężenia prądu, jaką może łączyć przekaźnik serii HG wynosi 5 A przy maksymalnej wartości napięcia 500 V. Przy odpowiednim zabezpieczeniu przenoszona moc może dochodzić do 250 VA.

Przekaźnik bez magnesu stałego pracuje przy 190 amperozwojach lub przy napięciu zasilania cewki 260 mV. Natomiast przy wyposażeniu go w magnes stały wzrasta jego czułość i wymaga tylko 70 amperozwojów lub napięcia zasilania 25 mV. Czas zadziałania takiego przekaźnika wynosi ok. 10 ms. Przy dodatkowych 100 amperozwojach znamionowy czas zadziałania zmniejsza się do 5 ms.

Dalszy wzrost siły magnetycznej zmniejsza czas zadzia-  
nia do około 3 ms, wtedy czas narastania strumienia jest niemal  
zredukowany do zera. Gdy obwód cewki zostanie otwarty, czas zwol-  
nienia stycek wynosi przeciętnie 3,2 ms bez względu na poprzed-  
ni układ. Przekaznik nadaje się do pracy przy częstotliwości za-  
dziazań 100 lub więcej Hz, zależnie od kształtu impulsu i charak-  
teru jego przebiegu. Wytrzymałość temperaturowa jest dobra w za-  
kresie od  $-38^{\circ}\text{C}$  /poniżej tej temperatury rtęć zamraża/ do  $+107^{\circ}\text{C}$ .  
Zamrożenie nie niszczy przekaznika. Wytrzymałość dielektryczna  
dla wszystkich kontaktronów rtęciowych dochodzi do 1 kV przy  
częstotliwości 60 Hz między odizolowanymi końcówkami. Pojemność  
między styckami mieści się w granicach  $1 + 9$  pF, zależnie od  
konstrukcji stycek i od wartości początkowego przyspieszenia,  
którego wartość szczytowa może wynosić 10 g. Rezystancja styków  
zawarta jest w granicach 15 - 50 m.

Jak już wspomniano poprzednio, przekaznik może być jednobie-  
gunowy, dwubiegunowy lub więcej biegunowy, to znaczy może zawie-  
rać jeden, dwa lub więcej kontaktronów.

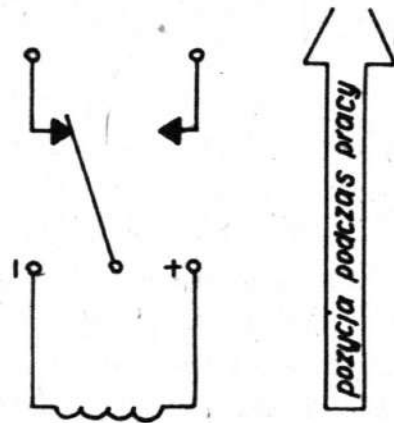
Cewki przeważnie wykonywane są z drutu nawojowego o własnoś-  
ciach magnetycznych w izolacji poliuretanowej i nawijane na ny-  
lonowe szpule. Dla przekazników większych stosowane są cewki, w  
których między każdą nawiniętą warstwą znajduje się arkusz celu-  
lozowego włókna octanowego. Stosuje się cewki pojedynczo zwijane,  
koncentryczne, bifilarne lub też cewki podwójne.

Styczki wymienionych kontaktronów rtęciowych wykonuje się naj-  
częściej z platyny lub stopów ze względu na to, że jest to ma-  
teriał najmniej podatny na utlenianie i łatwo nawilża się rtęcią.  
Dzięki odporności na kontaminację nawilżanie przebiega w sposób  
prawidłowy bez względu na ilość rtęci doprowadzonej kapilarną  
ścieżką rtęciową.

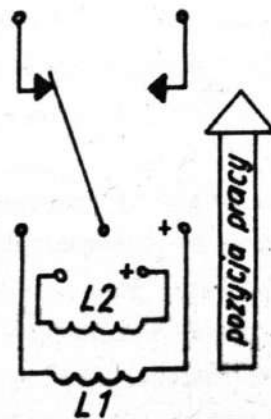
Elektrody mocujące stycki wykonane są ze stopu Fe-Ni. Ma-  
teriał ten posiada taki sam współczynnik rozszerzalności ciepl-  
nej co szkło ołowiowe, z którego wykonana jest rurka. Zapewnia  
to trwałe połączenie metal-szkło. Stop Fe-Ni nawilża się dobrze  
rtęcią, ale się z nią chemicznie nie wiąże. Jest ponadto dobrym  
materiałem magnetycznym i dobrze przewodzi prąd elektryczny.

Atmosferą ochronną zestyków jest wodór pod ciśnieniem 10 at. Jest to dobry przewodnik ciepła, a więc może być czynnikiem chłodzącym nagrzane pracą komutacyjną części kontaktronu. Poza tym wodór redukuje tlenki formujące się na powierzchniach stykowych, przez co mogą one łatwiej nawilżać się rtęcią. Wysokie ciśnienie gazu zapewnia dobrą wytrzymałość dielektryczną w szczelinie międzystykowej. Podwyższony jest też punkt wrzenia rtęci, co pozwala zmniejszyć ilość rtęci parującej w miejscu pracy styków w czasie przenoszenia dużych prądów.

Przełączniki HGJM i HGJ2MT zalecane są dla wszystkich zastosowań wymagających ultra stabilnych operacji oraz niezawodności działania. Przełączniki HGJM budowane są jako monostabilne - Rys.5. oraz jako bistabilne - Rys.6.



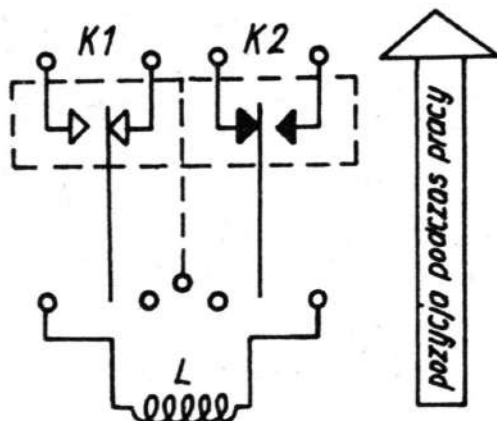
Rys.5. Schemat działania przełącznika jednobiegunowego HGJM monostabilnego



Rys.6. Schemat działania przełącznika jednobiegunowego HGJM bistabilnego



Przełączniki bistabilne odznaczają się dużą czułością. Przykład przełącznika dwubiegunowego HGJ2MT przedstawiony jest schematycznie na Rys.7.



Rys.7. Schemat działania przełącznika dwubiegunowego HGJ2MT

Przełączniki rtęciowe odznaczają się największą sprawnością i niezawodnością działania w porównaniu ze znanymi przełącznikami innych rodzajów. Mogą pracować w szczególnie trudnych warunkach technoklimatycznych. Należy się spodziewać, że także Polska zwiększy swój asortyment przełączników o kontaktronowe rtęciowe, które stworzyłyby warunki dla zwiększenia niezawodności szeregu urządzeń komutacyjnych. Od tego pośrednio zależy racjonalna gospodarka energią.

#### LITERATURA

- [1] J.Chmielarz, Urządzenia sterownicze i sygnalizacyjne, WNT Warszawa 1976
- [2] Dean K.Frederick, A.Bruce Carlson, Układy liniowe w telekomunikacji, WNT Warszawa 1976
- [3] Technika napędu elektrycznego, Praca zbiorowa WNT Warszawa 1978
- [4] C.P.Clare, Technical Application Reference for Mercury-Wetted Contact Relays, Dry Reed Relays, Mercury-Wetted Reed Relays, 1 st. edition July 1972, 2 nd. edition May 1973

- 5 Katalog przekaźników rtęciowych firmy C.P. Clare
- 6 Zbiór referatów z Konferencji Naukowo-Technicznej "Kontakt-  
tronika 78" w Bydgoszczy

#### РТУТНЫЕ ЯЗЫКОВЫЕ РЕЛЕ

##### Содержание

В статье представлено принцип действия и основные конструктивные разновидности ртутных язычковых реле.

Представление этих надёжных коммутационных элементов основано на примере ртутных язычковых реле продукции фирмы Кларе /США/.

Помещены здесь тоже принципы действия реле, в которых применяются язычковые реле.

#### THE MERCURIC REED RELAYS

##### Summary

The article deals with types and functioning of mercuric reed relays. The presentation of these reliable commutation elements is based on reed relays produced by Clare /USA/. It contains also the functioning of transmitters where mercuric reed relays are employed.