

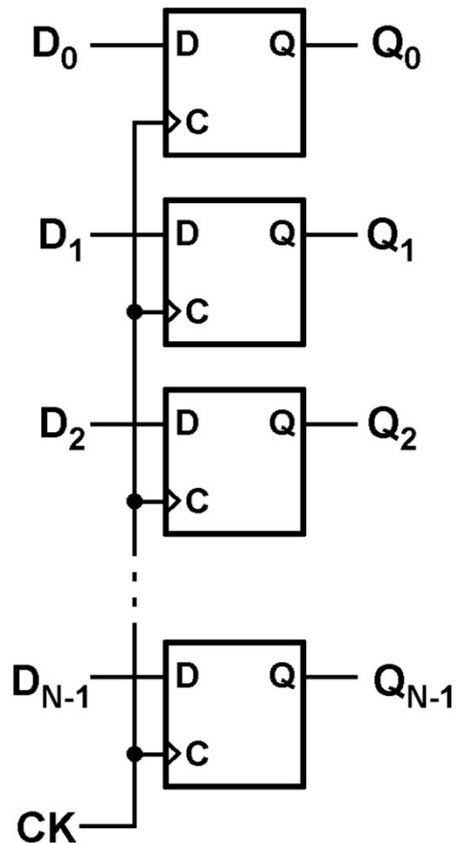
# **Bloki Sekwencyjne / Synchroniczne**

- **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* lub zatrzasków *Latch*.
- Kasowanie poprzez wpis 00...0.

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



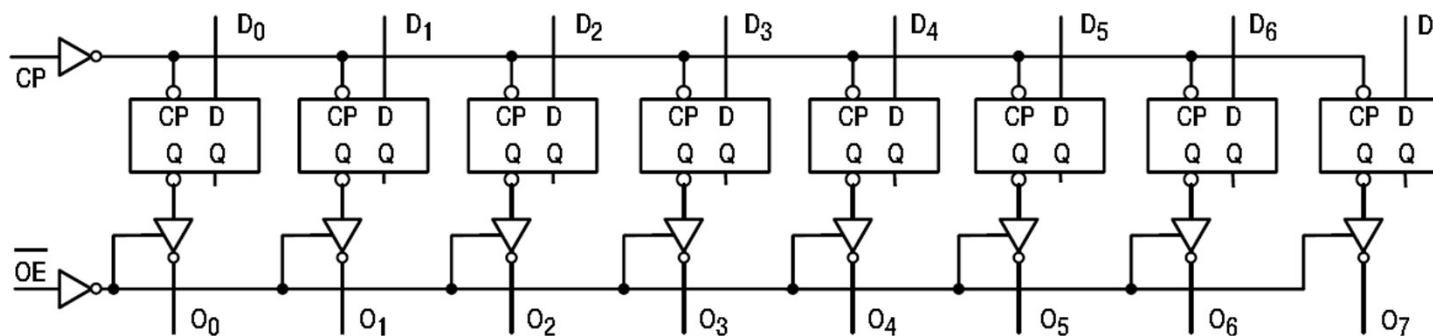
**N-bitowy rejestr z wpisem równoległym pod wpływem zbocza narastającego sygnału CK.**

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

**Zwany również równoległo-równoległym.**

# 74374

Ośiem przerzutników typu D, z wyjściami trójstanowymi

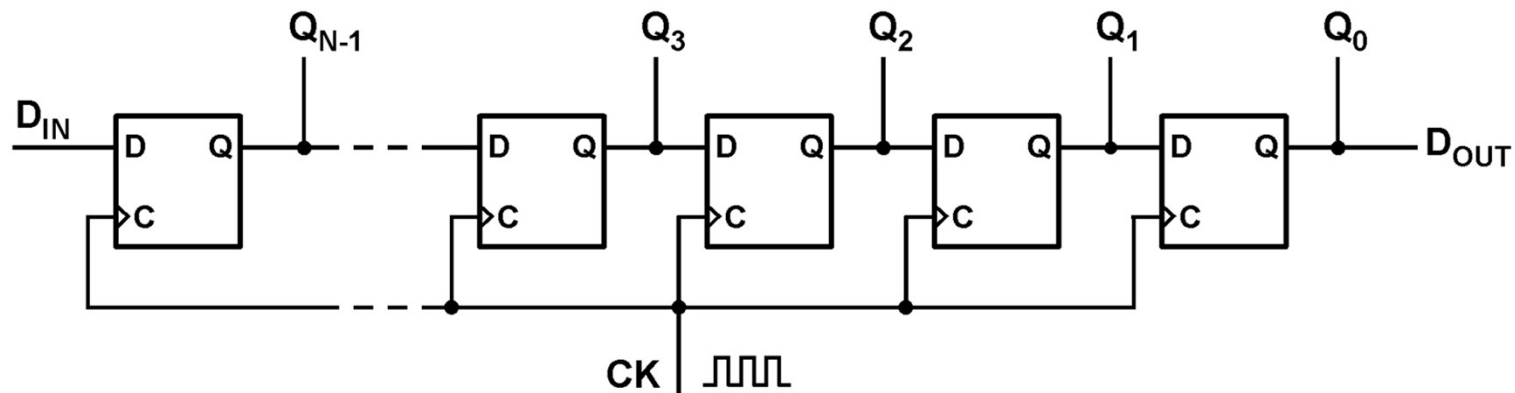


CP – clock pulse  
OE – output enable

## Rejestr przesuwający ( w prawo )

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

## Rejestr przesuwający (w prawo)

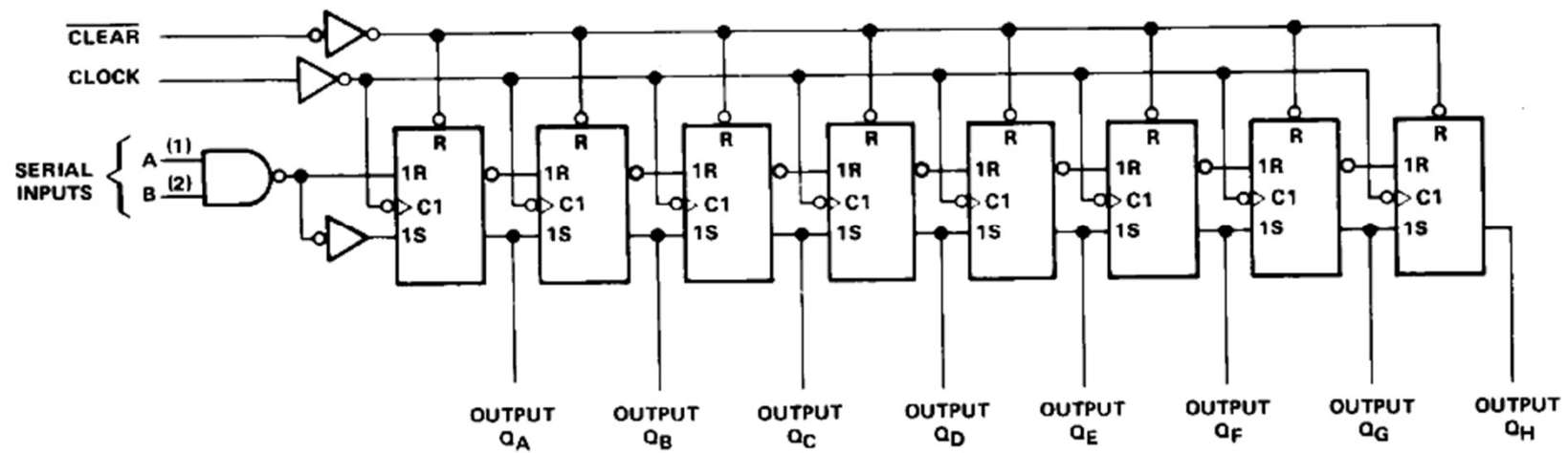


szeregowo-szeregowy – wejście  $D_{IN}$ , wyjście  $D_{OUT}$

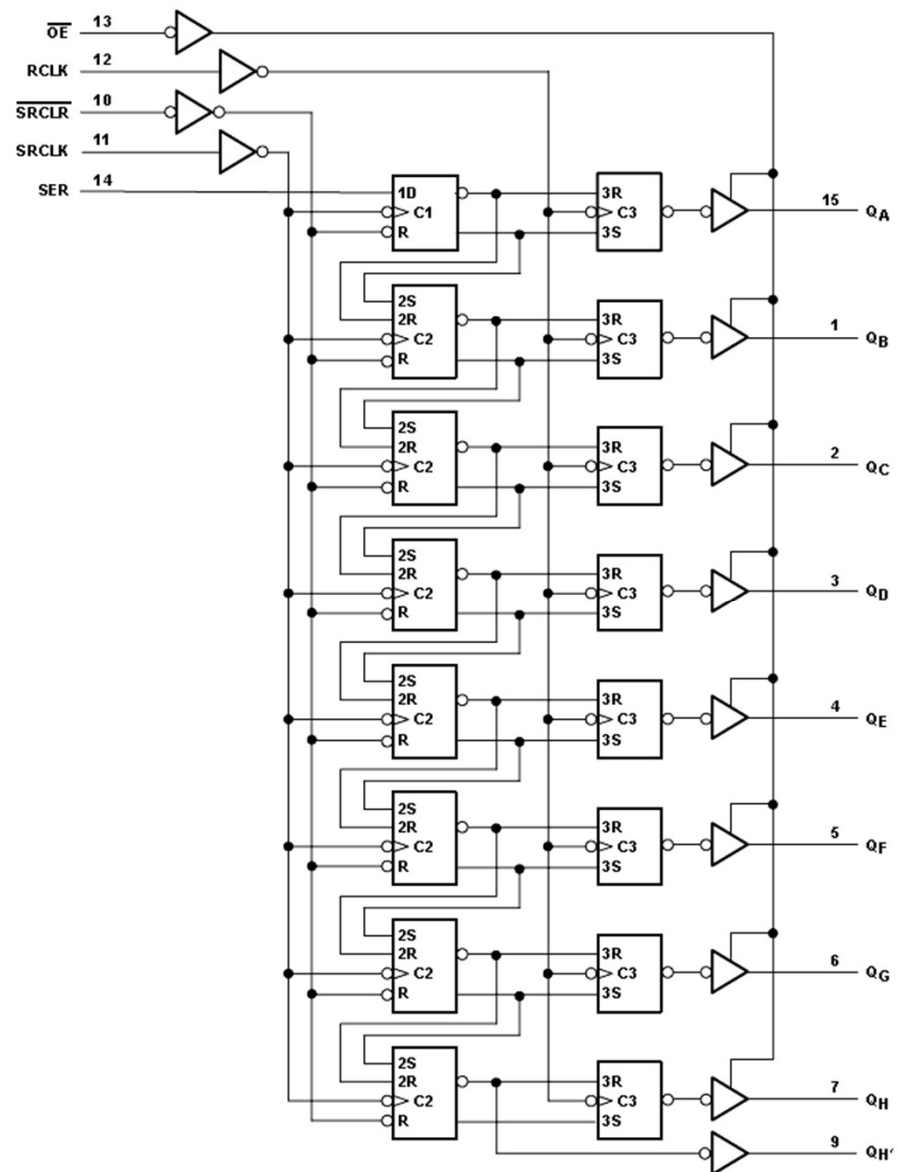
szeregowo-równoległy – wejście  $D_{IN}$ , wyjścia  $Q_{N-1} \dots Q_0$

Przesuw następuje w chwili pojawienia aktywnego zbocza zegara CK.

# 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,**
- liczniki Gray'a.**

**Zależnie od sposobu ustalania się wyjść:**

- synchroniczne (równoległe) – jednoczesna zmiana stanów, wejścia zegarowe przerzutników są połączone równoległe,**
- asynchroniczne (szeregowo) – 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

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$					
		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	

$T_3$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$					
		00	01	11	10
00	0	0	1	0	
01	0	0	1	0	
11	0	0	1	0	
10	0	0	1	0	

$T_2$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$					
		00	01	11	10
00	0	1	1	0	
01	0	1	1	0	
11	0	1	1	0	
10	0	1	1	0	

$T_1$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$					
		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

$$T_0 = 1$$

$$T_1 = Q_0$$

$$T_2 = Q_1 T_1$$

$$T_3 = Q_2 T_2$$

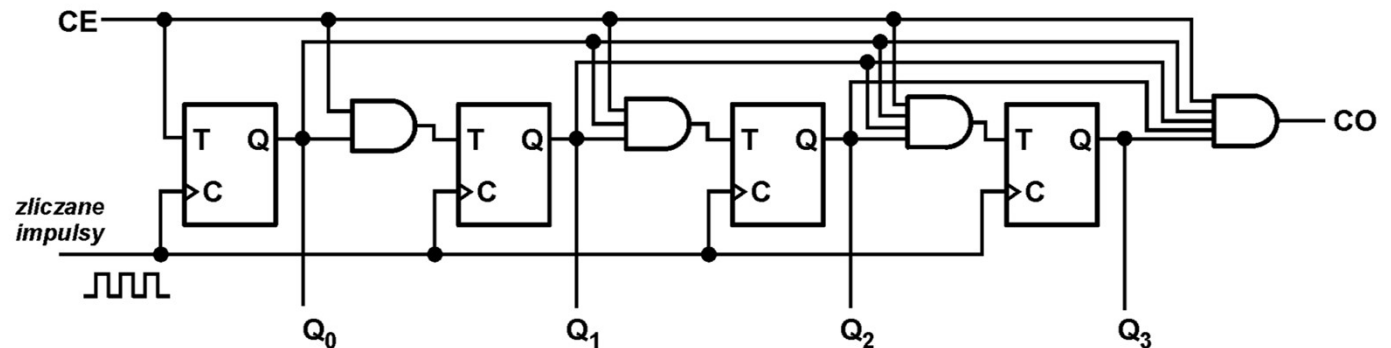
Przeniesienia szeregowe

## Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

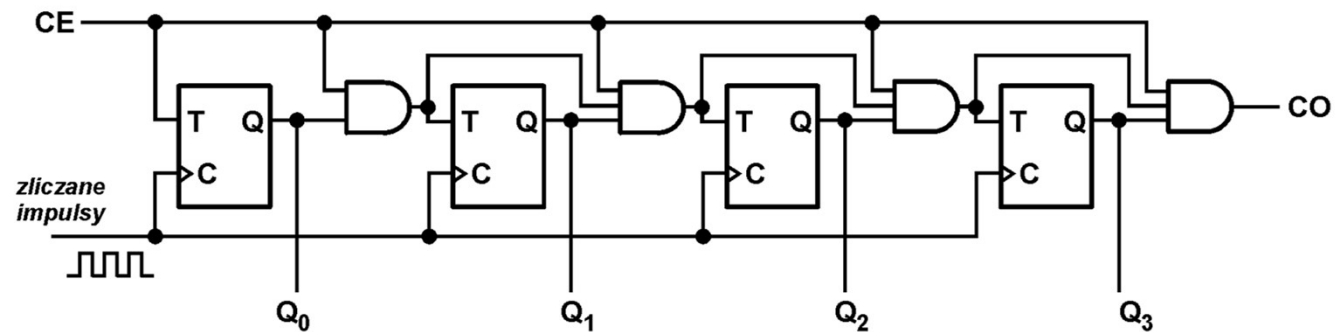
Licznik z zezwoleniem na liczenie – sygnał *CE* ( *Count Enable* )

Dodatkowy sygnał przeniesień *CO* ( *Carry Out* )

Licznik z przeniesieniami  
równoległymi



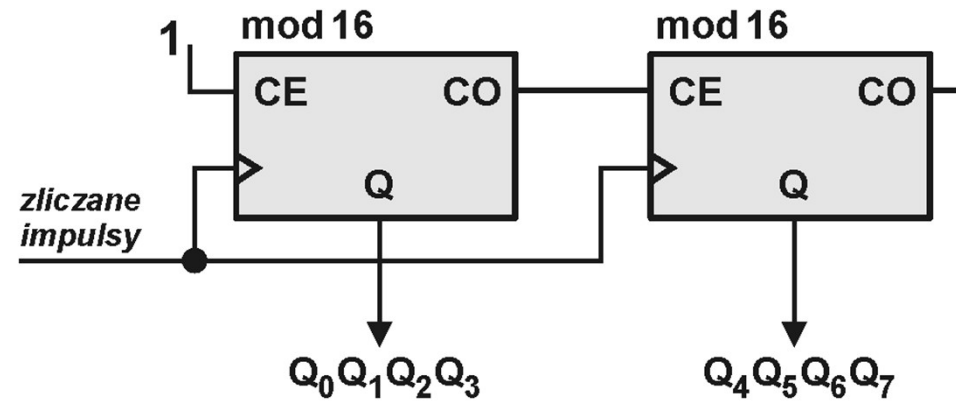
Licznik z przeniesieniami  
szeregowymi



## Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

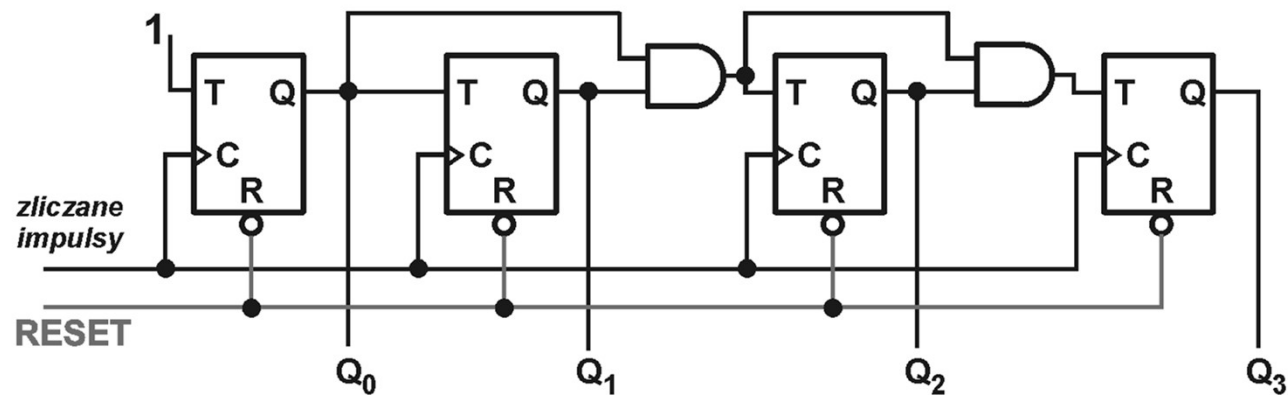
Zwiększenie cyklu liczenia poprzez użycie przeniesiń zewnętrznych

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

### 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

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

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

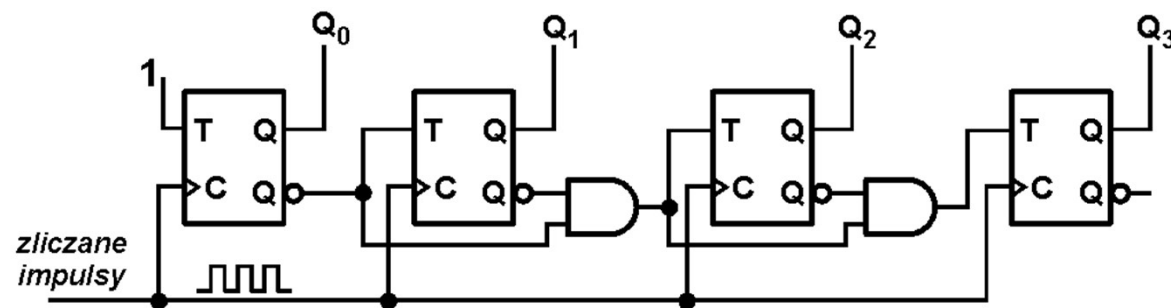
$$T_1 = \overline{Q_0}$$

$$T_0 = 1$$

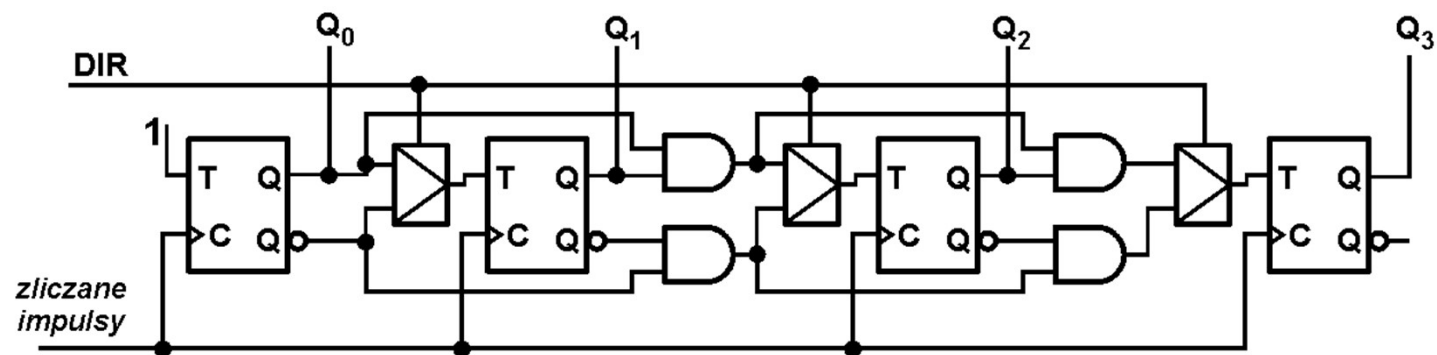


## Liczniki – synchroniczny licznik dwójkowy

Licznik z przeniesieniami szeregowymi zliczający „w tył”



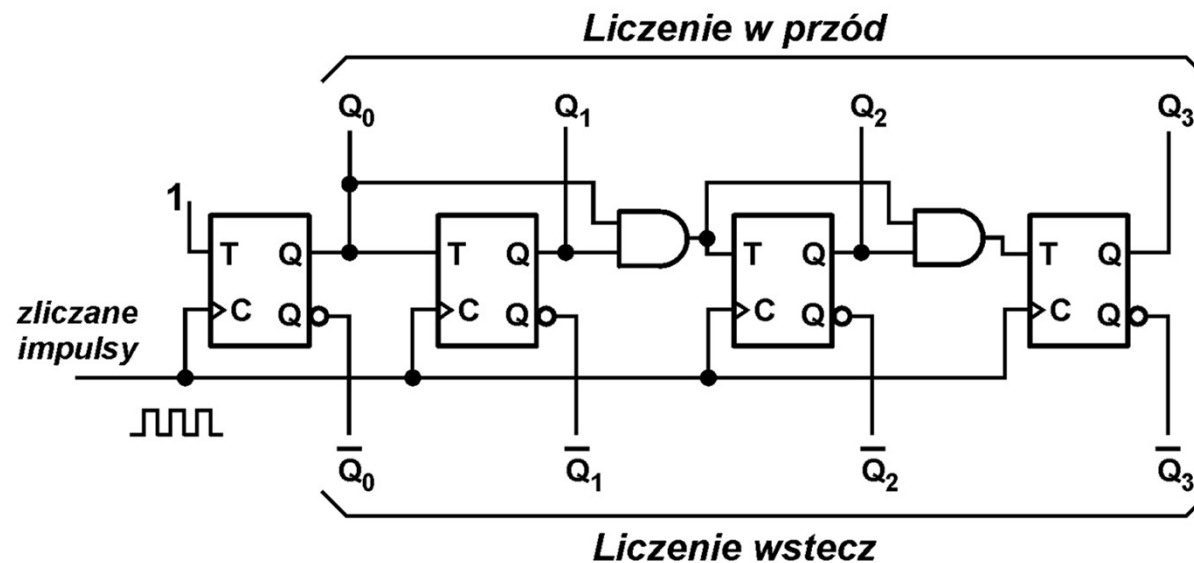
Licznik rewersyjny z przeniesieniami szeregowymi



## 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...**

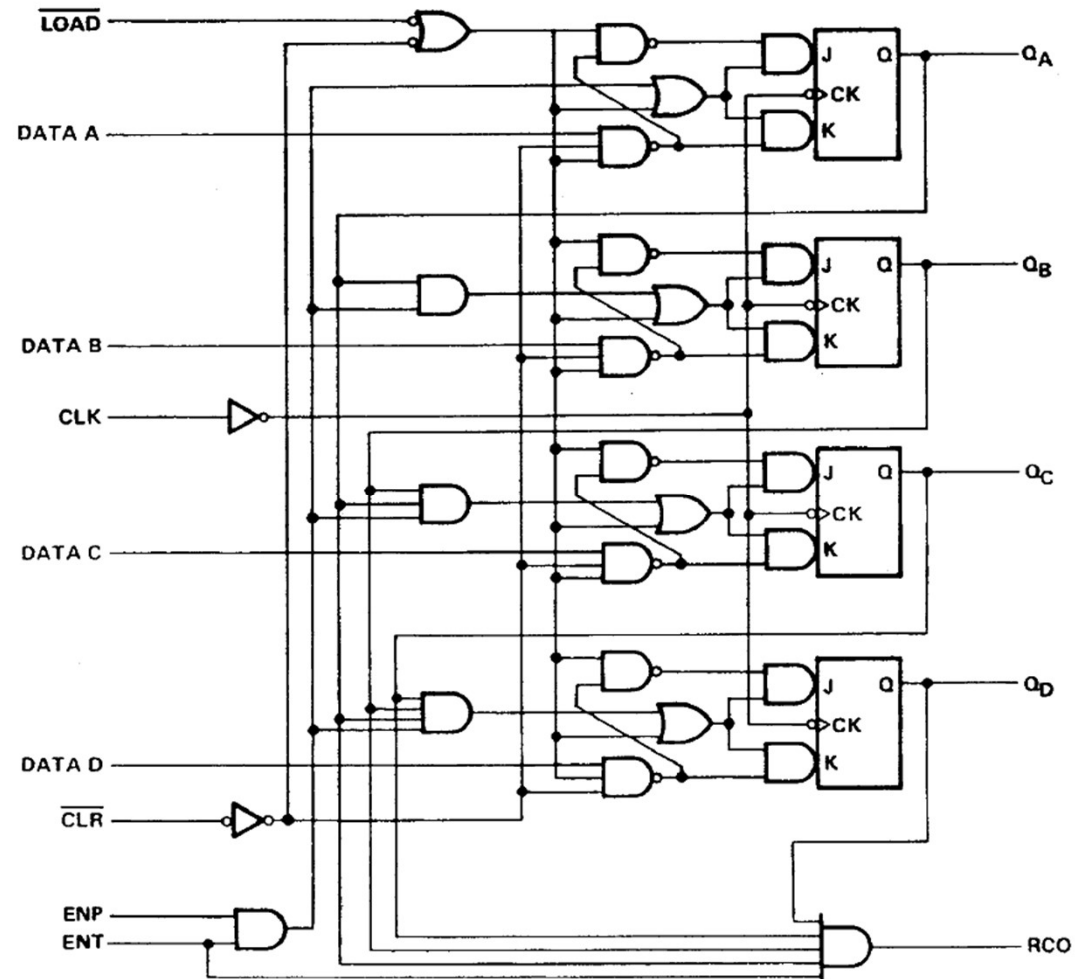
**160 , 162 – BCD**

**161 , 163 – Binary**

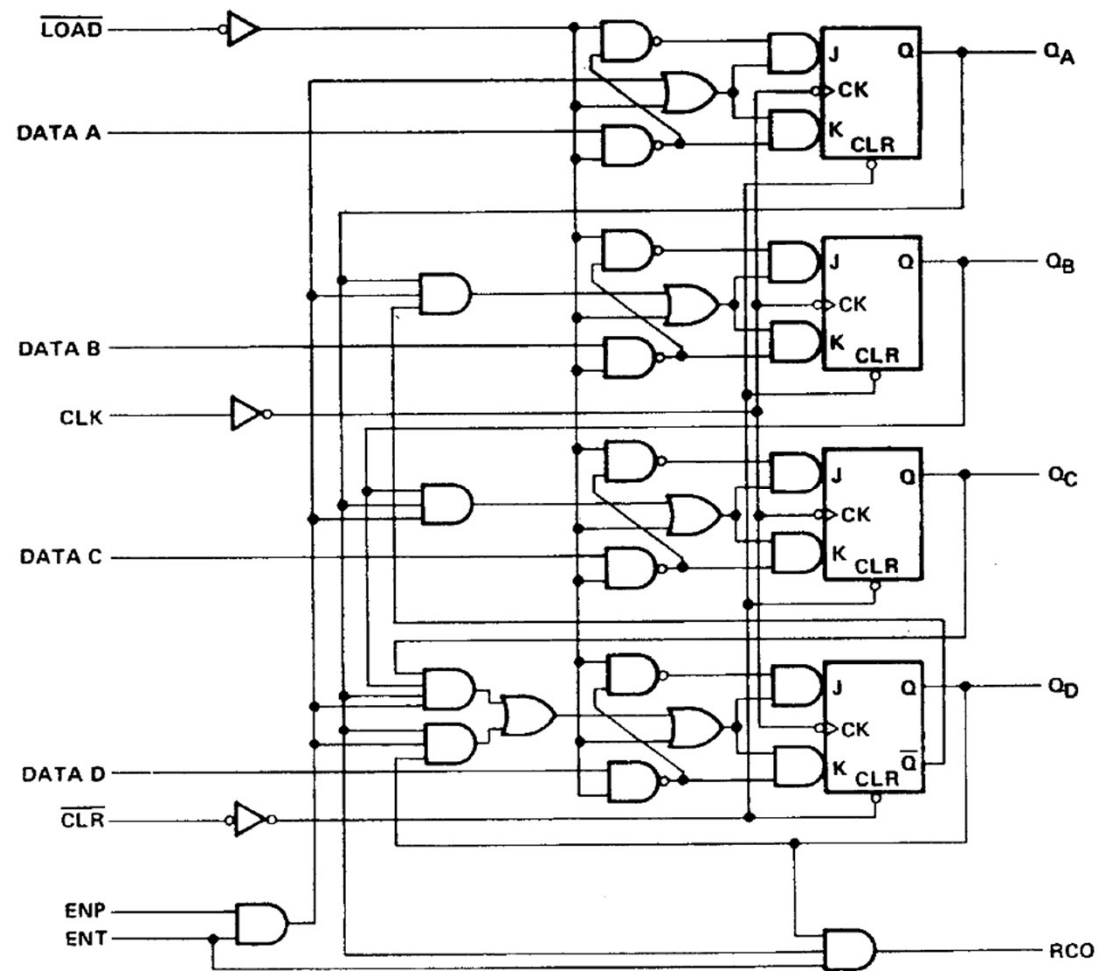
**160 , 161 – Asynch reset**

**162 , 163 – Synch reset**

## 163 – Binary, Synch reset



## 160 – BCD, Asynch reset



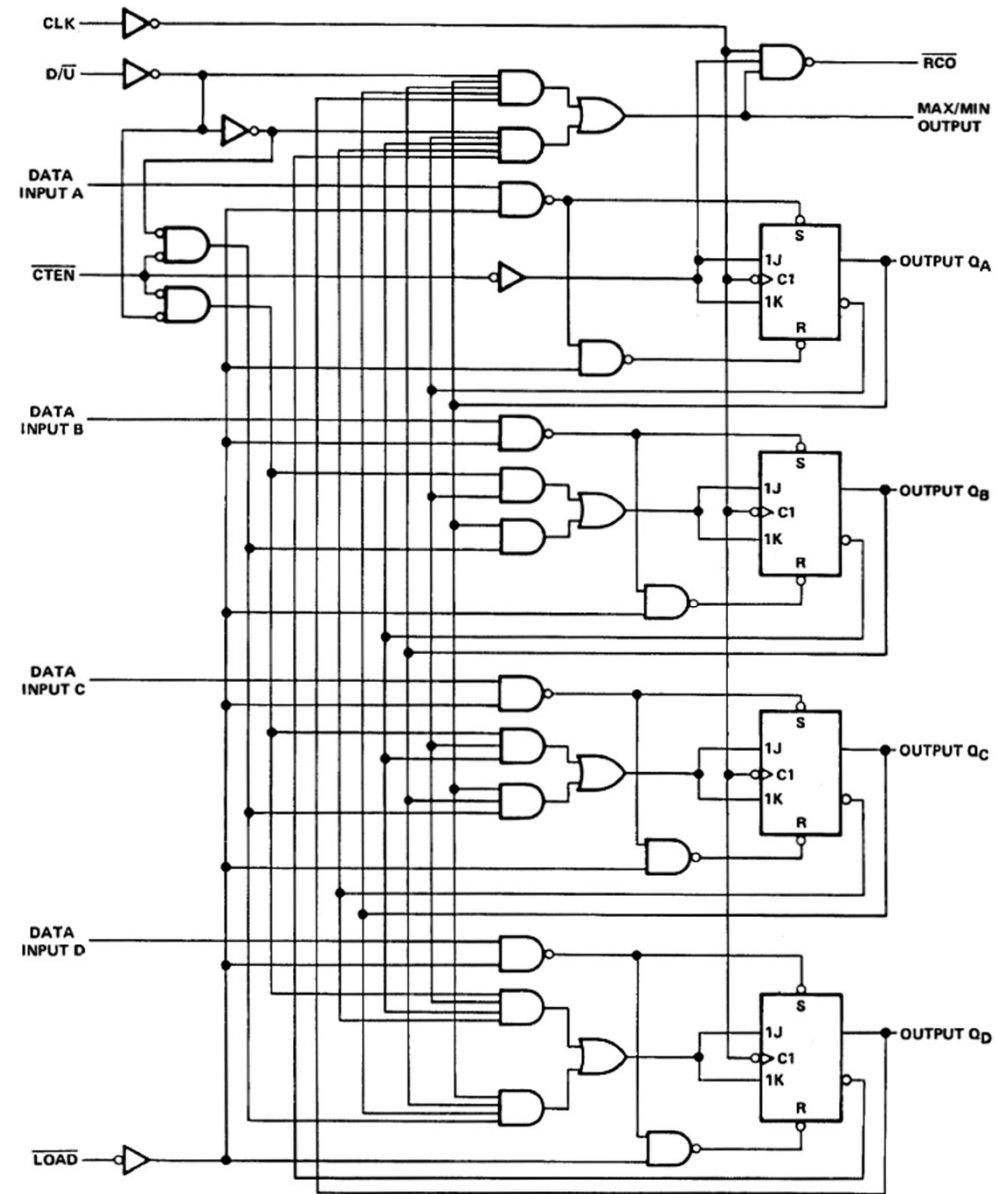
# 74190, 74191

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

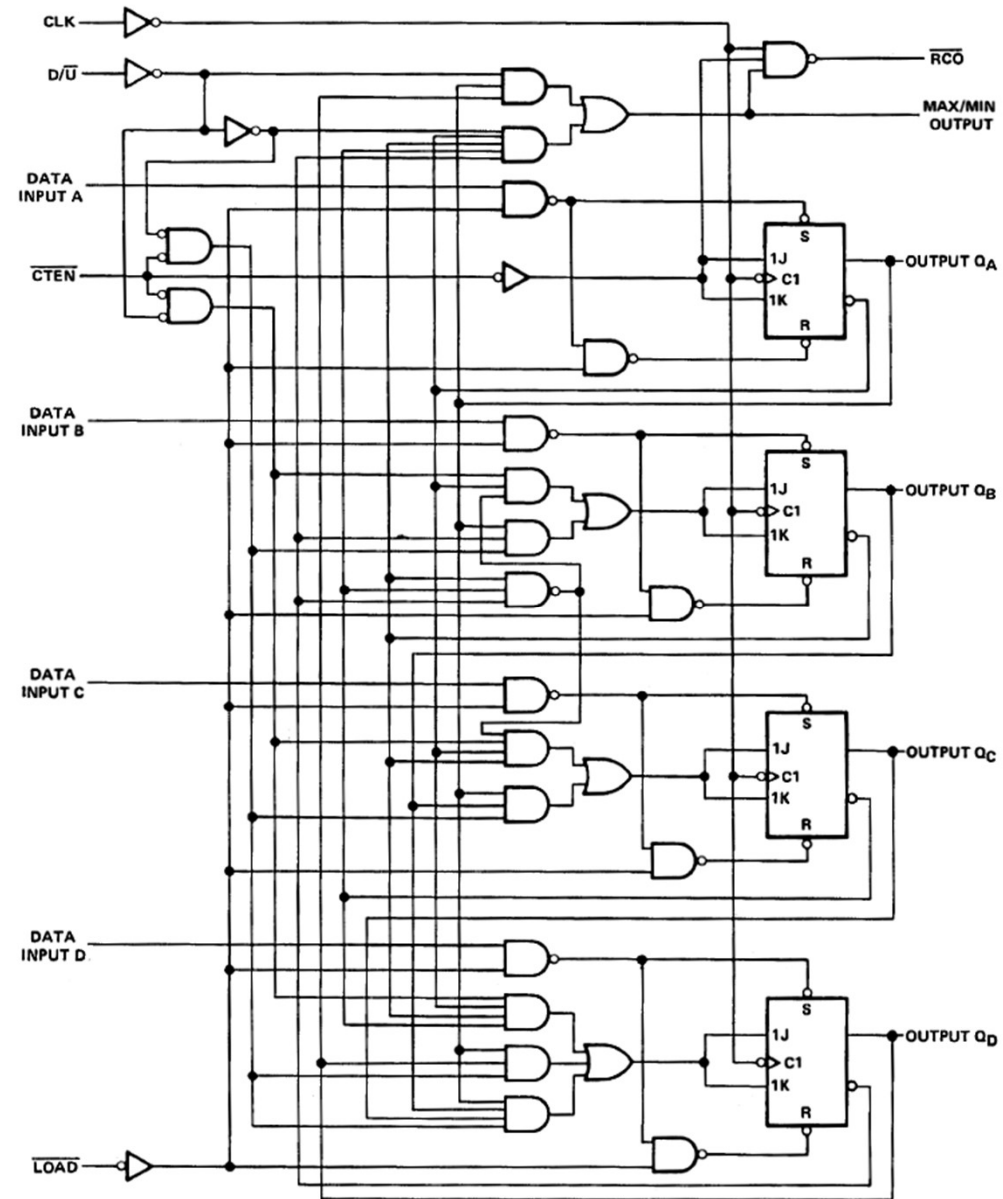
**190 – BCD**

**191 – Binary**

## 191 – Binary...



# 190 – BCD...





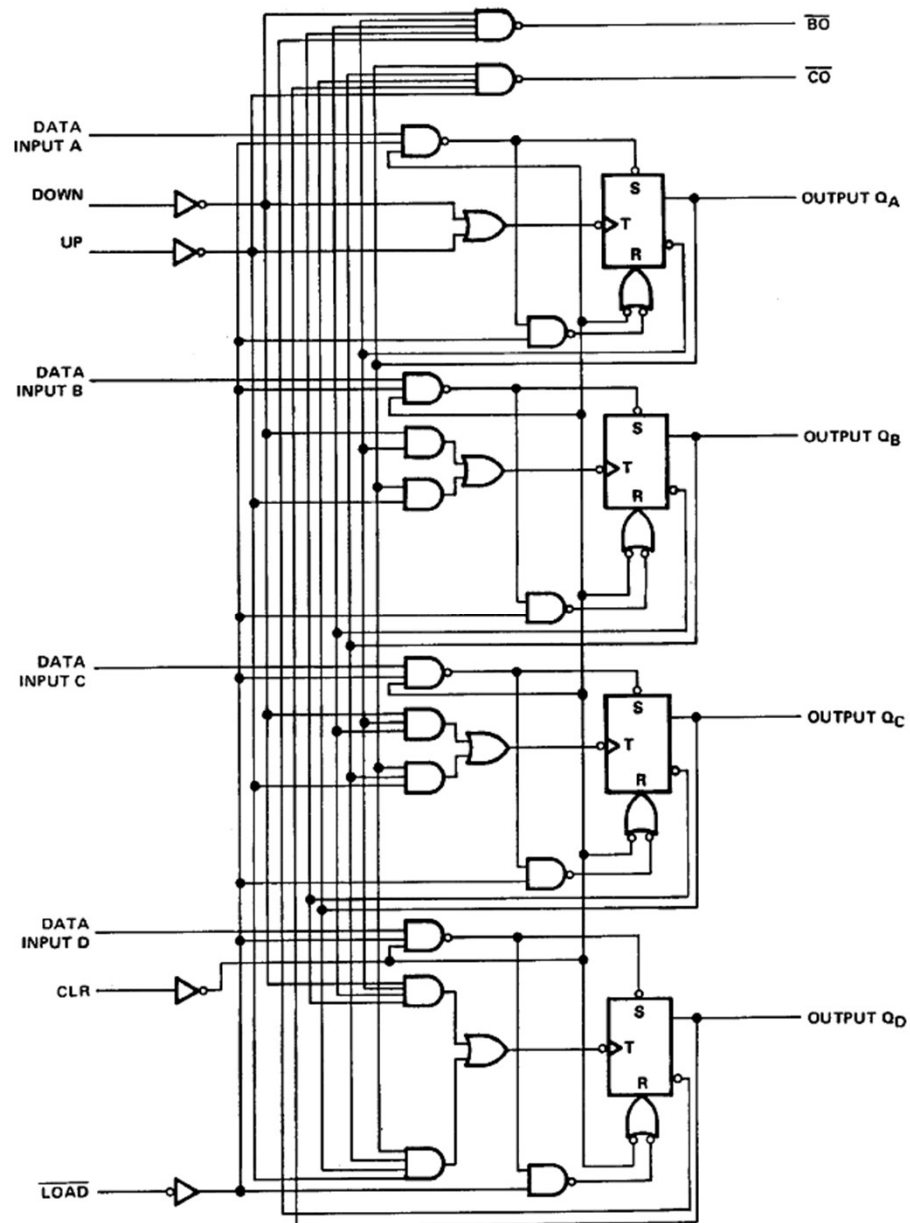
# 74192, 74193

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

**192 – BCD**

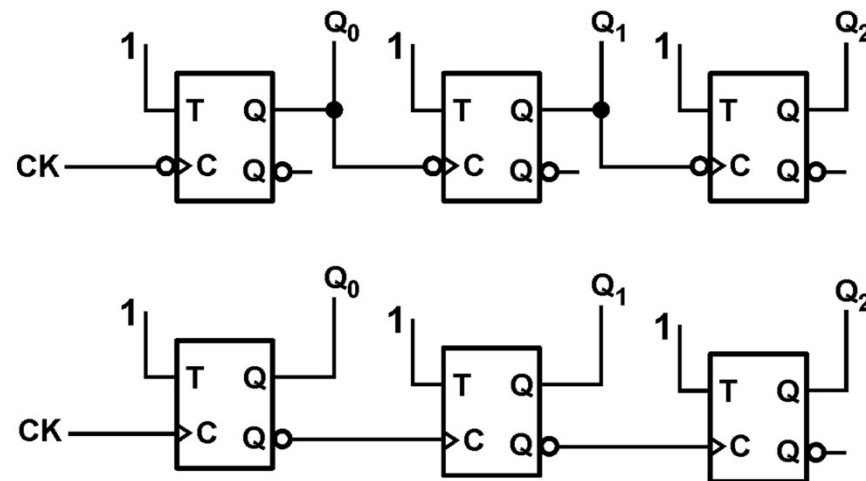
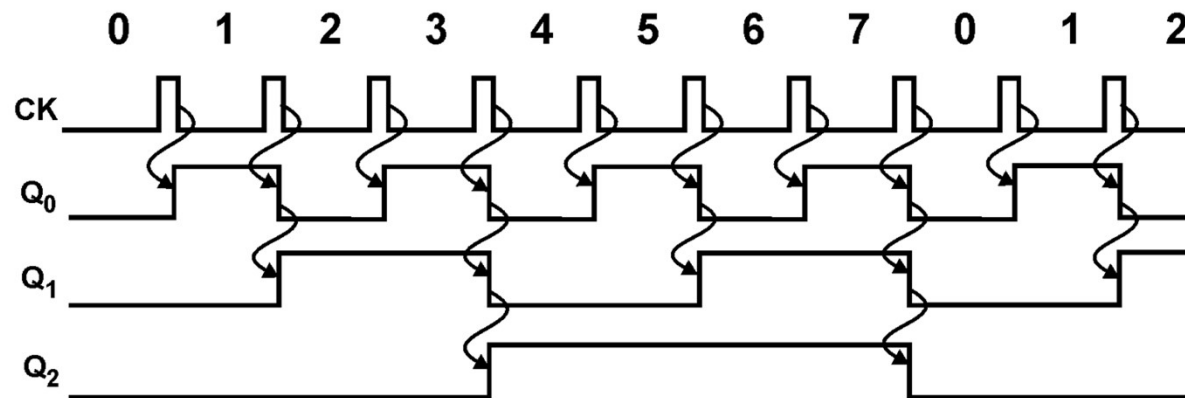
**193 – Binary**

## 193 – Binary...



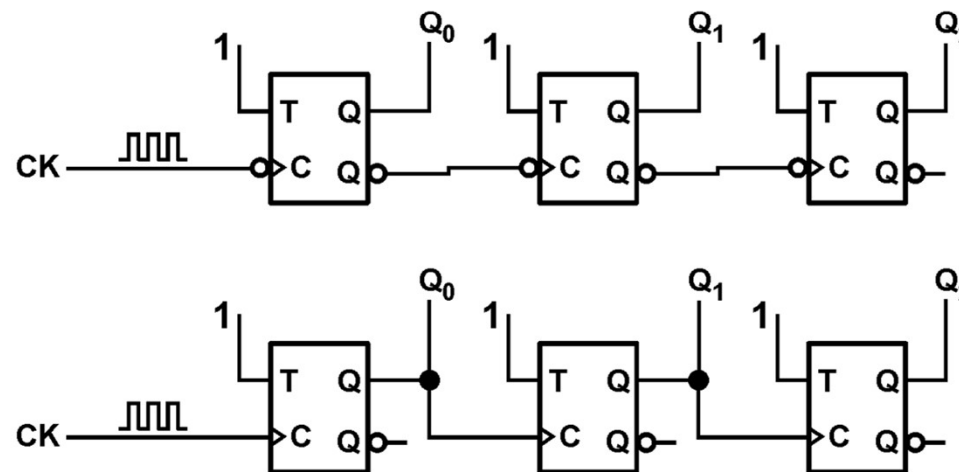
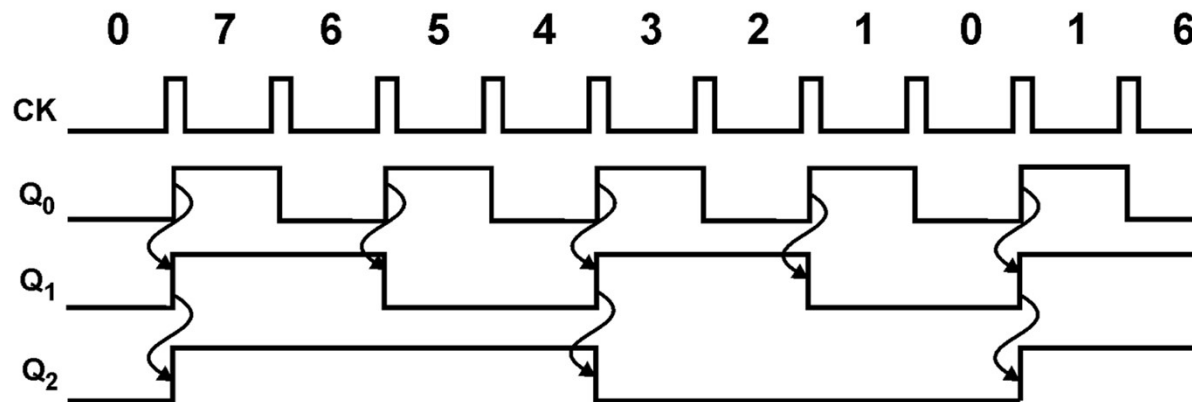
## Liczniki – asynchroniczny licznik dwójkowy

Liczenie w przód , np. modulo 8



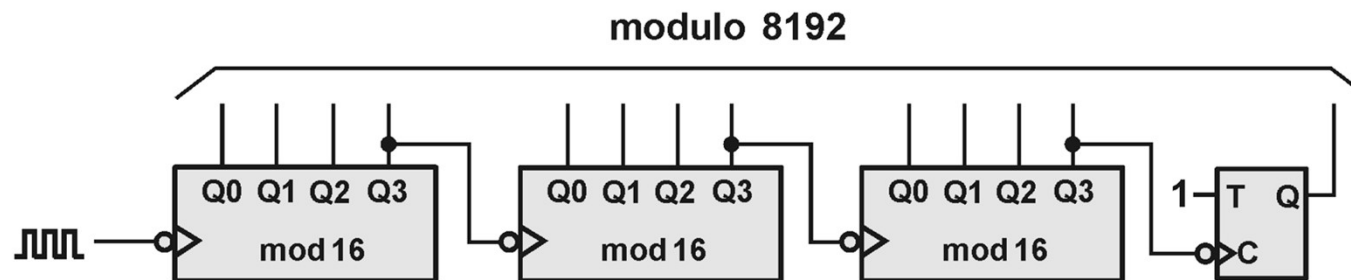
## Liczniki – asynchroniczny licznik dwójkowy

Liczenie wstecz , np. modulo 8



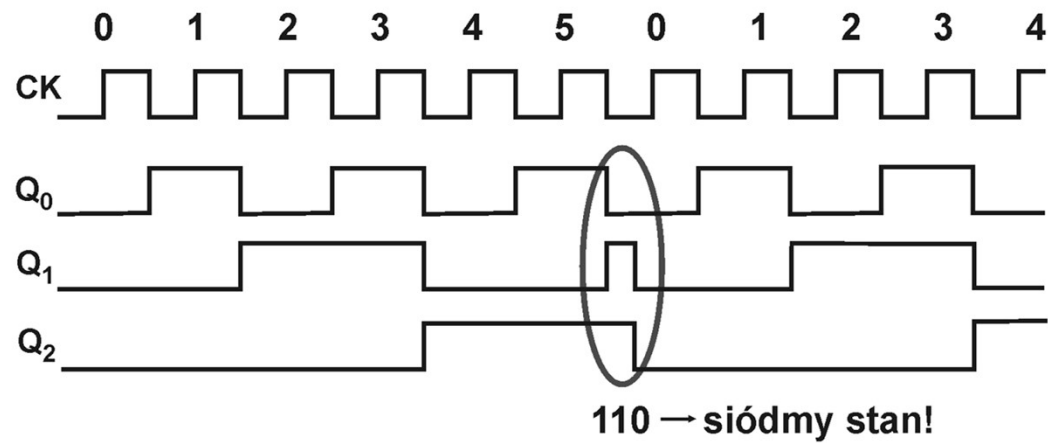
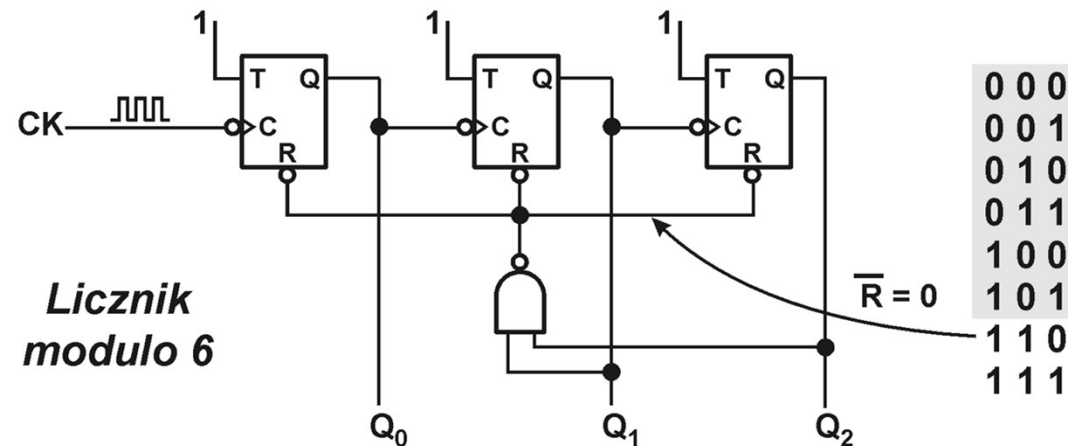
## Liczniki – asynchroniczny licznik dwójkowy

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



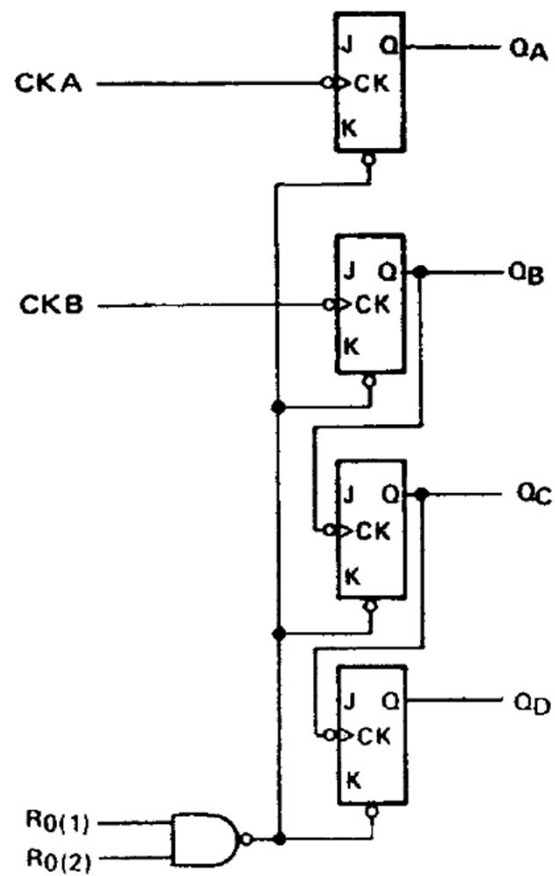
# Liczniki – skracanie cyklu liczenia

Asynchroniczne kasowanie – najpopularniejsze ale...



# 7493

## Asynchroniczny licznik 4-bitowy z kasowaniem



# 7490

## Licznik BCD – modulo 10, dekada

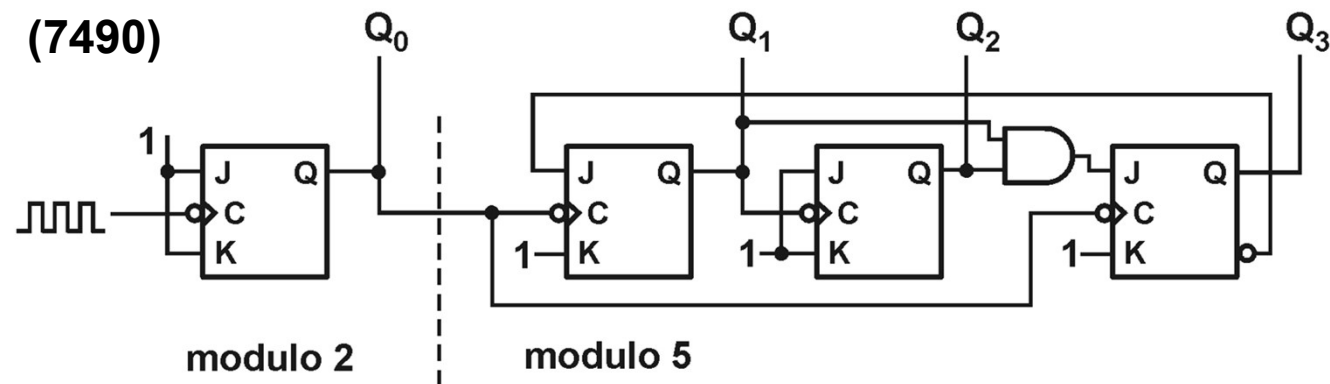
$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$L(Q)$
0 0 0 0	0
0 0 0 1	1
0 0 1 0	2
0 0 1 1	3
0 1 0 0	4
0 1 0 1	5
0 1 1 0	6
0 1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9

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

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

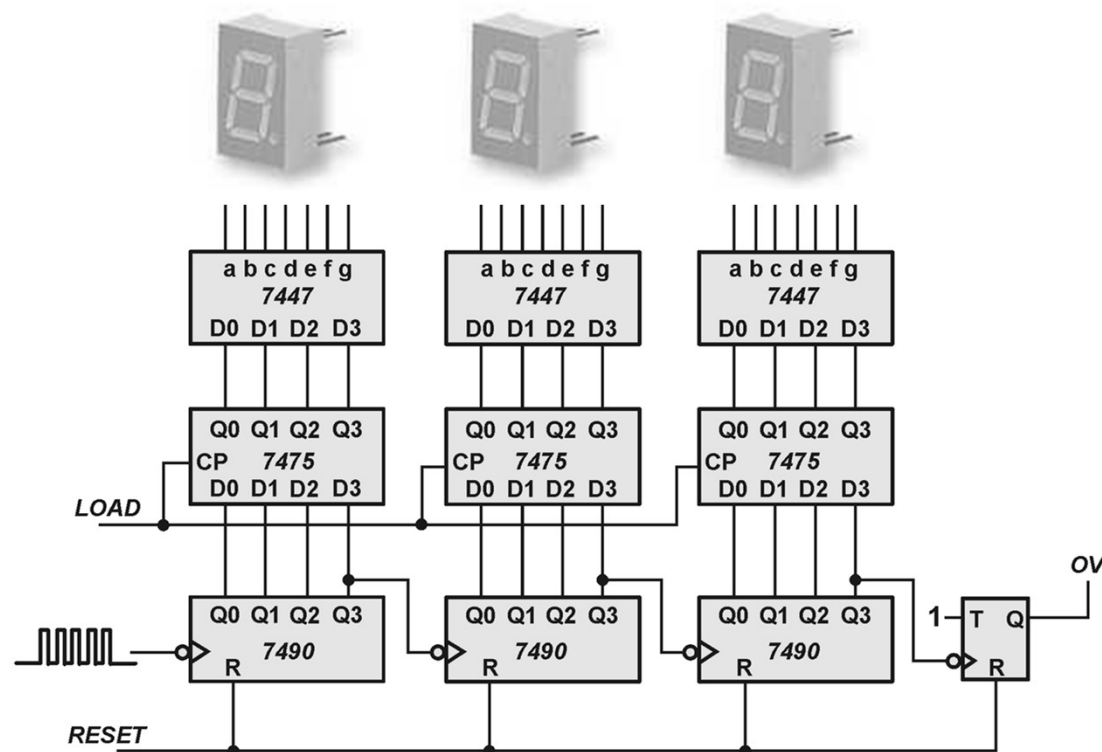
Łączone szeregowo dają liczniki o cyklach: modulo 100, modulo 1000, modulo 10000, ...

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





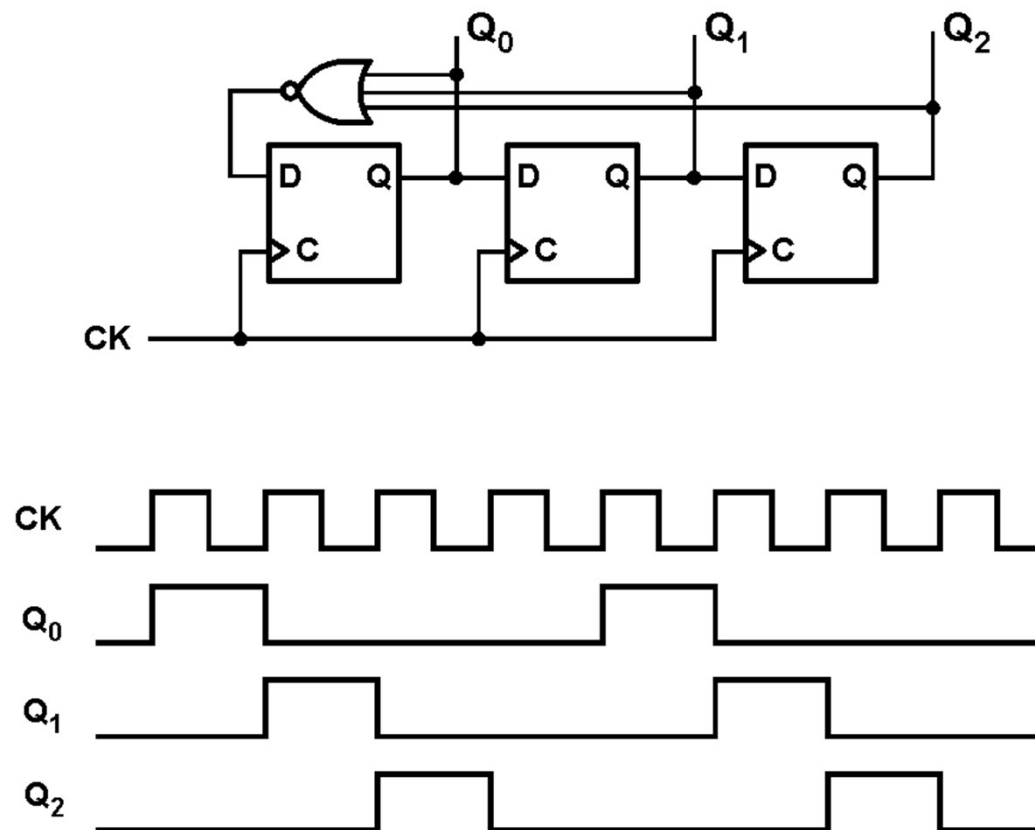
# Miernik cyfrowy...



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

## LICZNIKI PIERŚCIENIOWE – 1 z $N$ , krążąca jedynka z korekcją

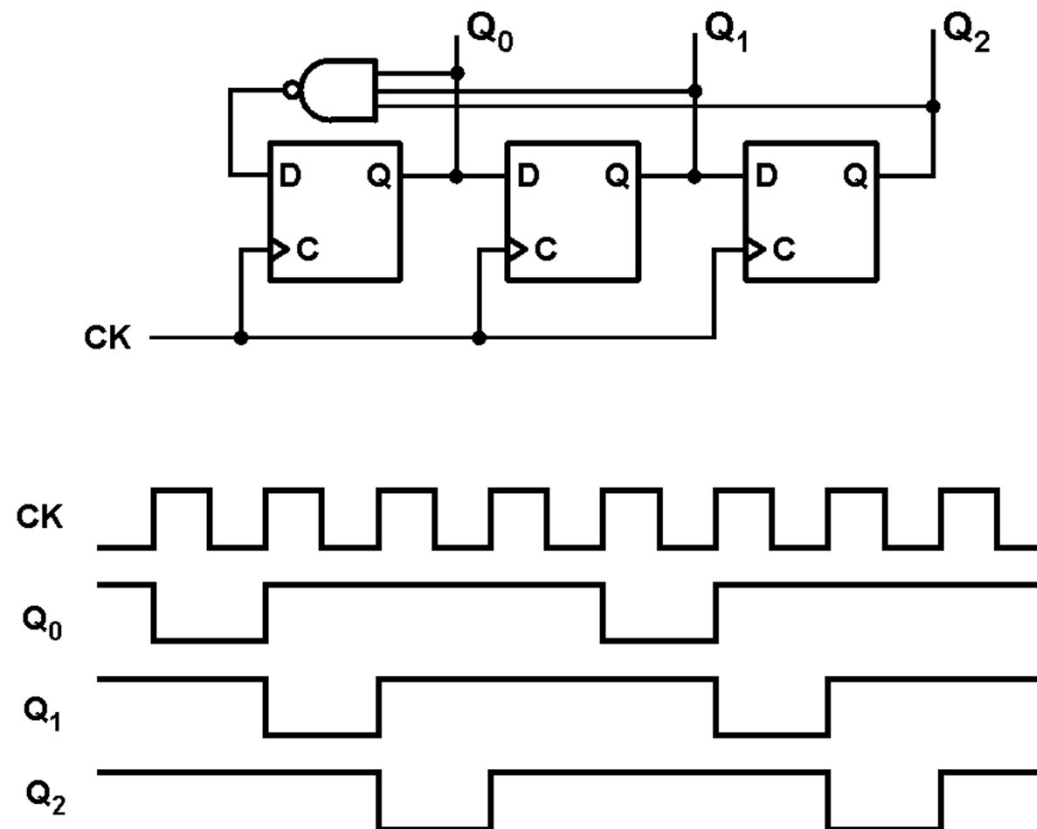
Np.:  $N = 3$



***Bramka NOR zapewnia autokorekcję***

## LICZNIKI PIERŚCIENIOWE – 0 z $N$ , krążące zero z korekcją

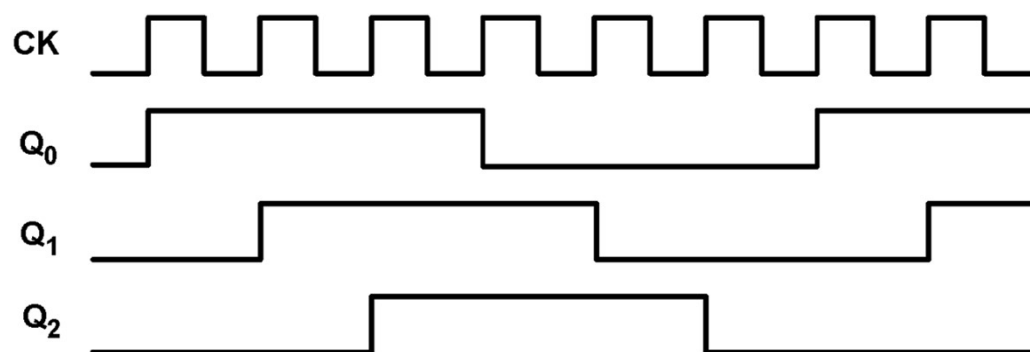
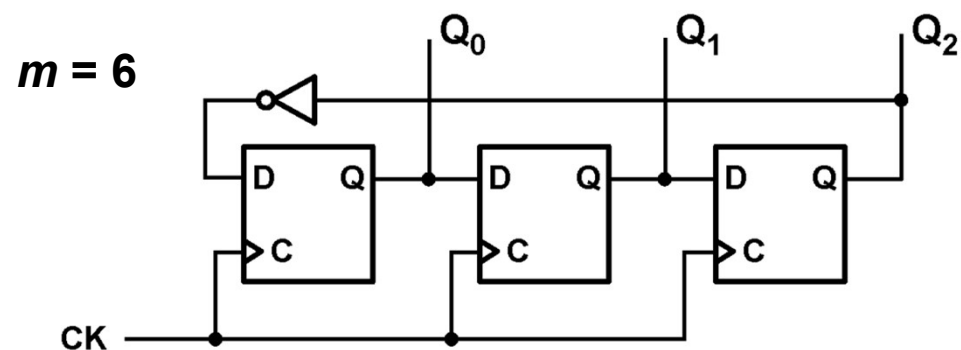
Np.:  $N = 3$



***Bramka NAND zapewnia autokorekcję***

# LICZNIKI PIERŚCIENIOWE – Licznik Johnsona

Długość cyklu liczenia jest równy  $2n$



## 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.

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

