

Irena Miś

KONTAKTRONY

Wśród licznych nowoczesnych podzespołów elektronicznych, obok elementów półprzewodnikowych, coraz większe zainteresowanie specjalistów wywołuje podzespół z grupy elektromagnetycznych - kontaktron. Jest to podzespół o prostej konstrukcji, a istota jego działania opiera się na zjawiskach związanych z magnetyzmem.

Pracownia Automatyki Zakładu Podstaw Techniki i Wychowania Technicznego Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy podjęła pracę nad badaniami zjawisk towarzyszących działaniu kontaktronu oraz jego zastosowania. Działalność ta odgrywa znaczną rolę w dydaktyce uczelni, inspiruje bowiem do wnikliwej analizy zjawisk fizycznych, pozwala na ugruntowanie wiedzy teoretycznej z zakresu mechaniki, elektrotechniki, magnetyzmu i matematyki.

Jednym z przykładów zastosowań kontraktronów m.in. do celów dydaktycznych jest skonstruowany układ automatycznej regulacji poziomu cieczy w zbiorniku przepływowym. Kontaktrony spełniają tu rolę czujników poziomów.

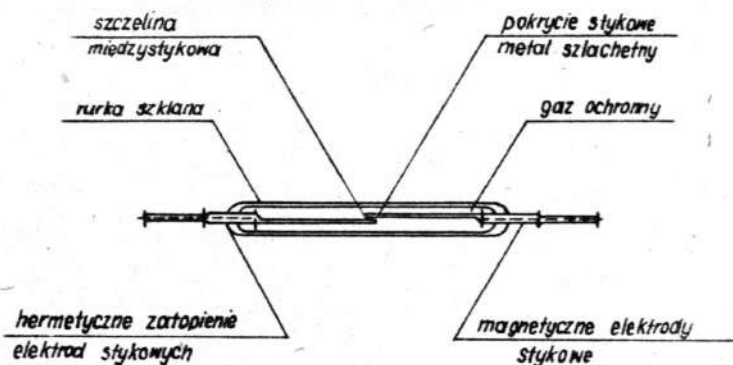
Innym zastosowaniem kontaktronów w dydaktyce jest zestaw funkcyjnych logicznych typu alternatywy /sumy logicznej/, koniunkcji /iloczynu logicznego/ oraz dopełnienia /negacji/. Zestaw ten, zbudowany z przekaźników kontaktronowych, pozwala w sposób łatwy i przekonywujący interpretować i sprawdzać w ćwiczeniach aksjomaty i twierdzenia abstrakcyjnej algebry Boole'a.

Dla łatwiejszego zrozumienia zasady działania skonstruowanych w Pracowni Automatyki układów konieczne wydaje się przedstawienie istoty działania i budowy kontaktronu.

1. B u d o w a i z a s a d a d z i a ł a n i a k o n t a k t r o n u

Kontraktron jest parą styków tworzących zestyk, umieszczo-

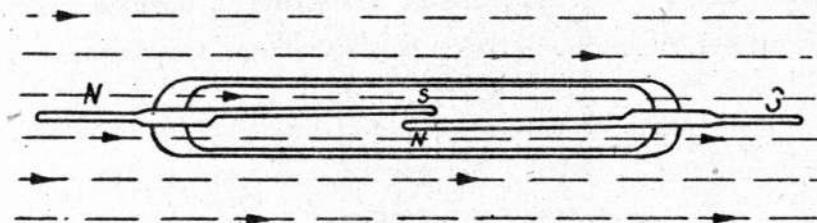
nych w szklanej obudowie. Styczki stanowią dwie elektrody wykonane z materiału magnetycznego. Wnętrze obudowy może być wypełnione gazem obojętnym, wodorem, azotem z domieszką wodoru lub też może być opróżnione z gazów. Budowę kontraktronu przedstawia rys. 1.



Rys. 1

Jeżeli kontaktron znajdzie się w polu magnetycznym odpowiednio ukierunkowanym, nastąpi namagnesowanie elektrod stykowych zgodnie z kierunkiem pola. Strumień magnetyczny przechodzący przez szczelinę stykową wytwarza na wewnętrznych końcach elektrod bieguny magnetyczne o przeciwnej polaryzacji. Ilustruje to rys. 2. Między przeciwnymi biegunami magnetycznymi wystąpi siła przyciągająca wzajemnie styczki, zgodnie z prawem Coulomba w teorii magnetyzmu.

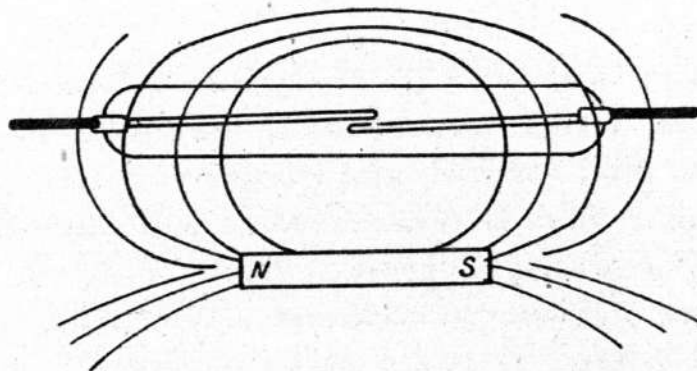
Jeśli ta siła jest dostatecznie duża, nastąpi zwarcie elektrod stykowych. Tworzy się w ten sposób element komutacyjny łączący zewnętrzne obwody elektryczne. Magnetyczne działanie pola na elektrody kontaktronu eliminuje pośredniczące ruchome elementy mecha-



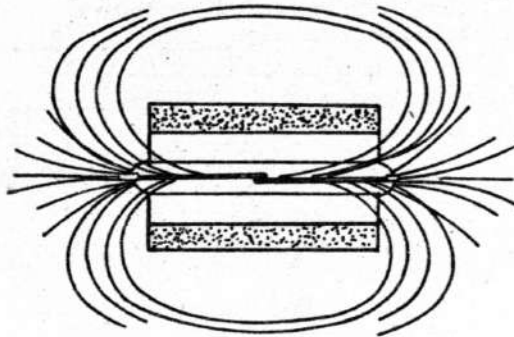
Rys. 2.

niczne, niezbędne w innych rodzajach łączników stykowych, a często bardzo zawodne.

Zródłem pola magnetycznego działającego na kontaktron może być magnes trwały lub cewka indukcyjna zasilana prądem stałym. Ilustrują to rys. 3. i 4.



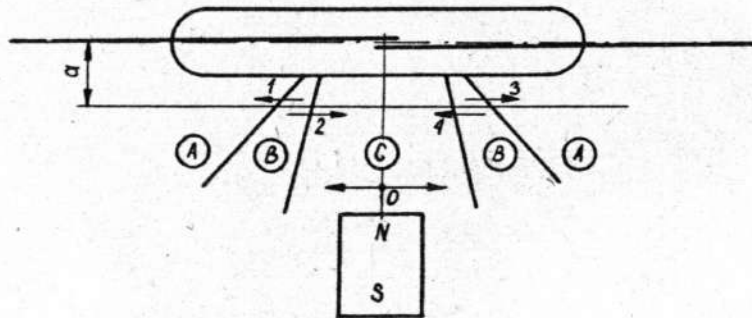
Rys. 3.



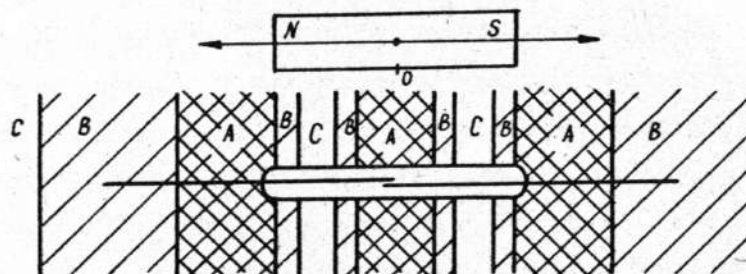
Rys. 4.

Zastosowanie magnesu trwałego nie wymaga dodatkowych źródeł energii elektrycznej, co jest zjawiskiem w wielu wypadkach bardzo korzystnym. Kontaktron jest tu sterowany przesunięciem magnesu. Niektóre kontaktrony sterowane w ten sposób wykazują występowanie trzech charakterystycznych stref, które można określić jako: A - strefę zadziałania, B - strefę niejednoznaczności działania oraz C - strefę niedziałania. Układ tych stref zależy od położenia osi symetrii magnesu w stosunku do osi podłużnej i poprzecznej kontaktronu. Przedstawiono to na rys. 5. i 6.

Jeżeli biegun zerowy magnesu trwałego znajdzie się w poprzecznej osi symetrii kontaktronu, jak na rys. 5, jego styki pozostaną otwarte. Jest to strefa niedziałania. Przy ruchu magnesu w lewo równoległe do osi podłużnej kontaktronu, rozpatrując punkty znajdujące się w odległości a od tej osi, w punkcie 1 nastąpi zadziałanie kontaktronu. Rozwarcie styków nastąpi przy ruchu powrotnym w punkcie 2. Przy ruchu magnesu w prawo zadziałanie nastąpi w punkcie 3, a rozwarcie styków, przy ruchu powrotnym, w punkcie 4. Kierunki ruchu oznaczono na rys. 5 strzałkami w sąsiedztwie punktów zadziałania.



Rys. 5.



Rys. 6.

Przy magnesie trwałym, którego oś symetrii jest równoległa do osi podłużnej kontaktronu, poruszającym się równoległe w lewo lub w prawo można zaobserwować trzy strefy zadziałania, sześć stref niejednoznaczności działania oraz dwie strefy niedziałania. Ilustruje to rys. 6. Szerokość poszczególnych stref zależy od

wartości strumienia magnetycznego magnesu trwałego.

Kontaktron umieszczony na stałe wewnątrz cewki indukcyjnej sterowany jest prądem tejże cewki. Jego zadziałanie lub niedziałanie zależy tylko od wartości tego prądu.

2. K o n t a k t r o n y p r o d u k o w a n e w P o l s c e

Różnorodne zastosowania i wymagania spowodowały powstanie bardzo dużego asortymentu kontaktronów. Z różnych względów wśród producentów światowych przyjęła się następujący podział:

a/ ze względu na gabaryty szklanej obudowy:

- standardowy /ok. 50 mm dł./,
- średni /ok. 30 mm dł./,
- miniaturowy /21 mm dł./,
- subminiaturowy /16 mm dł./,
- miniminiaturowy /9 mm dł./;

b/ ze względu na usytuowanie styków i spełniane przez nie funkcje:

- zwierne,
- rozwierne,
- przełączne,
- polaryzowane,
- multi;

c/ ze względu na moce łączeniowe:

- mikromocy,
- średnich mocy,
- dużych mocy.

Krajowym producentem kontaktronów są Dolnośląskie Zakłady Elektroniczne UNITRA - DOLAM we Wrocławiu. Ich produkcja obejmuje kontaktrony standardowe zwierne typu ZW-102, ZW-103, przełączne ZW-211, średnie zwierne typu ZM-107, miniaturowe zwierne ZM-108, subminiaturowe zwierne ZM-109, mikrominiaturowe ZM-112, ZM-114,

standardowe zwierne próżniowe ZP-1, ZP-2, ZP-3.

Krajowe kontaktrony różnią się od zagranicznych przede wszystkim oryginalną technologią wykonania i zastosowaniem odmiennych materiałów. Elektrody krajowe wykonywane są ze stopu FeNiCo /kobar, ich obudowę stanowi zamknięta rurka ze szkła kwarcowego o bardzo małym współczynniku rozszerzalności liniowej, a materiałem stykowym jest złoto z dodatkiem kobaltu lub wolfram albo molibden z dodatkiem kobaltu i rodu. W zagranicznych elektrodach stosowany jest stp FeNi, a obudowa wykonywana jest ze szkła ołowiowego.

Technologia krajowa zapewnia bardzo dobrą szczelność i wytrzymałość na wpływy mechaniczne i klimatyczne oraz korzystne właściwości stykowe. Dzięki zawartości kobaltu w warstwie złota zwiększona jest odporność na erozję elektryczną. Przy zastosowaniu na stykach stopu wolfram-kobalt lub molibden-kobalt możliwa jest praca kontaktronu przy dużych obciążeniach prądowych. Ponadto nasze kontaktrony wykazują dobre właściwości gaszenia łuku w czasie rozwierania się styków.

Do wad krajowych kontaktronów w porównaniu z zagranicznymi należy zaliczyć nieco mniejszą wytrzymałość napięciową i nieco większą koercję.

3. Z a s t o s o w a n i e k o n t a k t r o n ó w

Szczelnie zamknięty zestyk, jakim jest kontaktron, pozwala na zastosowanie go w trudnych warunkach otoczenia, tzn. tam, gdzie np. istnieje zagrożenie pożarowe, zapylenie, duża wilgotność. Kontaktrony odporne są na wpływy atmosferyczne, żrące opary różnych związków chemicznych, opary łatwopalne. Istnieje możliwość ekranowania ich przed wpływami obcych pól magnetycznych. W trudnych warunkach wykazują dużą niezawodność.

Z analiz pracy wielu urządzeń elektronicznych wynika, że kontaktronami można zastąpić drogie obwody elektroniczne. Te

podzespoły o prostej konstrukcji docenił przemysł telekomunikacyjny, stosując je jako elementy przełączające w centralach telefonicznych. Przekazniki kontaktronowe produkuje Bydgoskie Zakłady Sprzętu Teletechnicznego "TELKOM-TELF". W przekaznikach tych pole magnetyczne wytwarza cewka indukcyjna z prądem stałym. Jest tu otwarty obwód magnetyczny, charakteryzujący się dużym strumieniem rozproszenia. Metalowa obudowa przekaznika stanowi ekran magnetyczny, zmniejszając strumień rozproszenia i eliminując wpływy obcych pól magnetycznych. Cewka może sterować jednym lub kilkoma kontaktronami, nie więcej jednak niż sześcioma. Istnieje wiele odmian przekazników kontaktronowych. Różnią się one rodzajem zestyków /zwierne, rozwierne lub przełączne/, wartością napięcia zasilania cewki, obciążalnością prądową elektrod itp.

Na szczególną uwagę zasługuje przekaznik kontaktronowy dwustanowy. Zawiera on kontaktron zwierny i magnes trwały o tak małej sile oddziaływania, że kontaktron pozostaje otwarty. Zwarcie zestyku następuje dopiero pod wpływem krótkiego impulsu prądowego w cewce, który wytworzy dodatkowe pole magnetyczne wzmacniające pole magnesu trwałego. Zanik impulsu prądowego nie zmienia stanu kontaktronu, pozostaje on nadal zamknięty. Rozwarcie kontaktronu nastąpi przy impulsie prądowym przeciwnego znaku. W stanie bezprądowym przekaznik taki znajduje się w jednym z dwóch stanów stabilnych: w stanie zwarcia albo w stanie otwarcia.

Kontaktrony znajdują zastosowanie w logicznych układach automatyki przemysłowej. Pracują jako impulsatory, bramki, układy pamięci. Za ich pomocą można konstruować układy logiczne sterujące procesami technologicznymi, układy zabezpieczające, układy alarmowe.

4. K o n t a k t r o n y w P r a c o w n i A u t o m a t y k i W S P

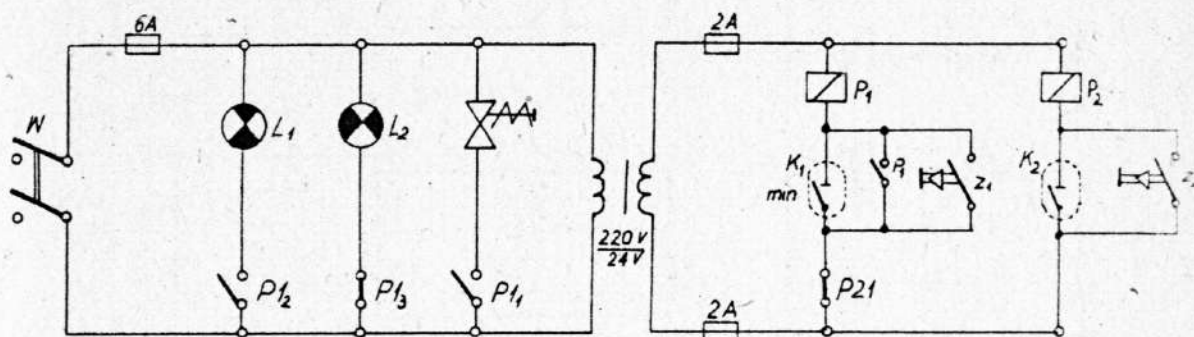
Układ automatycznej regulacji poziomu cieczy w zbiorniku

przepływowym z zastosowaniem kontaktronów jest układem regulacji o charakterze przekaźnikowym. Kontaktrony spełniają tu rolę czujników poziomów. W zbiorniku znajduje się pływak z przeciwwagą na zewnątrz zbiornika. W przeciwwadze umieszczony jest magnes trwały. Dwa kontaktrony zainstalowane są na listwie pionowej na dwóch różnych poziomach odpowiadających poziomowi minimalnemu i maksymalnemu cieczy, przy czym górny kontaktron odpowiada minimalnemu poziomowi cieczy, a dolny - górnemu poziomowi. Listwa z kontaktronami znajduje się w sąsiedztwie zbiornika od strony ruchu przeciwwagi. Ze zmianą poziomu cieczy zmienia się położenie pływaka, a tym samym zmienia swoje położenie magnes. Kiedy magnes znajdzie się w pobliżu kontaktronu odpowiadającego minimalnemu poziomowi, zostaną zwarte jego elektrody zamykające obwód, w który włączona jest cewka przekaźnika pośredniczącego. Jego styki podają napięcie na cewkę zaworu elektromagnetycznego co spowoduje otwarcie dopływu cieczy do zbiornika. Drugi styk przekaźnika pośredniczącego podtrzymuje napięcie na cewce zaworu do czasu napełnienia zbiornika do poziomu maksymalnego. Schemat ideowy układu przedstawia rys. 7.

Kiedy magnes zbliży się do kontaktronu odpowiadającego poziomowi maksymalnemu, nastąpi zwarcie jego elektrod, włączając drugi przekaźnik, którego styk rozwierny wyłączy zasilanie pierwszego przekaźnika, a tym samym cewka zaworu elektromagnetycznego zostanie pozbawiona napięcia. Zostanie odcięty dopływ cieczy.

W skonstruowanym układzie kontaktrony zmostkowane są przyściskami, których zadaniem jest zapoczątkowanie procesu, niezależnie od poziomu cieczy w zbiorniku.

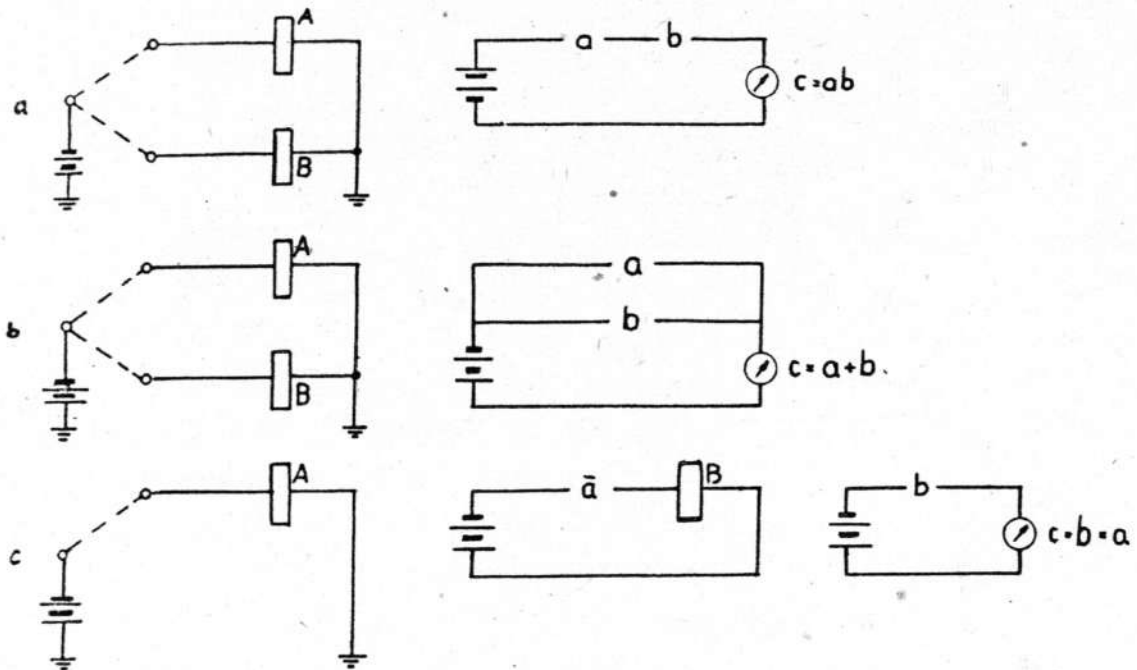
Kontaktrony i przekaźniki pracują przy napięciu 24 V podanym z sieci poprzez transformator 220 V/24 V. Cewka zaworu elektromagnetycznego zasilana jest napięciem 220 V. Układ zawiera także sygnalizację świetlną informującą o procesie napełniania i opróżniania zbiornika.



Rys. 7.

Za pomocą przekaźników kontaktronowych można łatwo modelować działania dwuelementowej algebry Boole'a. Łącząc szeregowo zestyki przekaźników kontaktronowych, jak na rys. 8 a, otrzymuje się model iloczynu. Połączone szeregowo styki powodują, że przepływ prądu elektrycznego możliwy jest tylko wtedy, gdy wszystkie są zwarte. Model sumy logicznej powstanie przy równoległym połączeniu zestyków, jak na rys. 8 b. Model negacji otrzyma się stosując jeden przekaźnik z zestykiem rozwiernym, a drugi z zestykiem zwiernym, jak na rys. 8c.

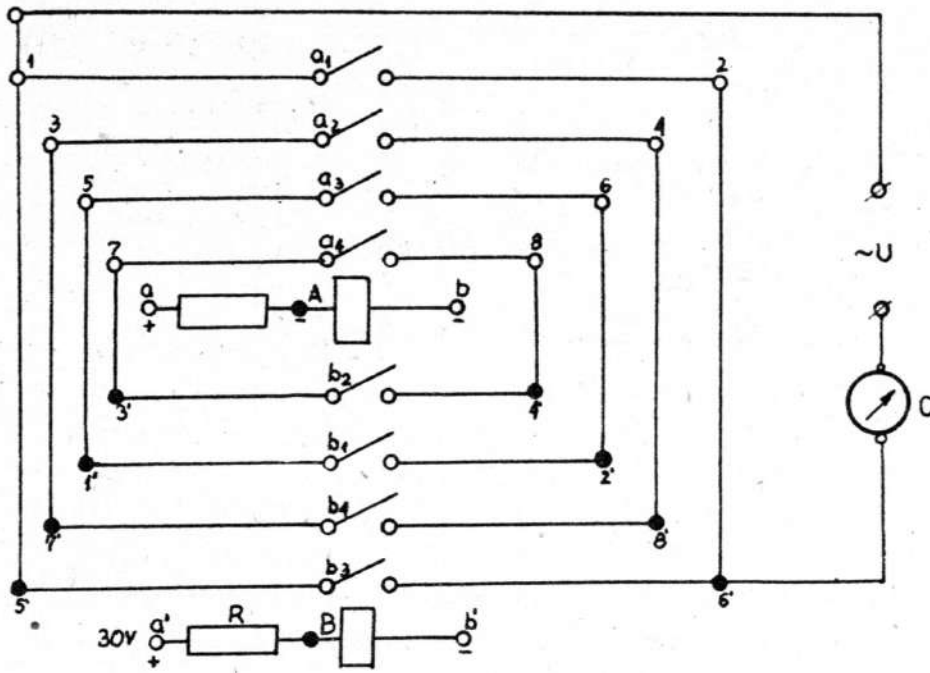
Do budowy zestawu funkcyjnych logicznych wykorzystano 12 przekaźników kontaktronowych /typu K-3/8-4441-305-5/ o napięciu znamionowym cewki 24 V-. O wyborze tychże przekaźników zadecydowała ich niezawodność, szybkość pracy i odporność na zakłócenia.



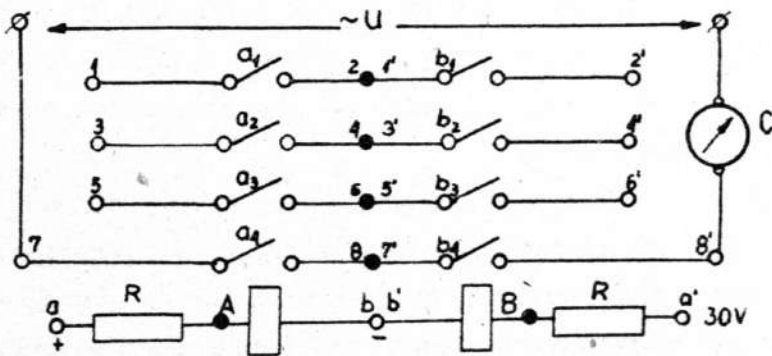
Rys. 8.

Przełączniki wmontowane są w obwód drukowany. Rys. 9. przedstawia schemat elektryczny funkatora alternatywy /OR/, rys. 10. - funkatora koniunkcji /AND/, a rys. 11. - funkatora dopełnienia /NOT/. Przez odpowiednie połączenia można z tych trzech podstawowych funkatorów uzyskać funkator negacji sumy /NOR/ oraz negacji iloczynu /NAND/.

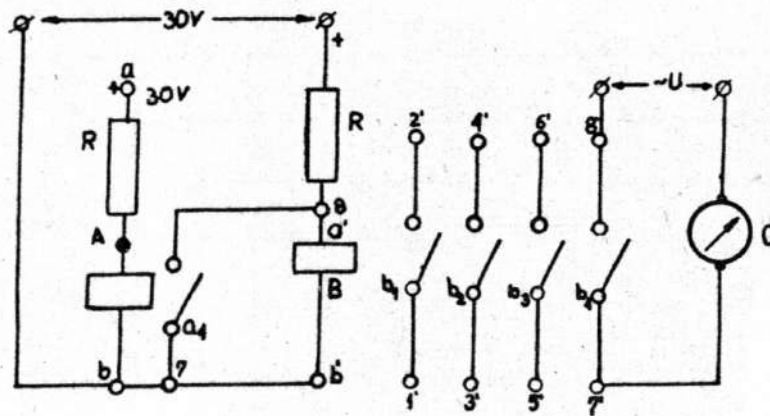
Wykonany zestaw umożliwia realizację podstawowych funkcji logicznych w zakresie dwóch lub trzech zmiennych. Przy dwóch zmiennych istnieje 16 kombinacji funkcyjnych, natomiast przy trzech zmiennych kombinacji funkcyjnych jest 256. W urządzeniu



Rys. 9.



Rys. 10.



Rys. 11.

tym związki logiczne występują pomiędzy określonymi stanami układu /0 i 1/, reprezentowanymi przez napięcie i natężenie prądu elektrycznego. Tutaj sygnał "1" reprezentowany jest przez napięcie cewki, przy którym elektrody kontaktronów zostaną zwarte $/U \geq U_n/$, natomiast sygnał "0" reprezentuje napięcie cewki, przy którym elektrody rozwierają się $/U \leq 0,05 U_n/$.

Dwa przedstawione układy z kontaktronami spełniają różne funkcje. Jakie możliwości zastosowań kryją w sobie kontaktrony, wykażą prowadzone w Pracowni Automatyki badania nad zjawiskami towarzyszącymi działaniu kontaktronów.

Duża trwałość i niezawodność, odporność na wpływy atmosferyczne, na działanie promieniowania, na środowisko o zagrożeniu pożarowym, to cechy, które predystynują kontaktrony do zastosowania w układach automatyki szczególnie trudnych procesów technologicznych.

Wzrasta zapotrzebowanie na kontaktrony, stąd konieczne jest prowadzenie dalszych prac nad ich popularyzacją.

B i b l i o g r a f i a

- [1] Antoniewicz J., Automatyka WNT Warszawa 1973.
- [2] Brailsford F., Materiały magnetyczne, PWN Warszawa 1964.
- [3] Chmielarz J., Urządzenia sterownicze i sygnalizacyjne, WNT Warszawa 1976.
- [4] Electronics today international, Practical guide to reed switches, sept. 1972.
- [5] Feldbaum A.A., Urządzenia liczące w układach automatycznych, WNT Warszawa 1964.
- [6] Jaczewski J., Układy logiczne w zastosowaniach przemysłowych, WNT Warszawa 1970.
- [7] Kaczmarek J., Badania warunków termicznych na stykach przy obciążeniach prądowych, Krajowa Konferencja Kontaktronik - 75.
- [8] Kosmowski B., Wpływ magnetostrykcji na pracę kontaktronów, Krajowa Konferencja Kontaktronik-75.
- [9] Kosmowski B., Niektóre zjawiska występujące w czasie pracy kontaktronów, Elektronika nr 6 1971.
- [10] Kosmowski B., Niezawodność kontaktronów, Instytut Automatyki PAN zeszyt 90 1970.
- [11] Strzelewicz J., Przekazniki kontaktronowe - nowoczesne elementy łączeniowe, BIT nr 10, 1973.
- [12] Telkom-Telfa, Przekazniki kontaktronowe, Katalog 1974.
- [13] Traczyk W., Układy cyfrowe automatyki, WNT Warszawa 1974.
- [14] Wierzba H., Właściwości dynamiczne kontaktronów, Krajowa Konferencja Kontaktronik-75.