

Przełączniki kontaktronowe wyróżniają się prostotą, estetyką wykonania oraz spełnieniem niemal wszystkich wymagań współczesnej techniki spośród najnowocześniejszych elementów elektromechanicznych.

Zasadniczą częścią składową przełącznika kontaktronowego jest kontaktron — zestyk hermetycznie zamknięty.

Ponieważ kontaktronom, jako niezależnym elementom, poświęcone już były artykuły w pierwszym i dziewiątym numerze „Młodego Technika”, więc tylko w skrócie przypomnimy ich budowę i zasady działania.

W klasycznym wykonaniu kontaktron składa się ze szklanej rurki i wtopionych w nią stycek, których końce pośrodku rurki zachodzą na siebie i tworzą niewielką szczelinę powietrzną. Stycki wykonane są z materiału sprężystego i magnetycznie miękkiego. Końcówki stycek znajdujące się wewnątrz rurki pokryte są materiałem stykowym należącym najczęściej do grupy metali szlachetnych. Rurka szklana wypełniona jest gazem ochronnym lub odpompowana do próżni.

Umieszczenie kontaktronu w polu magnetycznym, równoległe do osi tego pola (rys. 1) powoduje, że obydwa języczki stykowe zostają namagnesowane zgodnie z kierunkiem pola. Jak wynika z rysunku, języczki magnesują się różniomienne, a wytworzone w szczelinie powietrznej pole magnetyczne powoduje wzajemne zbliżanie się stycek do siebie. Z chwilą, gdy siła wzajemnego przyciągania osiągnie większą wartość niż siła sprężystości, stycki raptownie zewrą się.

Zmniejszenie pola magnetycznego powoduje zmniejszenie siły utrzymującej stycki w stanie zwartym. W momencie, gdy siła ta osiągnie wartość równą lub mniejszą niż siła sprężystości, stycki

rozewrą się. Rozwarcie stycek jest tak samo nagłe, jak ich zwarcie.

Pole magnetyczne oddziaływające na kontaktron może być wytworzone przez magnes (rys. 2) lub przez zwojnicę (rys. 3). Kombinacja kontaktronu i zwojniczy tworzy najprostszy przełącznik, który w polskiej nomenklaturze fachowej nazywany jest przełącznikiem kontaktronowym.

Wykonanie języczków stykowych z materiału magnetycznie miękkiego (ferromagnetyka) ma tutaj zasadnicze znaczenie, gdyż umożliwia bezpośrednie oddziaływanie pola magnetycznego na styki przełącznika, a w związku z tym nie wymaga on stosowania elementów pośredniczących (rdzeń, kotwica, jarzmo, słupki podnoszące, drabinki itp.) charakterystycznych dla przełączników tradycyjnych. Uzyskuje się przez to bardzo krótkie czasy działania, dużą niezawodność oraz prostą konstrukcję.

Budowa przełącznika kontaktronowego

Najprostszy przełącznik kontaktronowy, bardzo łatwy do wykonania, przedstawia rys. 4. Przełącznik ten składa się z korpusu zwanego powszechnie karkasem, na którym nawinięta jest zwojnica. Karkas ma w środku otwór, w który w zależności od potrzeb, wkładamy jeden lub więcej kontaktronów. Końcówki służące do mocowania przełącznika w schematach drukowanych łączymy (bez naprężeń) z końcami kontaktronu przez owinięcie, przyłutowanie lub przyspawanie drutu.

Celem poprawienia czułości przełącznika, na jego cewkę nakładamy ekran w postaci taśmy wyciętej z cienkiej blachy ferromagnetycznej. Ekran ten spełnia podwójną rolę: zamyka rozproszone pole magnetyczne własnej cewki oraz

chroni przekaźnik przed zakłócającym wpływem obcych pól magnetycznych, np. dławików, transformatorów itp.

Rodzaje przekaźników kontaktronowych

Taki przekaźnik jak omówiony poprzednio doskonale nadaje się m.in. do celów amatorskich oraz do innych nieskomplikowanych układów. Jest on jednak narażony na uszkodzenia mechaniczne oraz częściowy wpływ obcych pól magnetycznych (niezabezpieczone, wystające z karkasu końce kontaktronu). W związku z tym stosuje się dodatkowe ekrany w postaci osłon wykonanych w kształcie kubków. Osłony takie całkowicie chronią przekaźniki kontaktronowe (rys. 5) przed szkodliwymi wpływami, a dodatkowo umożliwiają one zalanie całego przekaźnika odpowiednią masą zalewową (np. żywicą epoksydową). Tego rodzaju przekaźniki kontaktronowe odznaczają się doskonałymi parametrami klimatycznymi: mogą pracować w trudnych warunkach morskich, w atmosferze agresywnej chemicznie oraz są bezpieczne, tzn. mogą pracować w atmosferze grożącej wybuchem, np. w kopalniach. Przekaźnik kontaktronowy bez osłony, ale zalany (np. w formie) masą zalewową, która spełnia rolę ekranu, przedstawiony jest na rys. 6. W tego rodzaju masach zalewowych jako wypełniaczy stosuje się proszki ferromagnetyczne.

Oprócz przekaźników dotychczas omówionych istnieją przekaźniki przeznaczone do montażu pionowego (rys. 7) oraz przekaźniki z kontaktronami zamontowanymi na zewnątrz cewki usytuowane gwiaździście (rys. 8).

Zasadniczo kontaktron jest zestykiem zwrotnym (normalnie otwartym), chociaż istnieją kontaktrony rozwierne (normalnie zamknięte), przełączające i polaryzowane. Kontaktrony rozwierne można uzyskać przez zastosowanie drugiej zwojnicy na cewce lub, co jest prostsze i bardziej ekonomiczne, stosując

magnes stały (rys. 9). W tym przypadku magnes zwiera kontaktron i utrzymuje go w stanie zwartym tak długo, dopóki pole magnetyczne cewki o przeciwnej polaryzacji nie zrównoważy pola magnetycznego magnesu stałego. W momencie równowagi tych dwóch pól magnetycznych, kontaktron rozwiera się i pozostaje rozwarty tak długo, dopóki nie zaniknie pole magnetyczne cewki. Stosując odpowiednio dobrane dwa kontaktrony z magnesem i bez magnesu (rys. 10) możemy bardzo łatwo uzyskać kontaktron przełączający.

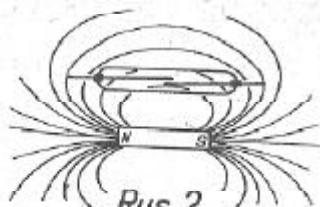
Bardzo interesującą odmianą przekaźników kontaktronowych z magnesem są przekaźniki kontaktronowe dwustanowe. Jest to przekaźnik zawierający kontaktron i magnes stały o takiej sile magnetycznej oddziaływania, że kontaktron mimo działania magnesu pozostaje otwarty. Zwiera się on dopiero wówczas, gdy krótki impuls prądowy zasilający cewkę wytworzy pole magnetyczne, które w sumie z polem magnesu wytworzy siłę większą od siły sprężystości styczek. Po zaniku impulsu prądowego, magnes utrzymuje kontaktron w stanie zwartym. Rozwarcie kontaktronu nastąpi wtedy, gdy krótki impuls prądowy o odwrotnej polaryzacji (lub zasilający drugą zwojnicę odwrotnie nawiniętą) wytworzy pole magnetyczne przeciwne do pola magnesu. Przekaźnik taki ma dwa stany stabilne: zwarty—rozwarty i może pracować jako przekaźnik impulsowy z pamięcią.

Przekaźniki kontaktronowe produkowane fabrycznie

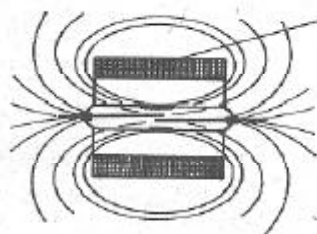
Polskie przekaźniki kontaktronowe produkuje się w Zakładach Wytórczych Sprzętu Teletechnicznego „Telekom-Telfa” w Bydgoszczy. Zakłady te produkują trzy podstawowe rodzaje przekaźników kontaktronowych przypominające budową przekaźnik przedstawiony na rys. 5. Są to przekaźniki kontaktronowe typu K-3, w których wyko-



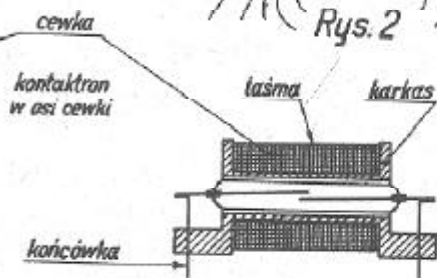
Rys. 1



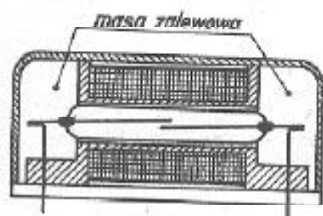
Rys. 2



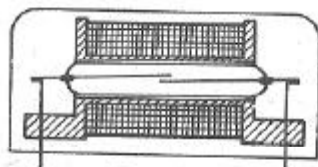
Rys. 3



Rys. 4



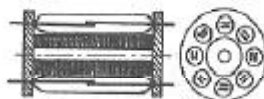
Rys. 5



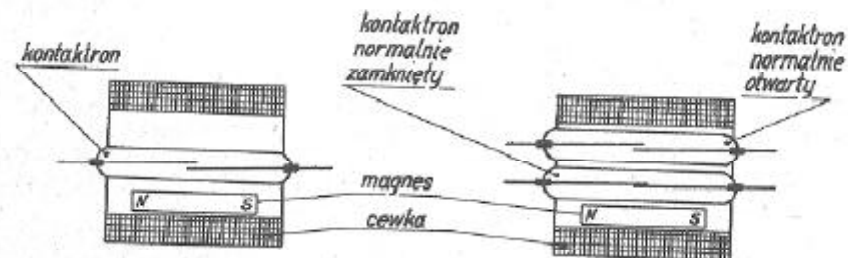
Rys. 6



Rys. 7



Rys. 8



Rys. 9

Rys. 10

Przełączniki kontakttronowe, typ K-3, produkcji
Zakładu TELKOM-TELFA

Tablica 1

Odmiana	Napięcie pracy U (V)	Rezystancja cewki R (ohm)	Ilość zwojów Z	Średnica drutu ϕ	Numer przełącznika
1	2	3	4	5	6
K-3/1×1	6	230	5600	0,13	8-4441-301-1
	9	450	8000	0,11	8-4441-301-2
	12	1000	11700	0,09	8-4441-301-3
	18	1600	15000	0,08	8-4441-301-4
	24	2700	19000	0,07	8-4441-301-5
	36	5000	26000	0,06	8-4441-301-6
	48	10000	37200	0,05	8-4441-301-7
60	22000	51700	0,04	8-4441-301-8	
K-3/2×1	6	110	3500	0,17	8-4441-303-1
	9	230	4900	0,14	8-4441-303-2
	12	450	7000	0,12	8-4441-303-3
	18	900	9800	0,10	8-4441-303-4
	24	2200	15200	0,08	8-4441-303-5
	36	3500	18700	0,07	8-4441-303-6
	48	6500	25500	0,06	8-4441-303-7
60	13000	35300	0,05	8-4441-303-8	
K-3/4×1	6	170	3800	0,18	8-4441-305-1
	9	380	5600	0,13	8-4441-305-2
	12	550	7000	0,12	8-4441-305-3
	18	1100	9700	0,10	8-4441-305-4
	24	2700	15200	0,08	8-4441-305-5
	36	4500	19300	0,07	8-4441-305-6
	48	8000	25500	0,06	8-4441-305-7
60	16000	35300	0,05	8-4441-305-8	
K-3/6×1	6	90	2600	0,20	8-4441-307-1
	9	130	3100	0,18	8-4441-307-2
	12	270	4400	0,16	8-4441-307-3
	18	660	7000	0,12	8-4441-307-4
	24	1300	9600	0,10	8-4441-307-5
	36	1900	11300	0,09	8-4441-307-6
	48	3200	15000	0,08	8-4441-307-7
60	5200	18700	0,07	8-4441-307-8	

rzystuje się standardowe kontakttrony zwierne ZW-103 ułożone w cewce dwuwarstwowo, przełączniki kontakttronowe typu K-7, w których wykorzystuje się średnie kontakttrony zwierne ZM-107 ułożone również dwuwarstwowo, oraz przełączniki kontakttronowe typu K-8, w których wykorzystuje się miniaturowe kontakttrony zwierne ZM-108 ułożone jednowarstwowo.

Prócz tych trzech typów produkowane są przełączniki kontakttronowe przelącz-

ne (typ K-3), w których wykorzystuje się standardowe kontakttron przelączne ZW-211.

Niezależnie od wymienionych przełączników, wyrabiane są również przez Zakłady „Telkom-Telfa”, przełączniki kontakttronowe typ PRu zwierne, roz-zwierne (z magnelem) i przelączne (z magnelem).

Podstawowe dane techniczne tych przełączników są przedstawione w tabelach 1—4.

Napięcie pracy w układzie, w którym pracuje przełącznik, nie powinno różnić się od nominalnego więcej niż o $\pm 20\%$. W tej różnicy mieszczą się wahania napięcia źródła zasilania, wpływy temperatury, spadki napięcia na elementach itd.

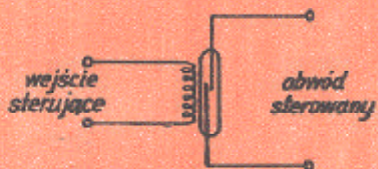
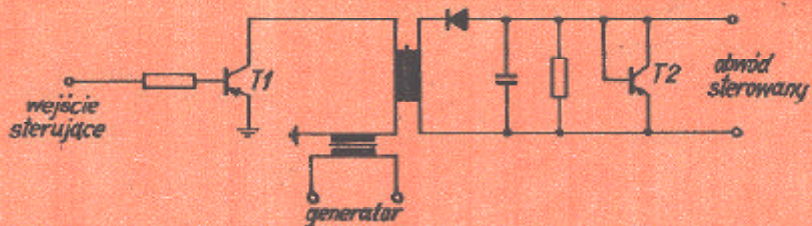
Rezystancja cewki przełącznika może różnić się od nominalnej o $\pm 6-15\%$; wynika to z nierównomiernej średnicy drutu nawojowego, którym nawija się daną cewkę.

Ilość zwojów cewki może różnić się od nominalnej tylko o kilka zwojów. (Ilości zwojów podane w rubryce 4 dotyczą nominalnego wypełnienia cewki).

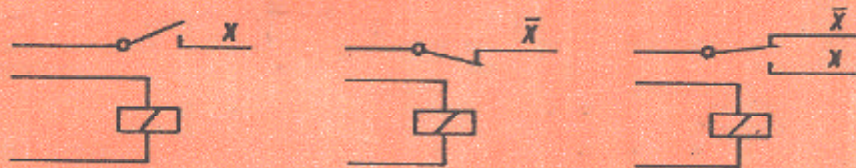
Cewki nawijane są miedzianym drutem nawojowym w emalii. Średnice drutu podane w rubryce 5 dotyczą gołego drutu — bez emalii.

Rubryka 1 każdej tabeli podaje odmiany przełączników kontakttronowych, a zarazem ich oznakowanie. Poza typem przełącznika (np. K-3) określa ona ilość kontakttronów mieszczących się w cewce (np. K-3/4) oraz rodzaj kontakttronu (np. K-3/4×1), gdzie 1 oznacza kontakttron zwierne, 2 oznaczałaby kontakttron roz-zwierny, a 21 — kontakttron przelączny. Oznaczenie np. K-3/4×1 mówi zatem, że jest to przełącznik kontakttronowy zawierający cztery kontakttrony zwierne, standardowe.

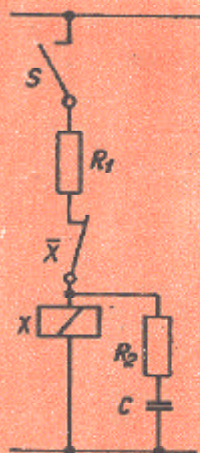
Rubryka 6 każdej tabeli podaje numer fabryczny przełącznika (ważne dla kupujących przełączniki w sklepie).



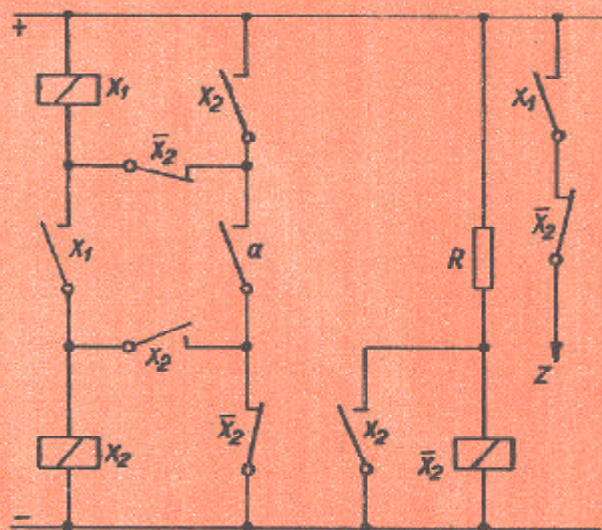
Rys. 11



Rys. 12



Rys. 13



Rys. 14

Projektowanie przekaźników kontaktronowych

Jednym z podstawowych parametrów przekaźników kontaktronowych jest ich czułość działania. Czułość zadziałania przekaźnika kontaktronowego zależy od czułości użytych kontaktronów. Należy pamiętać również o tym, że czułość kontaktronu zależy od ilości kontaktronów w cewce. Kontaktrony umieszczone w cewce zwierają się niejednocześnie. Celem zapewnienia poprawnej i pewnej pracy przekaźnika kontaktronowego,

jego nominalne napięcie pracy podaje się z pewnym zapasem.

Stosunek nominalnego napięcia pracy do rzeczywistej wartości napięcia, przy którym wszystkie kontaktrony w przekaźniku zadziałają, oznaczony literą „k”, nazywany jest współczynnikiem zapasu. Współczynnik zapasu dla przekaźników kontaktronowych wykonanych fabrycznie wynosi zwykle 2. Przy tym współczynniku otrzymuje się najbardziej optymalne i powtarzalne inne parametry techniczne przekaźnika kontaktronowego, np. czasy działania, trwałość itp.

Przekaźniki kontaktronowe, typ K-7

Tabela 2

Odmiana	Napięcie pracy U (V)	Rezystancja cewki R (om)	Ilość zwojów Z	Średnica drutu \varnothing	Numer przekaźnika
1	2	3	4	5	6
K-7/1	6	350	5500	0,1	8-4441-501-1
	9	500	6300	0,09	8-4441-501-2
	12	850	8500	0,08	8-4441-501-3
	18	2500	14500	0,06	8-4441-501-4
	24	5000	19500	0,05	8-4441-501-5
	36	13000	33000	0,04	8-4441-501-6
	48	13000	33000	0,04	8-4441-501-7
	60	40000	58000	0,03	8-4441-501-8
K-7/2	6	230	4000	0,12	8-4441-502-1
	9	300	4500	0,11	8-4441-502-2
	12	850	8400	0,09	8-4441-502-3
	18	1100	8800	0,08	8-4441-502-4
	24	3200	14500	0,06	8-4441-502-5
	36	8400	19500	0,05	8-4441-502-6
	48	8400	19500	0,05	8-4441-502-7
	60	16500	33000	0,04	8-4441-502-8
K-7/4	6	140	2800	0,14	8-4441-503-1
	9	200	3350	0,13	8-4441-503-2
	12	400	4800	0,11	8-4441-503-3
	18	800	8500	0,09	8-4441-503-4
	24	1300	8500	0,08	8-4441-503-5
	36	2000	10000	0,07	8-4441-503-6
	48	4000	14500	0,06	8-4441-503-7
	60	8000	20200	0,05	8-4441-503-8
K-7/8	6	80	2000	0,17	8-4441-504-1
	9	170	2800	0,14	8-4441-504-2
	12	230	3300	0,13	8-4441-504-3
	18	450	4600	0,11	8-4441-504-4
	24	900	6200	0,09	8-4441-504-5
	36	2500	10000	0,07	8-4441-504-6
	48	4800	14700	0,06	8-4441-504-7
	60	9500	20200	0,05	8-4441-504-8

Współczynnik k, dla celów amatorskich, może być zawarty między 1,5 a 2,5, ale nigdy nie powinien być mniejszy niż 1,2. Wyższe współczynniki zapasu powodują niepotrzebne straty mocy, a poza tym pogarszają niektóre parametry techniczne przekaźników, np. czas drgań stysek (odbić), co jest zjawiskiem niekorzystnym, ponieważ zmniejsza ono trwałość kontaktronów.

Celem uzyskania jak najlepszych temperaturowych warunków pracy przekaźnika kontaktronowego stosuje się nominalne wypełnienie karkasu drutem nawojowym, dzięki czemu uzyskuje się najmniejsze straty mocy i najmniejsze grzanie się uzwojeń. Obliczenia napięcia pracy przekaźnika kontaktronowego można dokonać w bardzo prosty sposób: mamy kontaktron o czułości np. 70 Az oraz cewkę zawierającą 5000 zwojów, a zmierzona jej rezystancja wynosi 300 omów. Uznaliśmy, że dla naszych celów wystarczy współczynnik zapasu $k = 1,8$. Obliczamy amperozwoje, przy których przekaźnik będzie pracował:

$$1,8 \cdot 70 = 126 \text{ Az}$$

Następnie obliczamy natężenie prądu, który musi przepływać przez cewkę, aby otrzymać 126 Az.

$$\frac{126 \text{ Az}}{5000 \text{ z}} = 0,0252 \text{ A}$$

Korzystając z prawa Ohma, obliczamy

napięcie pracy naszego przekaźnika kontaktorowego

$$U = R \cdot J$$

$$300 \cdot 0,0252 = 7,56 \text{ V}$$

Należy pamiętać, że w wypadku przekaźnika wielokontaktorowego, do obliczeń przyjmuje się zmierzoną czułość (Az) najmniej czułego kontaktoru.

Zastosowanie przekaźników kontaktorowych

Mimo bardzo dynamicznego rozwoju elementów półprzewodnikowych, podzespoły elektromechaniczne takie jak przekaźniki kontaktorowe nie tracą na znaczeniu, a przeciwnie, doświadczenia ostatnich lat dostarczają danych o silnych tendencjach rozwojowych w tej dziedzinie. Dzieje się tak dlatego, ponieważ pewne parametry charakterystyczne dla obydwóch grup elementów są osiągalne dla nich w różnym stopniu.

Do takich parametrów, które wyróżniają przekaźniki kontaktorowe względem półprzewodników, należy zaliczyć: — stosunek rezystancji wejścia do wyjścia — rzędu 10^{12} omów,

— duża odporność na promieniowanie jonizujące,

— duża odporność na prądy pasożytnicze, itp.

Przekaźniki kontaktorowe są więc doskonałym uzupełnieniem elementów półprzewodnikowych, a w niektórych wypadkach układy przekaźnikowe w znacznym stopniu upraszczają układy półprzewodnikowe (rys. 11).

Rozpatrując przekaźnik jako element układów przekaźnikowych, należy wyróżnić w nim dwa podstawowe elementy: cewkę i zestyk.

Zestyk, w skład którego wchodzi styk x (styk x jest zwarty, gdy przez cewkę płynie prąd) nazywany jest zwiernym, natomiast zestyk, w skład którego wchodzi styk \bar{x} (styk \bar{x} jest zwarty, gdy przez cewkę nie płynie prąd), nazywany jest rozwiernym, a zestyk zawierający styki x i \bar{x} nazywany jest przelącznym.

Przekaźniki kontaktorowe, typ K-8

Tablica 3

Odmianna	Napięcie pracy U [V]	Rezystancja cewki R [om]	Ilość zwojów Z	Średnica drutu ϕ	Numer przekaźnika
1	2	3	4	5	6
K-8/1 x 1	6	240	3300	0,06	8-4441-401-1
	9	460	4100	0,06	8-4441-401-2
	12	1000	6600	0,05	8-4441-401-3
	24	4000	14000	0,04	8-4441-401-4
K-8/2 x 1	9	180	2400	0,09	8-4441-402-1
	9	320	3300	0,08	8-4441-402-2
	12	550	4300	0,07	8-4441-402-3
	24	2100	8300	0,05	8-4441-402-4
K-8/3 x 1	6	110	1800	0,11	8-4441-403-1
	9	220	2400	0,09	8-4441-403-2
	12	400	3300	0,08	8-4441-403-3
	24	2000	7500	0,05	8-4441-403-4
K-8/4 x 1	6	90	1500	0,12	8-4441-403-1
	9	150	1700	0,10	8-4441-403-2
	12	350	2900	0,08	8-4441-403-3
	24	1200	5000	0,06	8-4441-403-4

Przekaźnik kontaktorowy przelączny, typ K-3

Tablica 4

Odmianna	Napięcie pracy U [V]	Rezystancja cewki R [om]	Ilość zwojów Z	Średnica drutu ϕ	Numer przekaźnika
1	2	3	4	5	6
K-3/1 x 21	6	180	4300	0,13	8-4441-601-1
	9	350	6400	0,11	8-4441-601-2
	12	700	8700	0,09	8-4441-601-3
	18	1300	11300	0,08	8-4441-601-4
	24	2200	14500	0,07	8-4441-601-5
	36	4000	20000	0,06	8-4441-601-6
	48	8000	30300	0,05	8-4441-601-7
	60	21000	46000	0,04	8-4441-601-8

W przypadku gdy styk x lub \bar{x} jest zwarty, piszemy że $x = 1$ lub $\bar{x} = 1$, jeżeli jest rozarty piszemy $x = 0$ lub $\bar{x} = 0$. Podobnie, jeżeli przez cewkę płynie prąd, piszemy $x = 1$, a jeżeli nie płynie $x = 0$.

Dla ilustracji możliwości różnych zastosowań przekaźników kontaktorowych na rys. 13 pokazany jest schemat generatora impulsów prostokątnych, na rys. 14 — schemat licznika 4-stanowego.

Mgr Jan Strzelewicz