

Przerzutniki

Technika cyfrowa

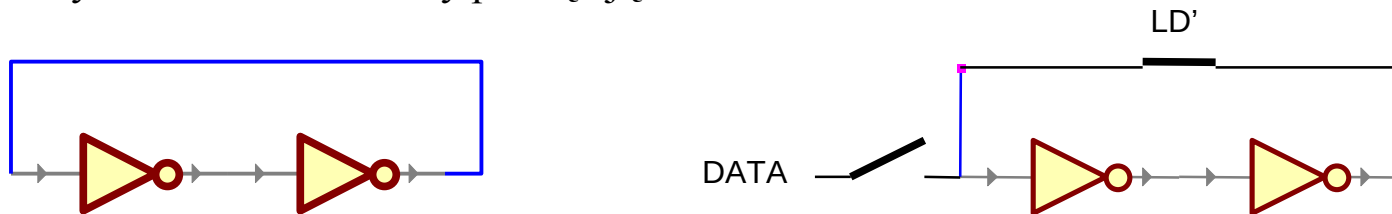
Zagadnienia

- Informacje podstawowe
- Parametry przerzutników
- Przerzutnik RS
- Przerzutnik D
- Przerzutnik T
- Przerzutnik JK
- Przerzutnik JK-MS
- Dwójka licząca
- Konwersja przerzutników
- Przerzutniki asynchroniczne

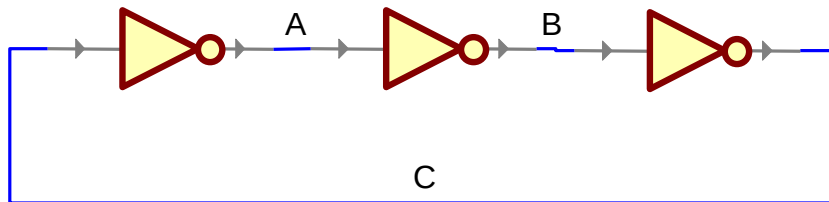
Układy sekwencyjne

Układy sekwencyjne to takie układy, w których niektóre wejścia są sterowane przez wyjścia układu (zawierają sprzężenie zwrotne). Układy sekwencyjne muszą zawierać elementy pamiętające stan w jakim znajduje się układ

Przykład. Proste elementy pamiętające

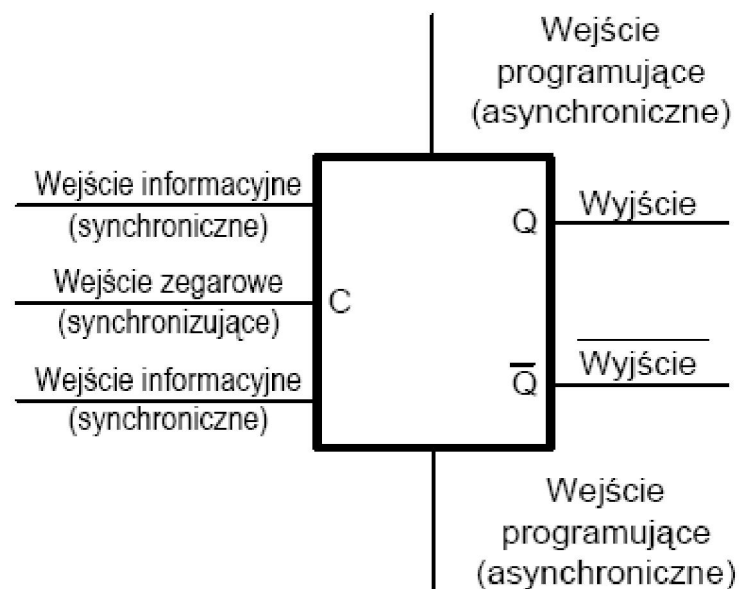


Cwiczenie. Rozważyć przebiegi sygnałów w układzie przedstawionym poniżej.



Sprzężenie zwrotne może prowadzić do sytuacji w której układ nie znajduje się w stabilnym stanie.

Symbol graficzny przerzutnika



Symbol wejścia	Określenie wejścia
	wejście statyczne z aktywnym stanem 1
	wejście statyczne z aktywnym stanem 0
	wejście dynamiczne z aktywną zmianą stanu 0 na 1
	wejście dynamiczne z aktywną zmianą stanu 1 na 0

Specjalne wejścia przerzutników

- EN (*enable*), G (*gate*) , STB (*strobe*), LE (*latch enable*) – wejście bramkujące przerzutnik
- CE (*clock enable*) – wejście blokujące sygnał zegarowy
- PRE (*preset*), AS (*asynchronous set*) – asynchroniczne wejście ustawiające przerzutnik
- CLR (*clear*), AR (*asynchronous reset*) – asynchroniczne wejście kasujące przerzutnik
- S (*set*), SET, SS (*synchronous set*) – synchroniczne wejście ustawiające przerzutnik
- R (*reset*), RES, SR (*synchronous reset*) – synchroniczne wejście kasujące przerzutnik
- OE (*output enable*) – wejście blokujące wyjście przerzutnika

Sposoby opisywania przerzutników

Tabela prawdy

Wejścia	Wyjścia

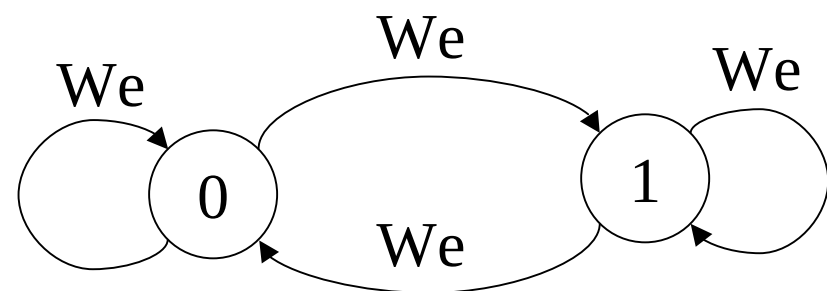
Tabela przejść

Wejścia	Poprzedni stan	Wyjścia	
	wyśc		Wyjścia

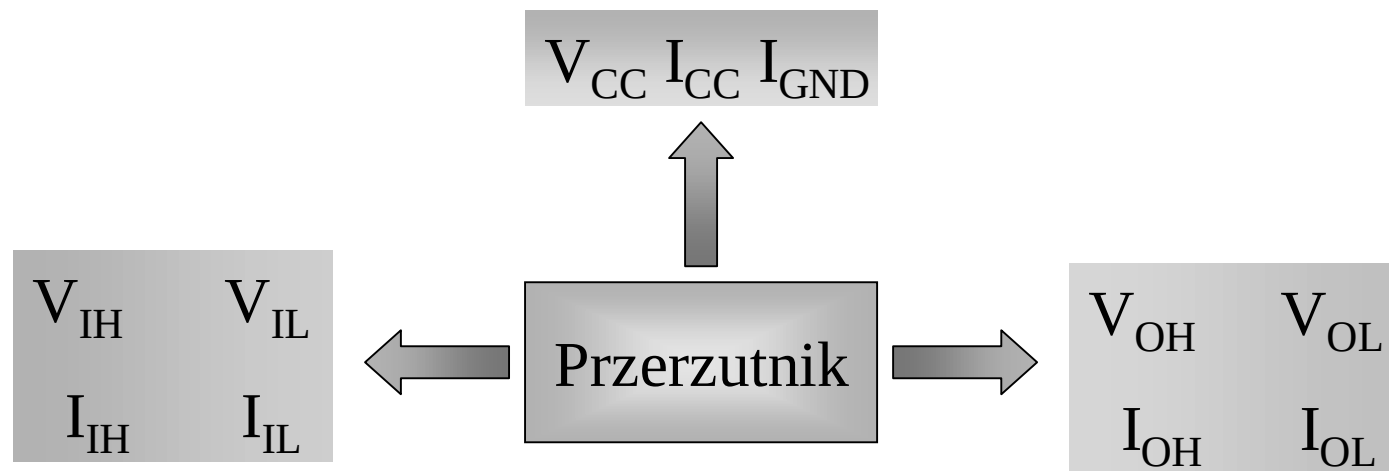
Tabela wzbudzeń

Wyjścia (t-1) (t)	Wejścia

Graf

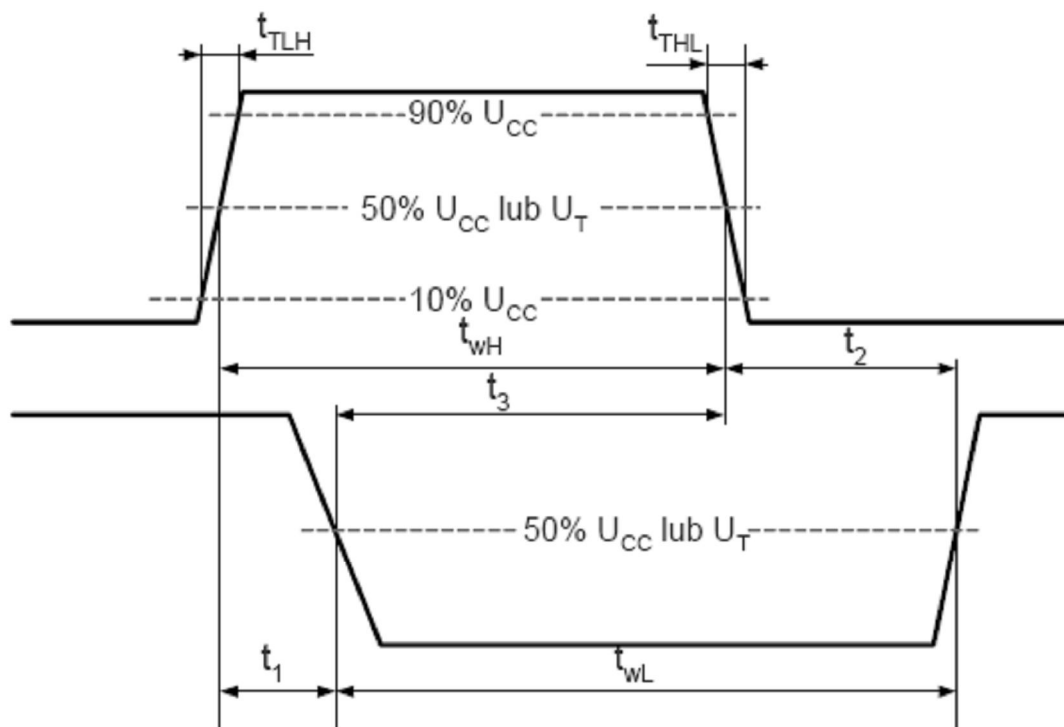


Parametry statyczne przerzutników



Parametry dynamiczne przerzutników

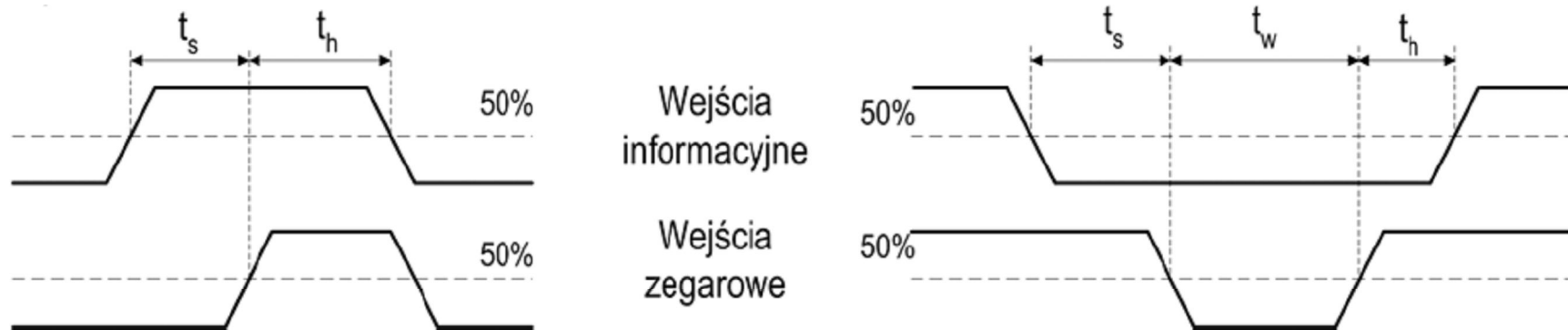
Zasady definiowania parametrów dynamicznych



- t_w – minimalny czas trwania aktywnego poziomu sygnału
- t_{wL}, t_{wH} – minimalne czasy trwania poziomu poprzedzającego lub następującego po zboczu sygnału
- t_{TLH}, t_{THL} – czas trwania aktywnego zbocza (narastającego lub opadającego)

Parametry dynamiczne przerzutników

- t_s (t_{sL} , t_{sH}) – czas ustalenia (wyprzedzenia)
- t_h (t_{tL} , t_{tH}) – czas utrzymania (podtrzymania)

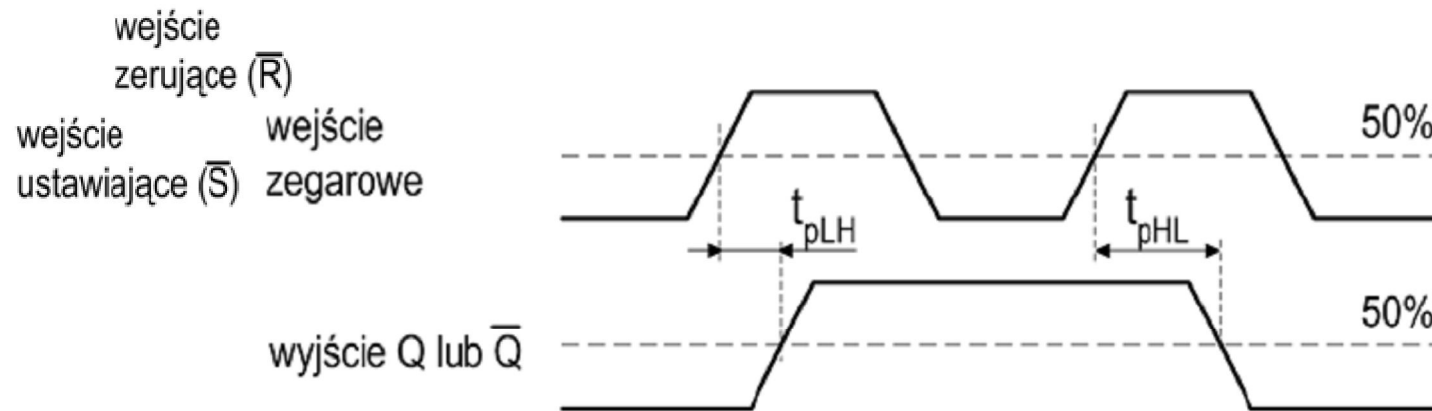


- $f_{\max}$ – maksymalna częstotliwość przebiegu zegarowego
- t_m – czas martwy

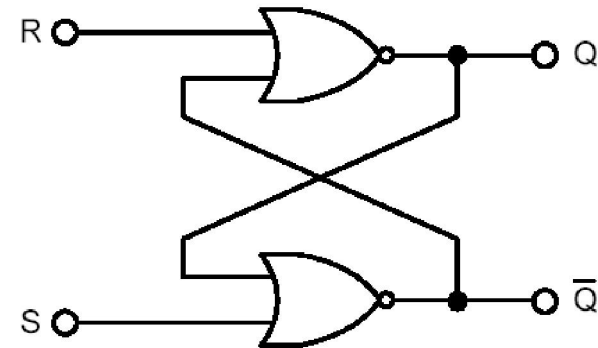
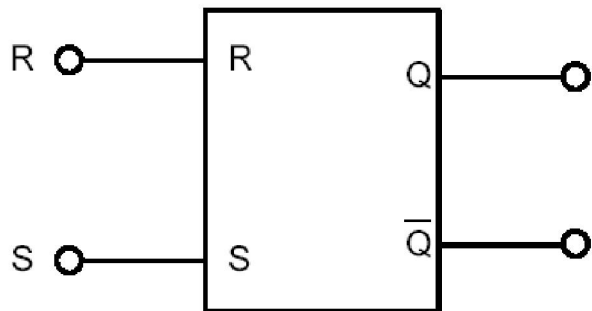
Parametry dynamiczne przerzutników

- t_{pLH} , t_{pHL} – czasy propagacji od wejścia zegarowego lub wejść programujących

$$t_p = (t_{pLH} + t_{pHL})/2$$



Przerzutnik RS



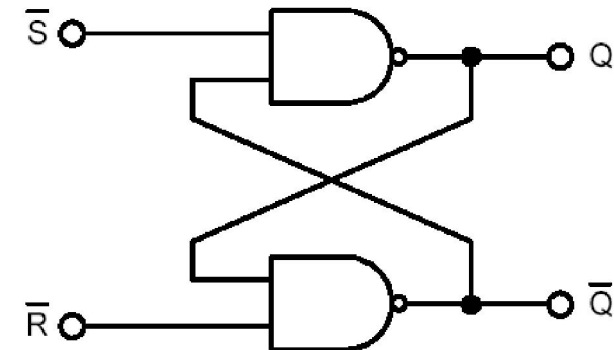
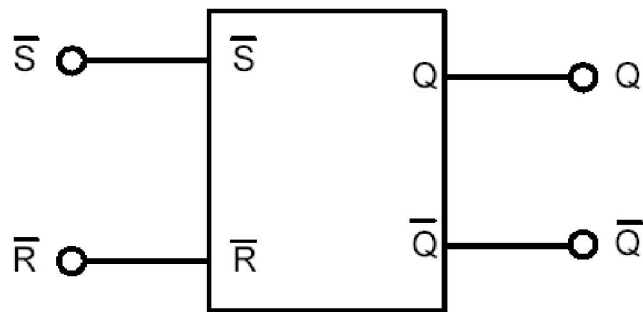
S	R	Q_n	$\bar{Q}_n$
0	0	Q_{n-1}	$\bar{Q}_{n-1}$
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

$$S \cdot R = 0$$

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	S	R
$0 \rightarrow 0$	0	X
$0 \rightarrow 1$	1	0
$1 \rightarrow 0$	0	1
$1 \rightarrow 1$	X	0

SR \ Q	00	01	11	10
0	0	0	-	1
1	1	0	-	1

Przerzutnik RS



$\bar{S}$	$\bar{R}$	Q_n	$\bar{Q}_n$
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Q_{n-1}	$\bar{Q}_{n-1}$

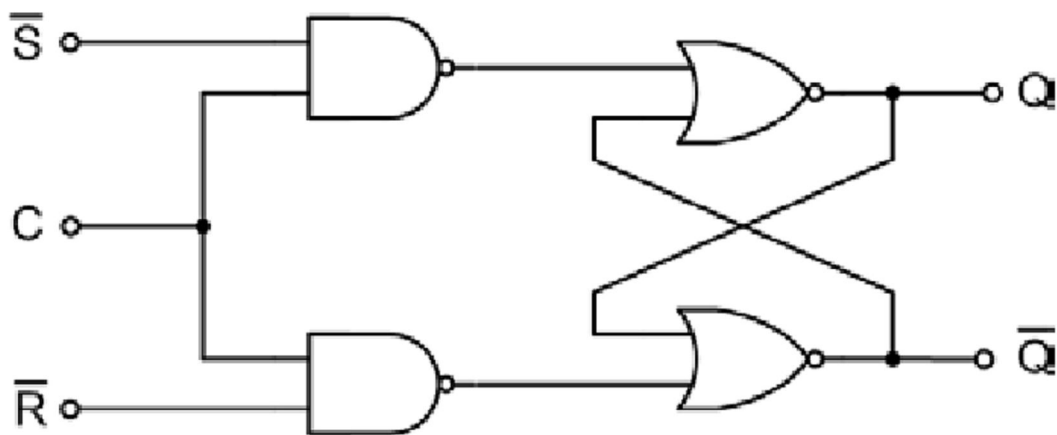
$$\bar{S}\bar{R} = 1$$

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	$\bar{S}$	$\bar{R}$
$0 \rightarrow 0$	1	X
$0 \rightarrow 1$	0	1
$1 \rightarrow 0$	1	0
$1 \rightarrow 1$	X	1

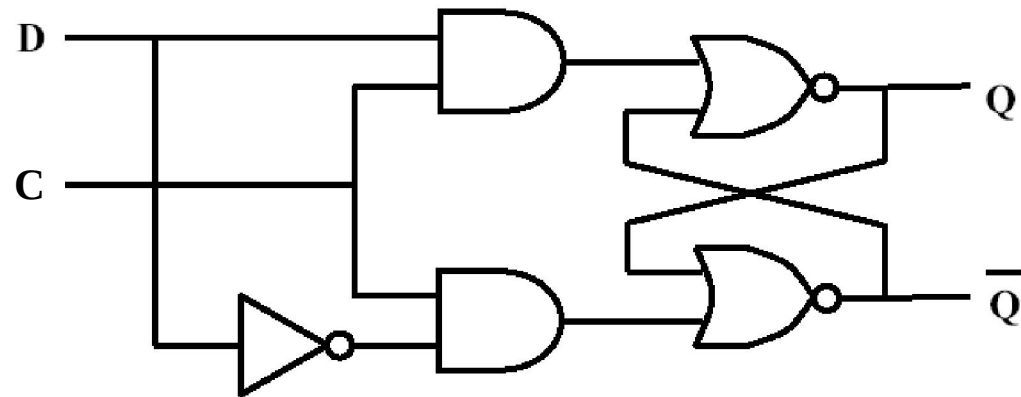
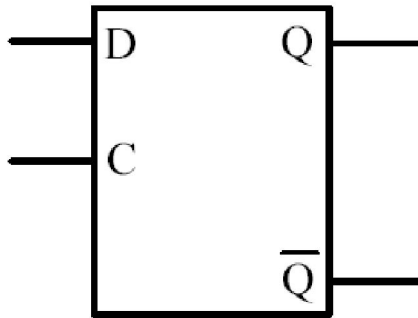
$\bar{S}\bar{R}$	00	01	11	10
0	-	1	0	0
1	-	1	1	0

Zatrząsk RS

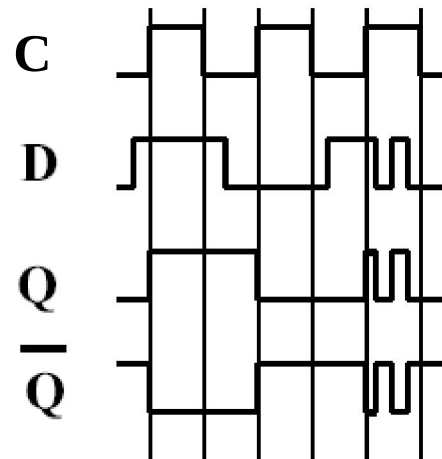
C	S	R	$Q(t+\delta)$
0	0	0	$Q(t)$
0	0	1	$Q(t)$
0	1	0	$Q(t)$
0	1	1	$Q(t)$
1	0	0	$Q(t)$
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



Zatrask D

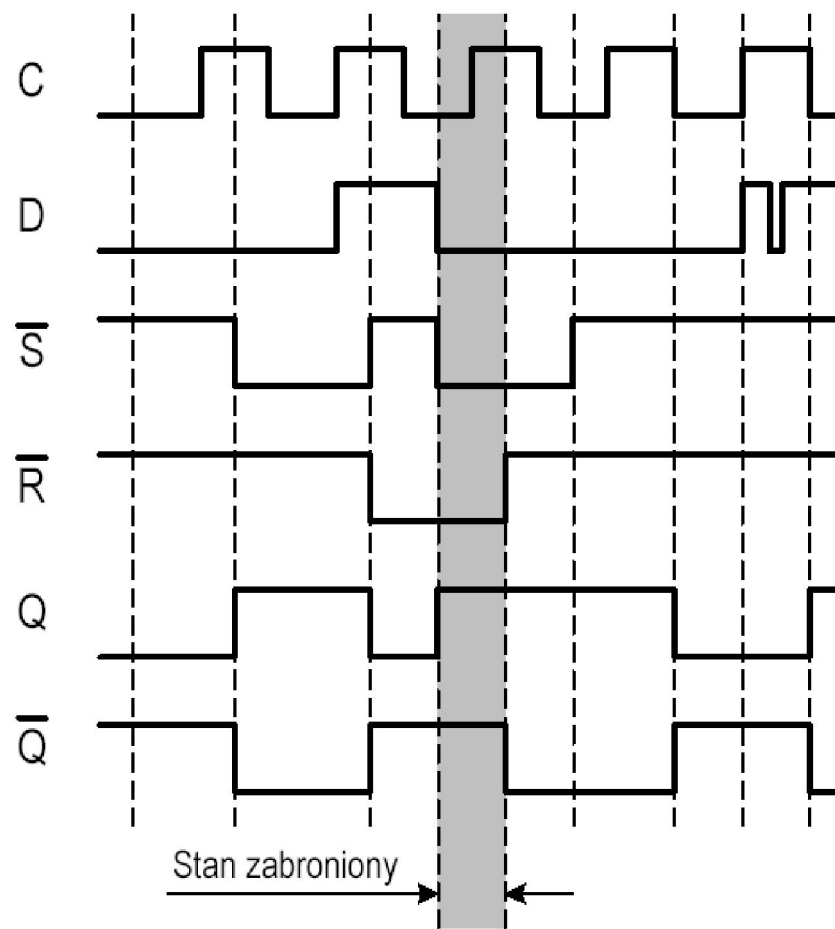
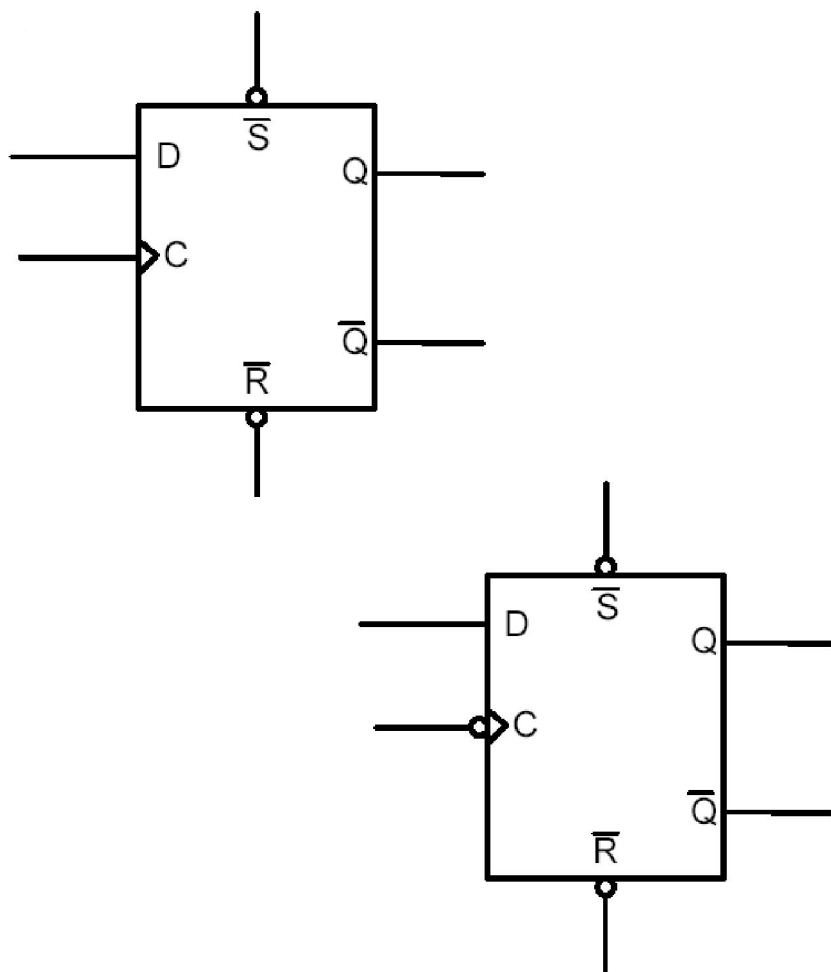


C	D	Q
0	0	Q_{n-1}
0	1	Q_{n-1}
1	0	0
1	1	1

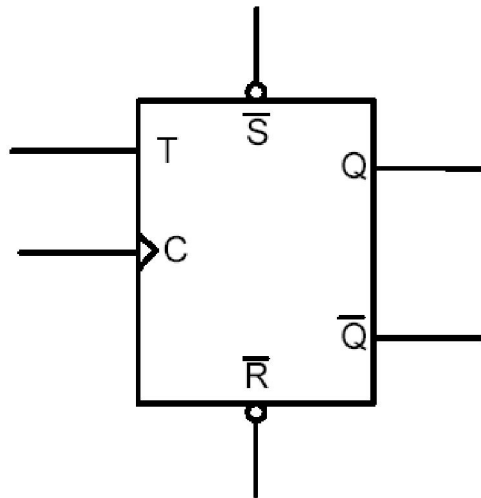


$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

Przerzutnik D

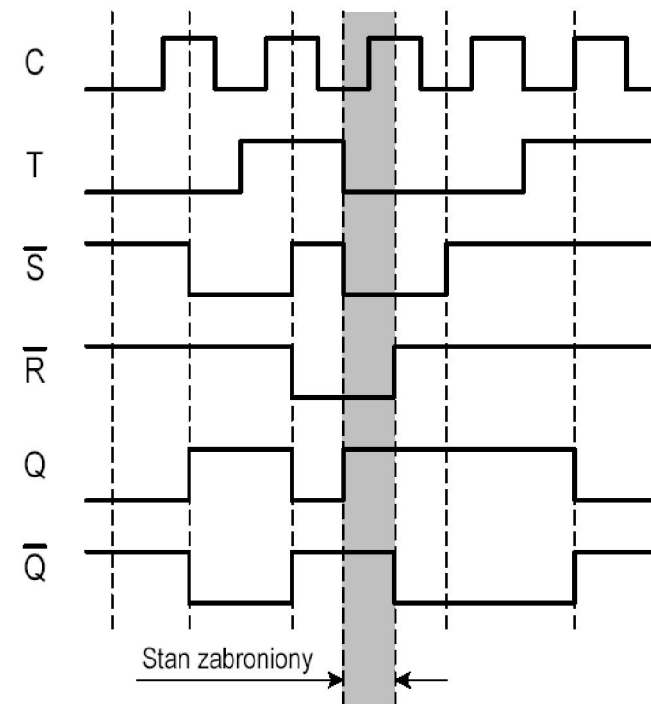


Przerzutnik T

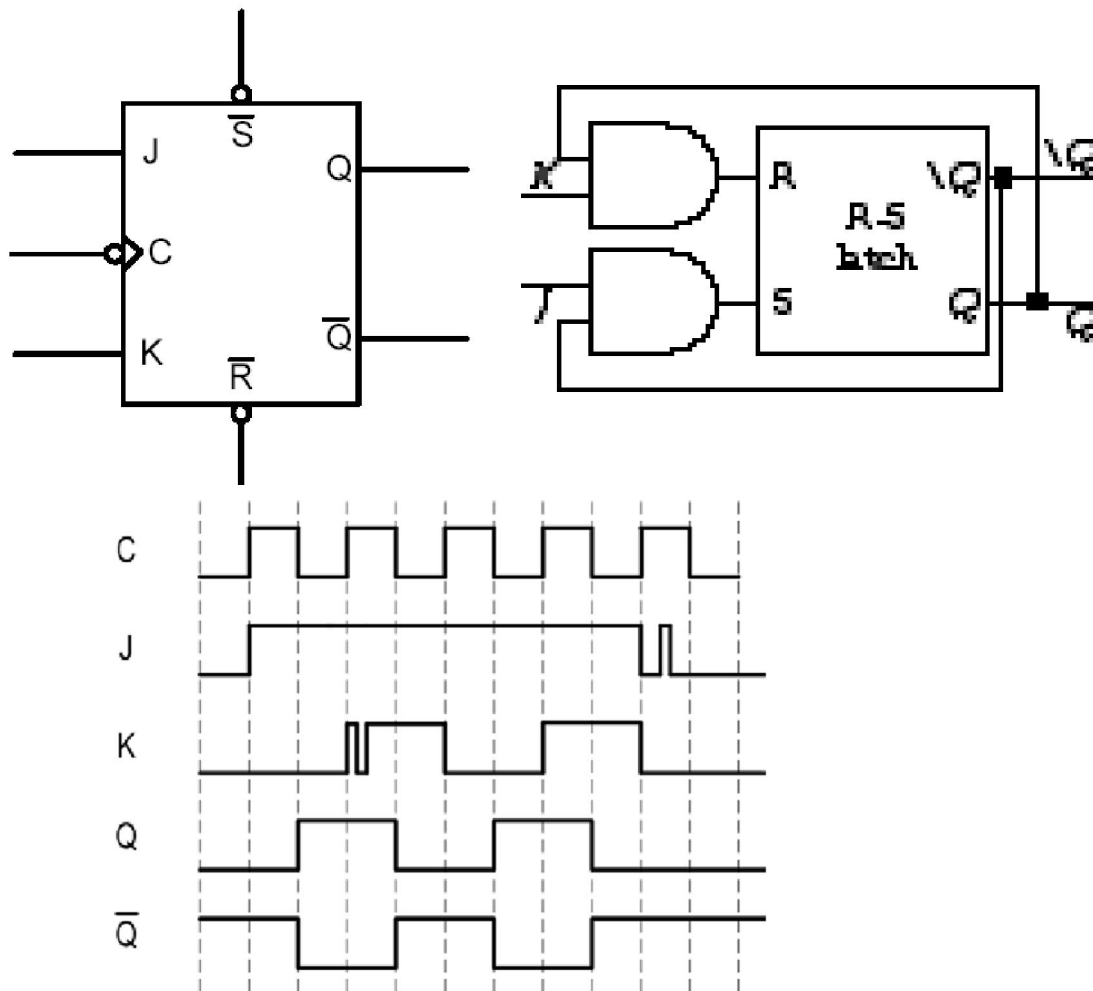


T	Q_n
0	Q_{n-1}
1	$\overline{Q}_{n-1}$

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	T
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	1
$1 \rightarrow 1$	0



Przerzutnik JK

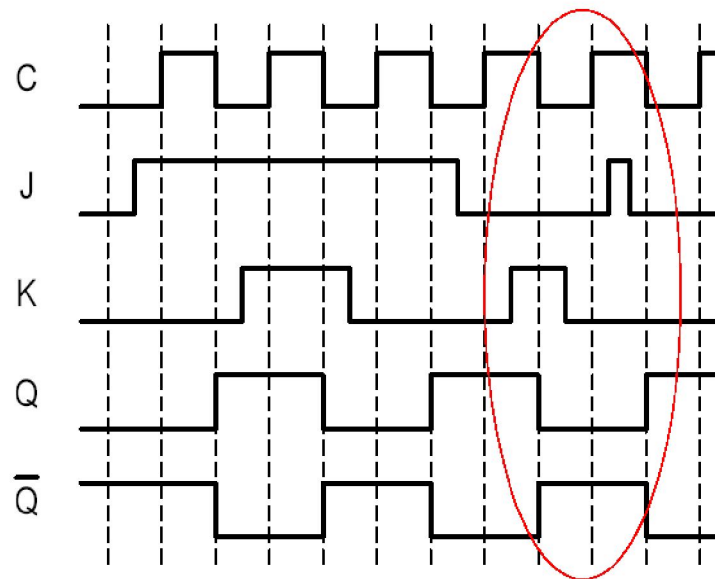
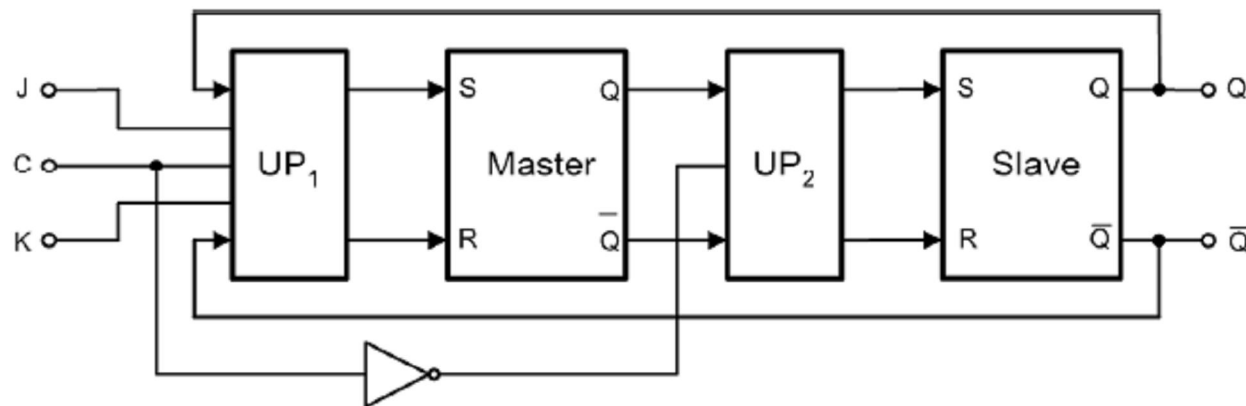


J	K	Q_n
0	0	Q_{n-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}_{n-1}$

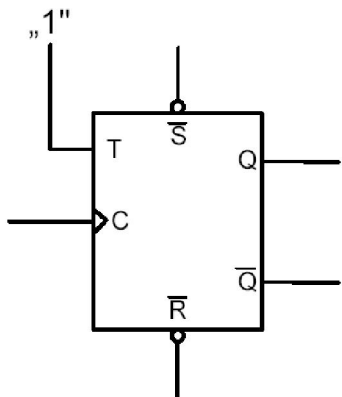
JK \ Q	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	0	0	1

$Q_{n-1} \rightarrow Q_n$	J	K
$0 \rightarrow 0$	0	X
$0 \rightarrow 1$	1	X
$1 \rightarrow 0$	X	1
$1 \rightarrow 1$	X	0

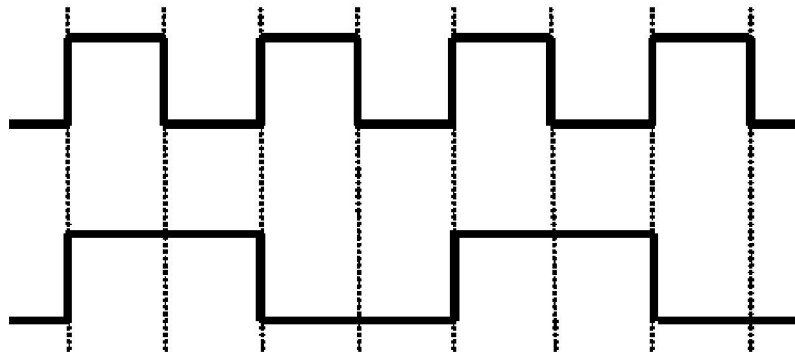
Przerzutnik JK-MS



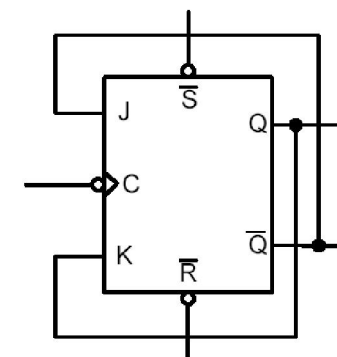
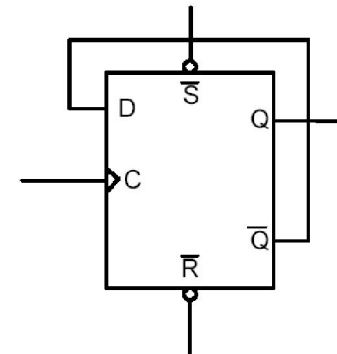
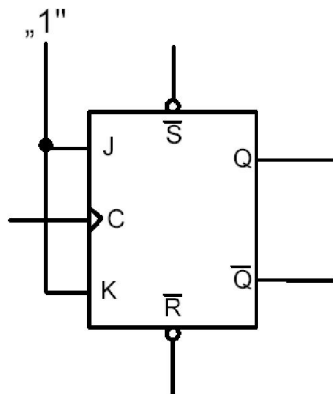
Dwójka licząca



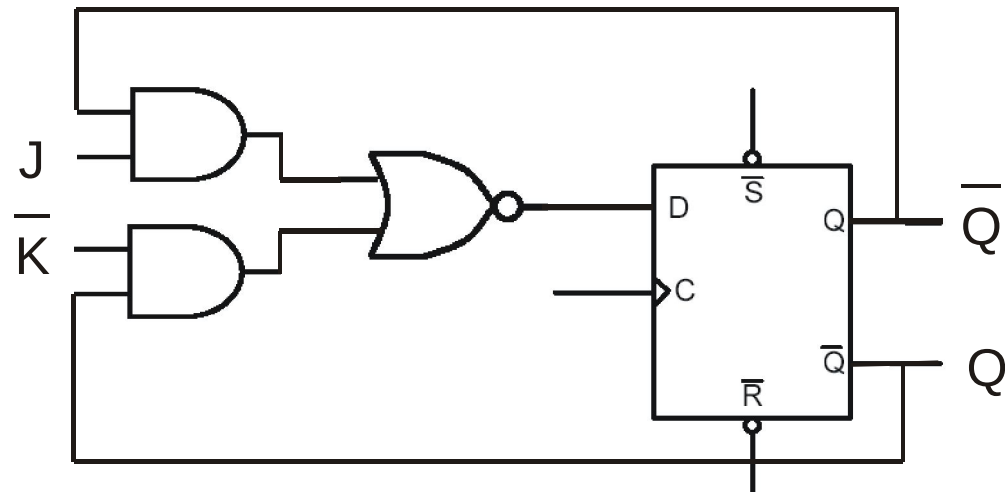
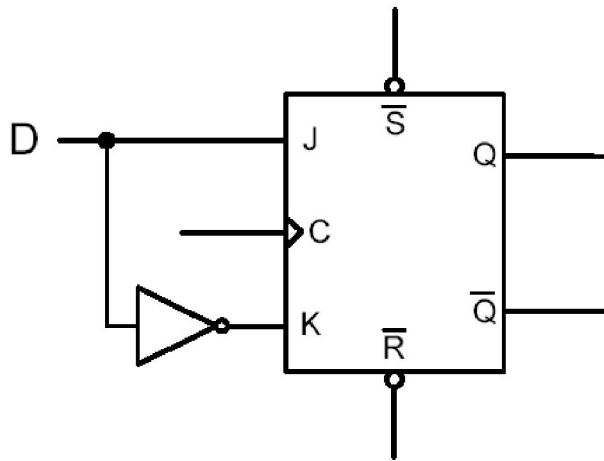
C



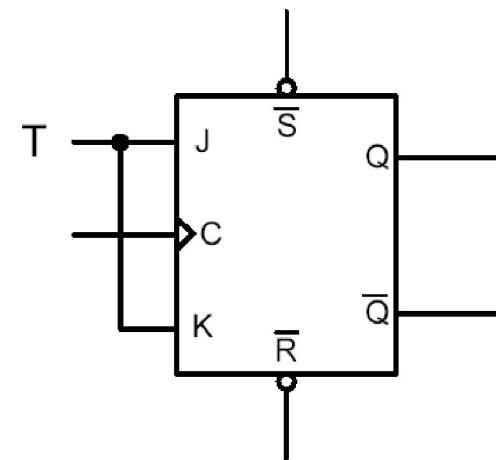
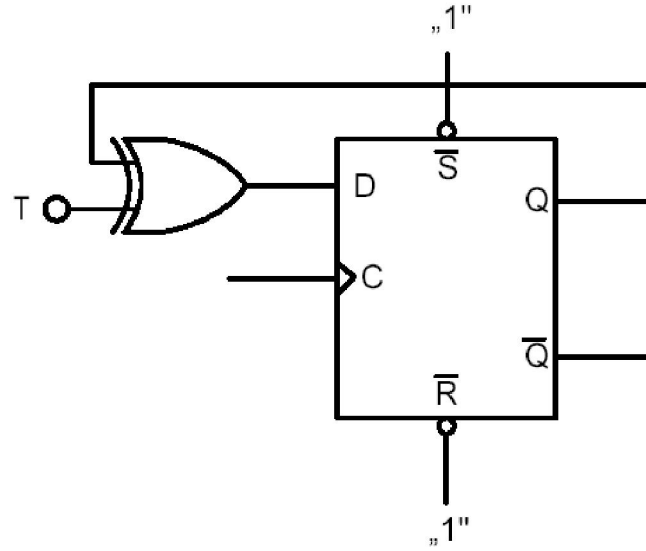
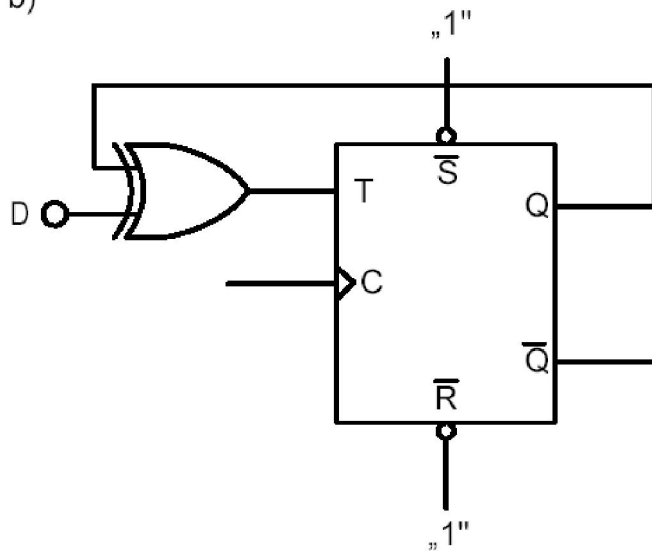
Q



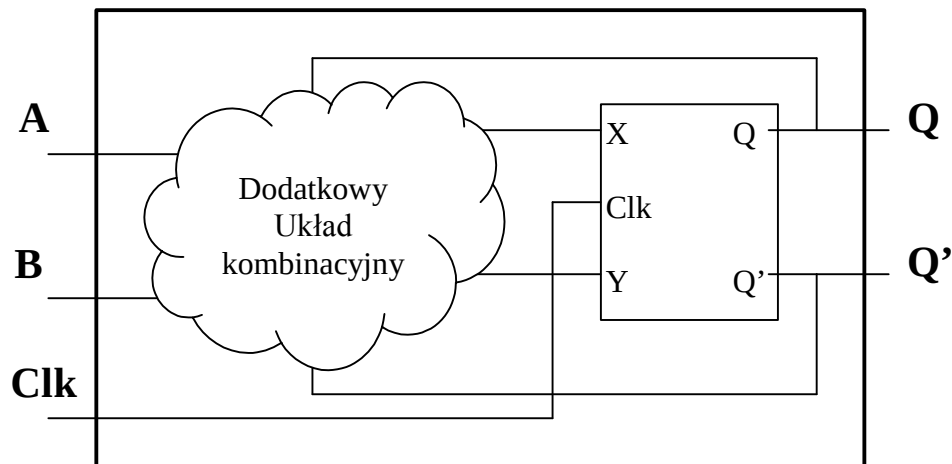
Konwersja przerzutników



b)



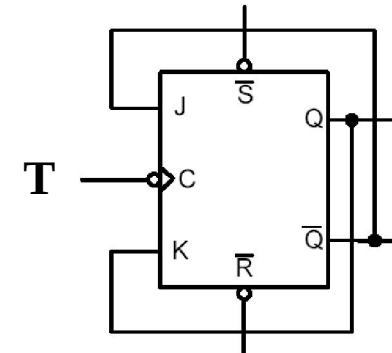
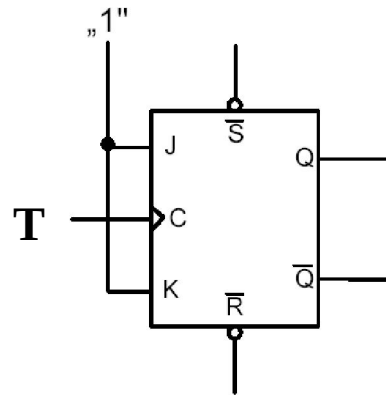
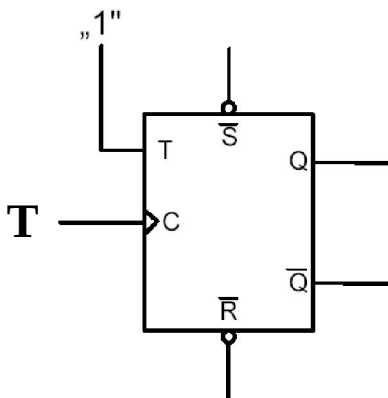
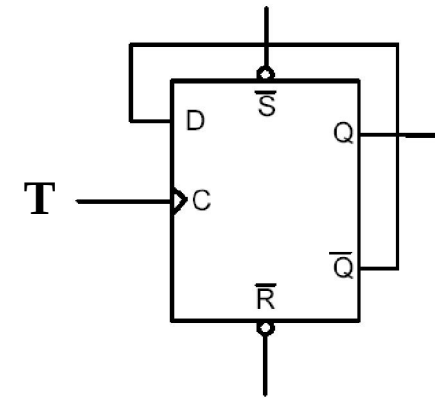
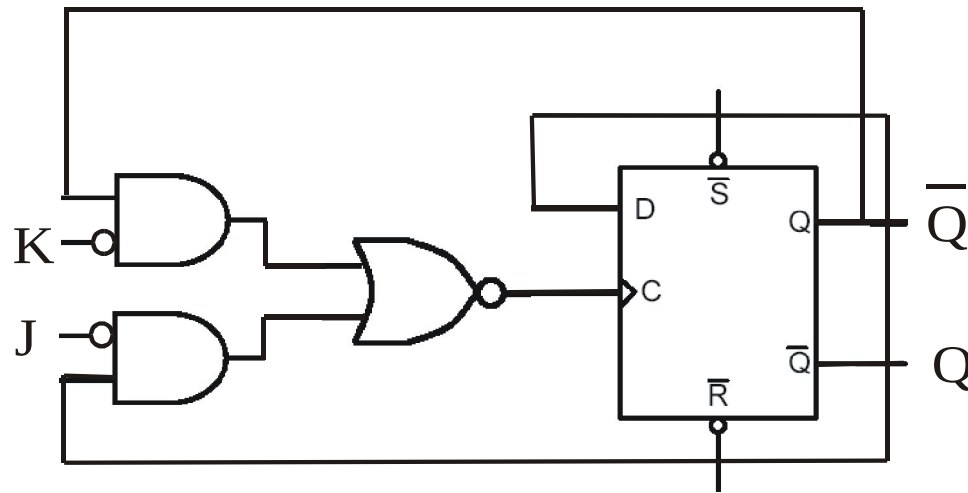
Przekształcanie przerzutników



Generalna zasada: Przekształcenie przerzutnika ZY na AB

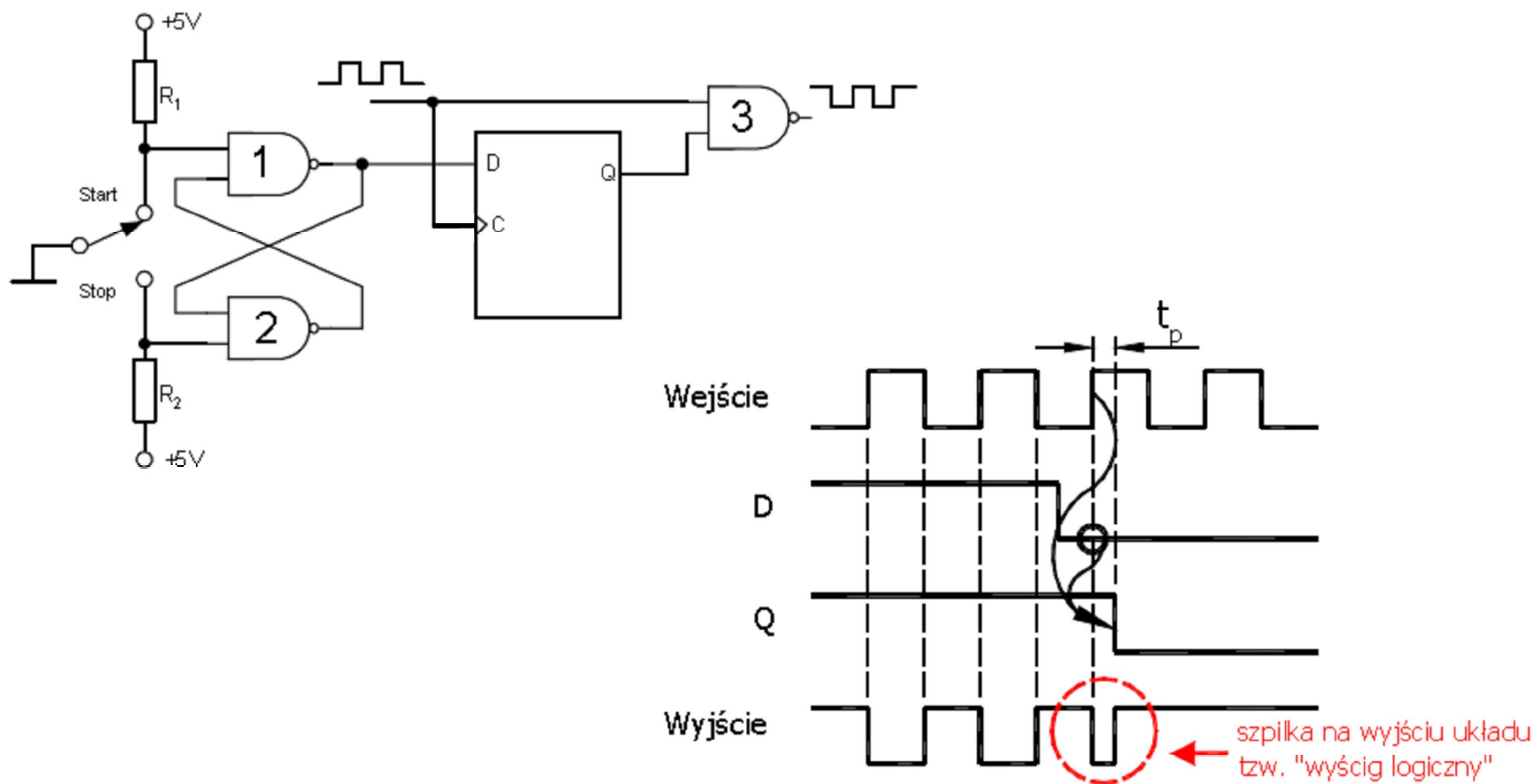
Ćwiczenie 1. Dokonać przekształcenia przerzutnika D na przerzutnik JK

Przerzutniki asynchroniczne



Problemy dynamiczne przerzutników

- wyścigi logiczne



Problemy dynamiczne przerzutników

- metastabilność

