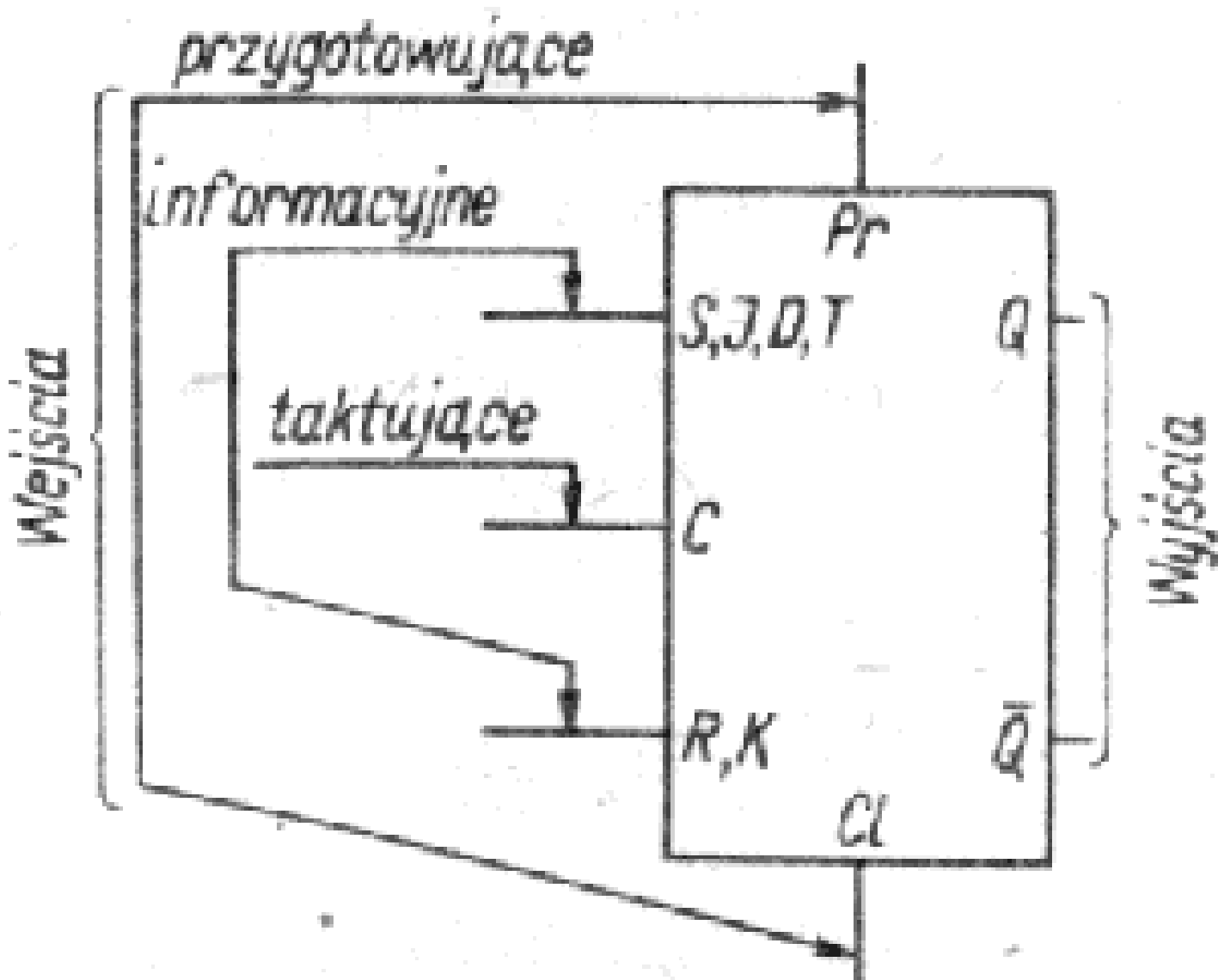


Jaki układ elektroniczny nazywa się przerzutnikiem?
 Przerzutnikiem bistabilnym jest nazywany układ elektroniczny, charakteryzujący się istnieniem dwóch stanów wyróżnionych równowagi trwałej, przy czym dla przejścia z jednego stanu do drugiego jest konieczne doprowadzenie sygnału zewnętrznego wyzwalającego krótkotrwały proces generacji. Przerzutnik bistabilny jest podstawowym elementem cyfrowych układów sekwencyjnych. Ponieważ przerzutnik pamięta jeden bit informacji, stąd może być nazwany także jednobitową komórką pamięci lub jednostką pamięci. Ogólny symbol graficzny przerzutnika przedstawiono na rysunku:



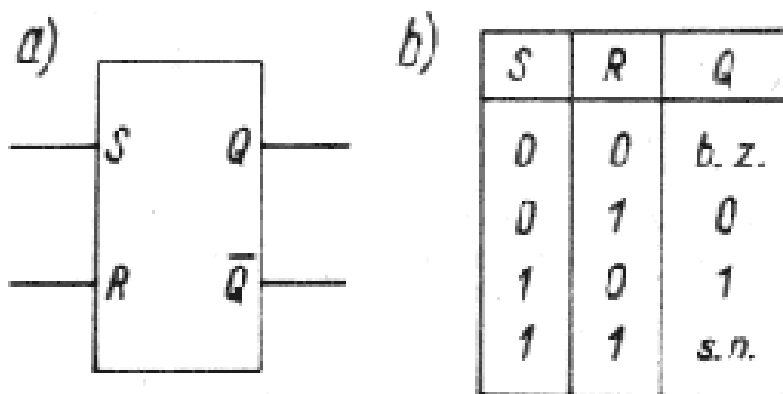
Przerzutnik ma pewną liczbę wejść i z reguły dwa wyjścia.

Wyjścia Q i -Q tworzą przeciwstawną parę komplementarną. Stan logiczny wyjścia Q uważa się za stan przerzutnika. Przykładowo, gdy na wyjściu Q jest stan logiczny "1", to określa się, że Przerzutnik jest w stanie "1", natomiast gdy $Q = 0$, to mówi się, że Przerzutnik jest w stanie "0". Wejścia mogą być następujące: informacyjne, przygotowujące i taktujące. Na wejścia informacyjne (powszechnie oznaczane literami SR, JK, T, D) podaje się odpowiednie stany stosownie do przesyłanej informacji. Wejście taktujące C (ang. Clock), zwane inaczej synchronizującym lub wyzwalającym, służy do podawania sygnałów (impulsów) taktujących. W wejście taktujące są wyposażone przerzutniki synchroniczne. Wejście przygotowujące: wpisujące Pr (ang. Preset) i zerujące Cl (ang. Clear) -- oznaczane również często symbolami S (ang. Set) i R (ang. Reset) -- służą do ustalenia stanu przerzutnika niezależnie od stanu wejść informacyjnych oraz stanu wejścia taktującego. Przerzutniki bistabilne mogą być asynchroniczne i synchroniczne. Przerzutniki asynchroniczne pracują bez sygnału taktującego, a stan przerzutnika ustala się bezpośrednio w wyniku zmiany stanu wejść. Przerzutniki synchroniczne pracują z udziałem sygnału taktującego, a stan wejść informacyjnych jest przekazywany na wyjście w chwilach występowania narastającego lub opadającego zbocza sygnału taktującego (zazwyczaj wykorzystuje się zbocze opadające). Prawie wszystkie przerzutniki wytwarzane w postaci scalonej są przerzutnikami synchronicznymi. Przerzutniki z obu grup mogą być statyczne (potencjałowe) i dynamiczne (impulsowe). Stan przerzutnika statycznego ustala się w wyniku zaistnienia na wejściach odpowiednich poziomów napięć (zera i jedynki logicznej), natomiast stan przerzutnika dynamicznego -- wskutek zmiany poziomu napięcia z wartości 0 na 1 lub odwrotnie. Pracę przerzutnika można przedstawić w różny

sposób, np. za pomocą tablicy przejść, tablicy wzbudzeń, wykresu czasowego, grafu. Najczęściej działania logiczne przerzutnika ilustruje się za pomocą tablicy przejść (stanów). Tablice wzbudzeń odgrywają ważną rolę przy projektowaniu układów sekwencyjnych. Umożliwiają one wyznaczenie funkcji logicznych, określających sygnały wzbudzeń wejść informacyjnych. Zastosowania przerzutników są bardzo szerokie. Przede wszystkim przerzutniki wykorzystuje się do budowy rejestrów przesuwających, liczników, układów sterowania wskaźników alfanumerycznych i innych układów sekwencyjnych.

Jak działa asynchroniczny przerzutnik SR?

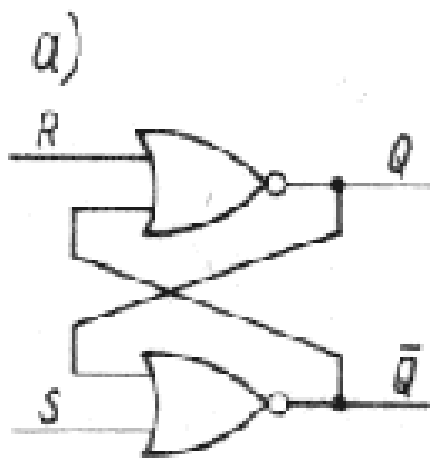
Przerzutnik SR, zwany tak od słów angielskich Ser (pol. ustaw) i Reset (pol. kasuj), jest najprostszym układem przerzutnika bistabilnego. Symbol graficzny i tablicę przejść przerzutnika SR podano na rysunku:



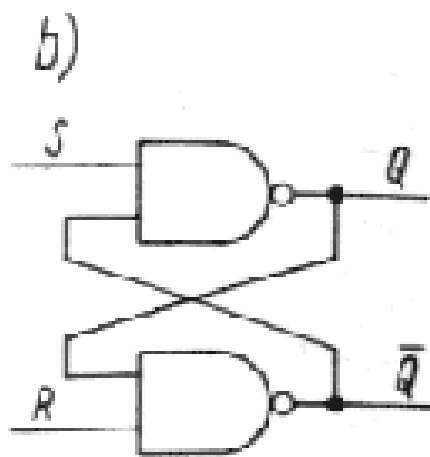
Przerzutnik SR: a) symbol graficzny; b) tablica przejść (b.z. — bez zmian, s.n. — stan niedozwolony)

Normalnym stanem spoczynkowym przerzutnika jest stan zerowych sygnałów wejściowych, to jest stan wejść $S = 0$ i $R = 0$, podczas którego stan przerzutnika nie zmienia się (innymi słowy, Przerzutnik pamięta swój stan poprzedni). Dla $S = 0$ i $R = 1$ Przerzutnik zostaje wyzerowany (czyli $Q = 0$). Przy $S = 1$ oraz $R = 0$ następuje zmiana stanu przerzutnika na $Q = 1$. Stany jednoczesnych sygnałów 1 na obu wejściach przerzutnika są

niedozwolone, gdyż wówczas oba wyjścia (Q i -Q) powinny być w stanie 0, co jest sprzeczne z założeniem, że w przerzutniku jedno wyjście jest negacją drugiego. W praktyce na wyjściach przerzutnika ustaliłyby się stany przeciwstawne, tyle tylko, że nie można by ich było jednoznacznie określić. Byłoby to bowiem zależne od właściwości fizycznych elementów wewnętrznych przerzutnika (np. czasów propagacji bramek), jak również innych czynników wpływających w sposób przypadkowy na ustalenie się stanów wyjściowych. Poza tym zauważmy, że gdyby w następnej kolejności pojawił się jednocześnie stan logiczny 0 na wejściach S i R (funkcja pamiętania), to stan przerzutnika znów nie mógłby być jednoznacznie określony. Przerzutnik statyczny SR można łatwo zrealizować z różnych elementów logicznych. Najczęściej wykonuje się go z elementów NOR lub NAND (rysunek).



S	R	Q
0	0	b.z.
0	1	0
1	0	1
1	1	s.n.



S	R	Q
0	0	s.n.
0	1	1
1	0	0
1	1	b.z.

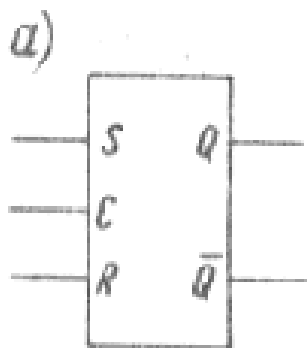
Schemat logiczny oraz tablica przejść przerzutnika SR utworzonego z elementów: a) NOR; b) NAND

Należy jednak zwrócić uwagę, że Przerzutnik SR zbudowany z

elementów NAND zmienia SWÓJ stan przy doprowadzeniu do wejścia S lub R sygnału 0. zatem odwrotnie niż Przerzutnik wykonany z elementów NOR, który zmienia swój stan przy doprowadzeniu do wejścia S lub R sygnału 1. Dla przerzutnika zrealizowanego z elementów NAND wyklucza się kombinację stanu wejść $S = R = 0$ (dla przerzutnika wykonanego z elementów NOR jest wykluczona kombinacja stanu wejść $S = R = 1$). Przerzutnik zbudowany z elementów NAND ze względu na negowanie sygnałów wejściowych bywa nazywany przerzutnikiem $\bar{S}\text{-}\bar{R}$ lub przerzutnikiem RS.

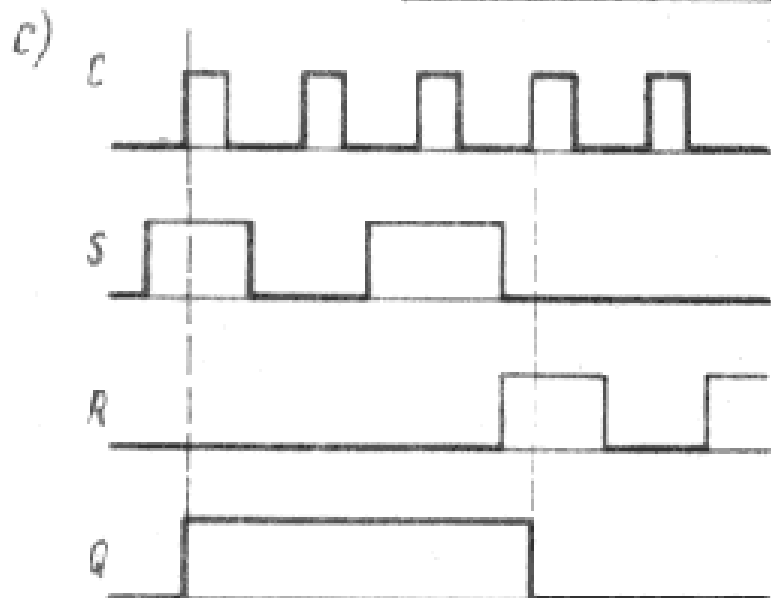
Jak działa synchroniczny przerzutnik SR?

Przerzutnik synchroniczny SR ma, w porównaniu z przerzutnikiem asynchronicznym SR, dodatkowe wejście C, do którego doprowadza się sygnał taktujący (synchronizujący). Pracę przerzutnika synchronicznego SR można opisać podobnie jak przerzutnika asynchronicznego SR. Istotna różnica polega na tym, że zmiana stanu przerzutnika synchronicznego następuje w chwilach wyznaczonych przez sygnał taktujący. Symbol graficzny, wykres czasowy i tablicę przejść przerzutnika synchronicznego SR podano na rysunku:



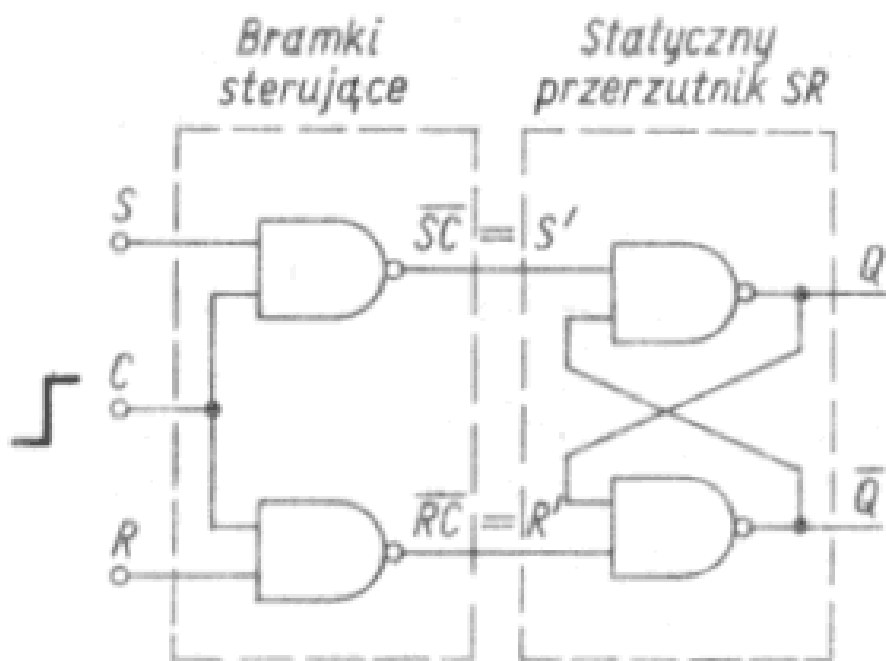
b)

S_n	R_n	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	s.n.



Synchroniczny przerzutnik SR: a) symbol graficzny; b) tablica przejść; c) wykres czasowy

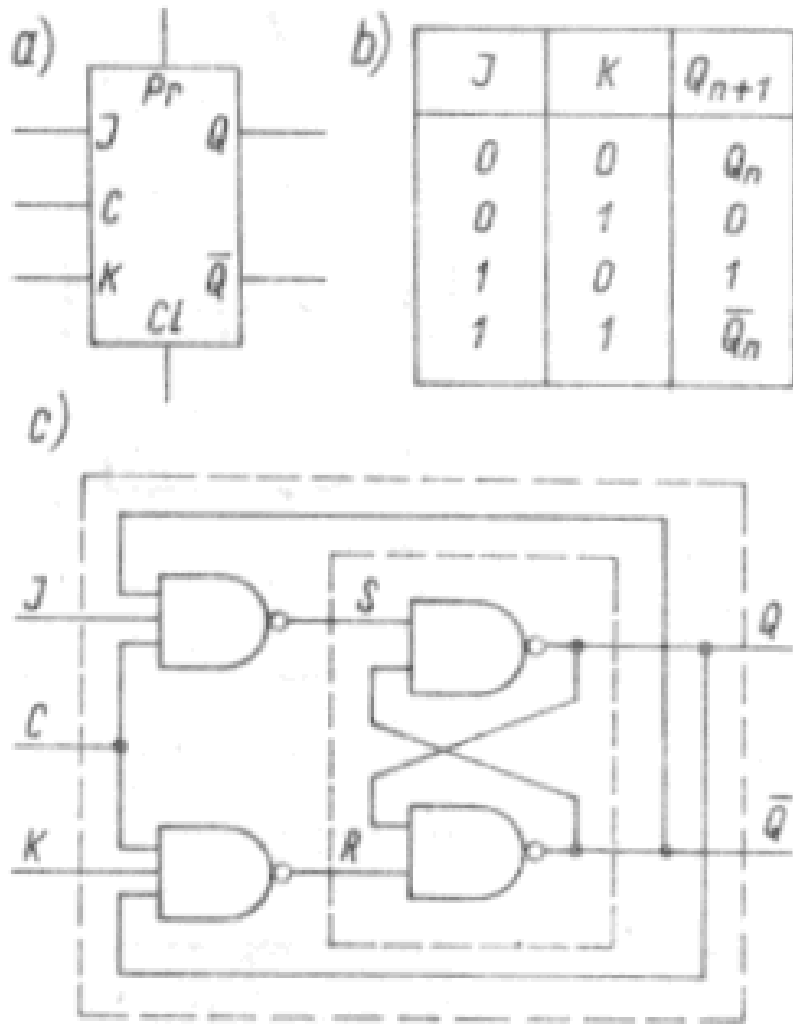
Stan logiczny wyjścia Q w umownym czasie t_{n+1} (po przyjęciu sygnału taktującego) zależy od stanów logicznych S , R , Q w czasie t_n (przed przyjęciem sygnału taktującego). Stan $S = R = 1$ jest niedozwolony. W przedziale czasu między impulsami taktującymi Przerzutnik nie zmienia stanu, innymi słowy, zachowuje swój stan niezależnie od stanów pojawiających się na wejściach S , R . Przykład realizacji synchronicznego przerzutnika SR z funkcyjów NAND podano na rysunku:



Przykład realizacji synchronicznego przerzutnika SR z elementów NAND

Co to jest przerzutnik JK?

Przerzutnik JK może być uważany za rozwiniętą wersję przerzutników SR, gdyż mając podobne właściwości logiczne nie ma stanów wejściowych niedozwolonych. Jest zatem możliwe jednoczesne doprowadzenie do obu wejść zarówno sygnałów 1, jak i sygnałów 0. Ideę realizacji przerzutnika JK z elementów NAND pokazano na rysunku poniżej, gdzie również podano tablicę przejść tego układu.

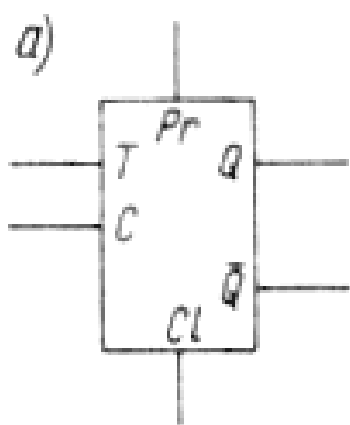


Przerzutnik JK: a) symbol graficzny; b) tablica przejść; c) schemat logiczny

Należy jednak zaznaczyć, że układ w postaci przedstawionej na tym rysunku nie może być praktycznie zbudowany, gdyż przy wyzwalaniu potencjałowym (szerokimi impulsami), wskutek jednoczesnego doprowadzenia sygnałów 1 na oba wejścia w układzie wystąpiłaby generacja. Z tego względu scalone przerzutniki JK są wykonywane w tzw. systemie "Master-Slave", to jest złożonym systemie wyzwalania potencjałowego na zboczach impulsu taktującego.

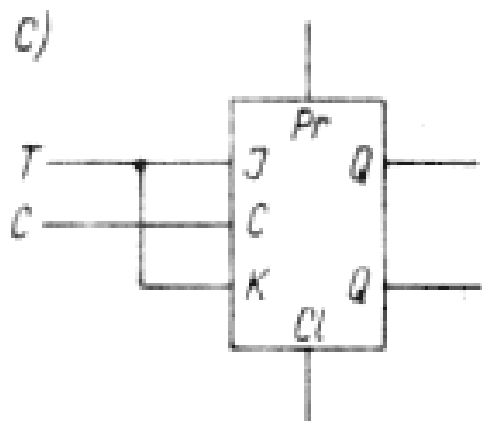
Co to jest Przerzutnik T?

Przerzutnik T (ang. Toggle) jest przerzutnikiem synchronicznym mającym jedno wejście informacyjne T. Symbol graficzny oraz tablicę przejść przerzutnika T podano na rysunku:



b)

T	$Q_n + 1$
0	Q_n
1	\bar{Q}_n



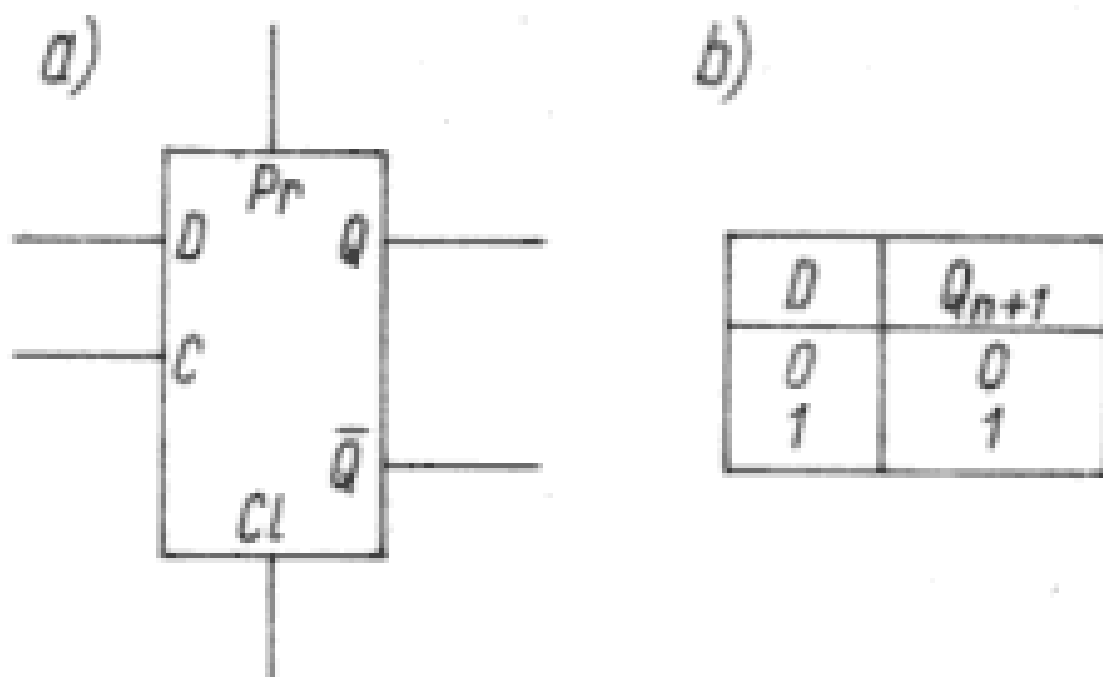
Przerzutnik T: a) symbol graficzny; b) tablica przejść; c) przykład realizacji z przerzutnika JK

Jeżeli na wejściu T jest przygotowany stan 1, to po każdym impulsie taktującym, doprowadzonym do wejścia C, stan przerzutnika zmienia się na przeciwny. Przy $T = 0$ Przerzutnik T nie zmienia stanu, innymi słowy, występuje wówczas blokada stanów wyjściowych. Układ o działaniu logicznym przerzutnika T można otrzymać zwierając obydwa wejścia w przerzutniku JK (rys. 7.21 c). Przerzutniki T są najczęściej stosowane w układach liczących, w których wykorzystuje się ich zdolność do dzielenia przez 2 (dwukrotnego zmniejszania) częstotliwości sygnału taktującego.

Co to jest Przerzutnik D?

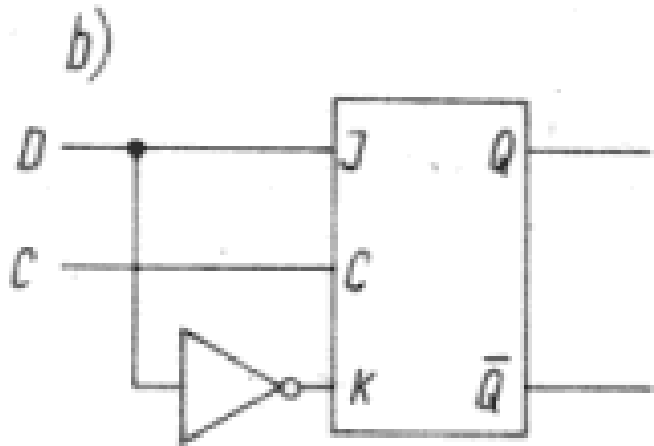
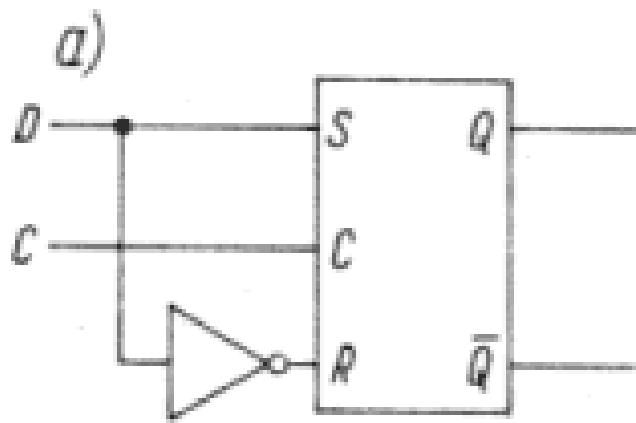
Przerzutnik D jest przerzutnikiem synchronicznym o jednym wejściu informacyjnym, oznaczonym literą D. Spełnia on funkcję przepisywania informacji z wejścia D na wyjście Q z opóźnieniem jednego impulsu taktującego, stąd też pochodzi jego nazwa

Przerzutnik D od słowa angielskiego Delay (pol. opóźniający). Symbol graficzny oraz tablicę przejść przerzutnika D podano na rysunku:



Przerzutnik D: a) symbol graficzny; b) tablica przejść

Przerzutnik D jest wytwarzany w postaci scalonej. Można go również utworzyć z przerzutnika JK lub przerzutnika synchronicznego SR, łącząc w każdym z nich oba wejścia informacyjne (J, K lub S, R) za pośrednictwem inwertera w sposób podany na rysunku:



Przykład realizacji przerzutnika D z przerzutników: a) SR; b) JK

Przerzutnik D jest szeroko stosowany w systemach cyfrowych (np. rejestrach). Można z niego utworzyć dwójkę liczącą i inne układy sekwencyjne.