

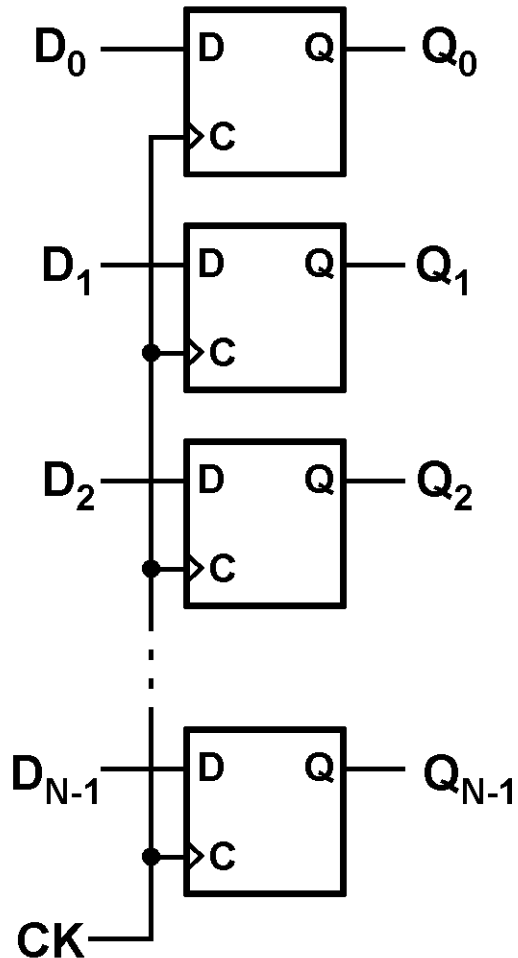
# **Podstawowe Bloki Synchroniczne**

- **Rejestry...**
- **Liczniki...**

# ***REJESTRY***

- **Rejestry stanowią proste bloki pamięciowe, służące do przechowywania danych zerojedynkowych.**
- **Zapis i odczyt danych może być szeregowy albo równoległy.**
- **Zwykle stanowią grupę przerzutników D.**
- **Kasowanie poprzez wpis 00...0.**

## Rejestr – typowy blok pamięciowy (*rejestr równoległy*)



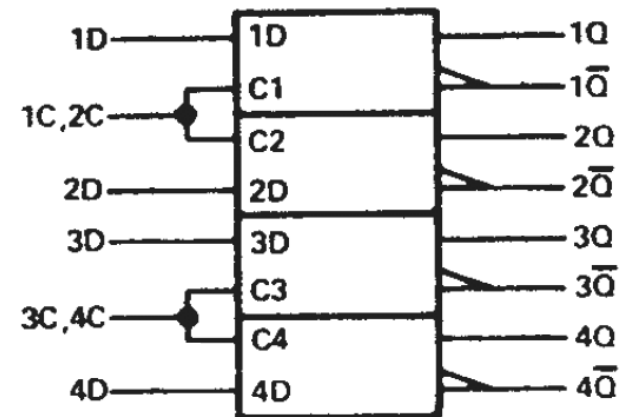
**N-bitowy rejestr z wpisem równoległym pod wpływem zbocza narastającego sygnału CK.**

**Zamiast przerzutników można zastosować bramkowane zatrzaski D, wówczas wpis jest wykonywany w czasie trwania aktywnego poziomu sygnału CK.**

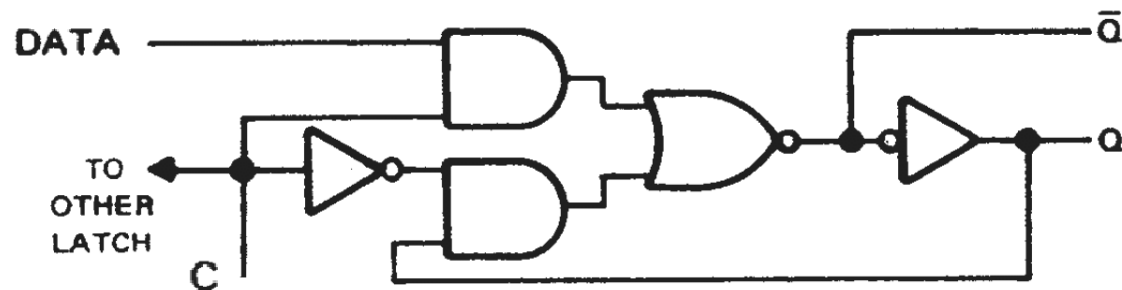
**Zwany również równoległo-równoległym.**

# 7475

Cztery zatrzaski typu D

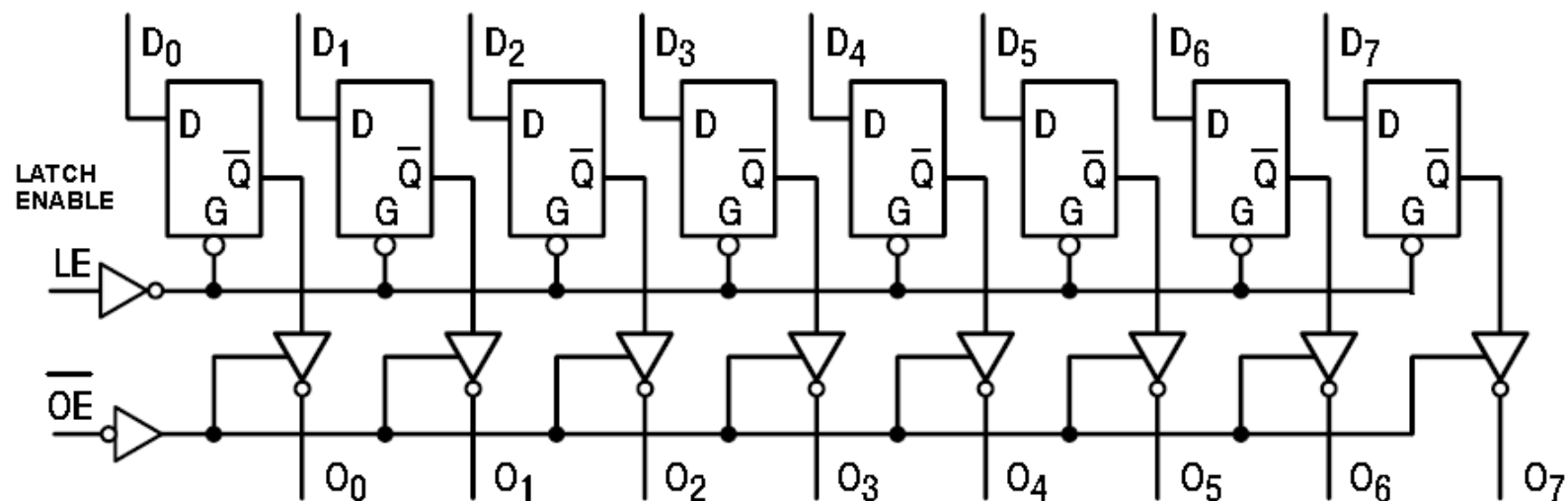


Pojedynczy zatrzask...



# 74373

## Ośiem zatrząsków typu D, z wyjściami trójstanowymi

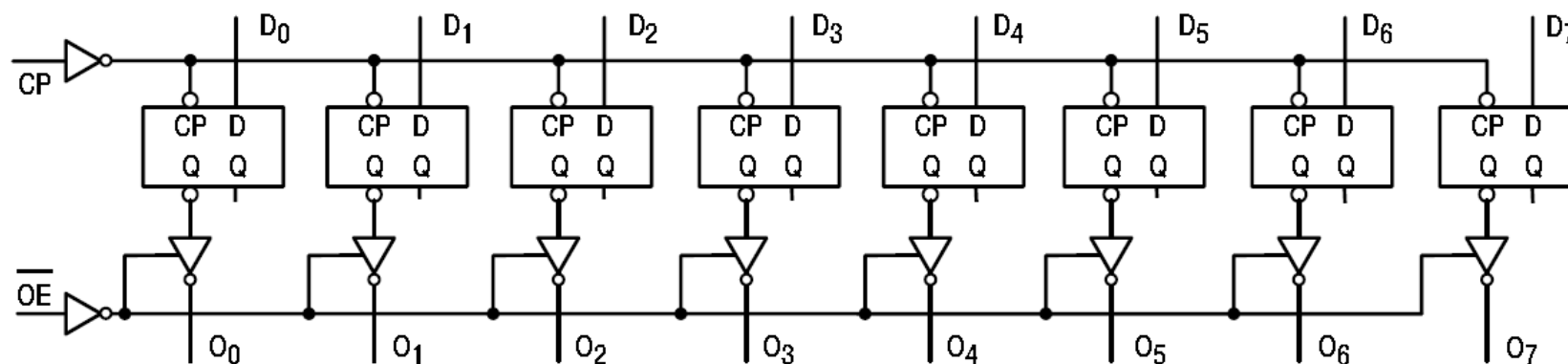


**LE – latch enable**

**OE – output enable**

# 74374


## Ośiem przerzutników typu D, z wyjściami trójstanowymi



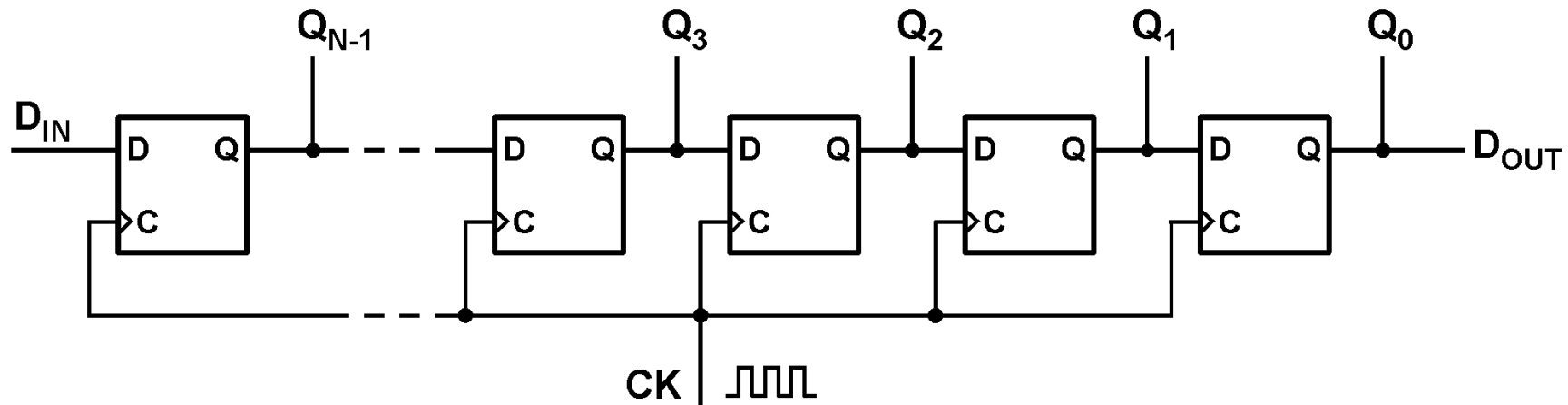
**CP** – clock pulse

**OE** – output enable

## Rejestr przesuwny ( w prawo )

<b>CK</b>	<b>D<sub>IN</sub></b> 	<b>Q<sub>7</sub>...Q<sub>0</sub></b>	
<b>0</b>	<b>—</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0 0</b>	<b>— stan początkowy rejestru</b>
<b>0/1</b>	<b>1</b>	<b>1 0 0 0 0 0 0 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>1</b>	<b>1 1 0 0 0 0 0 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>0</b>	<b>0 1 1 0 0 0 0 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>0</b>	<b>0 0 1 1 0 0 0 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>1</b>	<b>1 0 0 1 1 0 0 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>1</b>	<b>1 1 0 0 1 1 0 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>0</b>	<b>0 1 1 0 0 1 1 0</b>	
<b>0/1</b>	<b>0</b>	<b>0 0 1 1 0 0 1 1</b>	
<b>0/1</b>	<b>0</b>	<b>0 0 0 1 1 0 0 1</b>	
<b>0/1</b>	<b>0</b>	<b>0 0 0 0 1 1 0 0</b>	

## Rejestr przesuwny (w prawo)




**szeregowo–szeregowy – wejście  $D_{IN}$ , wyjście  $D_{OUT}$**

**szeregowo–równoległy – wejście  $D_{IN}$ , wyjścia  $Q_{N-1} \dots Q_0$**

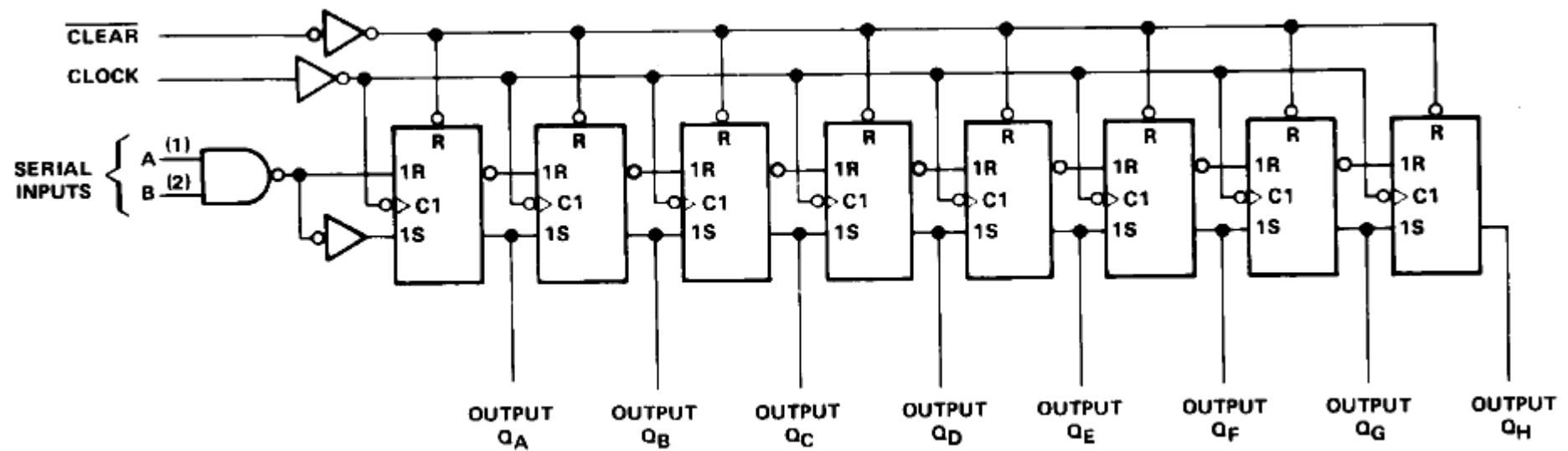
**Przesuw następuje w chwili pojawienia aktywnego zbocza zegara CK.**



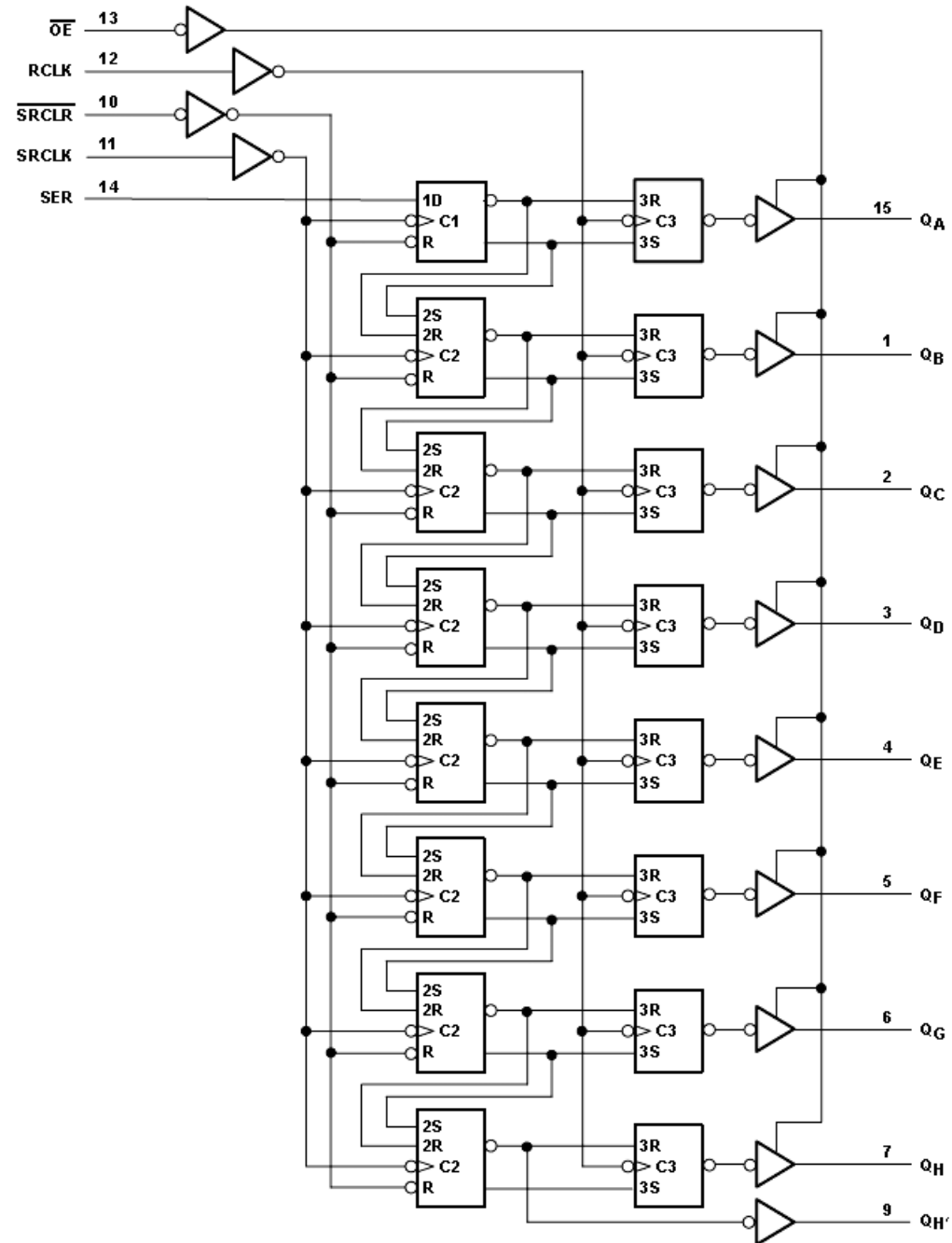
## Rejestr przesuwny ( w lewo )

<b>CK</b>	<b>Q<sub>7</sub>...Q<sub>0</sub></b> 	<b>D<sub>IN</sub></b>
<b>0</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0 0</b>	<b>–</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 0 0 0 0 0 1</b>	<b>1</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 0 0 0 0 1 1</b>	<b>1</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 0 0 0 1 1 0</b>	<b>0</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 0 0 1 1 0 0</b>	<b>0</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 0 1 1 0 0 1</b>	<b>1</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 1 1 0 0 1 1</b>	<b>1</b>
<b>0/1</b>	<b>0 1 1 0 0 1 1 0</b>	<b>0</b>
<b>0/1</b>	<b>1 1 0 0 1 1 0 0</b>	<b>0</b>
<b>0/1</b>	<b>1 0 0 1 1 0 0 0</b>	<b>0</b>
<b>0/1</b>	<b>0 0 1 1 0 0 0 0</b>	<b>0</b>

# 74164



# 74595



# ***LICZNIKI***

**LICZNIK – blok cyfrowy rejestrujący liczbę impulsów, które pojawiły się na dedykowanym wejściu**

**Każdy licznik zawierający  $n$  przerzutników ma pewną liczbę różnych stanów zwaną długością cyklu:**

$$m \leq 2^n$$

**określającą maksymalną liczbę impulsów, które mogą być zliczone.**

**Zazwyczaj licznik określa się jako *licznik modulo  $m$* .**

**Wyjściem licznika  $Q$  są wyjścia przerzutników  $Q_{n-1} \dots Q_0$ .**

# Liczniki

**Zależnie od kodu liczby  $Q$  wyróżnia się liczniki:**

- dwójkowe (binarne),
- dziesiętne (BCD),
- pierścieniowe ( $1 - z - m$ ),
- liczniki Gray'a.

**Zależnie od sposobu ustalania się wyjść:**

- synchroniczne (równoległe) – jednoczesna zmiana stanów, wejścia zegarowe przerzutników są połączone równoległe,
- asynchroniczne (szeregowe) – zmiany stanów następują kolejno, wejście zegarowe każdego przerzutnika jest połączone z wyjściem poprzedniego przerzutnika.

# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

Np. modulo 16 zliczający „w górę”, czyli  $n = 4$  bo  $2^4 = 16$

$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$L(Q)$
0 0 0 0	0
0 0 0 1	1
0 0 1 0	2
0 0 1 1	3
0 1 0 0	4
0 1 0 1	5
0 1 1 0	6
0 1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15



		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_3 Q_2$	00	0 0 0 1	0 0 1 0	0 1 0 0	0 0 1 1
	01	0 1 0 1	0 1 1 0	1 0 0 0	0 1 1 1
	11	1 1 0 1	1 1 1 0	0 0 0 0	1 1 1 1
	10	1 0 0 1	1 0 1 0	1 1 0 0	1 0 1 1

$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$

# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

## Funkcje wzbudzeń dla przerzutników T

$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	0	0	0	0	0
01	0	0	1	0	
11	0	0	1	0	
10	0	0	0	0	

$T_3$

$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	0	0	1	0	
01	0	0	1	0	
11	0	0	1	0	
10	0	0	1	0	

$T_2$

$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	0	1	1	0	
01	0	1	1	0	
11	0	1	1	0	
10	0	1	1	0	

$T_1$

$Q_3 Q_2$ \ $Q_1 Q_0$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	1	1	1	1	
01	1	1	1	1	
11	1	1	1	1	
10	1	1	1	1	

$T_0$

$$T_0 = 1$$

$$T_1 = Q_0$$

$$T_2 = Q_1 Q_0$$

$$T_3 = Q_2 Q_1 Q_0$$

Przeniesienia równoległe

$$T_0 = 1$$

$$T_1 = Q_0$$

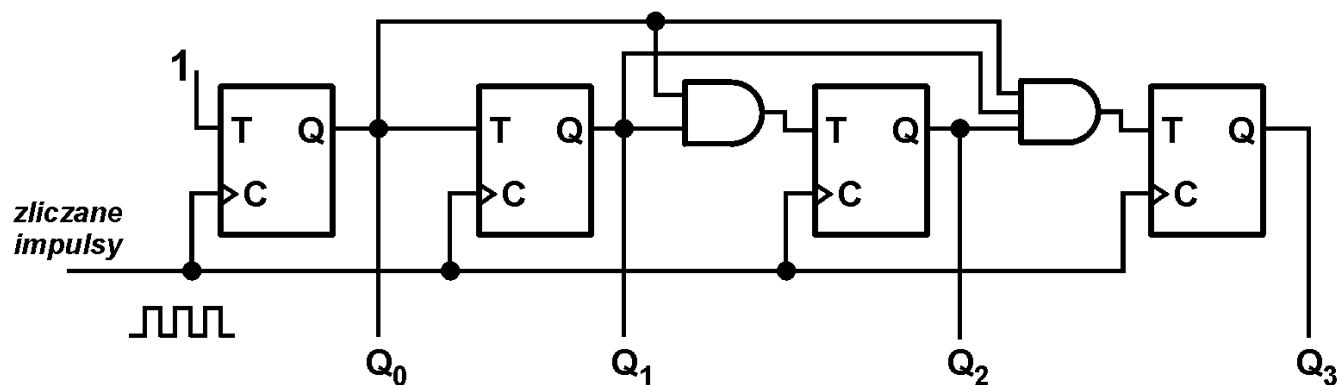
$$T_2 = Q_1 T_1$$

$$T_3 = Q_2 T_2$$

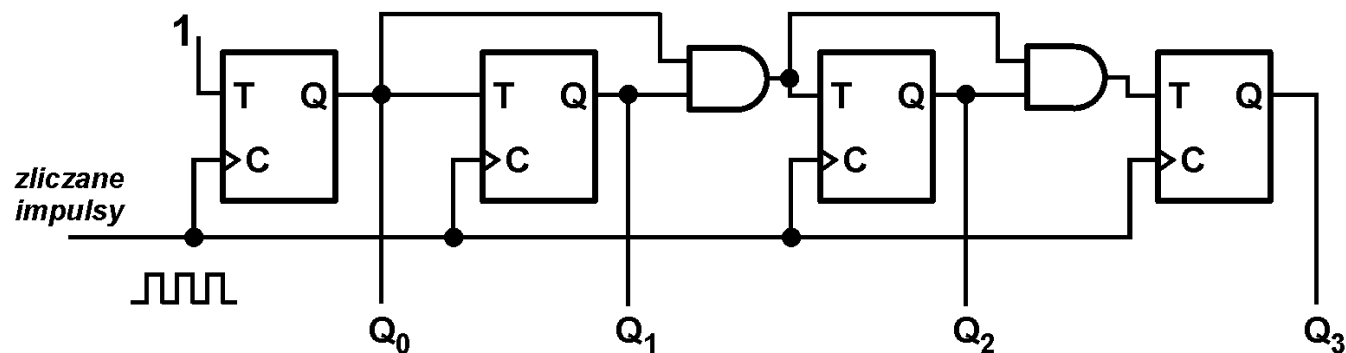
Przeniesienia szeregowo

# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

## Licznik z przeniesieniami równoległymi



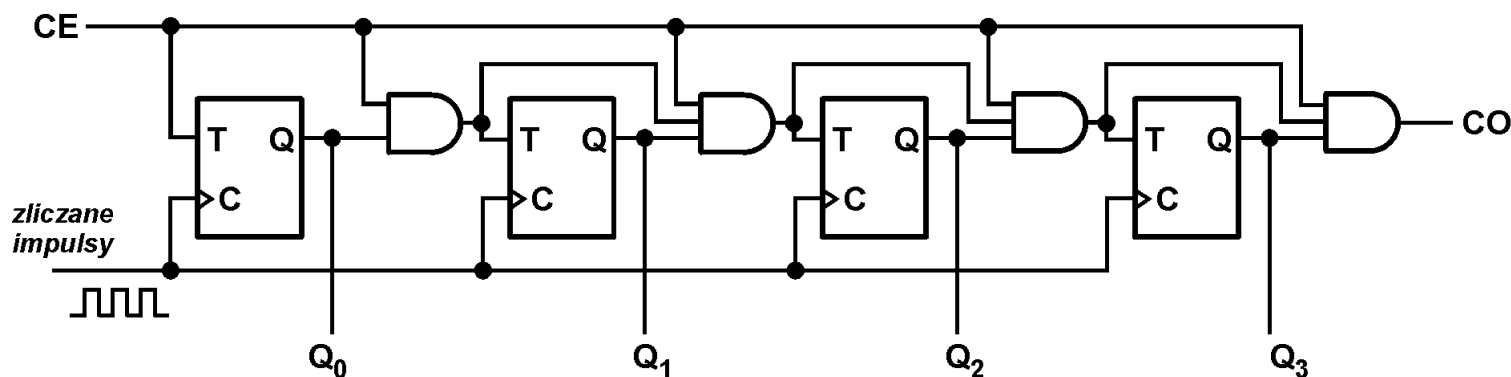
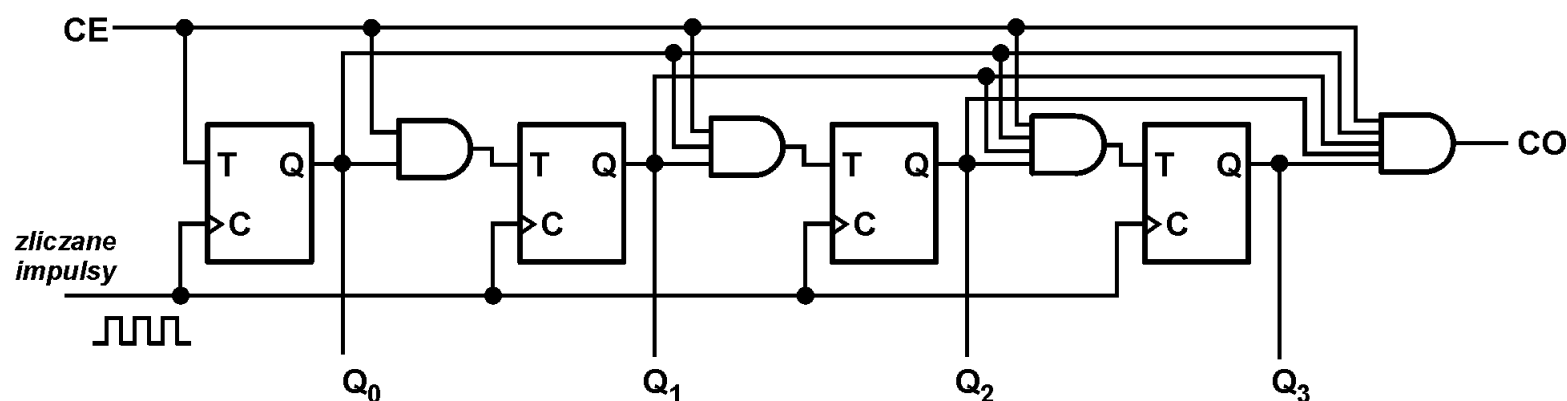
## Licznik z przeniesieniami szeregowymi





# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

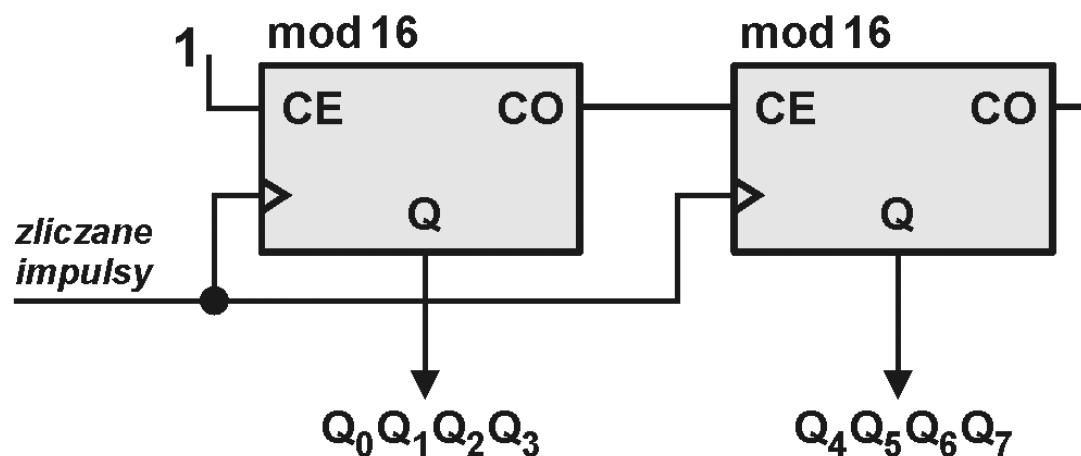
Licznik z zezwoleniem na liczenie – sygnał *CE* ( *Count Enable* )  
Dodatkowy sygnał przeniesień *CO* ( *Carry Out* )



# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

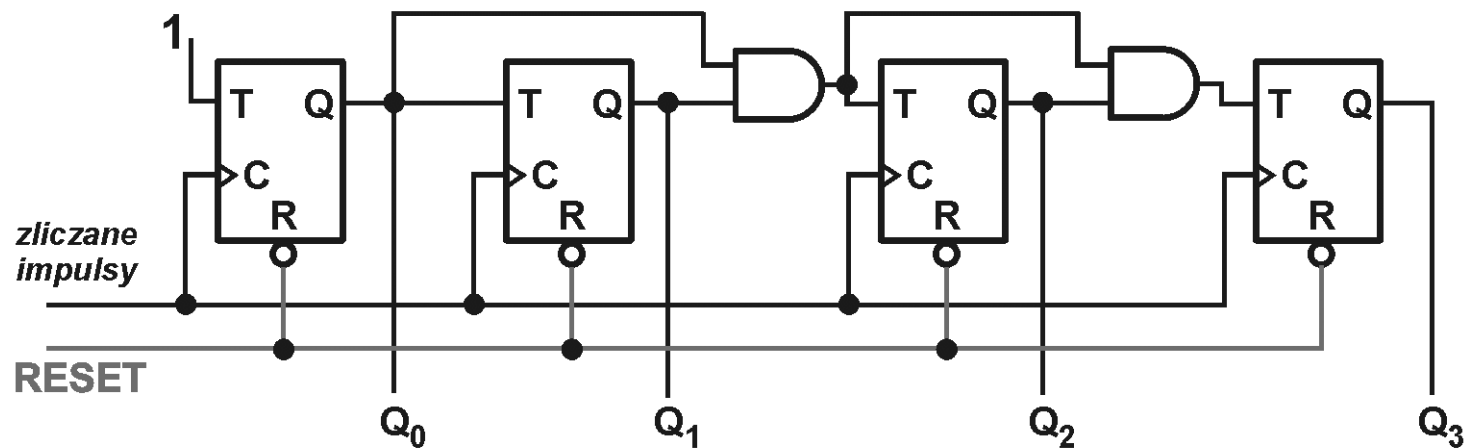
Zwiększenie cyklu liczenia poprzez użycie przeniesiń zewnętrznych

Np.: Licznik modulo 256



# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

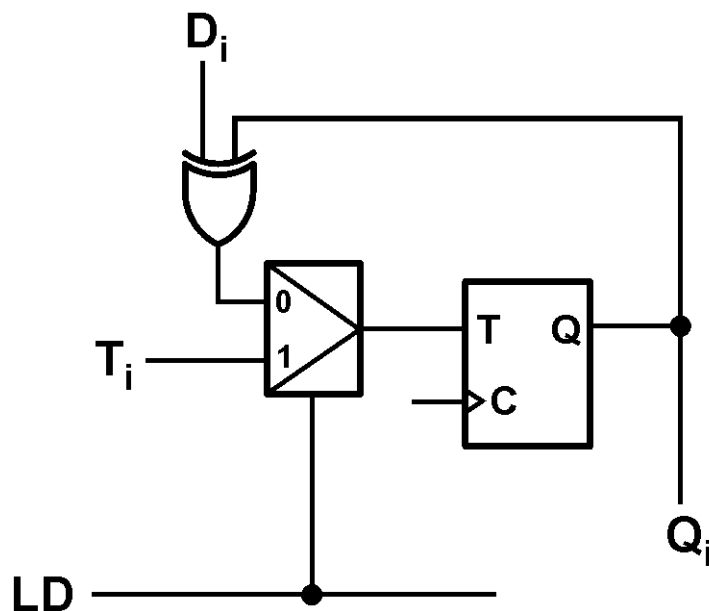
Przygotowanie licznika do pracy polega na ustawieniu wartości początkowej, np. 000...0 (czyli kasowanie, zerowanie).



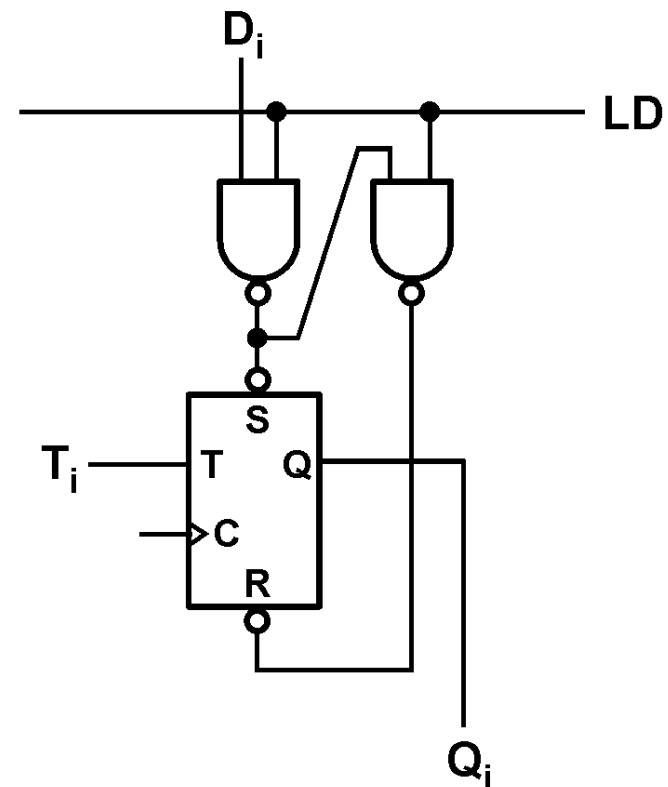
# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

Inny sposób ustawiania wartości początkowej to wpis równoległy synchroniczny lub asynchroniczny – sygnał *LD* ( *Load Data* ).

**Wpis synchroniczny**  
*i-ta komórka licznika*



**Wpis asynchroniczny**  
*i-ta komórka licznika*



# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

## Zliczanie „w tył”

$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$L(Q)$
1 1 1 1	15
1 1 1 0	14
1 1 0 1	13
1 1 0 0	12
1 0 1 1	11
1 0 1 0	10
1 0 0 1	9
1 0 0 0	8
0 1 1 1	7
0 1 1 0	6
0 1 0 1	5
0 1 0 0	4
0 0 1 1	3
0 0 1 0	2
0 0 0 1	1
0 0 0 0	0

W wyniku syntezy otrzymujemy:

Przeniesienia  
równoległe

$$T_3 = \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

$$T_2 = \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

$$T_1 = \overline{Q_0}$$

$$T_0 = 1$$

Przeniesienia  
szeregowe

$$T_3 = \overline{Q_2} T_2$$

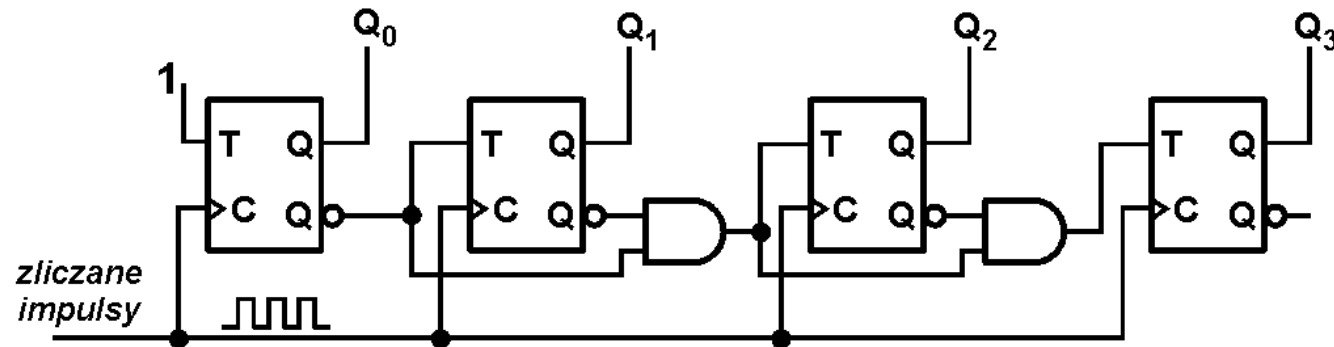
$$T_2 = \overline{Q_1} T_1$$

$$T_1 = \overline{Q_0}$$

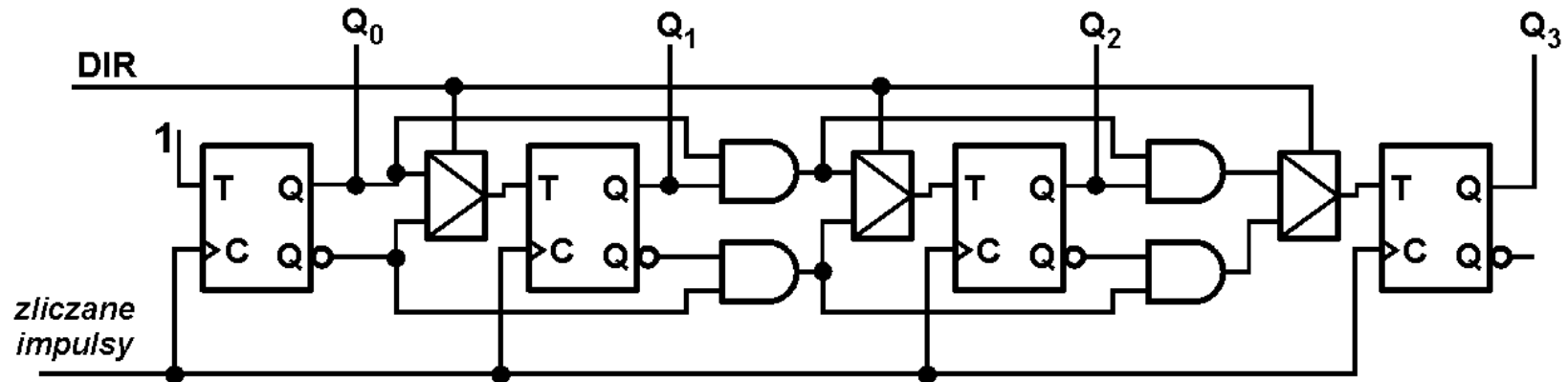
$$T_0 = 1$$

# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

Licznik z przeniesieniami szeregowymi zliczający „w tył”



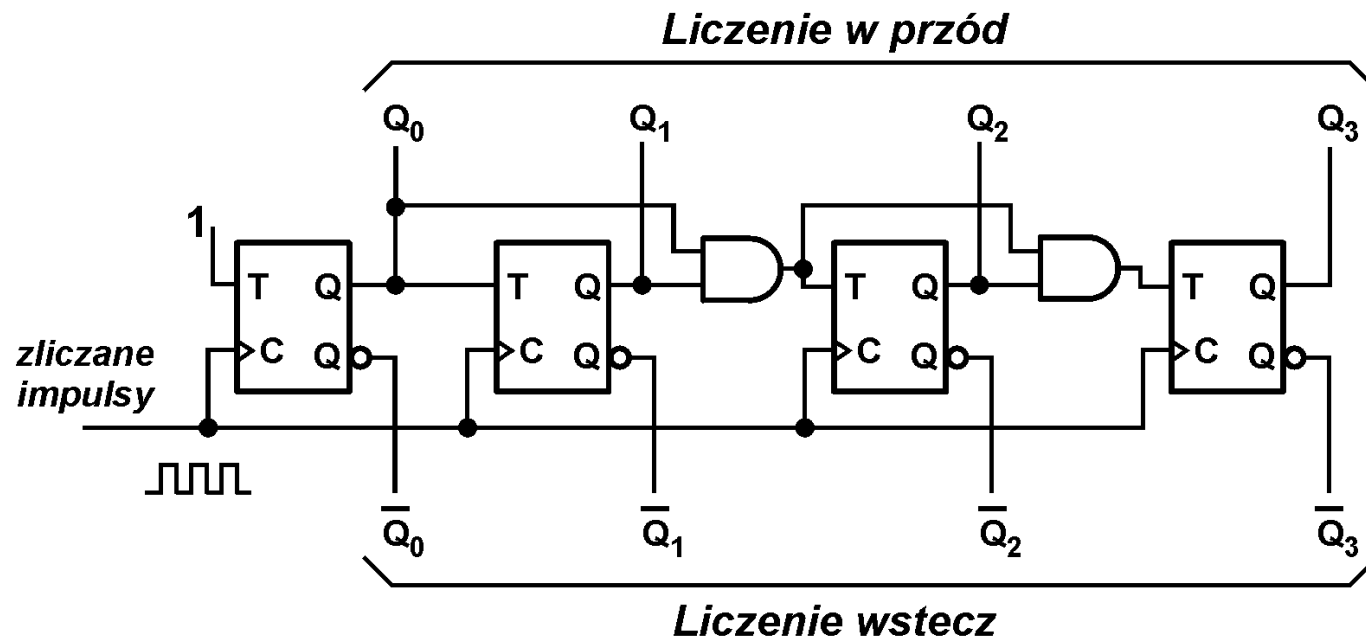
Licznik rewersyjny z przeniesieniami szeregowymi



# Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

Licznik rewersyjny...

Liczenie wstecz można uzyskać z zanegowanych wyjść Q, ale dotyczy to tylko liczników dwójkowych.



# 74160 ...

**Rodzina synchronicznych liczników 4-bitowych  
z wpisem i zezwoleniem...**

**160 , 162 – BCD**

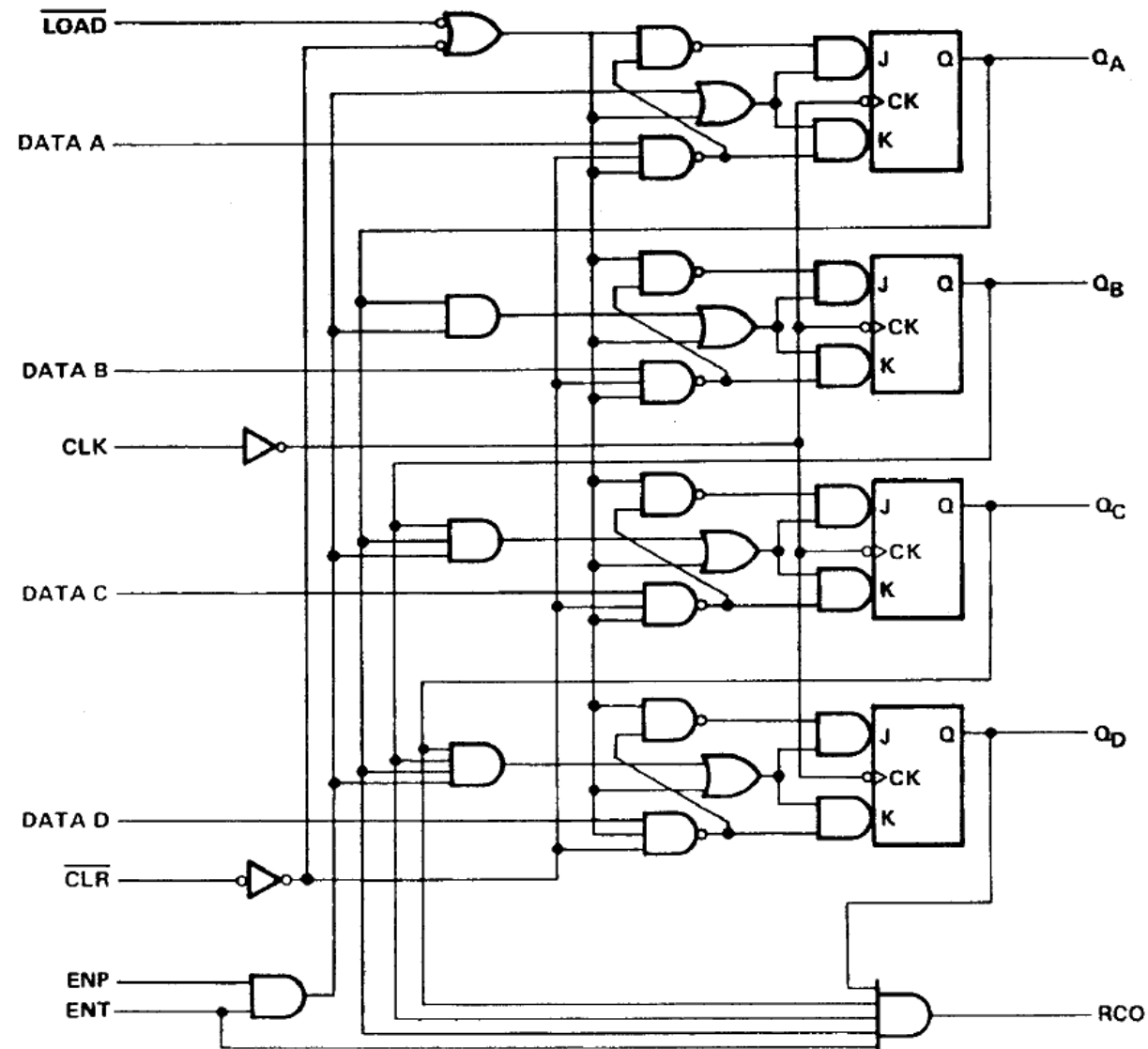
**161 , 163 – Binary**

**160 , 161 – Asynch reset**

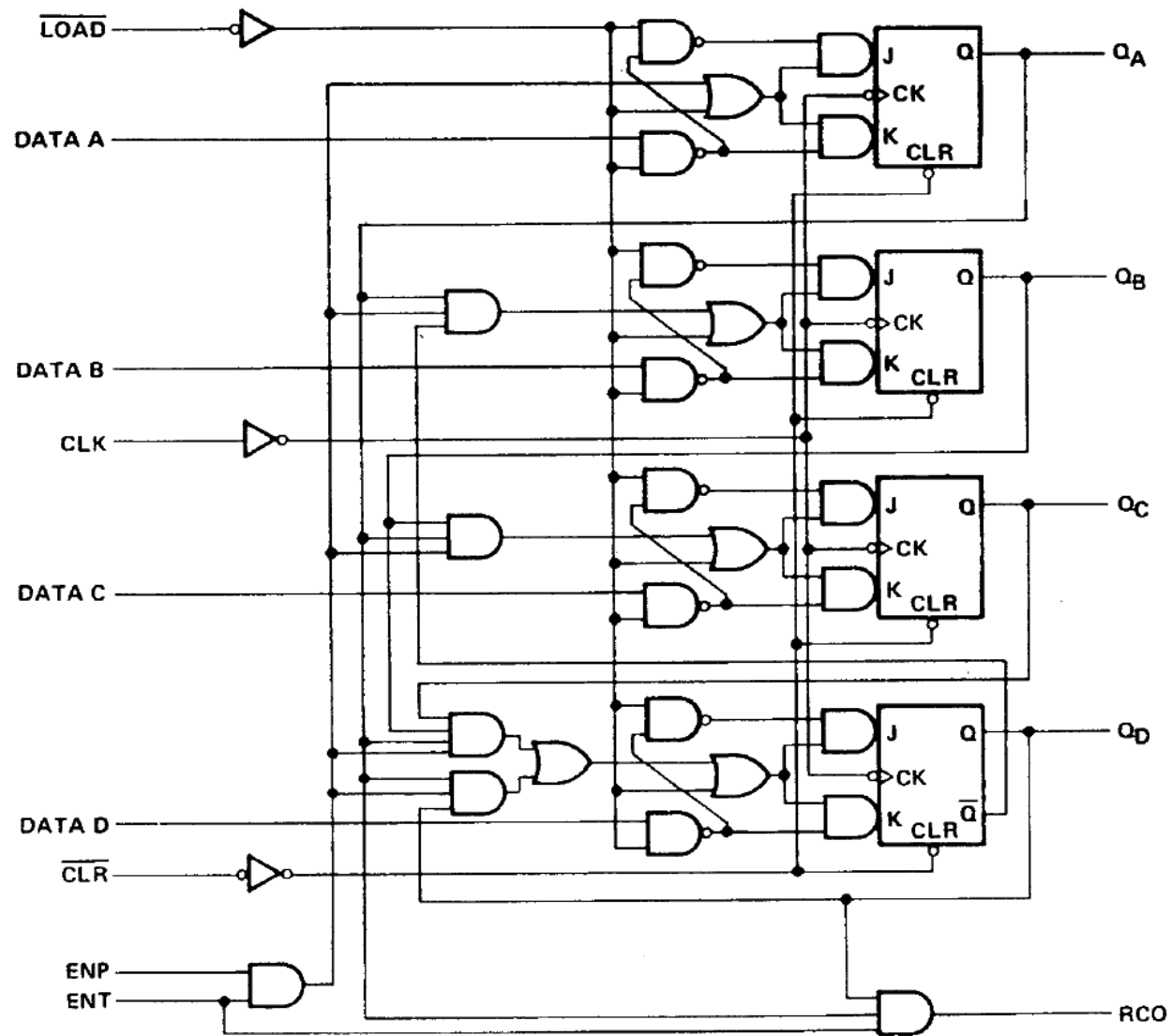
**162 , 163 – Synch reset**



## 163 – Binary, Synch reset



## 160 – BCD, Asynch reset



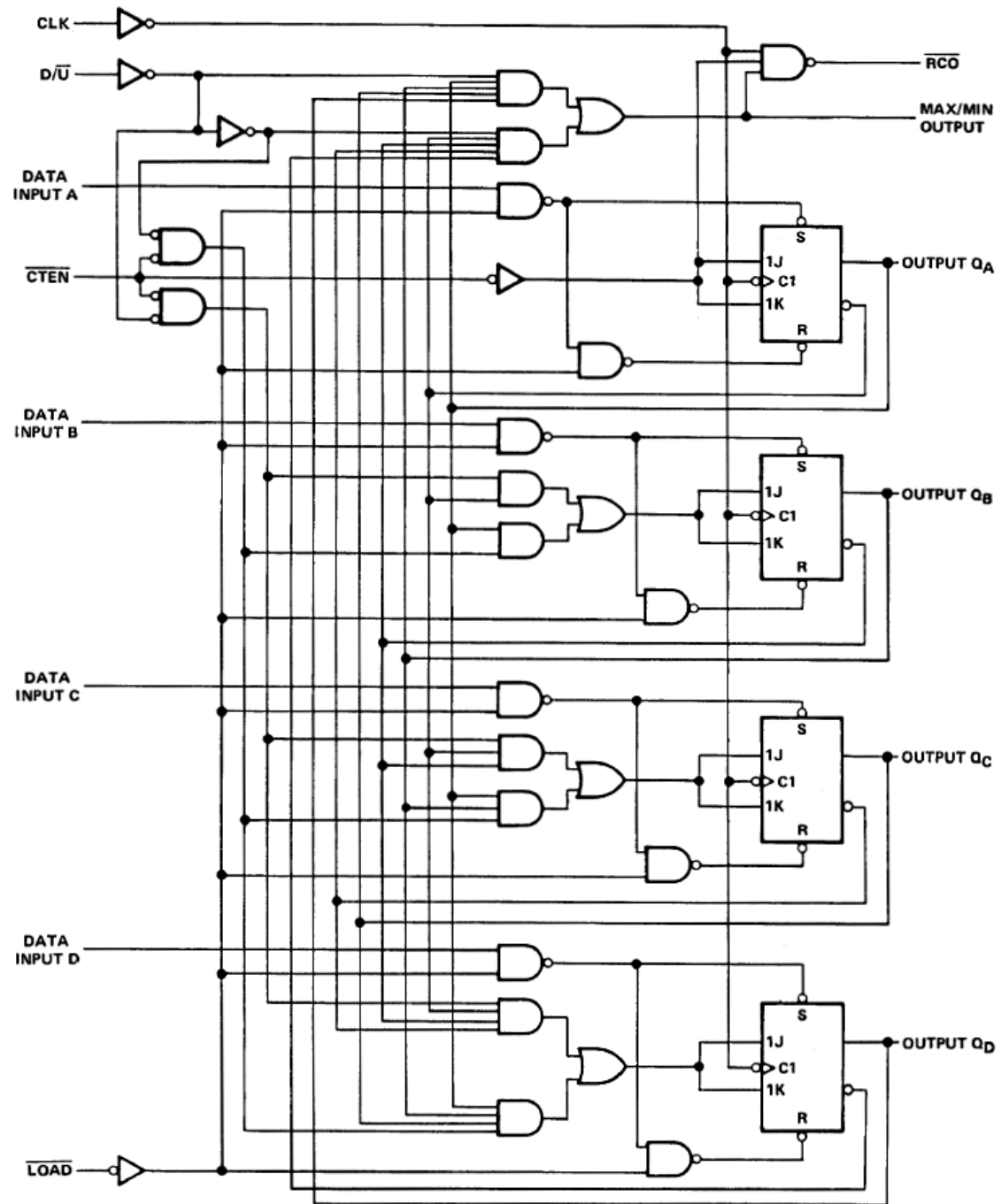
# 74190, 74191

**Rodzinka synchronicznych dwukierunkowych  
liczników 4-bitowych z wpisem asynchronicznym,  
zezwoleniem i sygnałem kierunku...**

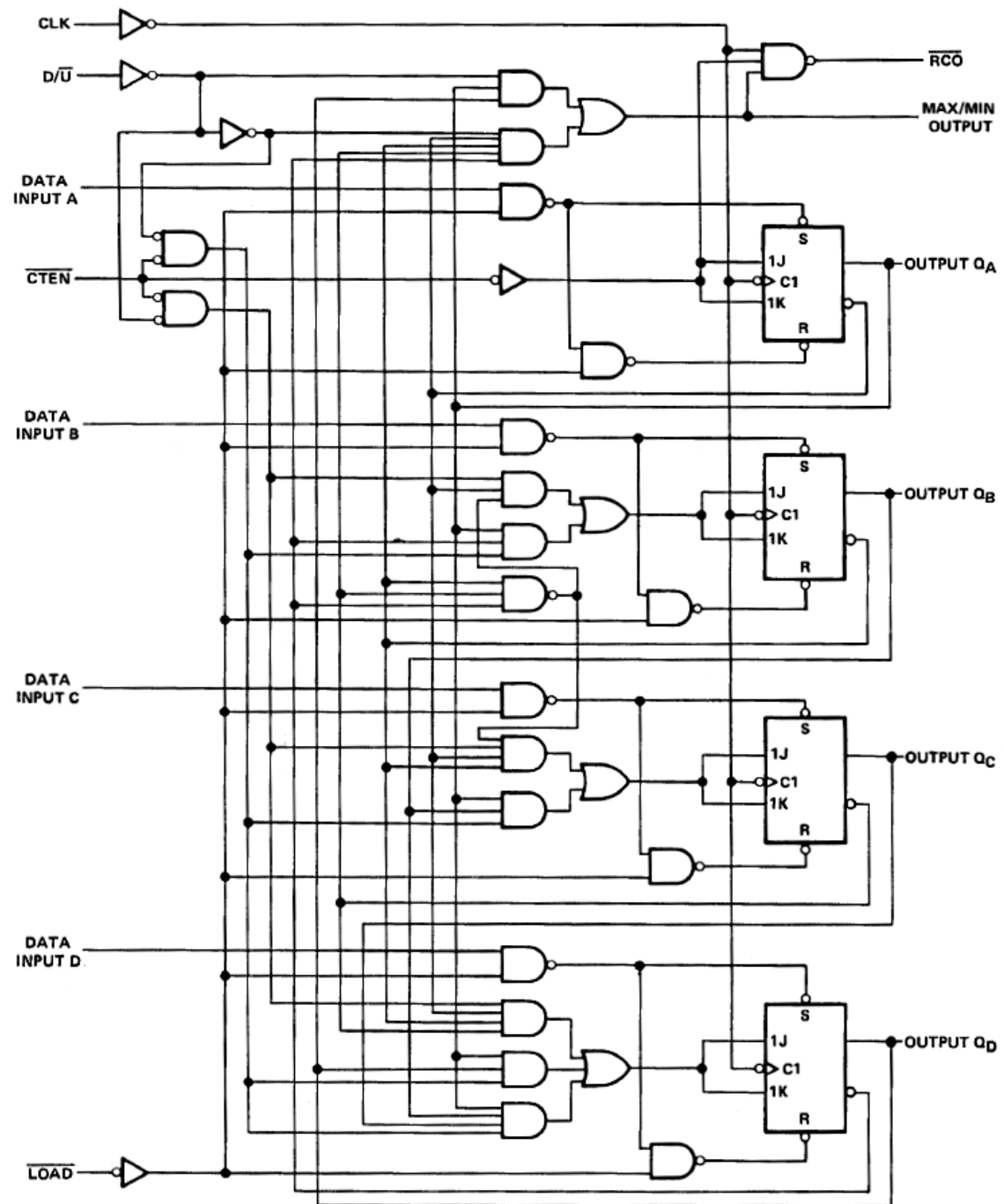
**190 – BCD**

**191 – Binary**

# 191 – Binary...



# 190 – BCD...



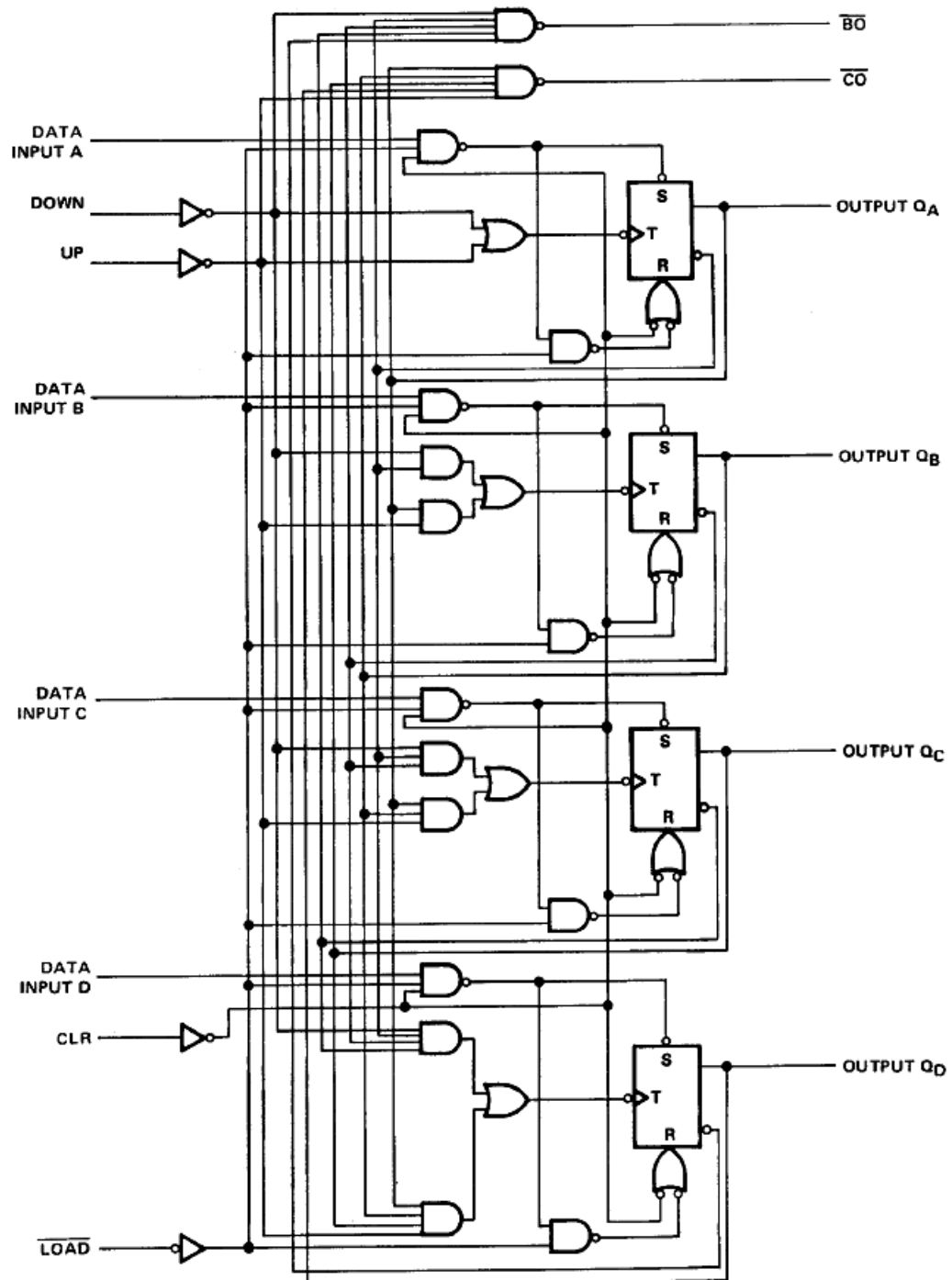
# 74192, 74193

**Rodzina synchronicznych dwukierunkowych  
liczników 4-bitowych z wpisem asynchronicznym,  
zezwoleniem, osobnymi wejściami zegarowymi  
dla kierunku zliczania (CPU, CPD)...**

**192 – BCD**

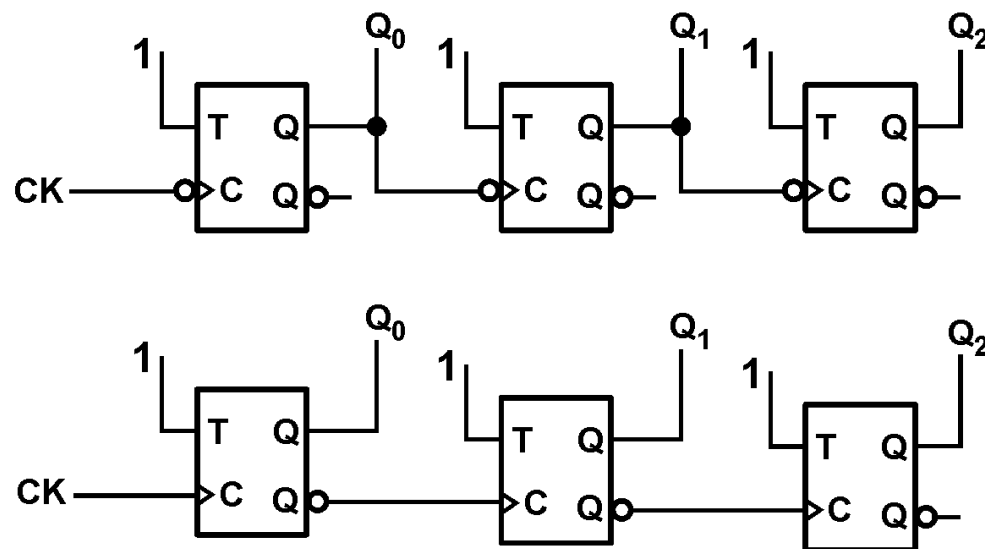
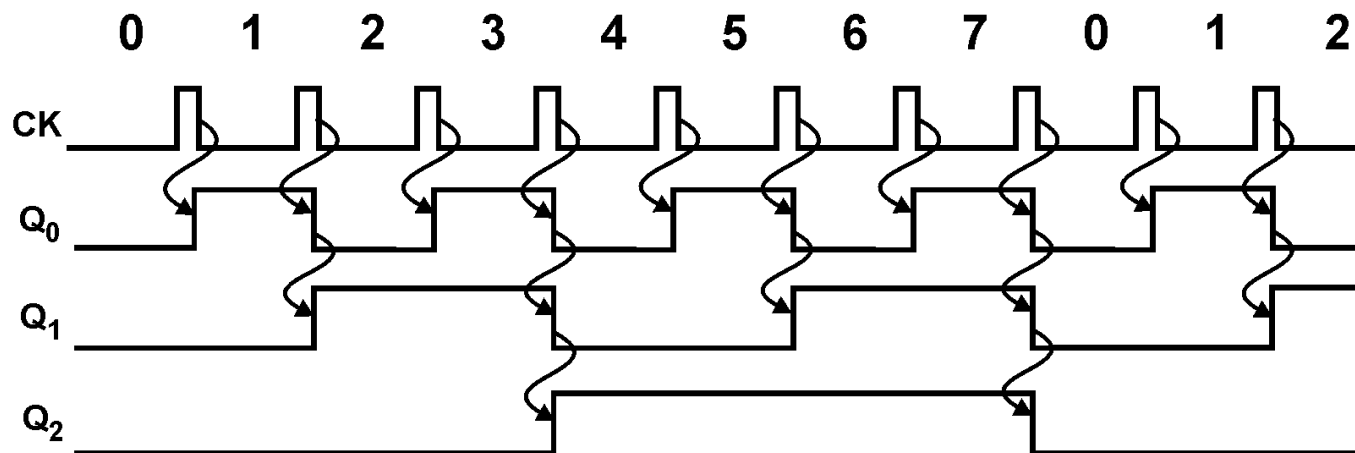
**193 – Binary**

## 193 – Binary...



# Liczniki – asynchroniczny licznik dwójkowy

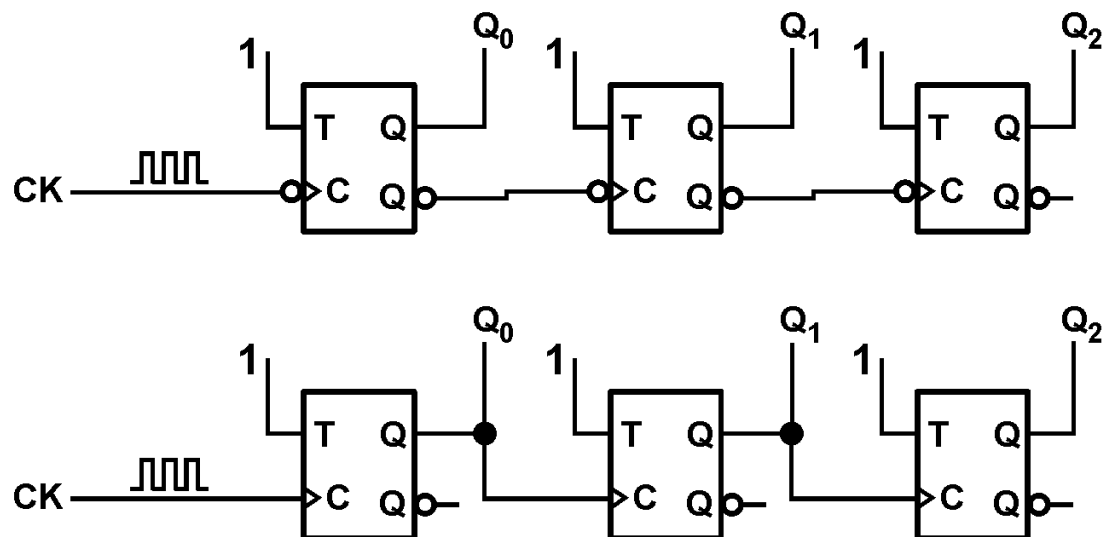
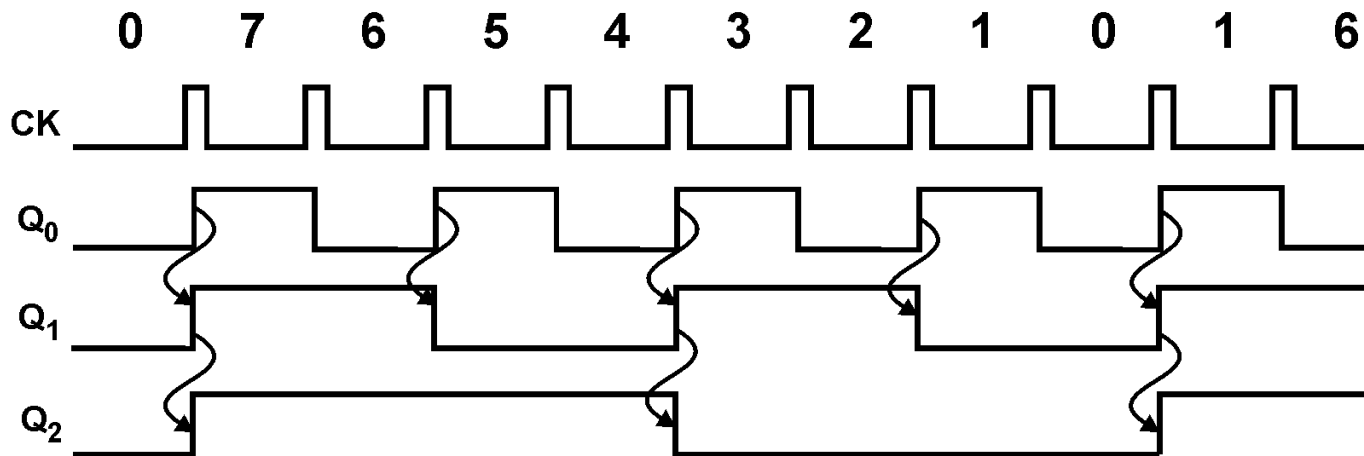
Liczenie w przód, np. modulo 8





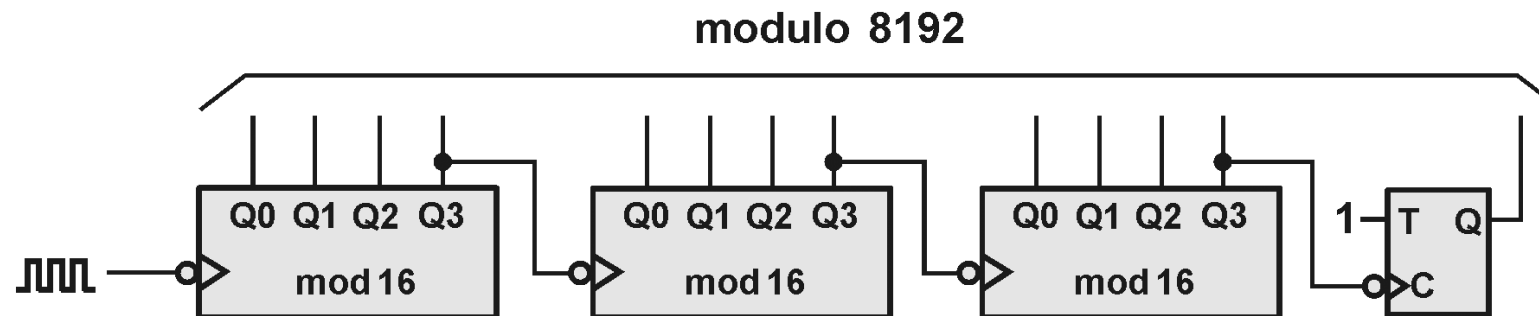
# Liczniki – asynchroniczny licznik dwójkowy

Liczenie wstecz, np. modulo 8



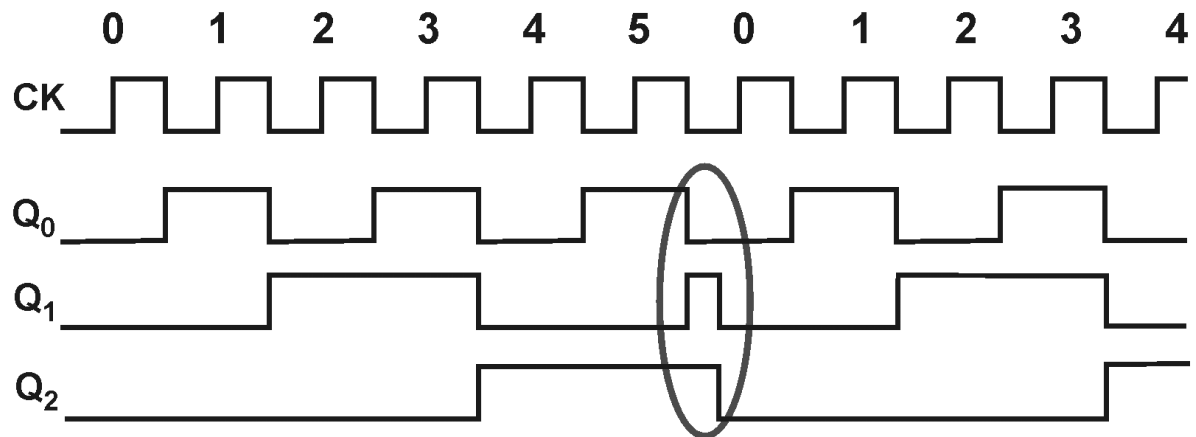
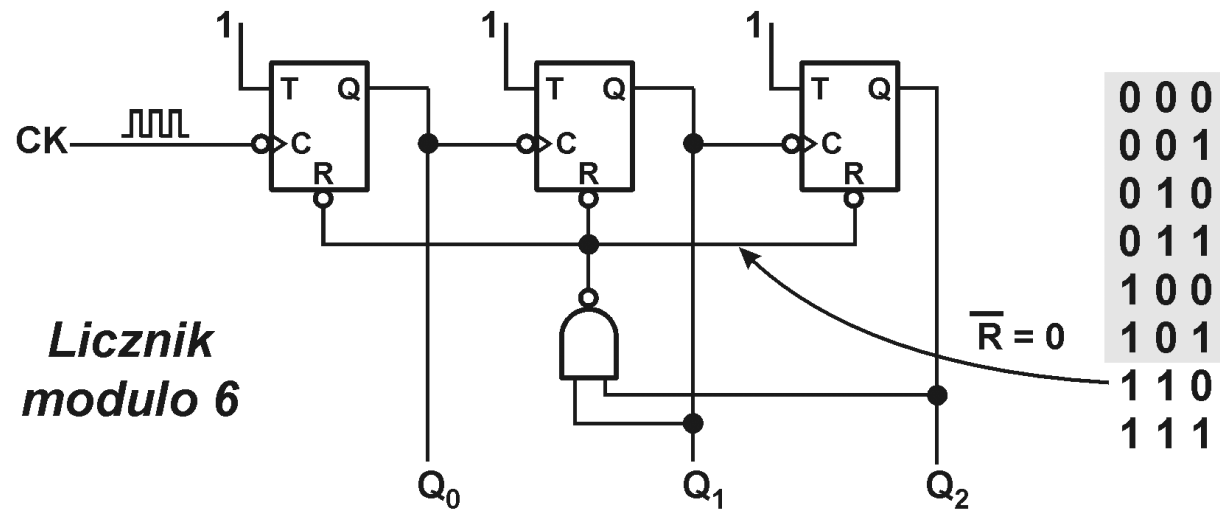
## Liczniki – asynchroniczny licznik dwójkowy

**Zwiększenie cyklu liczenia otrzymujemy poprzez dołączenie kolejnych przerzutników oraz liczników.**



# Liczniki – skracanie cyklu liczenia

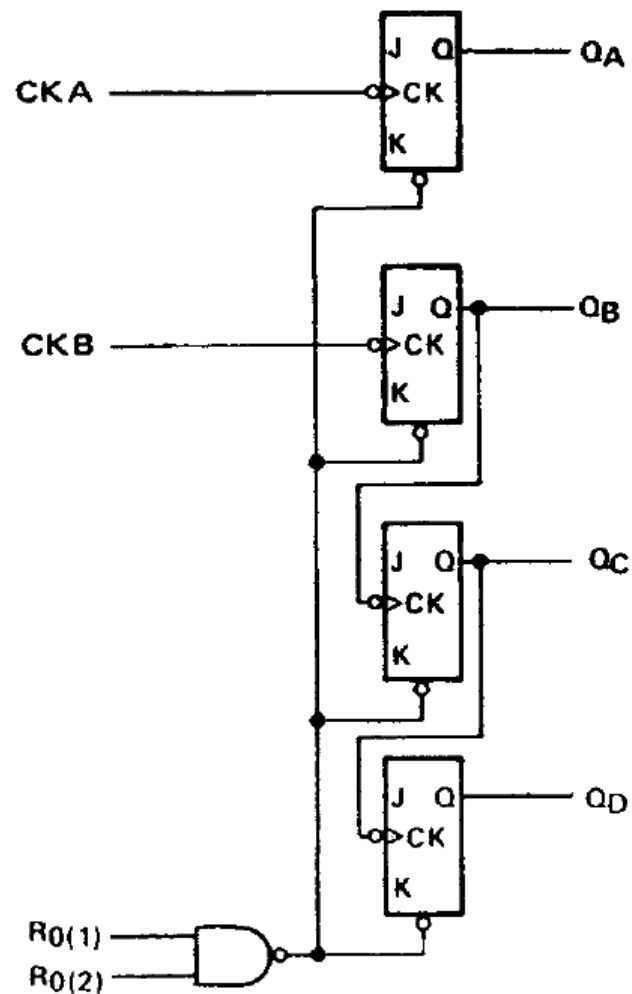
Asynchroniczne kasowanie – najpopularniejsze ale...



110 → siódmy stan!

# 7493

## Asynchroniczny licznik 4-bitowy z kasowaniem



# 7490

## Licznik BCD – modulo 10, dekada

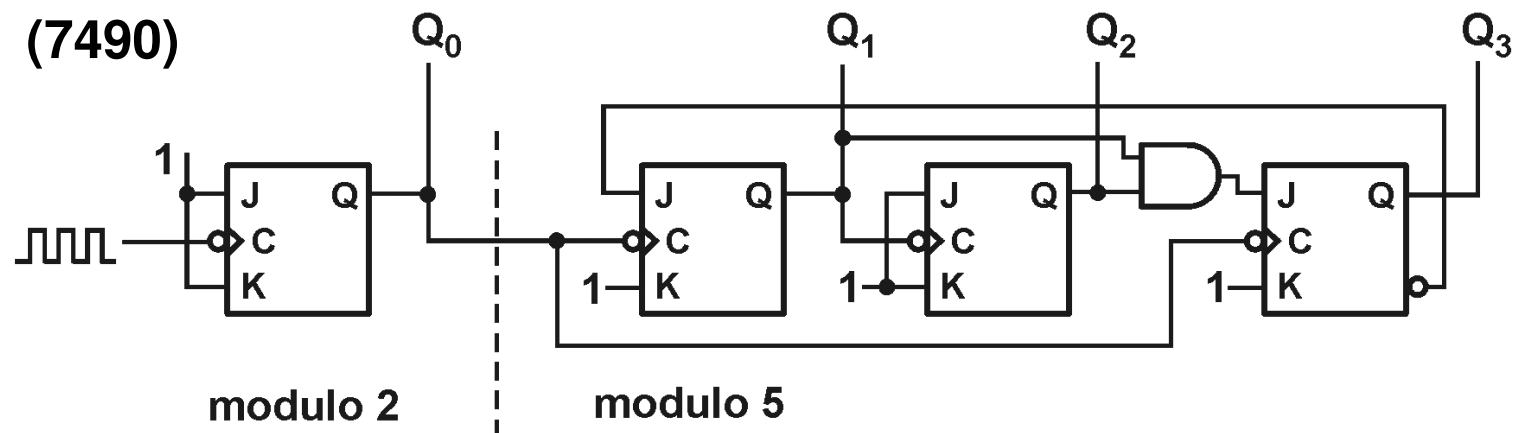
$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$L(Q)$
0 0 0 0	0
0 0 0 1	1
0 0 1 0	2
0 0 1 1	3
0 1 0 0	4
0 1 0 1	5
0 1 1 0	6
0 1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9

Szczególny przypadek licznika 4-bitowego wynikający z dziesiętnego systemu liczbowego.

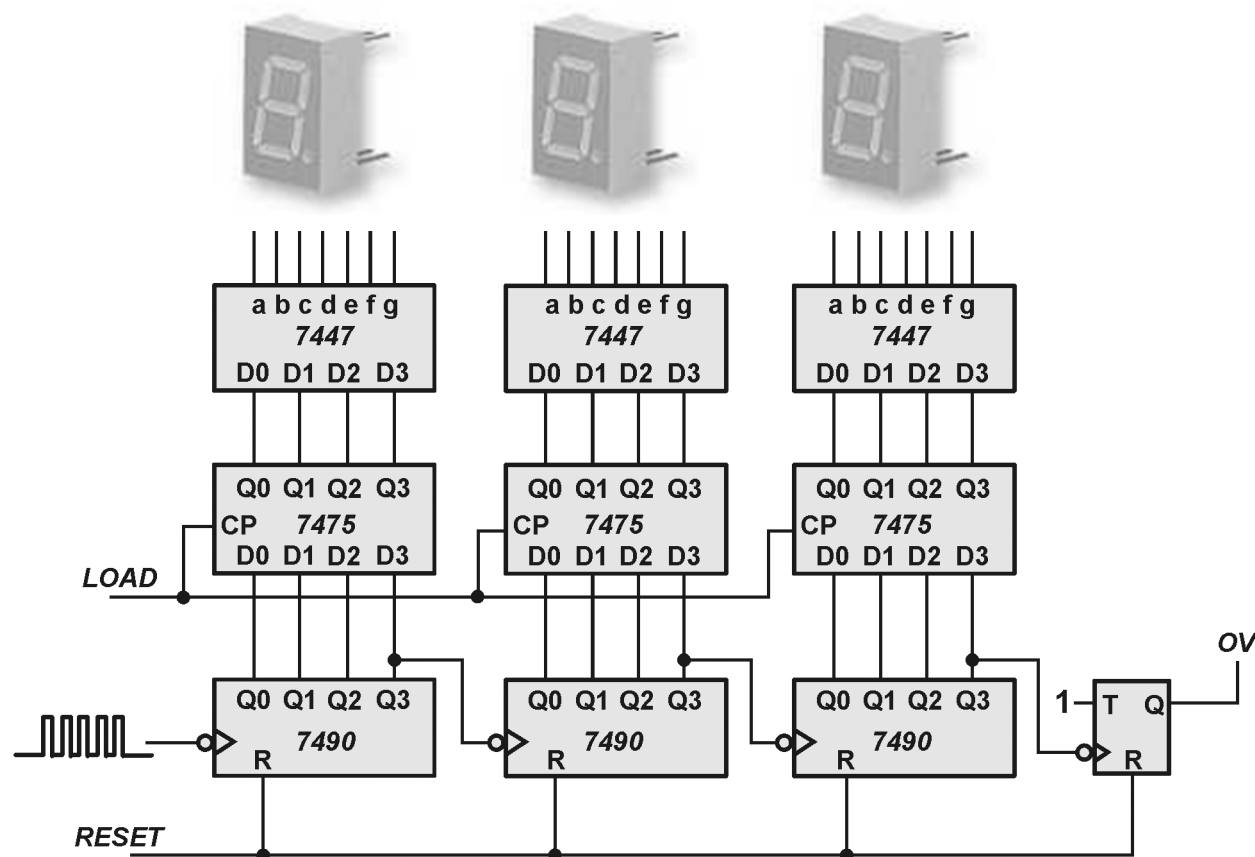
Stosowane są w przyrządach pomiarowych ze wskaźnikami wyniku pomiaru: U, I, f, RLC, itp...

Łączone szeregowo dają liczniki o cyklach: modulo 100, modulo 1000, modulo 10000, ...

Zatem cykl zliczania ma  $10^K$  różnych stanów, gdzie K to liczba liczników BCD.



# Miernik cyfrowy...

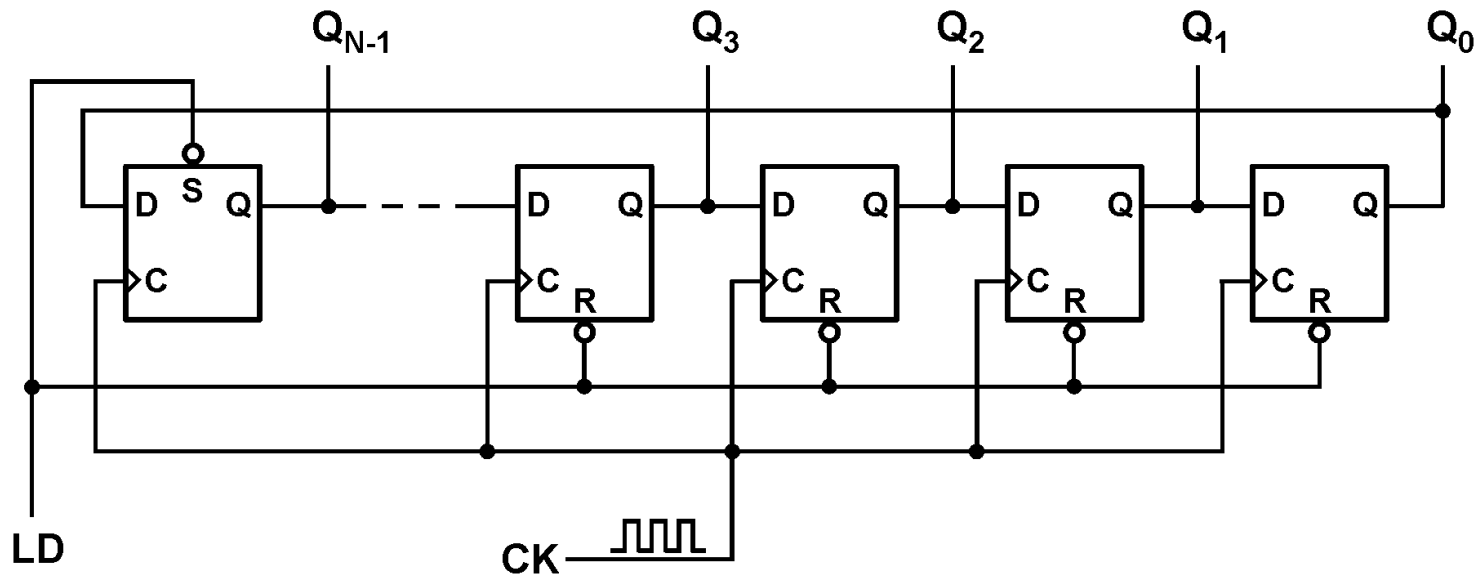


Np. do cyfrowego pomiaru wielkości fizycznych, po konwersji na częstotliwość lub odcinek czasu...

# LICZNIKI PIERŚCIENIOWE – rejestr przesuwający

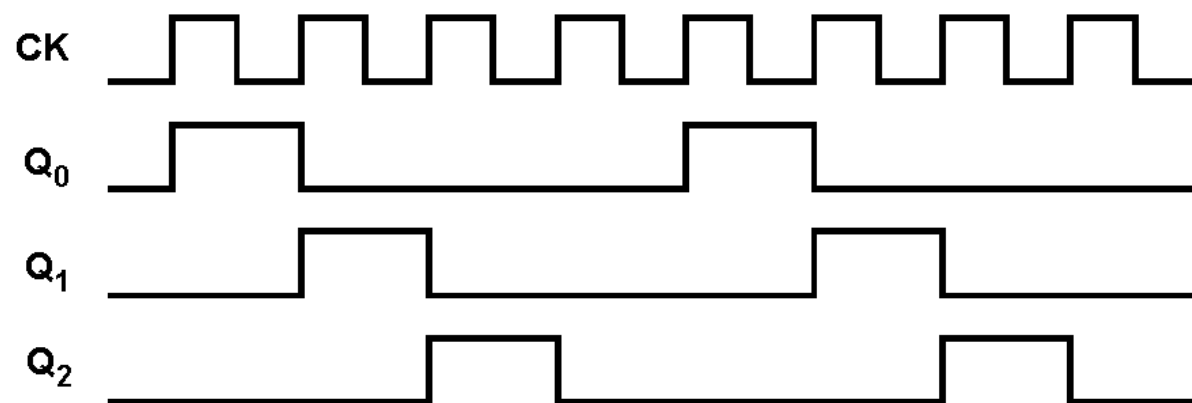
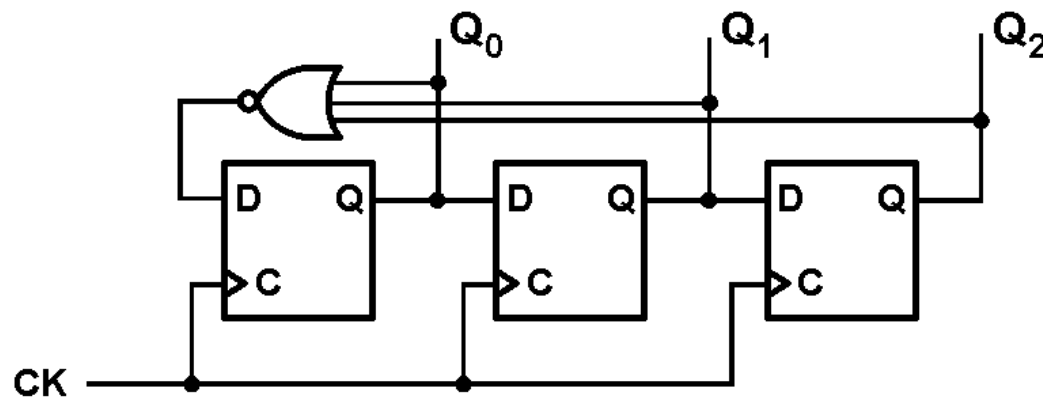
Najprościej to wpisać wartości początkową i przesunąć szeregowo...

Wartość początkowa 100..0 – krążąca jedynka



# Liczniki pierścieniowe – 1 z $N$ , krążąca jedynka, korekcja

Np.:  $N = 3$

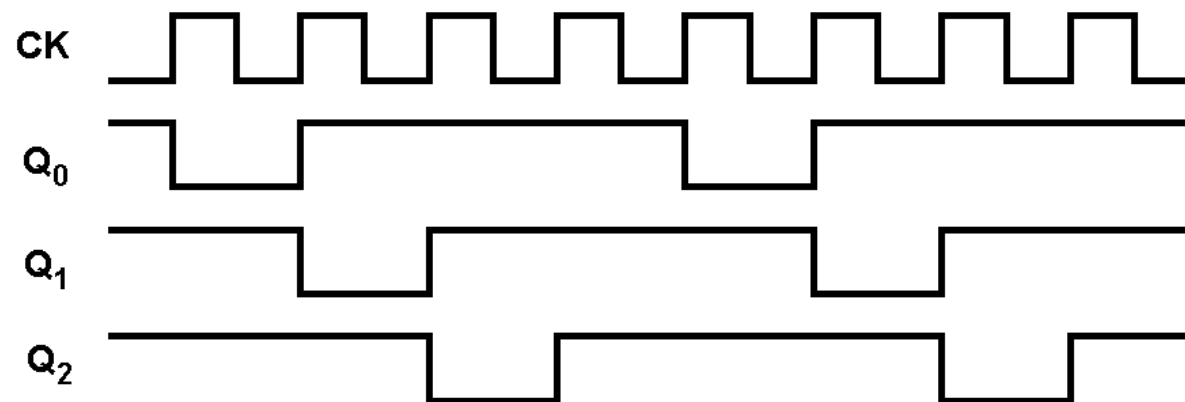
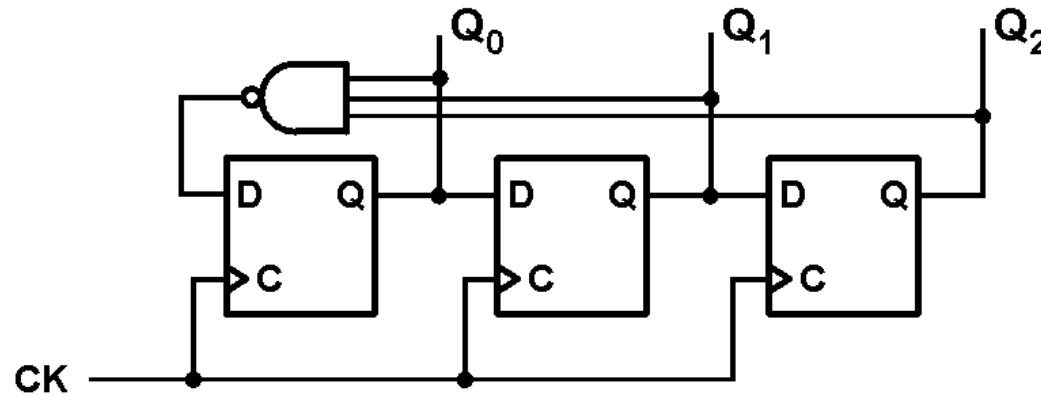


***Bramka NOR zapewnia autokorekcję***



# Liczniki pierścieniowe – 0 z $N$ , krążące zero, korekcja

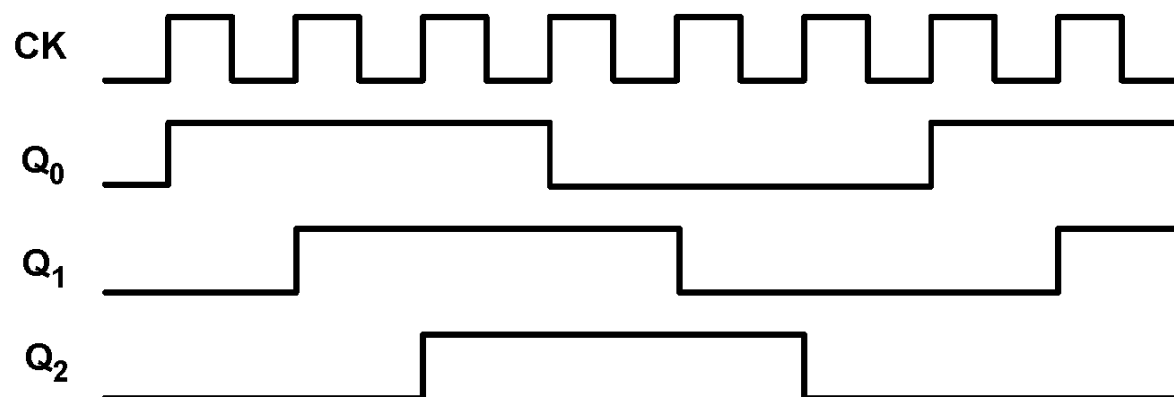
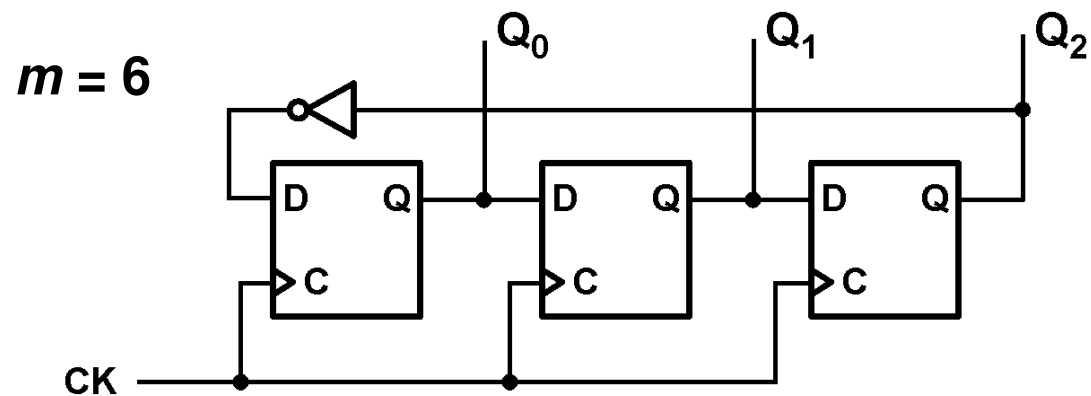
Np.:  $N = 3$



***Bramka NAND zapewnia autokorekcję***

# Liczniki pierścieniowe – Licznik Johnsona

Długość cyklu liczenia  $m = 2n$



# Dzielniki częstotliwości

Dzielniki częstotliwości to liczniki, których najbardziej znaczący bit jest wyjściem układu.

Częstotliwość wejściowa jest podzielona przez wartość długości cyklu liczenia  $m$  licznika.

Okres sygnału wyjściowego dzielnika jest  $m$  razy większy od okresu sygnału wejściowego.

$$f_{WY} = \frac{f_{WE}}{m} \quad T_{WY} = m T_{WE}$$

