



PODSTAWY TEORII UKŁADÓW CYFROWYCH

UKŁADY SEKWENCYJNE

Opracował: Andrzej Nowak

Bibliografia: **Urządzenia techniki komputerowej**, K. Wojtuszkiewicz
<http://pl.wikipedia.org/>

Układem sekwencyjnym nazywamy układ cyfrowy, w którym **stan wyjść** zależy od **stanu wejść** oraz od **poprzednich stanów układu**. Składa się z bramek i przerzutników.

Przerzutniki

Przerzutnik - układ cyfrowy umożliwiający przechowywanie najmniejszej porcji informacji – jednego bitu.

Zmienia swój stan bądź to przez wymuszenie stanu na wejściu (**asynchroniczne**) lub zaistnienie sygnału zegarowego (**synchroniczne**).

- Asynchroniczne - (**RS**);
- Synchroniczne (**RS, JK, T, D flip-flop, D latch**).

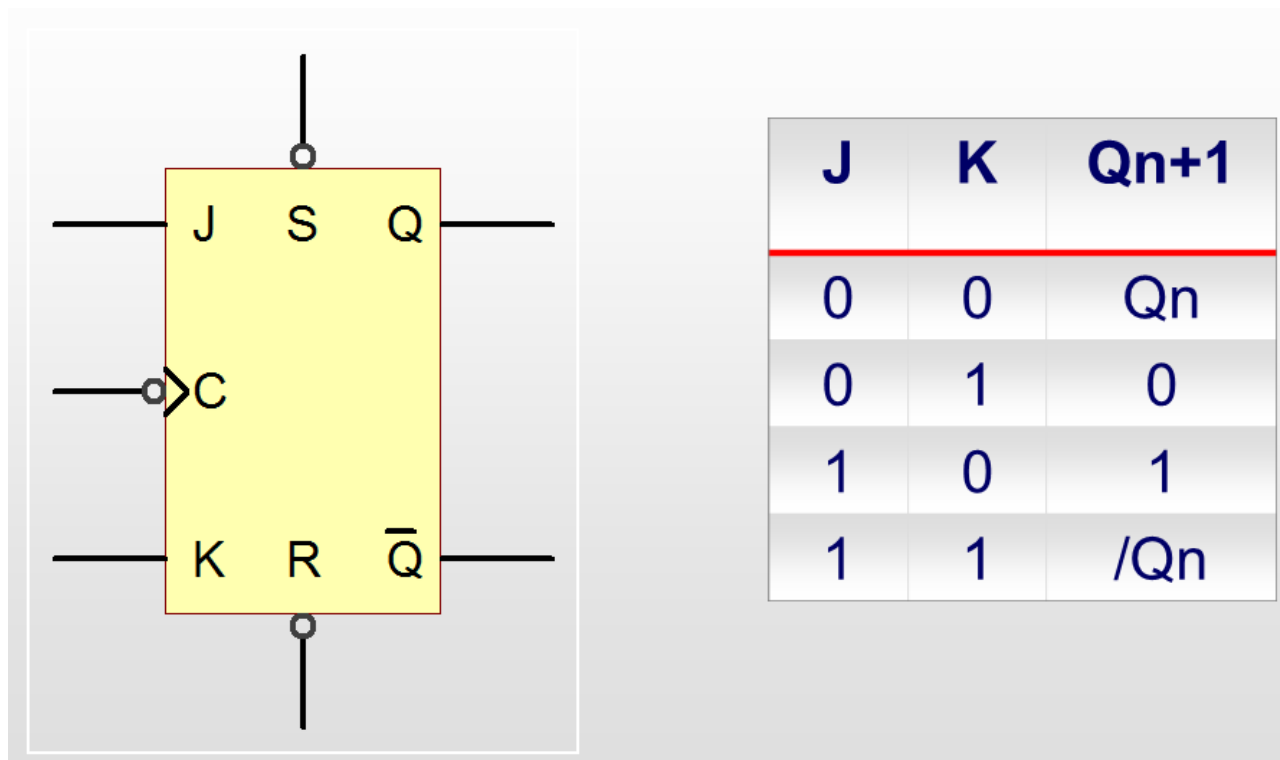
Należy zauważyć, że przerzutnik RS może być asynchroniczny (nie posiada wejścia zegarowego) lub synchroniczny (posiada wejście zegarowe), lecz zawsze posiada tzw. **stan zabroniony** (kombinacja, która zaprzecza działaniu przerzutnika).

Pozostałe przerzutniki pozbawione są tej wady, gdyż są przerzutnikami **dwutaktowymi** (tzw. **master-slave M-S**).

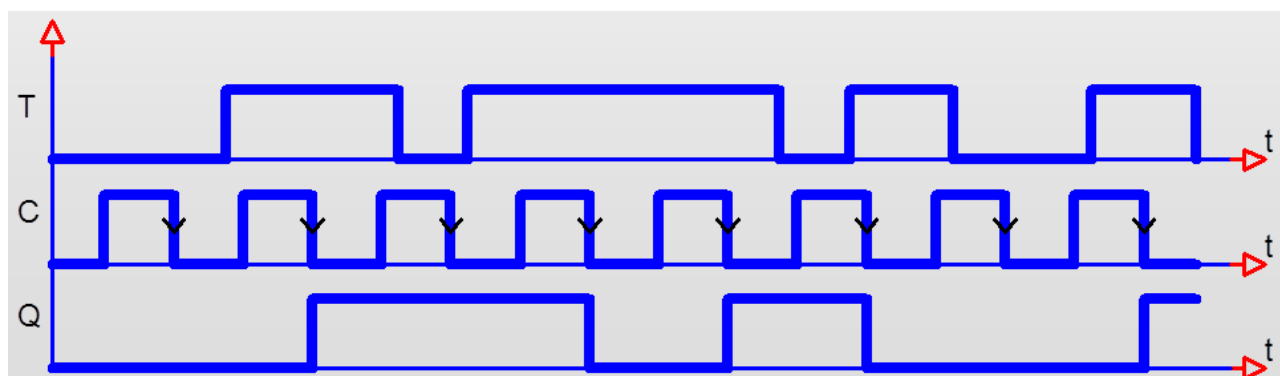
Wszystkie przerzutniki powinny posiadać charakterystyczne wejścia i wyjścia (gwiazdką zaznaczono nie wymagane - w zależności od typu):

- wejścia informacyjne synchroniczne (RS, JK, T, D) ,
- wejścia asynchroniczne zerujące (R) i ustawiające (S) *,
- wejście zegarowe synchronizujące (C) *,
- wyjście proste (Q),
- wyjście zanegowane (NOT(Q)).

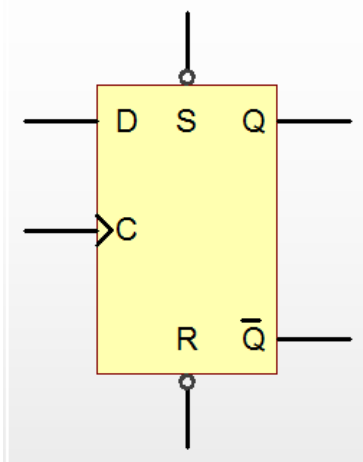
Przerzutnik - JK



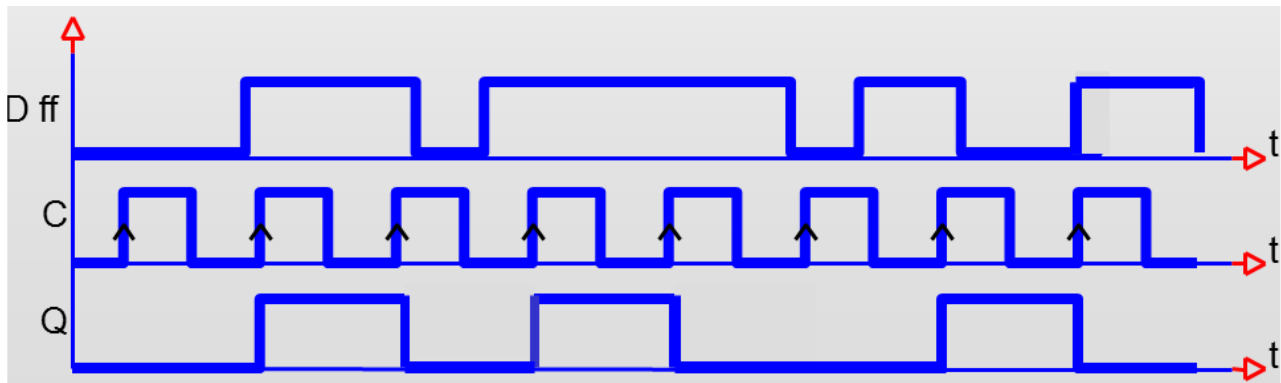
Przerzutnik - T (powstaje z połączenia wejść J+K)



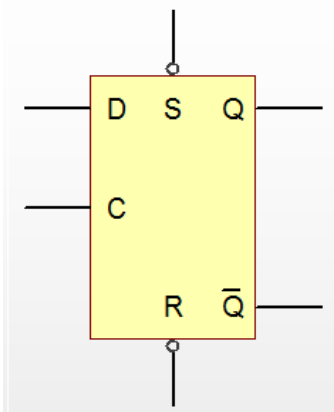
Przerzutnik - D flip-flop



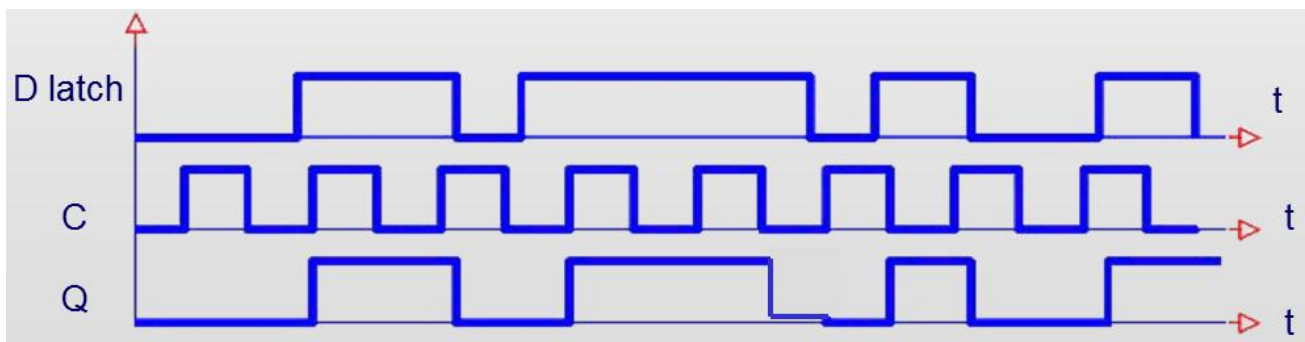
D	Q _{n+1}
0	0
1	1



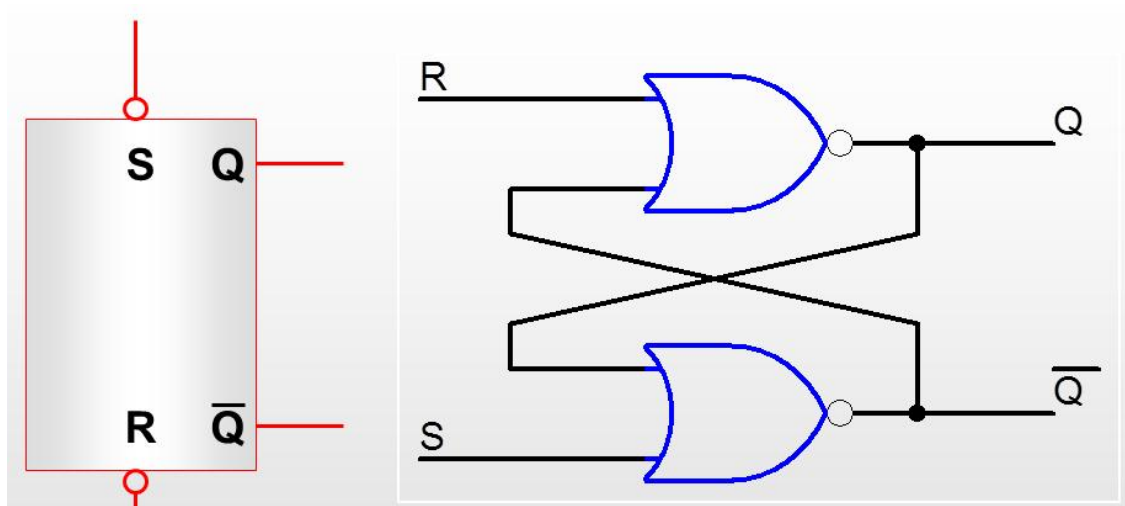
Przerzutnik - D latch



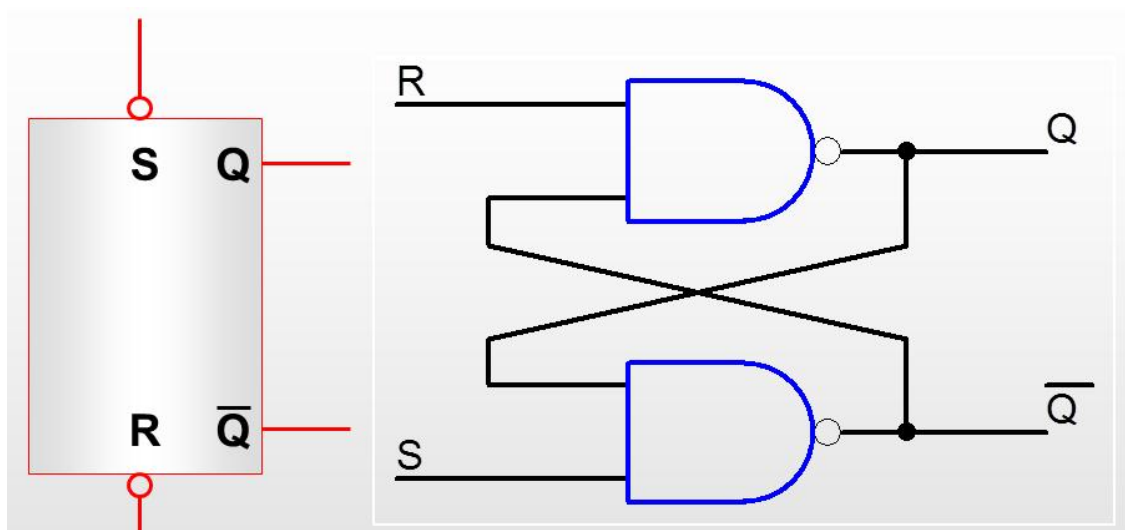
D	Q _{n+1}
0	0
1	1



Przerzutnik - RS asynchroniczny

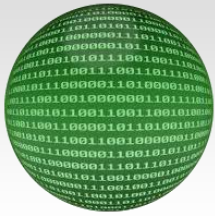


schemat wykonanego z bramek NOR asynchronicznego przerzutnika RS



schemat wykonanego z bramek NAND asynchronicznego przerzutnika RS

		NOR		NAND	
R	S	Q _n	Q _{n+1}	Q _n	Q _{n+1}
0	0	0	0	0	*
0	0	1	1	1	*
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	*	0	0
1	1	1	*	1	1



Rejestry

Rejestrem nazywamy układ cyfrowy przeznaczony do krótkoterminowego przechowywania ilości informacji lub do zamiany postaci informacji z równoległej na szeregową albo odwrotnie.

Rejestry to układy zbudowane z przerzutników D i z tego względu (zasada działania przerzutnika) służą do przechowywania danych.

Znajdują zastosowania w konstrukcjach pamięci oraz nadajnikach - odbiornikach transmisji szeregowej.

Rejestry - typy

- Rejestry z wejściem i wyjściem równoległym – PIPO (ang. parallel input, parallel output). - **rejestry zatraskowe** (ang. latch) /**buforowe**/
- Rejestry z wejściem i wyjściem szeregowym – SISO (ang. serial input, serial output) – **rejestry przesuwające**
- Rejestry z wejściem szeregowym i wyjściem równoległym – SIPO (ang. serial input, parallel output)
- Rejestry z wejściem równoległym i wyjściem szeregowym – PISO (ang. parallel input, serial output)

Wejściem cyfrowym szeregowym nazywamy takie wejście, które umożliwia wprowadzanie informacji do układu bit po bicie.

Do wprowadzenia słowa n-bitowego potrzeba n taktów zegara.

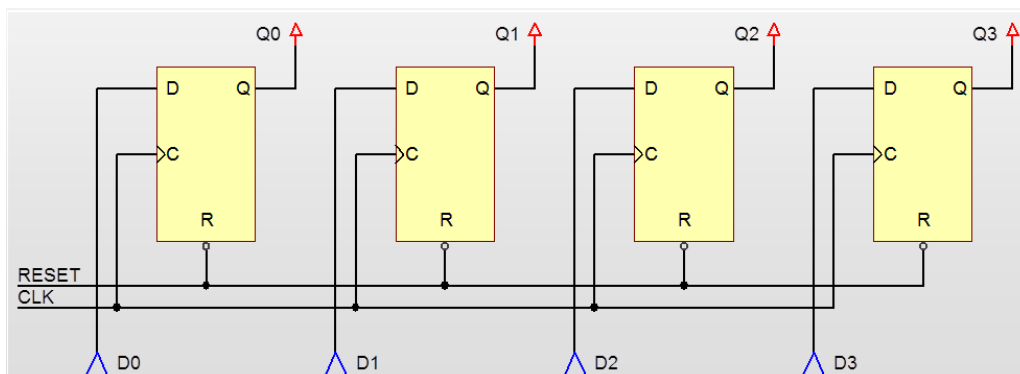
Informacja jest **wpisywana szeregowo** do rejestru (bit po bicie) i **szeregowo wyprowadzana**.

Rozróżniamy dwa typy rejestrów szeregowych:

- FIFO - pierwszy bit "wchodzi", pierwszy "wychodzi",
- FILO - pierwszy bit "wchodzi", ostatni "wychodzi".

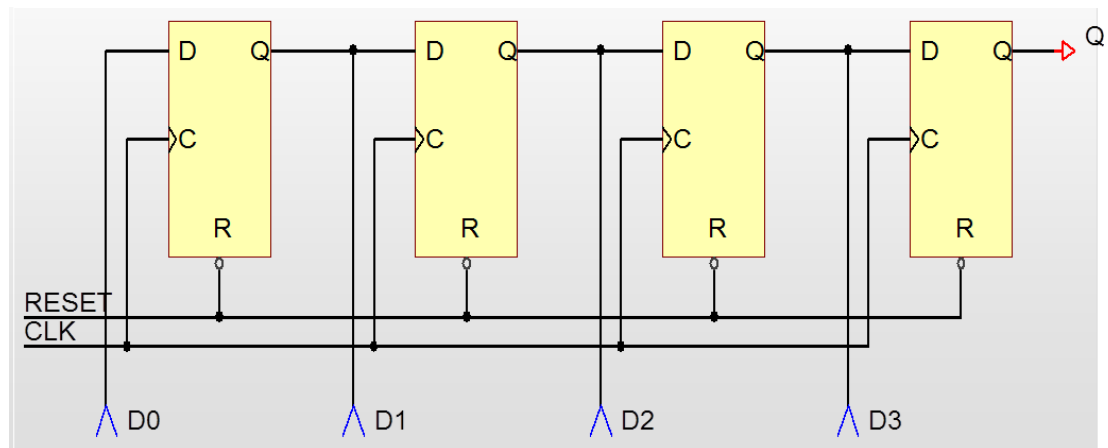
Wejściem cyfrowym równoległym nazywamy takie wejście, które umożliwia wprowadzenie do układu cyfrowego wszystkich bitów słowa w jednym takcie zegarowym.

Rejestry z wejściem i wyjściem cyfrowym równoległym



Rejestr – równoległo - szeregowy

Informacja jest **wpisywana równoległo** a **wyprowadzana szeregowo**





Liczniki

Liczniki są to układy sekwencyjne zbudowane z przerzutników, najczęściej JK lub T.

Ich zadaniem jest zliczanie impulsów zegarowych i przedstawianie stanu na wyjściach.

Można dokonać podziału liczników pod wieloma względami:

Ze względu na **s** wyróżnialnych stanów (pod względem sposobu powtarzania cyklu):

- modulo **s** (dzielniki liczby impulsów zegarowych - częstotliwości - przez **s**),
- do **s**,

Pod względem sposobu oddziaływania impulsów zliczanych na stan przerzutników licznika:

- o stałej długości cyklu,
- o programowanej długości cyklu.

Pod względem kierunku zliczania:

- jednokierunkowe liczące w przód,
- jednokierunkowe liczące wstecz,
- dwukierunkowe (**rewersyjne**).

Pod względem sposobu oddziaływania impulsów zliczanych na stan przerzutników licznika:

- asynchroniczne,
- synchroniczne,
- asynchroniczno - synchroniczne.

Najprostszą formą licznika jest przerzutnik T z podpiętym na stałe wejściem T do logicznej "jedynki".

Taki przerzutnik nazywa się "**dwójką liczącą**".

Porównując tabelę prawdy dochodzimy do wniosku, że po każdym impulsie zegarowym przerzutnik zmieni stan na przeciwny.

W oparciu o niego można zbudować asynchroniczny licznik liczący np. do 8.

Poniżej przedstawiono na wykresie czasowym kolejne stany licznika.

Analizując je można stwierdzić że układają się **w naturalny kod dwójkowy**.

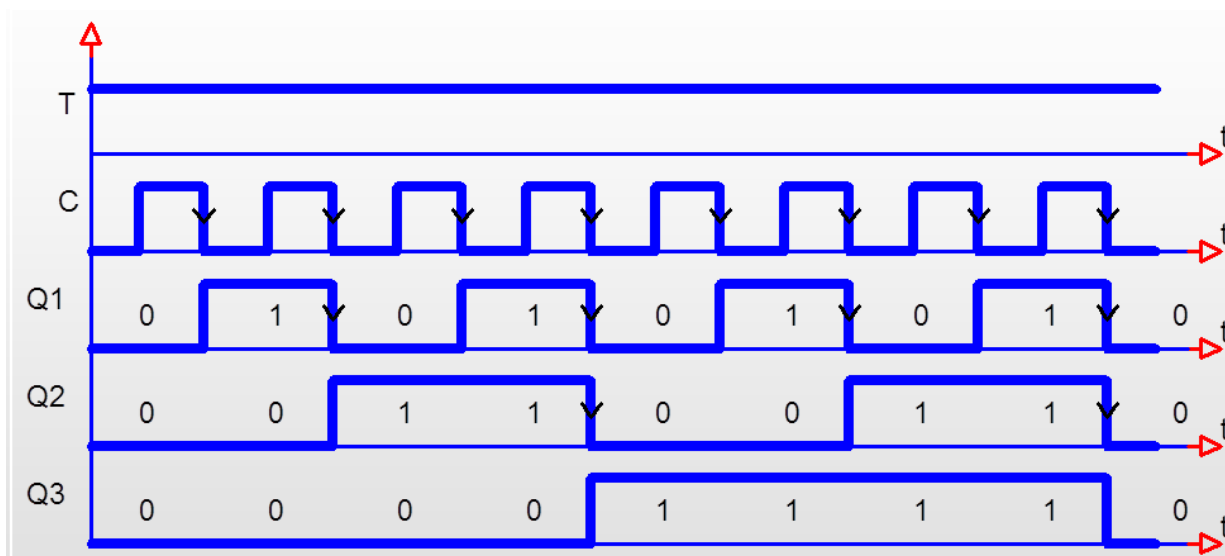
Można również zauważyć, że każdy moduł licznika dzieli częstotliwość zegarową **przez dwa**. Ilość możliwych stanów tak zbudowanego licznika wyraża się wzorem:

$$S = 2^n$$

gdzie n - ilość przerzutników

Istnieje możliwość wprowadzania danych początkowych (programowanie) licznika oraz zmiana kierunku zliczania

Sposoby liczenia przez liczniki cyfrowe



Rodzaje liczników

LICZNIK Z PRZENIESIENIEM SZEREGOWYM (ang. *Ripple Carry*)

