

Technika cyfrowa

Algebra Boole'a

Algebra Boole'a - system formalny złożony z niepustego zbioru z dwoma wyróżnionymi elementami: **0 (fałsz)** i **1 (prawda)**, na którym są określone następujące działania:

- iloczyn logiczna $A \cdot B$ (I, AND)
- suma logiczny $A + B$ (LUB, OR)
- negacja \overline{A} (NIE, NOT)

Dwa pierwsze działania (iloczyn i suma) są dwuargumentowe, zaś negacja jest operacją jednoargumentowa.

Iloczyn logiczny

Działanie **iloczynu logicznego** jest zdefiniowane następująco:
wynik iloczynu jest równy 1, wtedy i tylko wtedy, gdy wszystkie argumenty przyjmują wartość 1.

$A \bullet B$ (czytamy: A i B)

$$1 \bullet 1 = 1 \quad 0 \bullet 1 = 0$$

$$0 \bullet 0 = 0 \quad 1 \bullet 0 = 0$$

Suma logiczna

Suma logicznego jest zdefiniowana następująco:

jeżeli co najmniej jeden z argumentów jest równy 1, to wynik jest równy 1, zatem suma logiczna jest równa 0 tylko dla przypadku, gdy wszystkie argumenty są równe 0.

$A + B$ (czytamy: A lub B)

$$1 + 1 = 1 \quad 0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1 \quad 0 + 0 = 0$$

Negacja

Negacja zmienia wartość argumentów na przeciwny. Negacją **0** jest **1**, a negacją **1** jest **0**.

\bar{A} (czytamy: nie A)

$$\bar{0} = 1$$

$$\bar{1} = 0$$

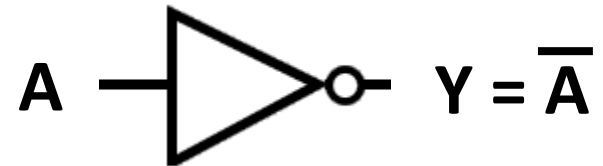
Bramki logiczne

Bramka logiczna - element realizujący pewną funkcję logiczną. Argumenty funkcji i sama funkcja może przyjmować jedną z dwóch wartości 0 lub 1. Sposób działania bramek logicznych opisują tzw. **tablice prawdy**.

Rodzaje bramek logicznych:

- NOT - negacja (nie)
- AND - iloczyn logiczny (i)
- OR - suma logiczna (lub)
- NAND - negacja iloczynu logicznego (nie i)
- NOR - negacja sumy logicznej (nie lub)
- EX-OR - różnica symetryczna (albo)
- EX-NOR - zaprzeczenie różnicy symetrycznej (nie albo)

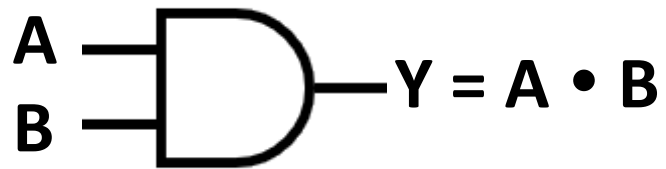
Bramka NOT



A	Y
0	1
1	0

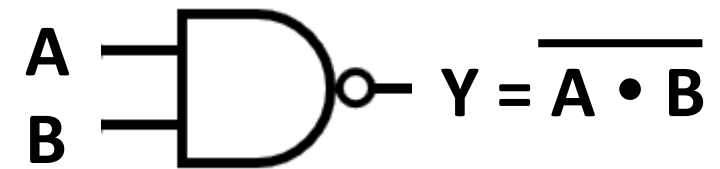
Bramka AND, NAND (NOT AND)

AND



A	B	Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

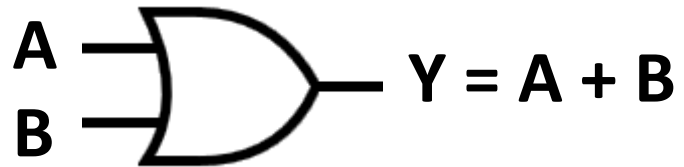
NAND



A	B	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

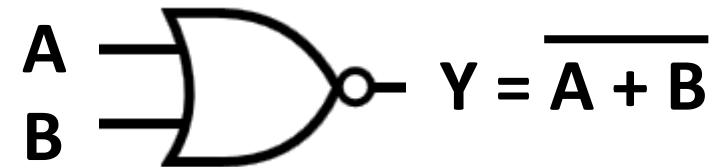
Bramka OR, NOR (NOT OR)

OR



A	B	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

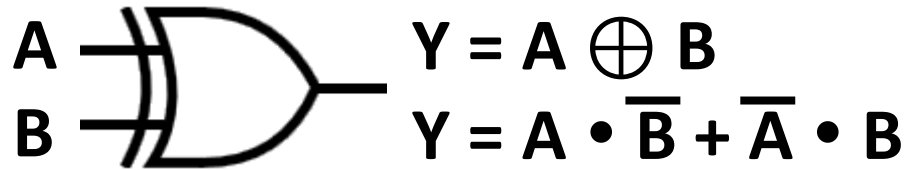
NOR



A	B	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

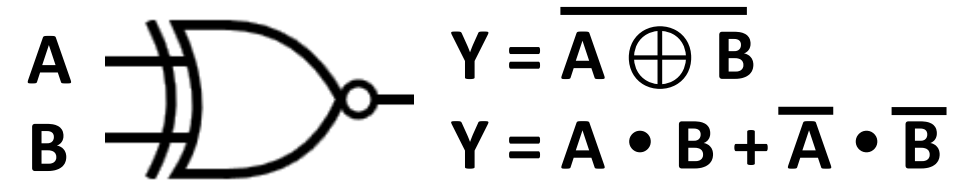
Bramka EX-OR (XOR), EX-NOR

EX-OR



A	B	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

EX-NOR



A	B	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Kod 1 z n

- **Kod 1 z n** to kod gdzie w słowie o długości n bitów tylko **jeden bit jest wyróżniony**.
- O wartości liczby decyduje pozycja wyróżnionego bitu.
- Kod 1 z n jest **kodem pozycyjnym, bezwagowym**.
- Stosuje się dwa sposoby wyróżniania;
 - bit wyróżniony to 1 (reszta ustawiona na 0)
 - bit wyróżniony to 0 (reszta ustawiona na 1)

Przykład kodu 1 z 8

Wartość dziesiętna	Wartość binarna	Kod 1 z 8
0	0000	00000001
1	0001	00000010
2	0010	00000100
3	0011	00001000
4	0100	00010000
5	0101	00100000
6	0110	01000000
7	0111	10000000

Kod BCD

- **Kod BCD** (Binary-Coded Decimal czyli dziesiętny zakodowany dwójkowo) to sposób zapisu **cyfr** dziesiętnych przy użyciu **4 bitów**.
- Liczbę dziesiętną rozbijamy na cyfry i każdą z nich zmieniamy oddzielnie na kod BCD.
- Kod BCD jest stosowany głównie w urządzeniach elektronicznych zawierających wyświetlacz cyfrowy (np. w kalkulatorach, miernikach)

Kod BCD - przykład

Wartość dziesiętna	Wartość binarna
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

3 → 0011

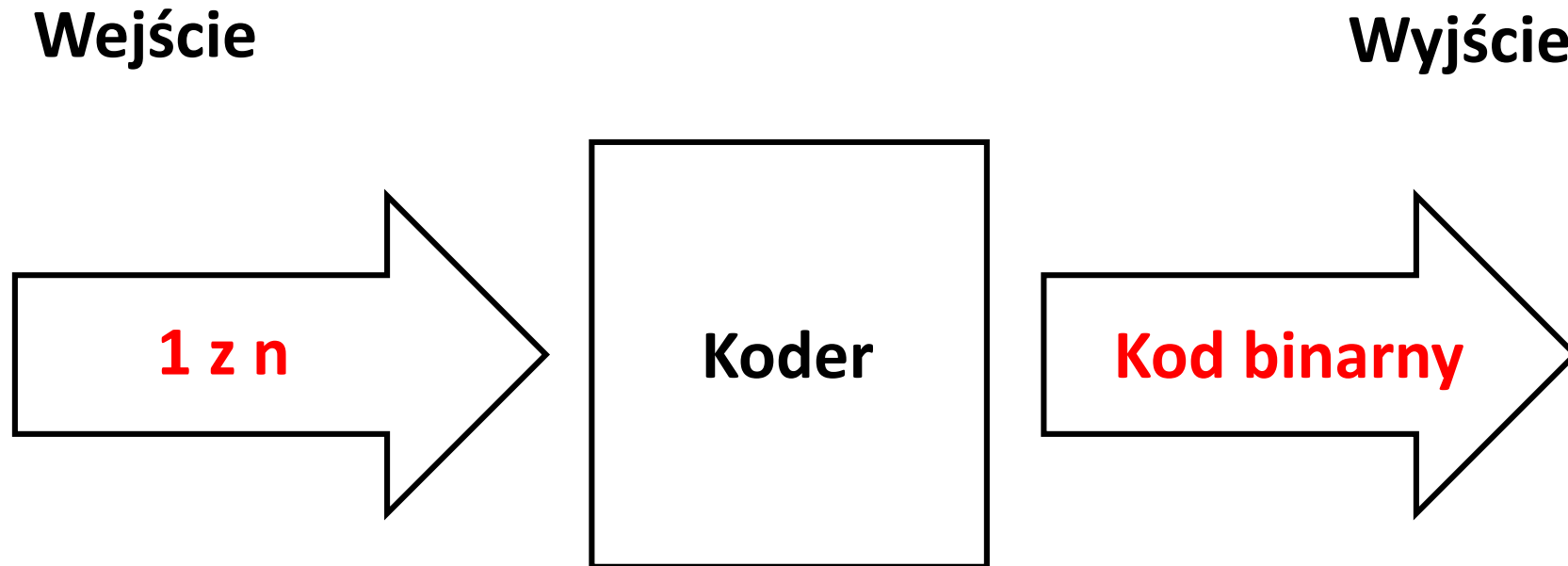
56 → 0101 0110

80 → 1000 0000

412 → 0100 0001 0010

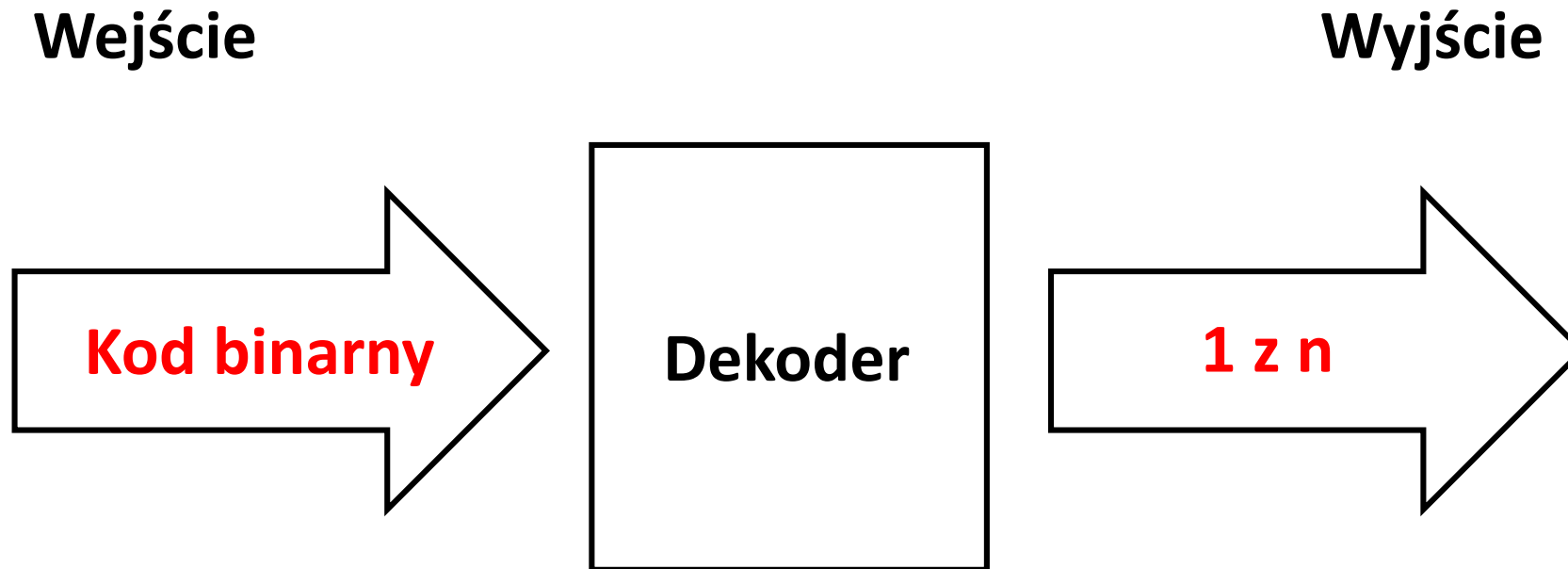
Koder

Koder - jest to cyfrowy układ kombinacyjny służący do przetwarzania kodu **1 z n** w określony dwójkowy **kod wyjściowy**.



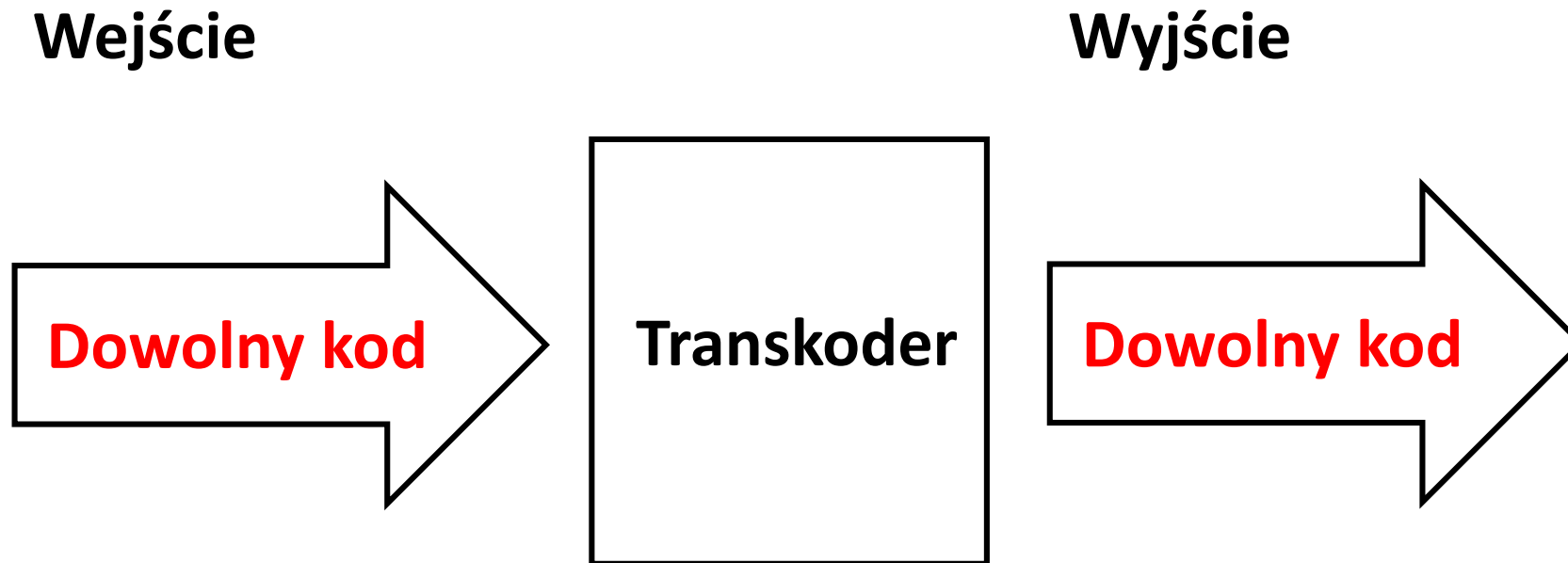
Dekoder

Dekoder - jest to cyfrowy układ kombinacyjny służący do przetwarzania **kodu dwójkowego** na wejściu na określony kod wyjściowy **1 z n**.



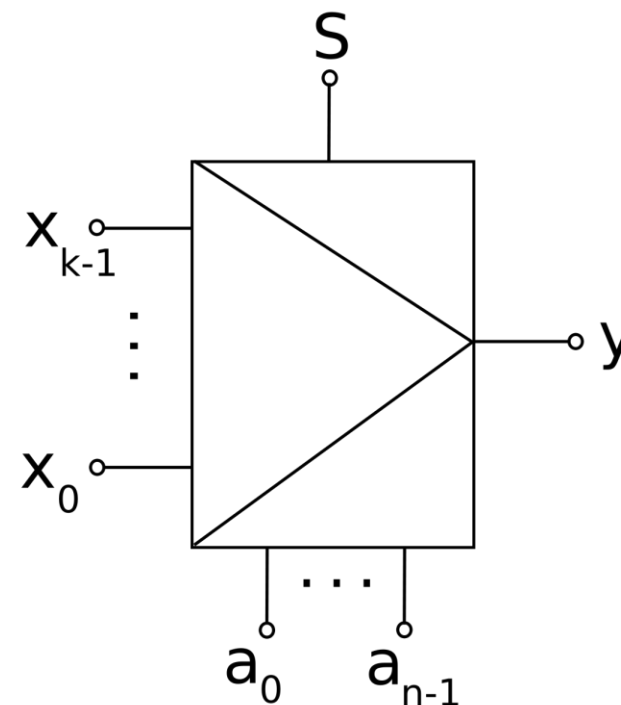
Transkoder

Transkoder - jest to cyfrowy układ kombinacyjny służący do przetwarzania **dowolnego kody cyfrowego** na inny **dowolny kod cyfrowy**.



Multiplekser

Multiplekser - jest to cyfrowy układ kombinacyjny służący do wyboru jednego z kilku dostępnych sygnałów wejściowych (x_1, x_2, \dots, x_{k-1}) i przekazanie go na wyjście (y). Numer wejścia, z którego jest podawany sygnał na wyjście, określany jest przez wejście adresowe (a). Wejście strobuujące (S) blokuje pracę multipleksera.



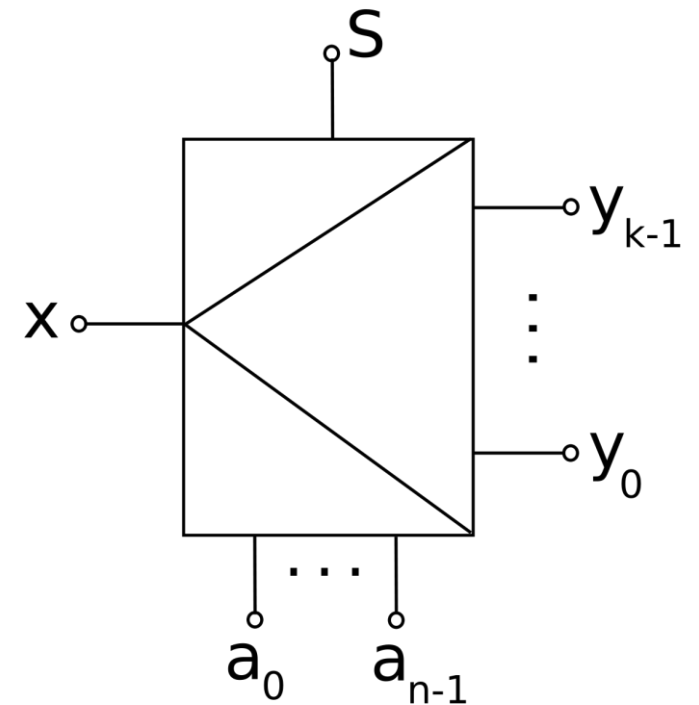
$$k = 2n$$

Demultiplekser

Demultiplekser - jest to cyfrowy układ kombinacyjny, którego działanie polega na przekazaniu sygnału z wejścia (x) na jedno z wielu wyjść (y_1, y_2, \dots, y_n).

Numer wyjścia, na które jest podawany sygnał z wejścia (x), określany jest przez wejście adresowe (a).

Wejście strobuujące (S) blokuje pracę multipleksera.



$$k = 2n$$

Przerzutnik

Przerzutnik - jest podstawowym **układem sekwencyjnym**, używanym do zapamiętywania danych. Można w nim zapisać **jeden bit danych**.

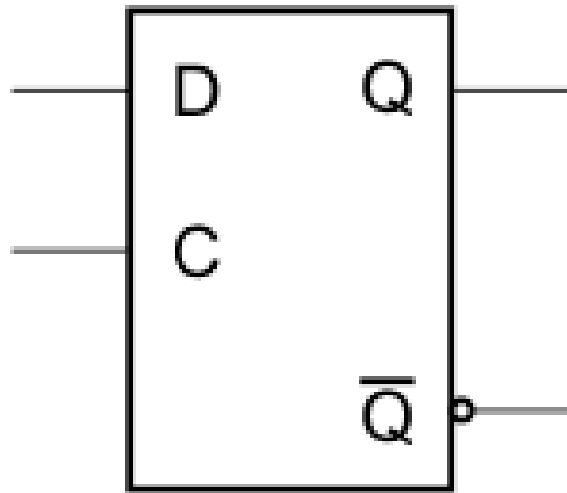
Sygnal na wyjściu przerzutnika zależy od stanu na jego wejściach i od jego stanu wewnętrznego (poprzedniego).

Rodzaje przerzutników:

- **asynchroniczne** - w których zmiana stanu wejść może spowodować natychmiastową zmianę wyjść
- **synchroniczne** - stan wyjść może się zmienić wyłącznie w określonych chwilach

Przerzutnik D (synchroniczny)

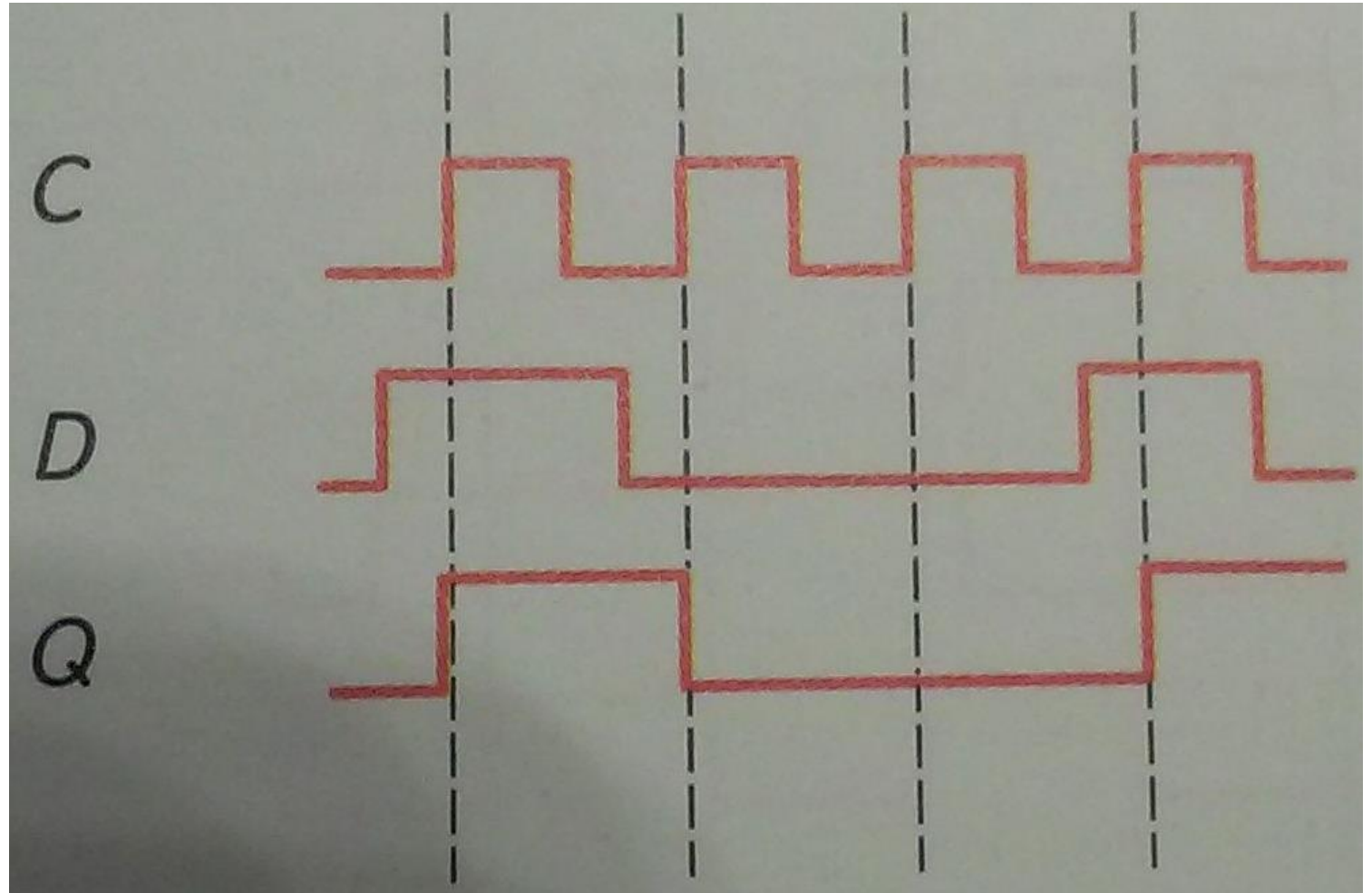
Przerzutnik D posiada wejście danych D (ang. data, delay), wejście zegarowe C (ang. clock - zegar) oraz dwa komplementarne wyjścia: Q i zanegowane Q.



D	Q_{n+1}
0	0
1	1

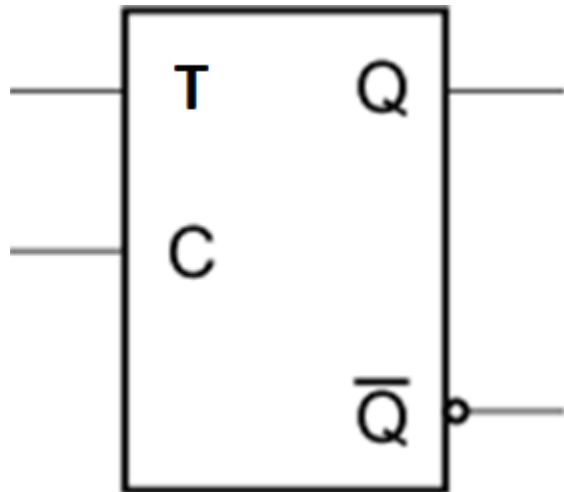
Przerzutnik D - przebieg czasowy

D	Q_{n+1}
0	0
1	1



Przerzutnik T (synchroniczny)

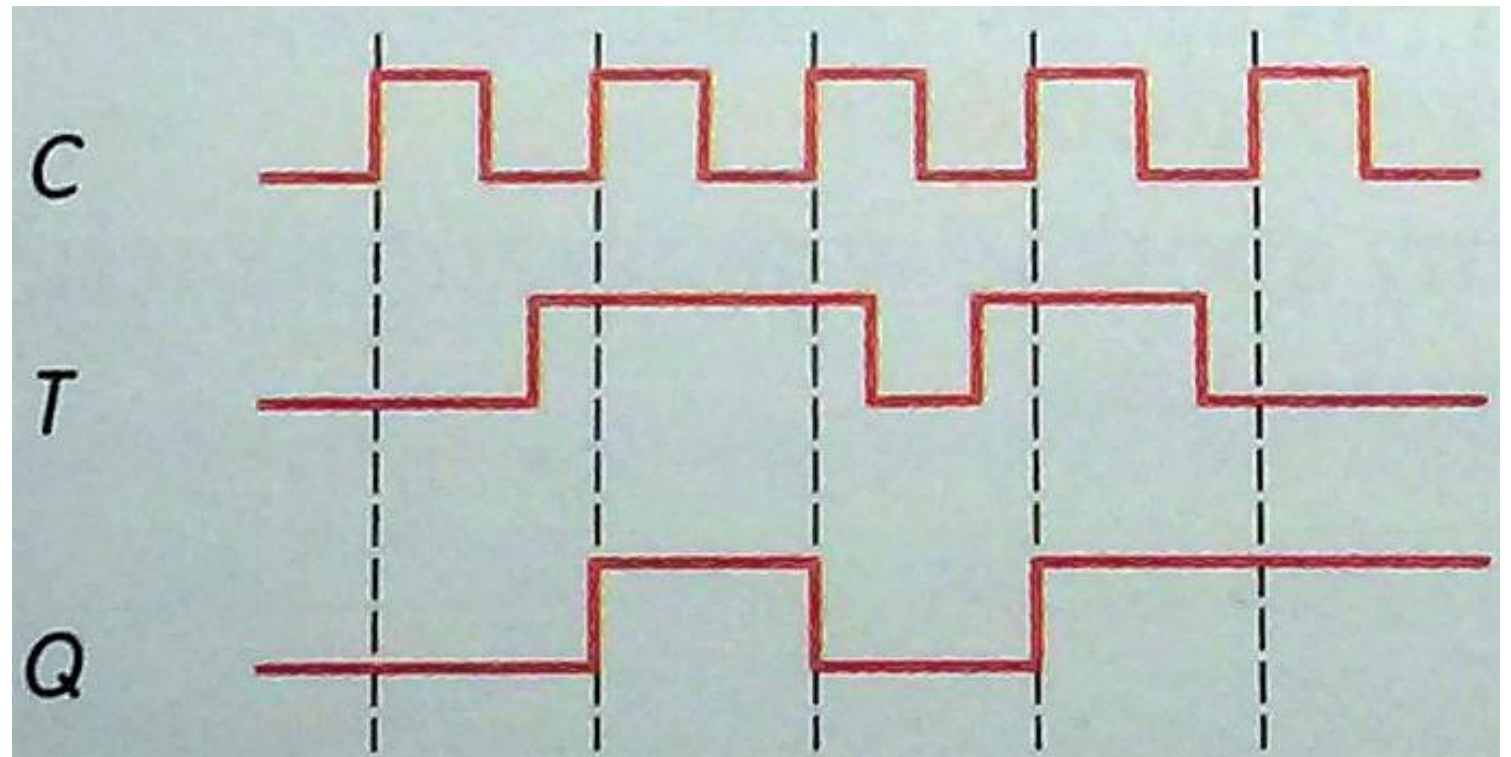
Przerzutnik T ma jedno wejście informacyjne T (ang. toggle), wejście zegarowe C oraz dwa wyjścia: Q i zanegowane Q.



T	Q_{n+1}
0	Q_n
1	$\overline{Q_n}$

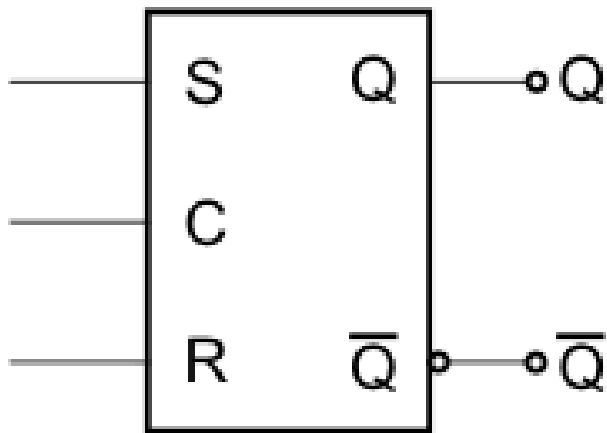
Przerzutnik T - przebieg czasowy

T	Q_{n+1}
0	Q_n
1	$\overline{Q_n}$

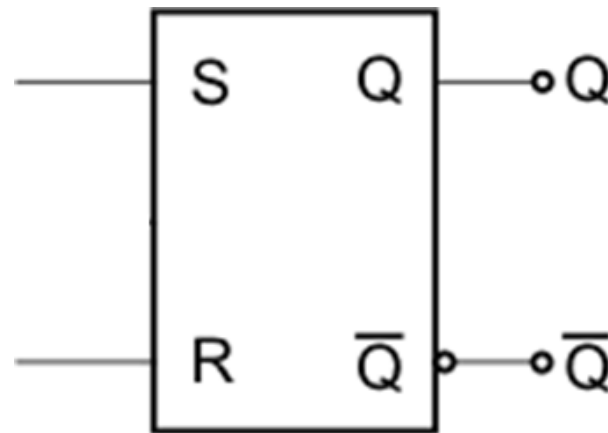


Przerzutnik RS (synchroniczny i asynchroniczny)

Przerzutnik RS ma dwa wejścia informacyjne S (ang. set) i R (ang. reset), wejście zegarowe C (typ synchroniczny) oraz dwa wyjścia: Q i zanegowane Q.



Synchroniczny

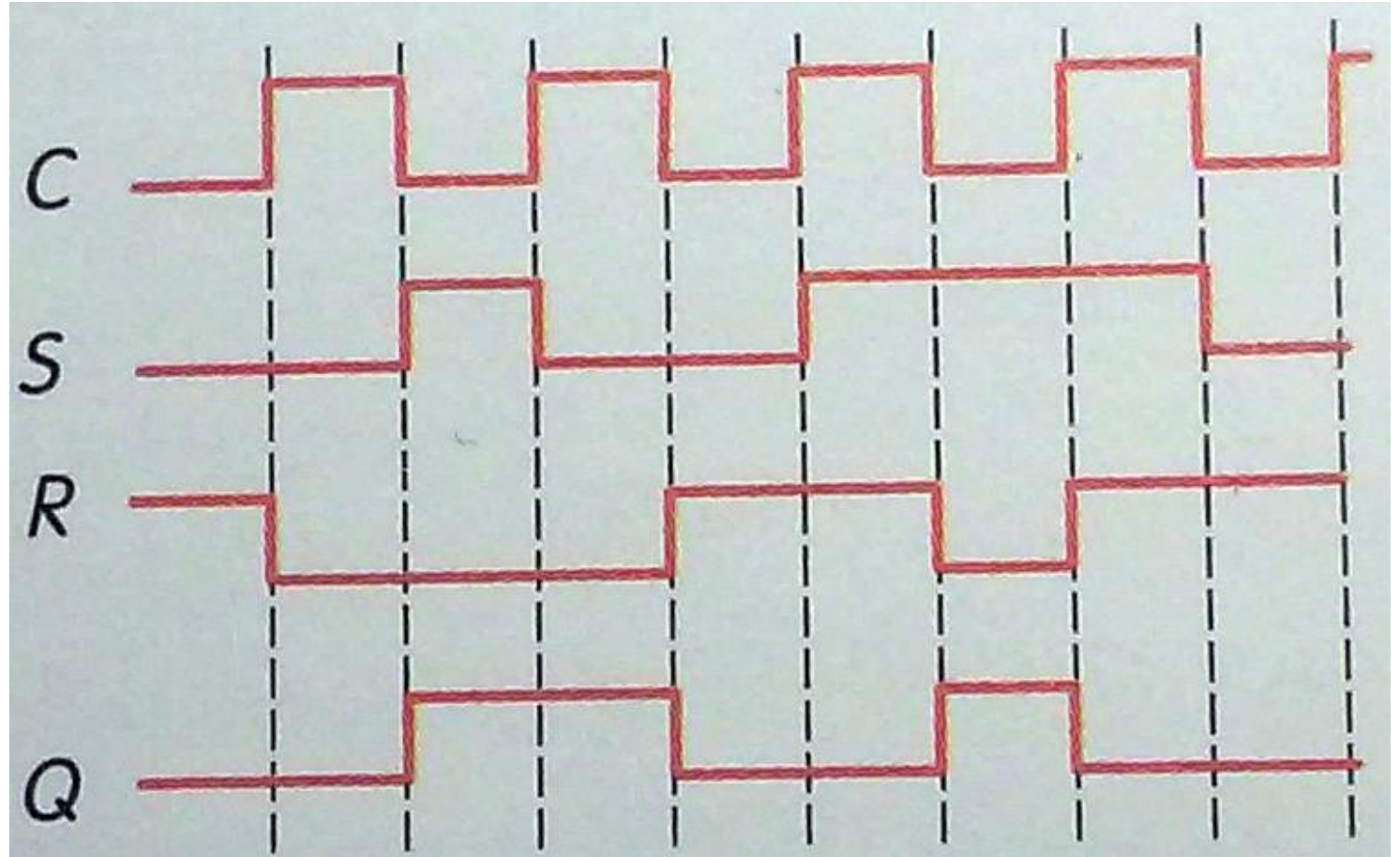


Asynchroniczny

S	R	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	X

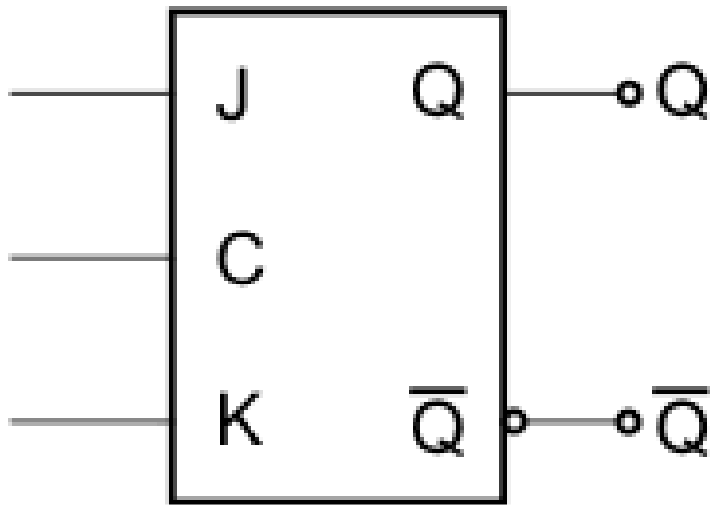
Przerzutnik RS - przebieg czasowy

S	R	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	X



Przerzutnik JK (synchroniczny)

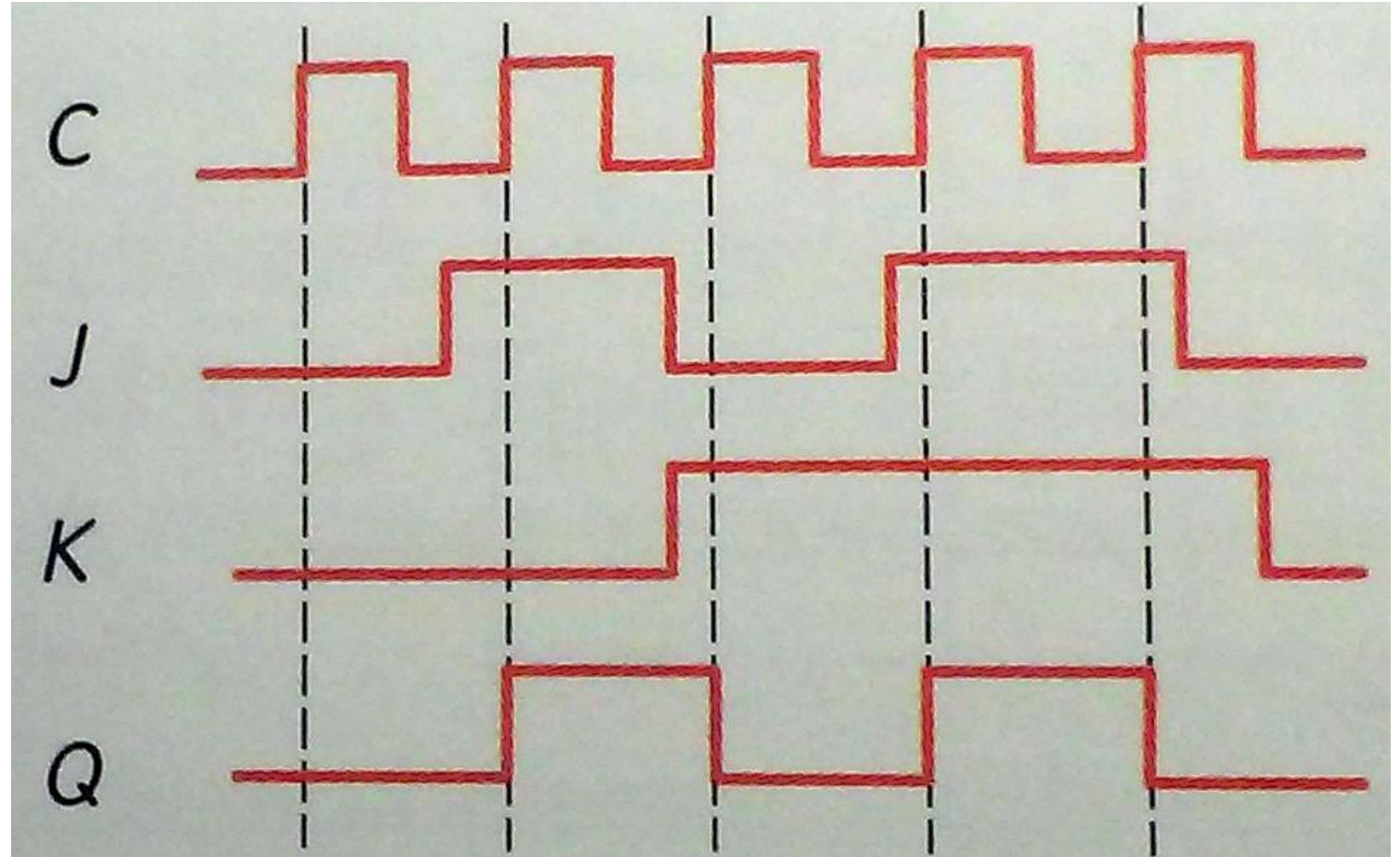
Przerzutnik JK ma dwa wejścia informacyjne J (set) i K (reset), wejście zegarowe C oraz dwa wyjścia: Q i zanegowane Q.



J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$

Przerzutnik JK - przebieg czasowy

J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$



Liczniki

Licznik - to układ sekwencyjny zliczający liczbę impulsów wejściowych zbudowany z przerzutników symetrycznych.

Każdy licznik ma określoną **pojemność N** (może zliczyć określoną liczbę impulsów). Pojemność zależy do liczby przerzutników **n** wchodzących w skład licznika i wynosi **$N = 2^n$**

Rejestry

Rejestr - to układ sekwencyjny zbudowany z przerzutników (najczęściej typu D) służący do przechowywania danych.

Rejestry dzielimy ze względu na sposób zapisu i odczytu danych na:

- szeregowo
- równoległe
- równoległo-szeregowo
- szeregowo-równoległe

Parametry charakterystyczne dla rejestrów to: długość, pojemność, szybkość.

Rodzaje rejestrów

Rejestr szeregowy - informacja wpisywana jest do rejestru szeregowo (tzn. bit po bicie) i szeregowo z niego wyprowadzana. Rejestr szeregowy ma jedno wejście i jedno wyjście.

Rejestr równoległy - informacja wpisywana jest równoległe (tzn. całe słowo wejściowe jest zapisane jednocześnie) i wyprowadzana równoległe.

Rejestr równoległo-szeregowy - informacja wpisywana jest równoległe, a wyprowadzana szeregowo.

Rejestr szeregowo-równoległy - informacja wpisywana jest szeregowo, a wyprowadzana równoległe.