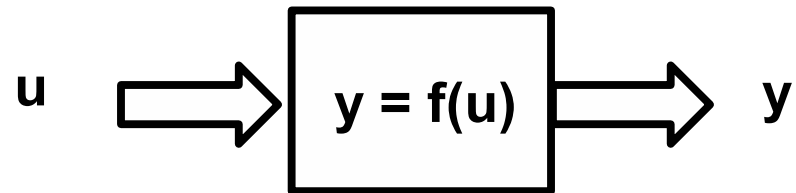


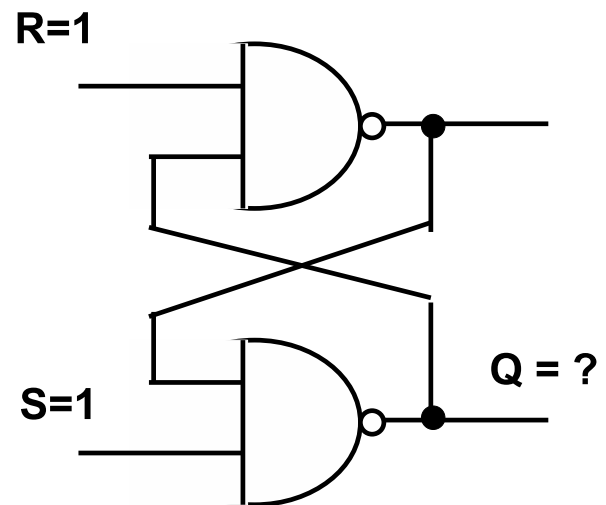
Układy kombinacyjne - przypomnienie



Układ kombinacyjny

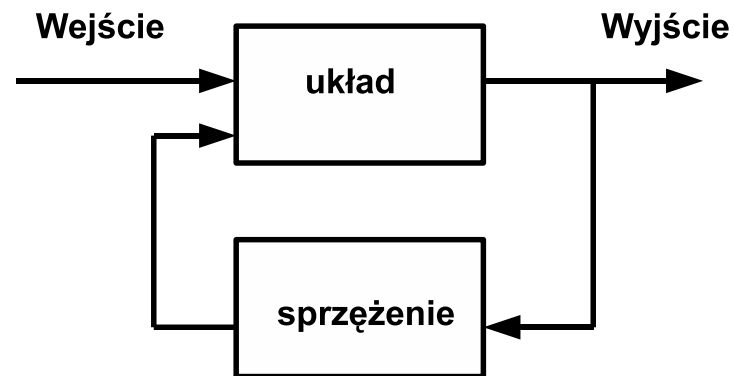
- W układzie kombinacyjnym wyjście zależy tylko od wejść,

Przerzutnik a "efekt pamięci"



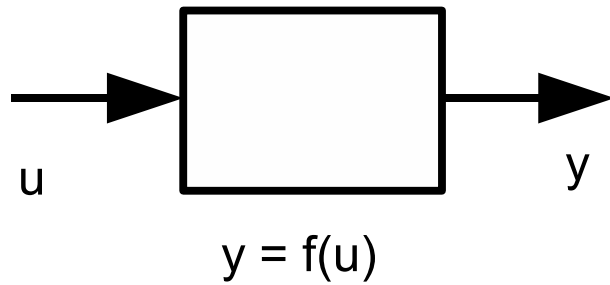
Jaka jest wartość wyjścia Q ?

Sprzężenie zwrotne a "efekt pamięci"

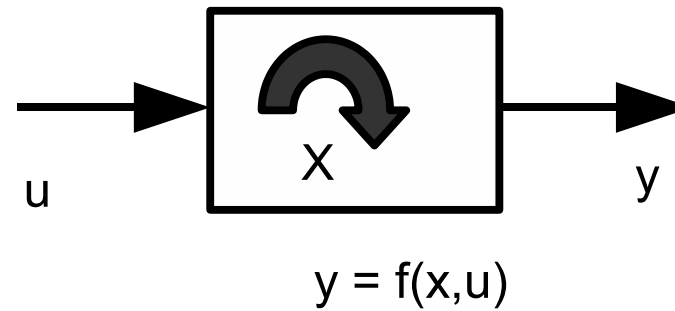


- W układach ze sprzężeniem zwrotnym *wyjście* układu ma wpływ na *wejście* układu,
- Ten wpływ powoduje to, że *wyjście* układu zależy nie tylko od *wejść*, ale również od historii *wyjść*.

Układy kombinacyjne i sekwencyjne



Układ kombinacyjny



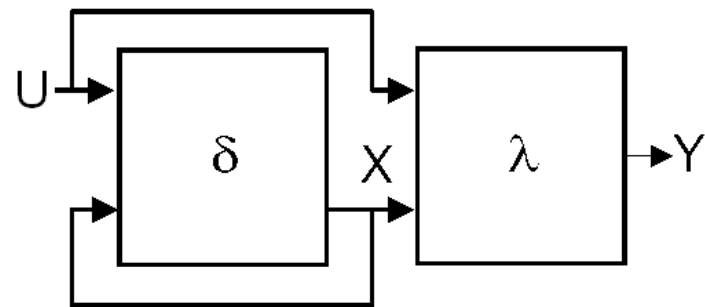
Układ sekwencyjny

Układy sekwencyjne jako system dynamiczny

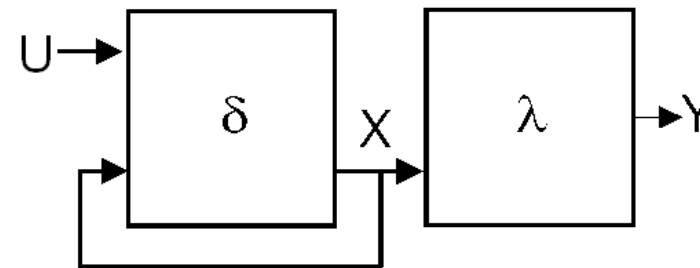
$$\begin{cases} x(k+1) = a \cdot x(k) + b \cdot u(k) & \text{równanie stanu - funkcja wzbudzeń} \\ y(k) = c \cdot x(k) + d \cdot u(k) & \text{równanie wyjścia - funkcja wyjścia} \end{cases}$$

- W układach sekwencyjnych (dynamicznych) wprowadza się pojęcie *stanu wewnętrznego*,
- *Stan wewnętrzny* zależy od stanu poprzedniego oraz wartości wejścia,
- *Stan wewnętrzny* może nie być "widoczny" na wyjściu (dlatego jest "wewnętrzny").

Automaty Meay'ego i Moore'a



Automat Meay'ego

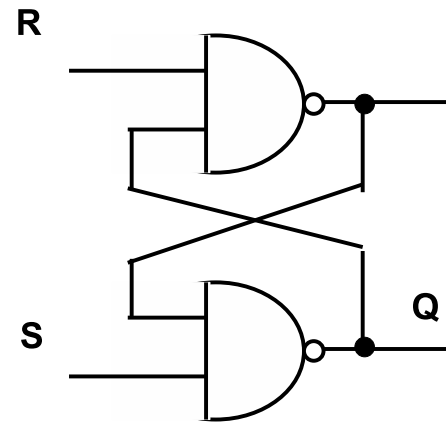


automat Moore'a

Układ realizujący funkcję wyjść (λ) jest układem kombinacyjnym a blok (δ) realizuje pamięć (układ sekwencyjny).

Przerzutniki RS

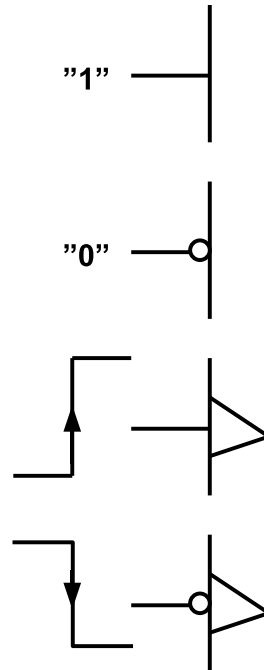
S	R	Q_{t+1}
0	0	<i>zabroniona</i>
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_t (poprzednie)



$$Q_{t+1} = Q_t \cdot R + \bar{S}$$

- Przerzutniki są podstawowymi elementami z których buduje się układy sekwencyjne.

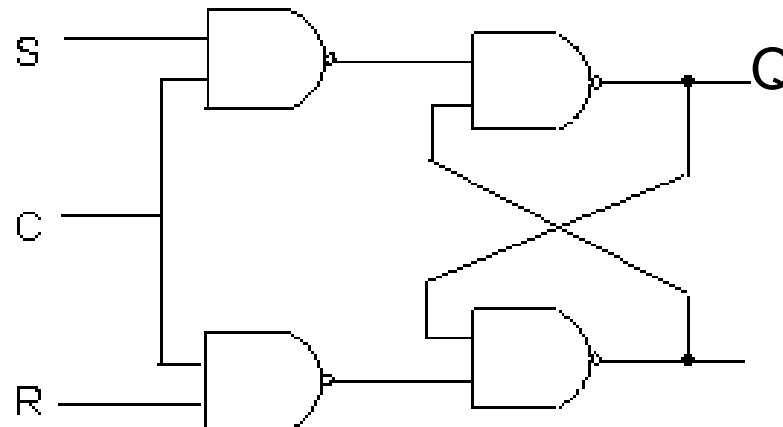
Synchronizacja - wprowadzenie sygnału zegara



- W układach sekwencyjnych istotna jest sekwencja stanów,
- W celu synchronizacji tych zmian wprowadza się dodatkowe wejście zwane *wejściem zegarowym* lub *zegarem*,
- Wejście może aktywować *stan* albo zmiana stanu *zbocze*.

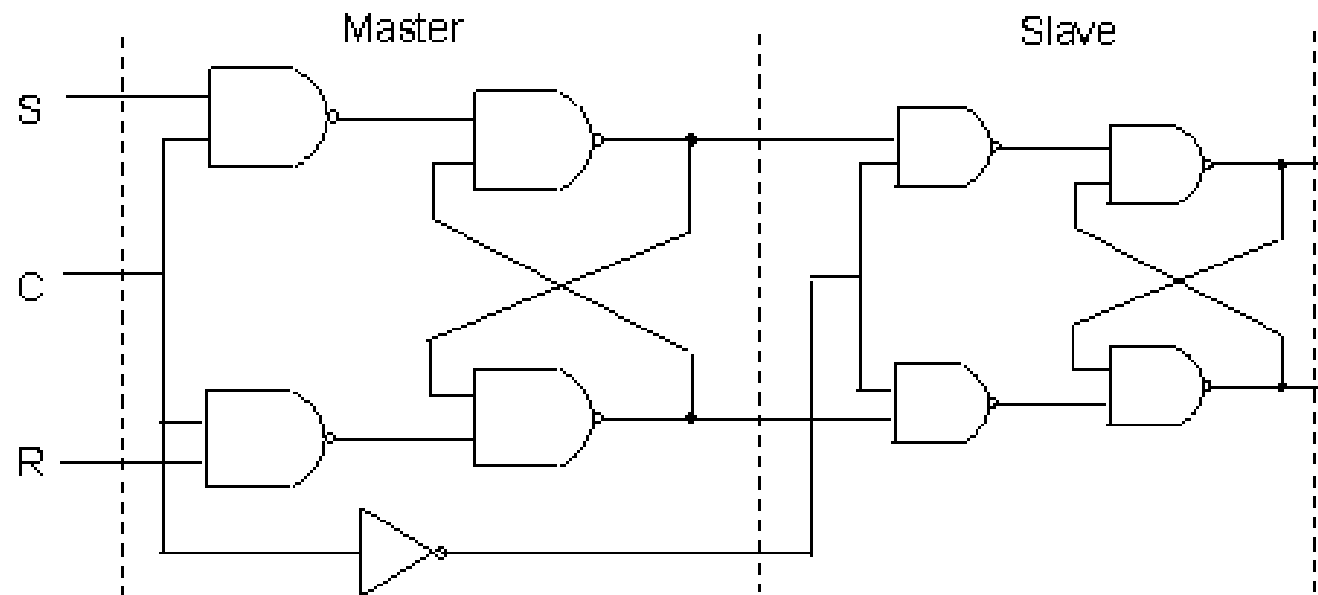
Przełączenie poziomem - zegar

S	R	Q_{t+1}
0	0	Q_t
0	1	0
1	0	1
1	1	<i>zabroniona</i>



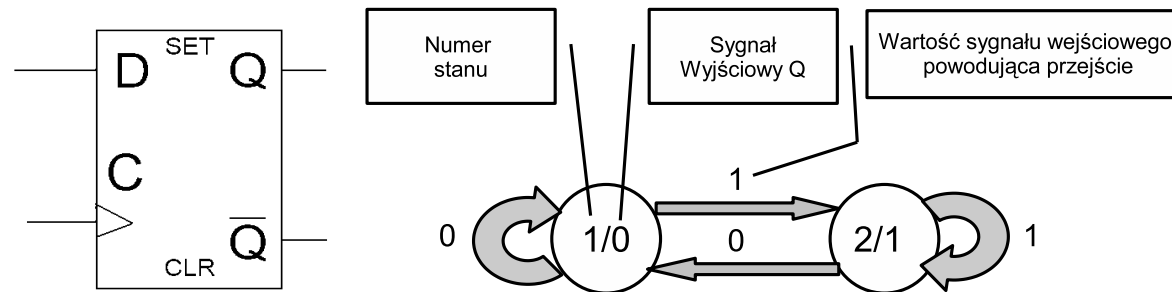
- Jeśli sygnał zegara $C = 0$ zmiany sygnałów R i S nie mają żadnego wpływu na wyjście,
- Gdy zegar $C = 1$ wówczas wyjście zmienia się zgodnie z powyższą tabelą,
- Zmiana sygnału C z 1 na 0 powoduje "zatrzaśnięcie" stanu wyjścia - układ ten czasami określa się jako *zatrzaśk*.

Przerzutniki master-slave



Przerzutniki typu D

D	Q_{t+1}
0	0
1	1

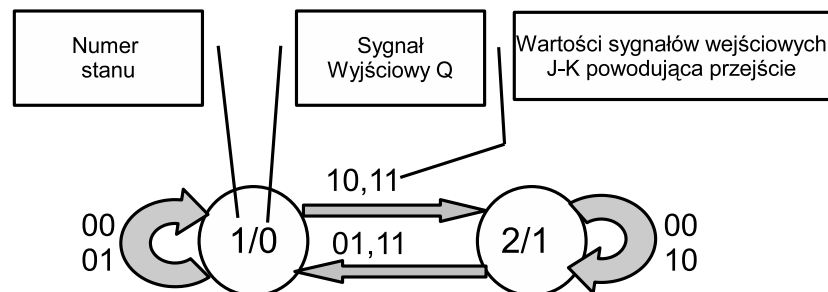
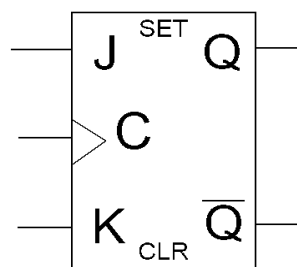


$$Q_{t+1} = D$$

- Wyjście Q przyjmuje stan z wejścia D ,
- Przerzutnik posiada dwa stany, z każdym jest związana wartość wyjścia.
- Zmiana stanu następuje ze zboczem zegara C ,
- Przerzutnik posiada asynchroniczne (niezależne od zegara) wejście zerujące (CLR) i ustawiające (SET).

Przerzutnik typu J-K

J	K	Q_{t+1}
0	0	Q_t
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_t}$

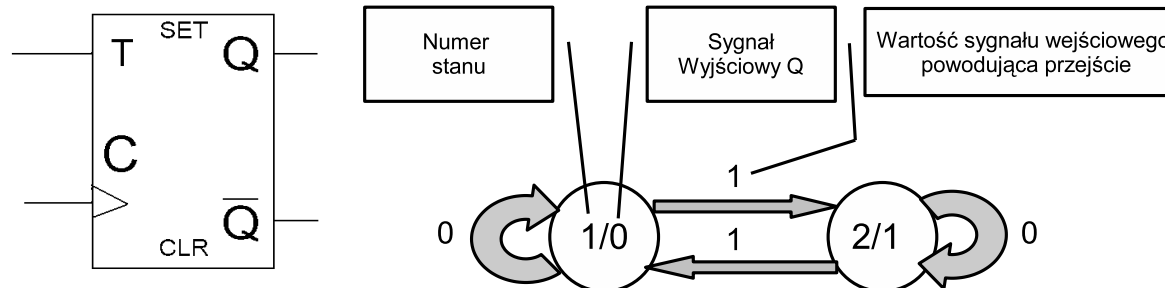


$$Q_{t+1} = J \cdot \overline{Q_t} + \overline{K} \cdot Q_t$$

- Przerzutnik posiada dwa stany, z każdym jest związana wartość wyjścia,
- Przerzutnik posiada asynchroniczne (niezależne od zegara) wejście zerujące (CLR) i ustawiające (SET).

Przerzutniki typu T

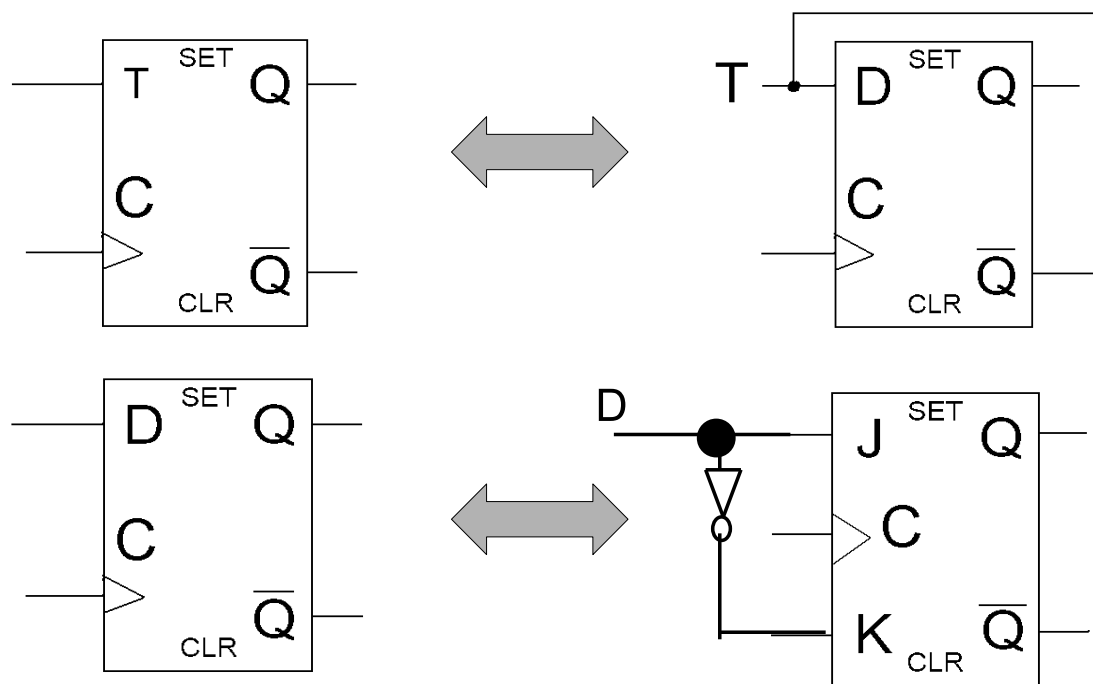
T	Q_t	Q_{t+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



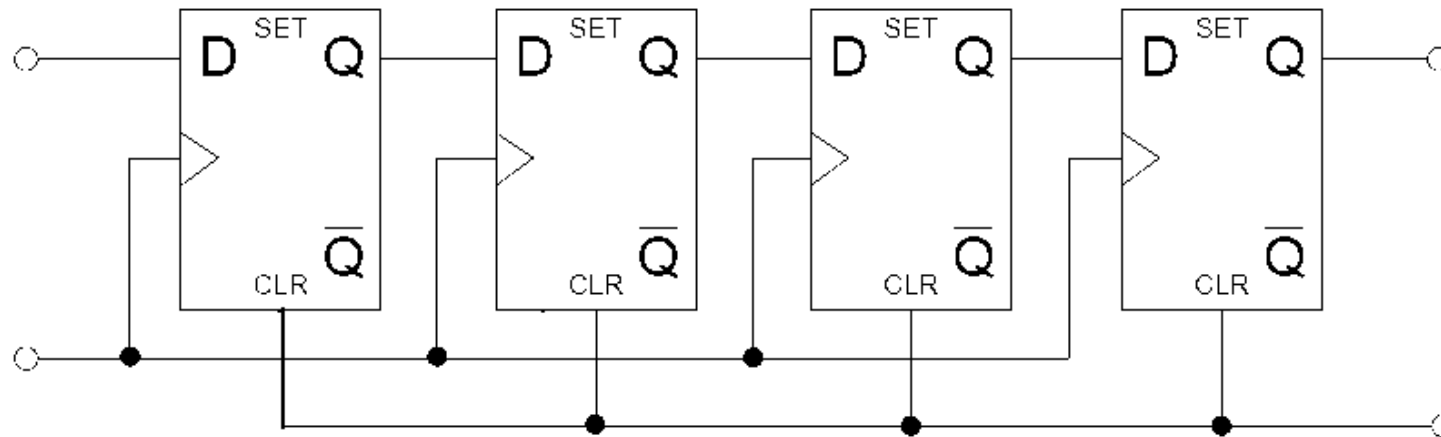
$$Q_{t+1} = T \oplus Q_t$$

- Przerzutnik typu T (trigger) to taki przerzutnik, który po podaniu wartości logicznej 1 na wejście T i wyzwoleniu zboczem sygnału zegarowego, zmienia stan wyjść na przeciwny,
- Podanie 0 na wejście T powoduje zachowanie bieżącego stanu przerzutnika.

Równoważność przerzutników

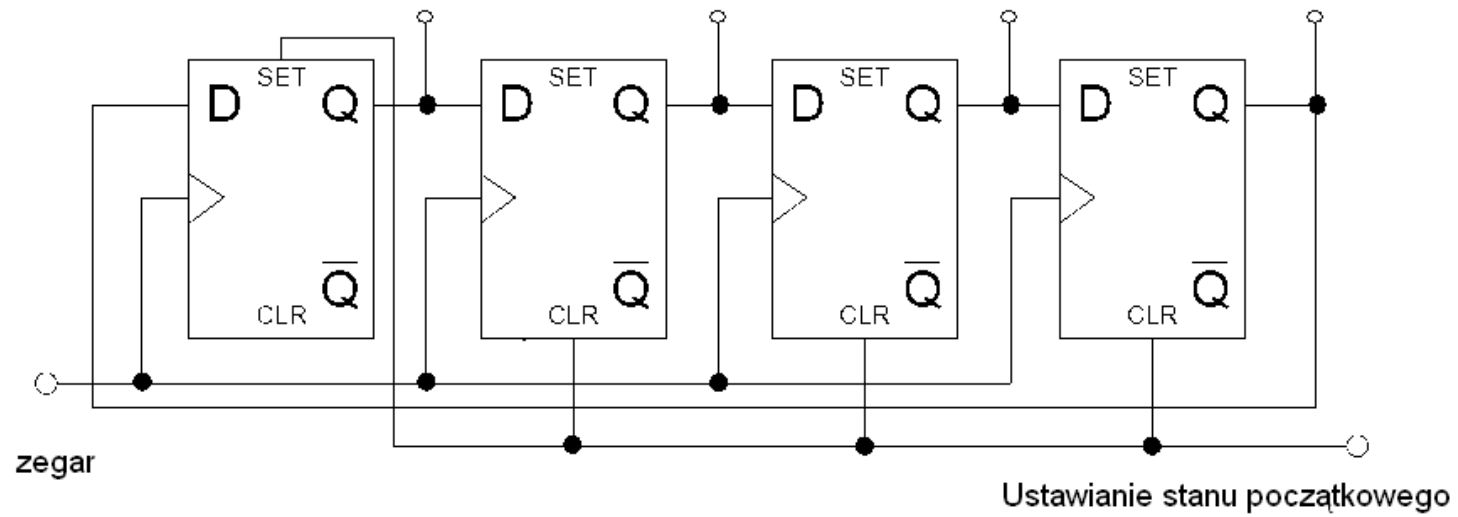


Rejestry

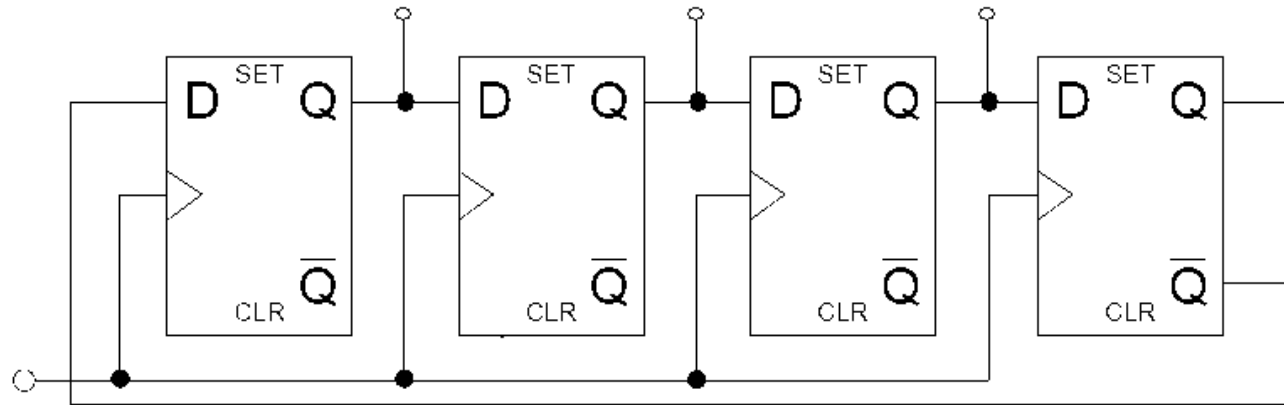


Czterobitowy rejestr przesuwany.

Licznik pierścieniowy



Licznik Johnsona

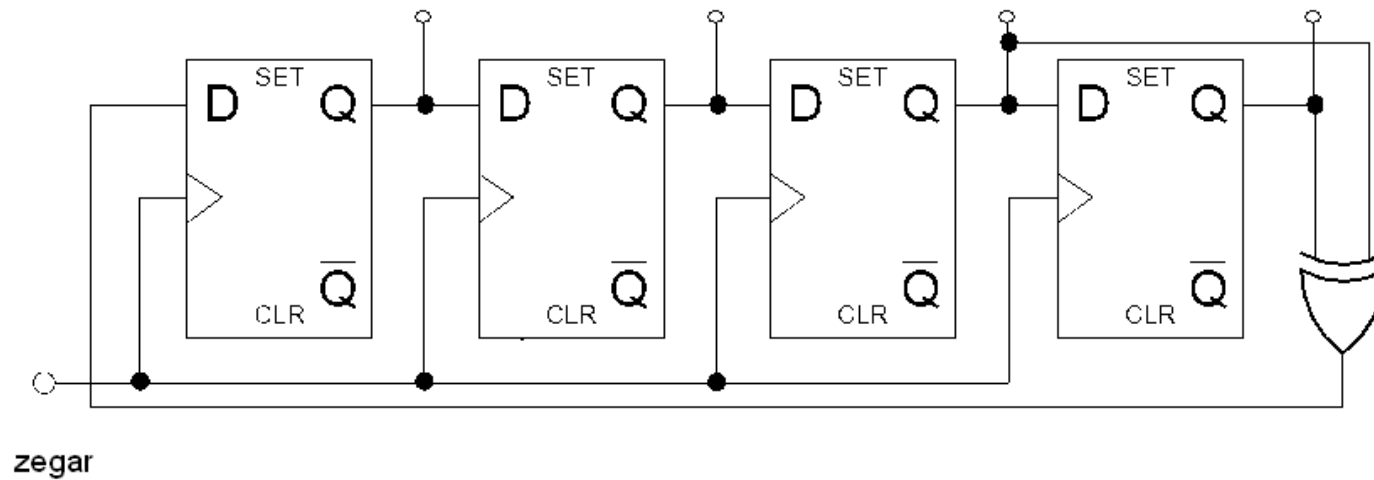


zegar

Wartość dziesiętna	Wartość binarna	Kod Johnsona
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0111
4	0100	1111
5	0101	1110
6	0110	1100
7	0111	1000

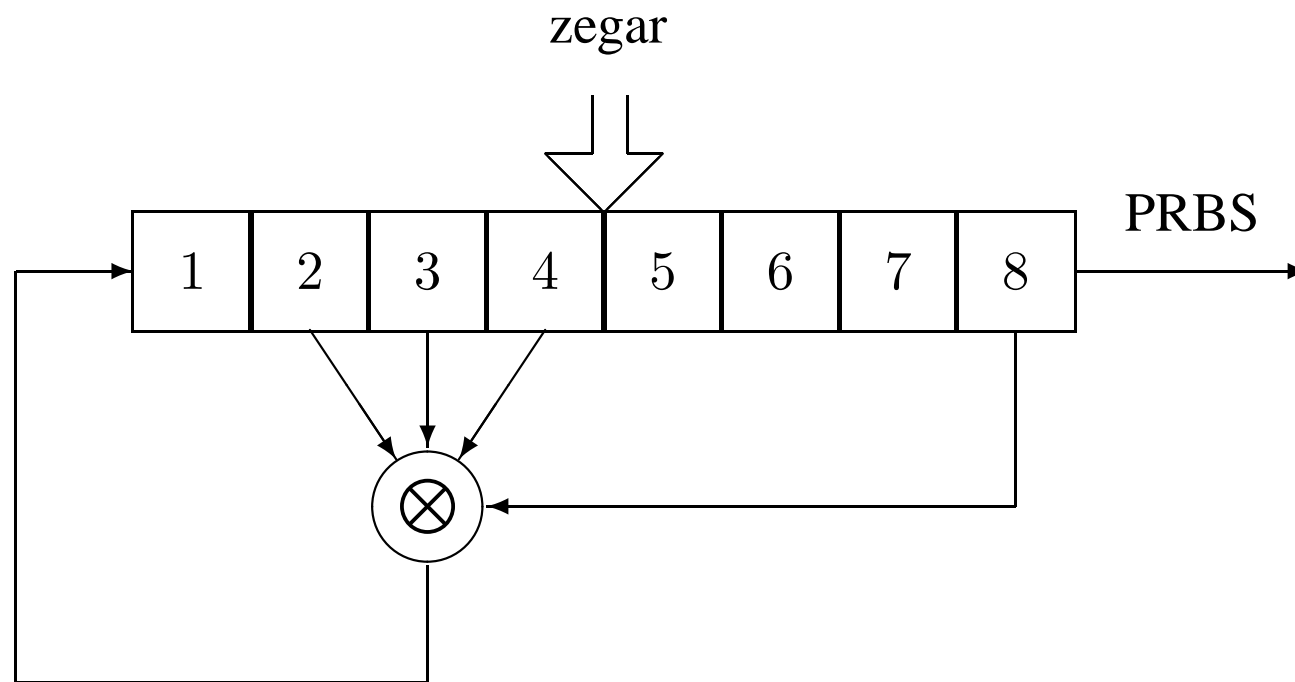
Kod Johnsona - kod dwójkowy (*bezwagowy i niepozycyjny*).

Generator liczb pseudolosowych z wykorzystanie rejestru przesuwanego



Generowany ciąg impulsów wykazuje charakter losowy.

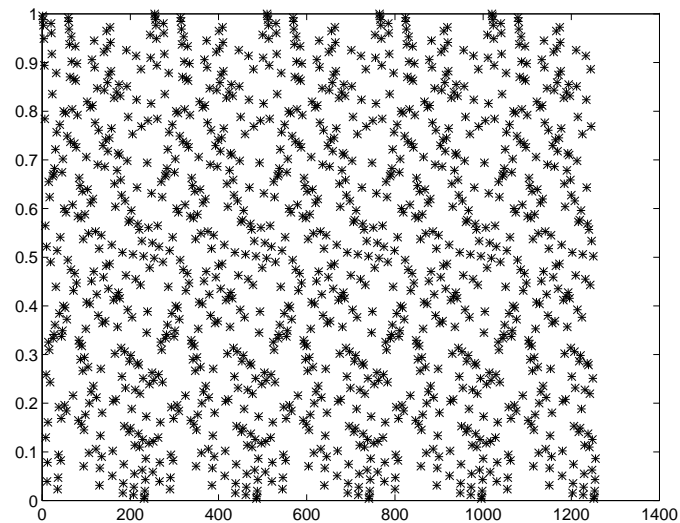
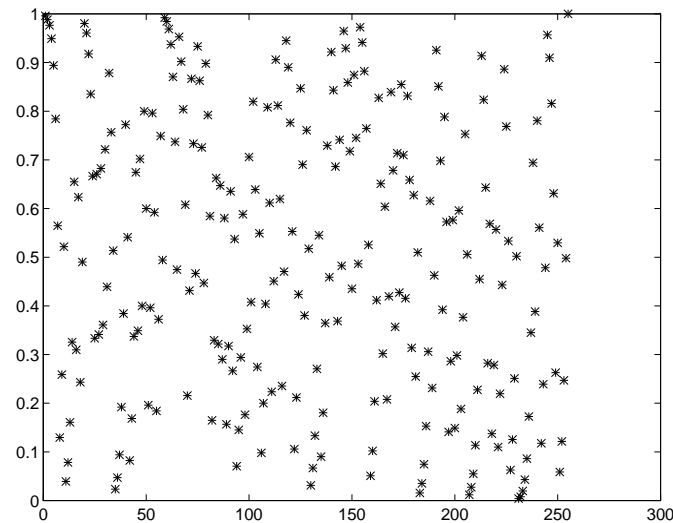
Realizacja generatora PRBS na rejestrze przesuwным



Realizacja generatora PRBS z wykorzystaniem rejestru przesuwного
(ang. *shift register*)

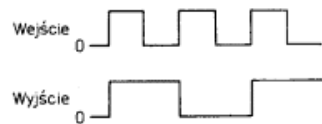
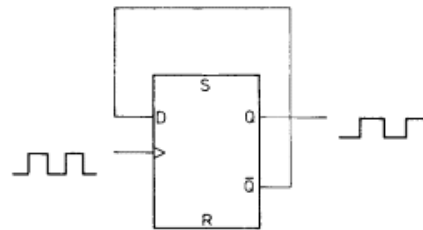
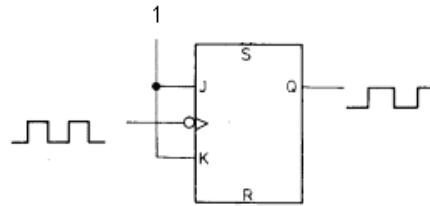
- Dla $T/T_o = 255$ bity: 2, 3, 4, 8,
- Dla $T/T_o = 1023$ bity: 7, 10.

Wynik działania generatora dla 255 i 1255 próbek



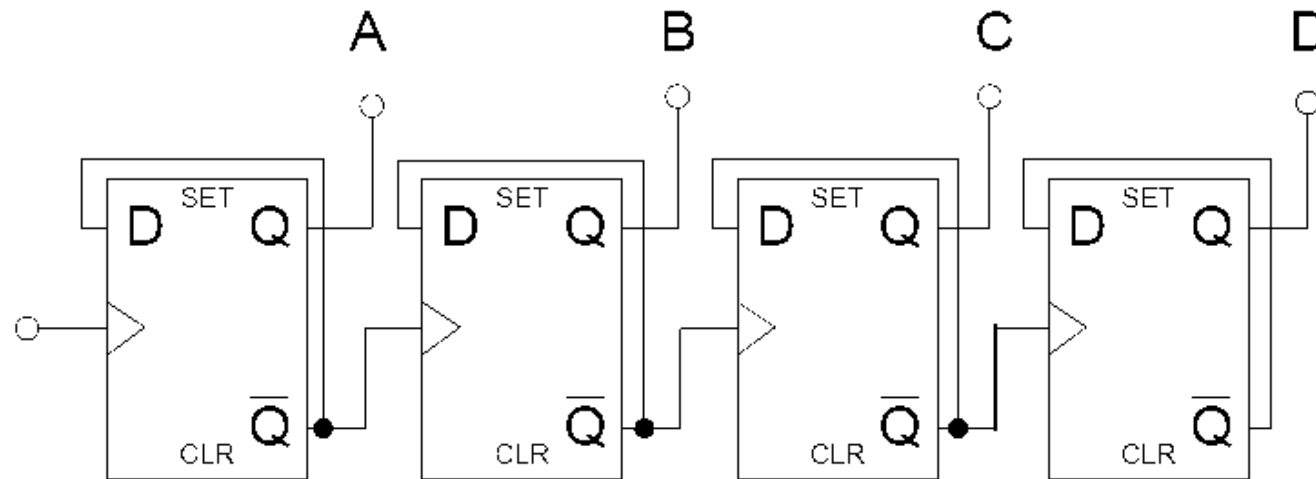
- Generatory liczb pseudo-losowych są okresowe,

Dzielnik częstotliwości przez 2



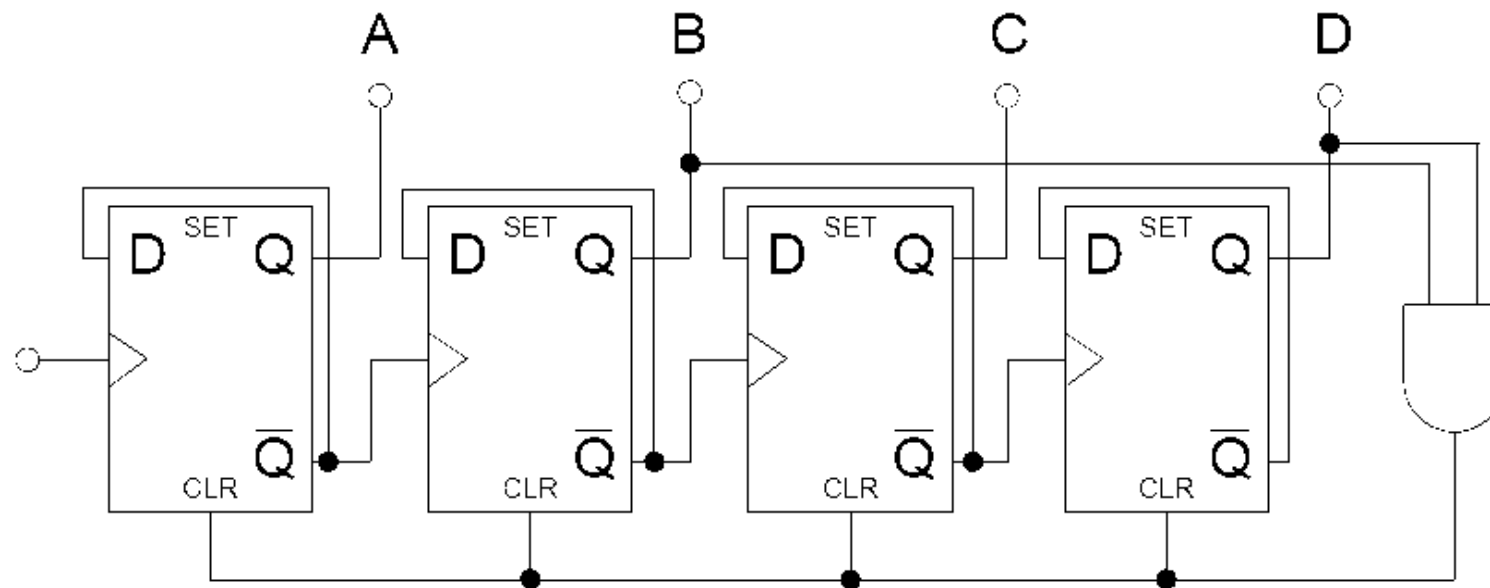
- Przerzutnik JK zmienia stan na przeciwny po każdym impulsie zegara, gdy jego oba wejścia utrzymywane są w stanie wysokim,
- samą funkcję spełnia również drugi układ, ponieważ do wejścia D przerzutnika jest doprowadzany sygnał z jego własnego wyjścia \overline{Q} .

Liczniki



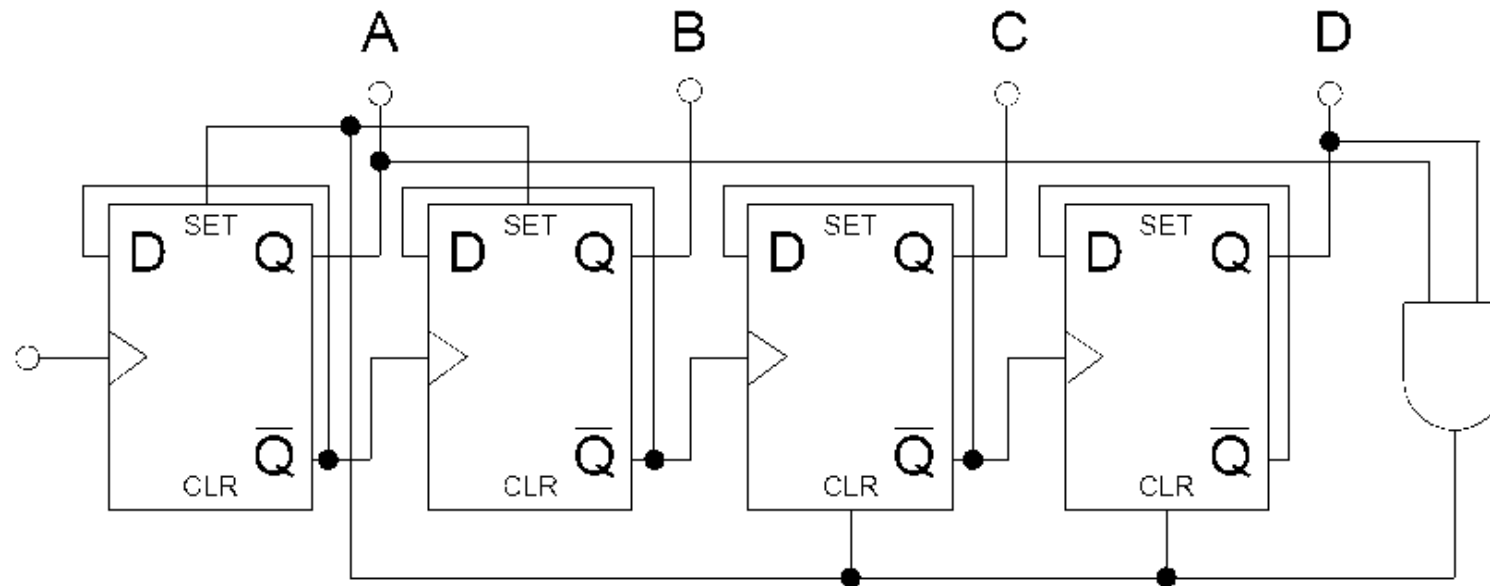
Czterobitowy asynchroniczny licznik binarny.

Liczniki modulo



Asynchroniczny licznik mod10

Liczniki - wykorzystanie wejścia SET



Asynchroniczny licznik generujący sekwencję 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8.

Zadania na ćwiczenia

1. Z przerzutników typu D zbudować cztróbitowy rejestr przesuwny,
2. Wykorzystując zbudowany w punkcie 1. rejestr przesuwny zbudować licznik pierścieniowy,
3. Wykorzystując zbudowany w punkcie 1. rejestr przesuwny zbudować licznik Johnsona,
4. Z przerzutników typu D zbudować licznik *mod*9,
5. Z przerzutników typu D zbudować licznik liczący od 3 do 9,
6. Zbudować zatrząsk 1-bitowy wykorzystując przerzutniki RS zbudowane z bramek NAND.
7. Wygenerować sekwencję stanów pseudolosowych posługując się rejestrem przesuwym z punktu 1. i bramką XOR. Określ okres sygnału. Sprawdź zachowanie układu dla różnych odczepów sygnałów podawanych na bramkę XOR.