

LICZNIKI PODZIAŁ I PARAMETRY

Licznik jest układem służącym do zliczania impulsów zero-jedynkowych oraz zapamiętywania ich liczby.

Zależnie od liczby n **przerzutników** wchodzących w skład licznika **pojemność P** określa się następująco:

$$P \leq 2^N$$

Liczna przerzutników n zwana jest **długością licznika**.

Stan licznika, od którego rozpoczyna się liczenie, nazywamy **stanem lub warunkiem początkowym**.

Ustalenie tego warunku odbywa się poprzez asynchroniczne wejścia zerujące (r) i ustawiające (s) przerzutników.

Po podaniu na wejście liczące $P-1$ zmian sygnału licznik znajduje się w stanie odpowiadającym ostatniej kombinacji - **przepełnienie (przeniesienie)**

Z punktu widzenia sposobu wprowadzenia impulsów zliczanych liczniki można podzielić na:

- szeregowo, zwane inaczej asynchronicznymi, cechą charakterystyczną jest opóźnienie czasowe związane z ustalaniem się zawartości, zmiana stanu każdego członu (przerzutnika) dopiero po zmianie poprzedniego
- równoległe, zwane synchronicznymi, sygnał wejściowy podawany równoległe na wszystkie przerzutniki – większa szybkość.

Licznik dwójkowy – wszystkie człony posiadają pojemność 2

$$P = 2^N$$

Licznik dziesiętny – dekada, człony o pojemności 10

$$P = 10^L$$

Oprócz wejścia liczącego i resetującego liczniki mogą posiadać **wejścia równoległe** do wpisywania dowolnej zawartości początkowej (asynchronicznie lub synchronicznie)

Liczniki proste – liczą w jednym lub drugim kierunku

Liczniki rewersyjne – dwukierunkowe:

- o jednym we C i drugim statycznym wybierającym kierunek
- o dwóch wejściach zliczających

Podstawowe parametry to **maksymalna szybkość pracy** (maksymalna częstotliwość sygnałów wejściowych) i **czas ustalania zawartości** (zależny od budowy licznika i czasów propagacji przerzutników)

Ogólnie czas ustalania zawartości wynosi:

Dla liczników szeregowych $T = \tau \cdot N$

Dla liczników równoległych $T = \tau$

T – czas ustalania zawartości, τ - czas propagacji przerzutnika,

N – liczba przerzutników

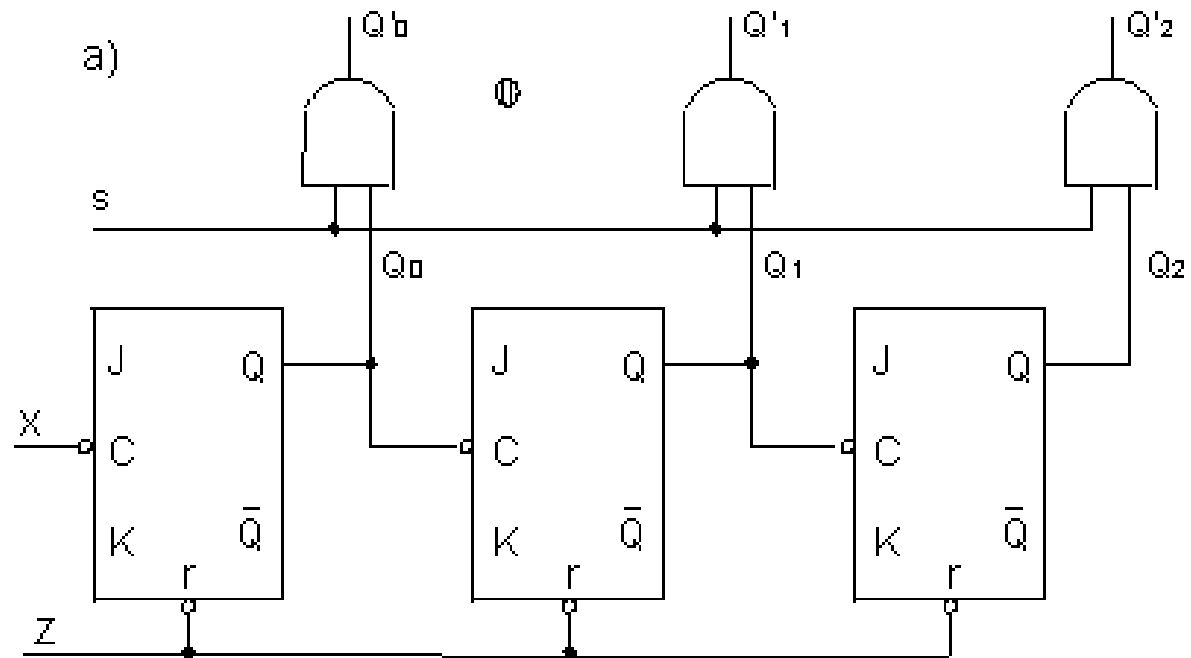
LICZNIKI SZEREGOWE (ASYNCHRONICZNE)

W licznikach szeregowych (asynchronicznych) zmiana stanu kolejnego przerzutnika odbywa się pod wpływem zmiany stanu przerzutnika poprzedniego.

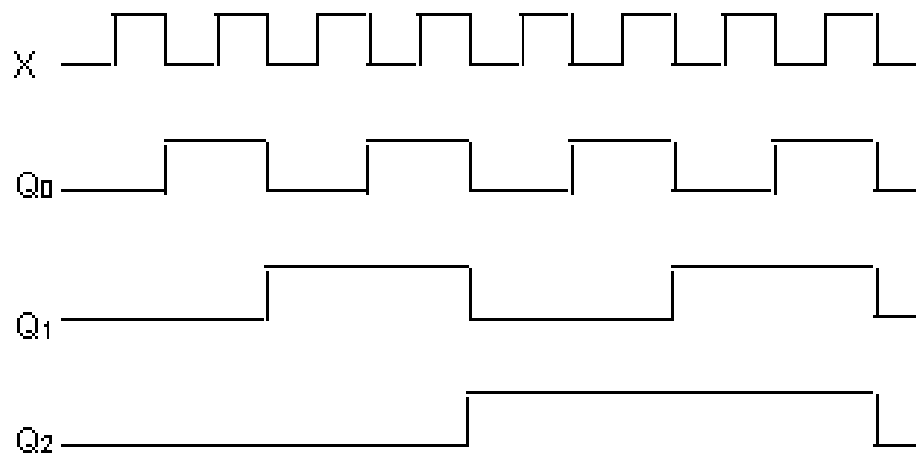
Najprostszym przykładem licznika szeregowego jest kaskada N szeregowo połączonych przerzutników

Układ na rys. składa się z trzech przerzutników JK, w których wejścia synchroniczne nie zostały użyte, co jest równoznaczne w technice TTL z przyłączeniem ich do jedynki logicznej. Impuls zliczany X jest wprowadzony na wejście zegarowe pierwszego przerzutnika. Wejścia zegarowe kolejnych przerzutników są zwarte z wyjściami Q poprzednich przerzutników. Z umożliwia asynchroniczne wyzerowanie licznika.

*Licznik szeregowy
o pojemności 8*



b)

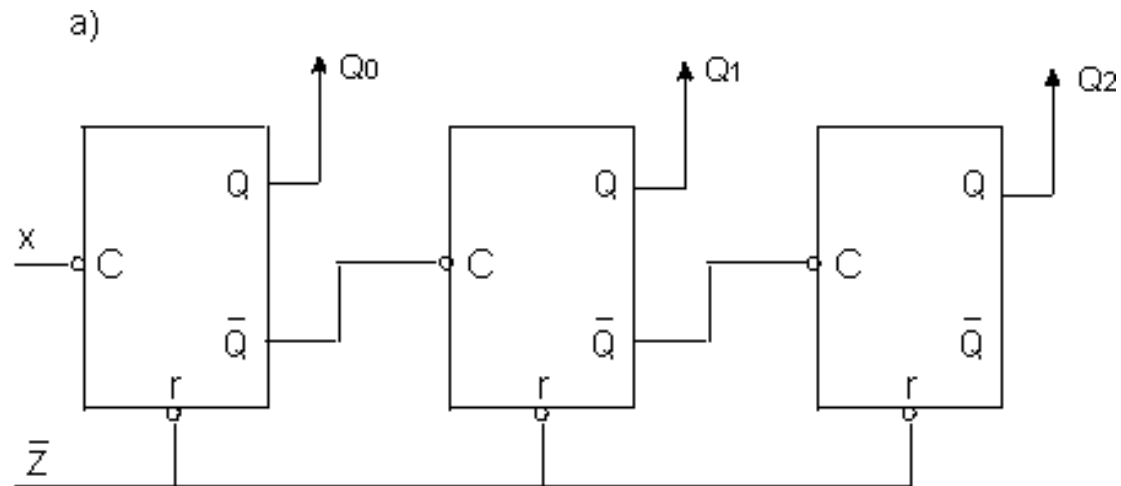


Przykłady rozwiązań liczników szeregowych:

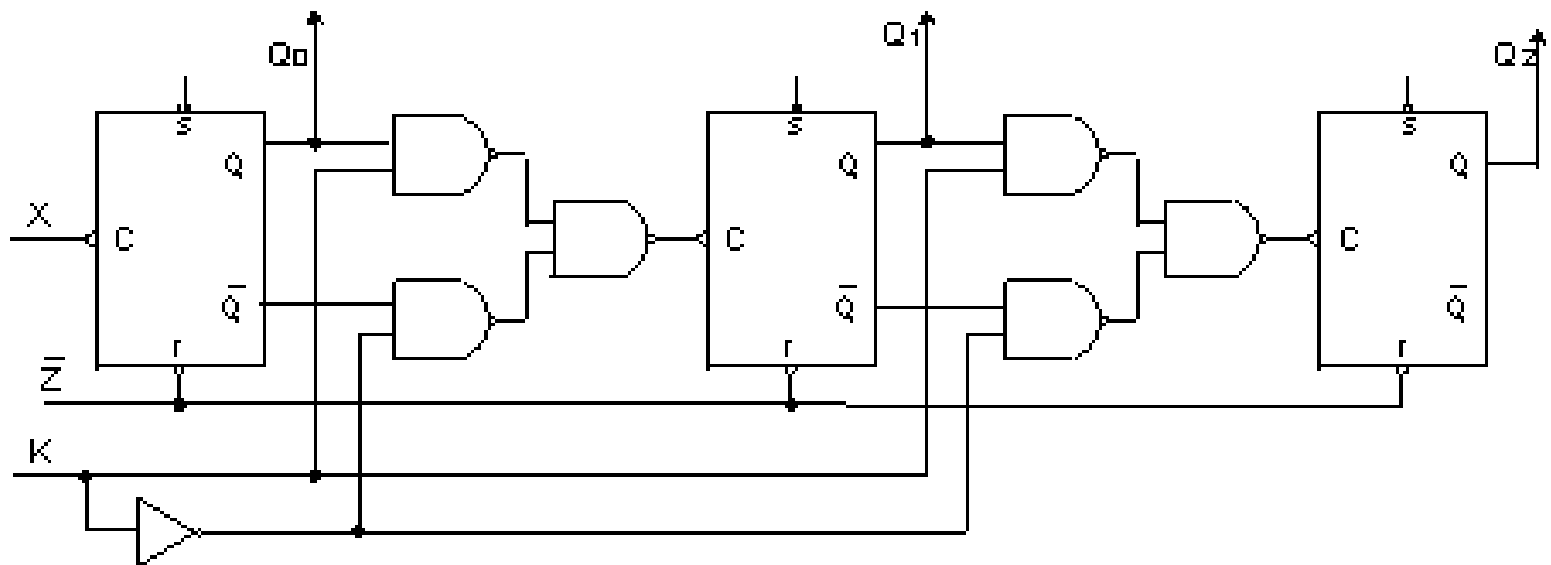
licznik odejmujący - pomniejsza swój stan wewnętrzny w takt impulsu zliczanego,

licznik rewersyjny - może pracować w dwóch kierunkach. (Zmiany kierunku zliczania dokonuje się za pomocą sygnału K. Godny uwagi jest fakt, że zmiana wartości K może spowodować wyzwolenie przerzutnika. Z tego powodu po zmianie kierunku zliczania należy ustawić warunek początkowy, od którego licznik zaczyna swoją pracę).

licznik odejmujący



licznik rewersyjny



Powyższe układy wykorzystują swoją **pełną pojemność**. Istnieje możliwość **zmiany tej pojemności** (zmniejszenia) przez odpowiednie wykorzystanie **wejść asynchronicznych** (s,r). Metoda projektowania takich liczników polega na określeniu kombinacji wartości wyjść poszczególnych przerzutników, przy której nastąpi wyzerowanie licznika lub ustawienie odpowiedniej wartości w czasie przerwy między kolejnymi impulsami zliczanymi.

Zmiana pojemności licznika szeregowego może się odbywać w następujący sposób:

- przez skrócenie cyklu pracy przy zerowym warunku początkowym (**najczęściej stosowany**),
- przez zmianę warunku początkowego,
- przez opuszczenie wybranych stanów wewnętrznych licznika

PRZYKŁAD

Zakładamy **pojemność licznika $P = 6$ (modulo 6)**.

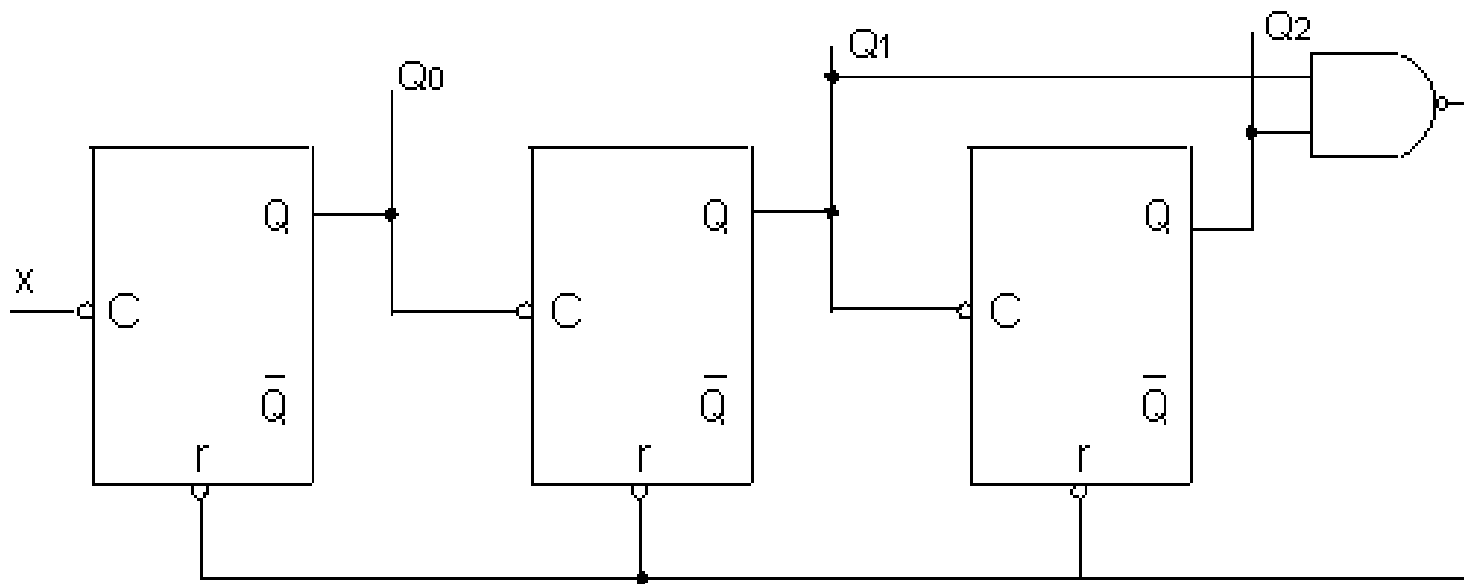
Do budowy tego układu należy użyć **trzech** przerzutników, a cykl pracy licznika szeregowego należy **skrócić o dwa** stany wewnętrzne.

Po zliczeniu sześciu impulsów ma nastąpić powrót do warunku początkowego $Q_2Q_1Q_0 = 000$.

Pracę takiego licznika można zilustrować następującą sekwencją (tablicą stanów);

X	Q_2	Q_1	Q_0				
0	0	0	0				
1	0	0	1				
2	0	1	0				
3	0	1	1				
4	1	0	0				
5	1	0	1				
6	1	1	0	→	0	0	0

Pozycja X oznacza numer kolejnego impulsu zliczanego. Po wprowadzeniu sześciu impulsów licznik zostaje wyzerowany, zanim pojawi się impuls siódmy. Wartości $Q_2Q_1 = 11$ powinny wyzerować licznik.



Licznik szeregowy modulo 6

Projektowanie tego typu liczników jest bardzo proste i polega na stosowaniu następujących reguł:

1. dla zadanej pojemności P licznik zawiera n przerzutników przy warunku:

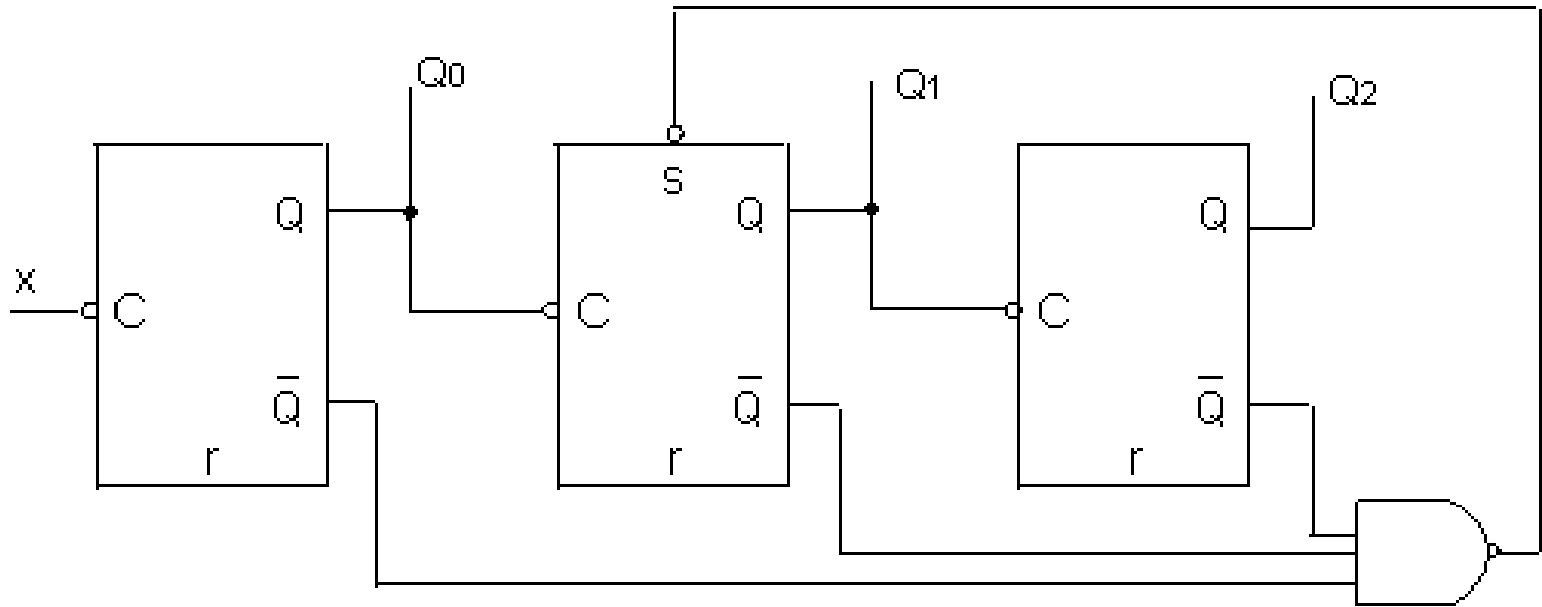
$$P \leq 2^N$$

2. łączymy n przerzutników **w kaskadę** o pojemności 2^n ,
3. **z ostatniej sekwencji stanów licznika** odpowiadającej zadanej pojemności P tworzymy **sygnał sprzężenia zwrotnego zerujący licznik**,

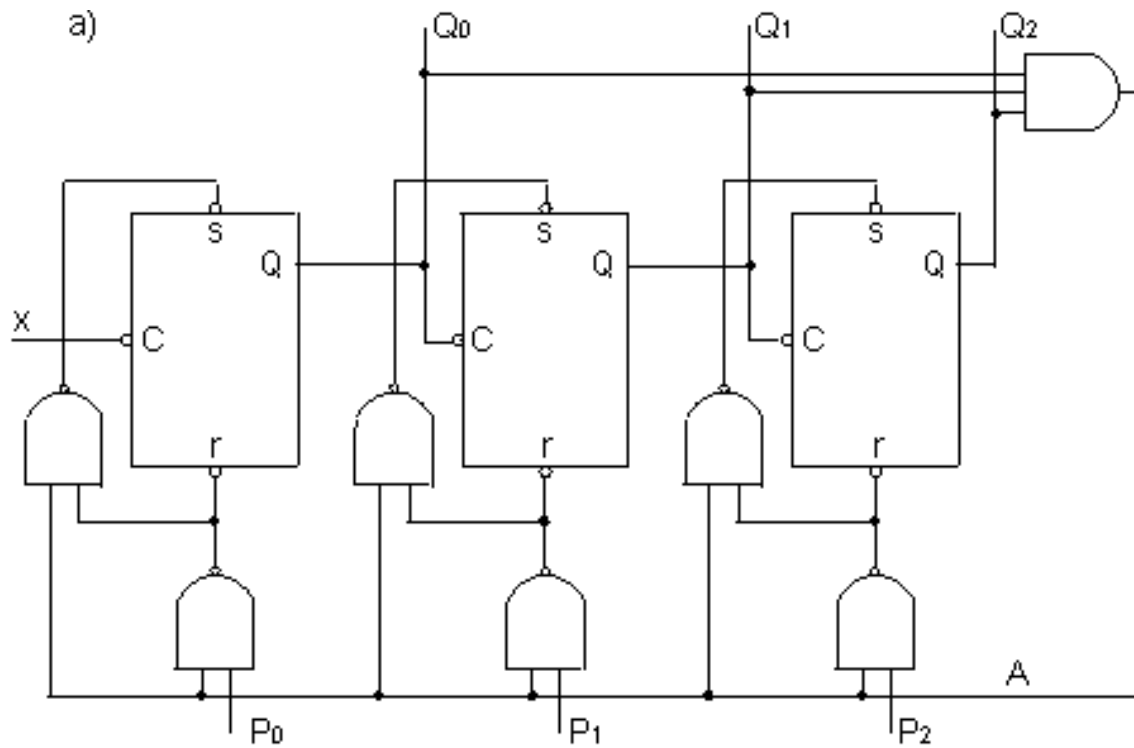
Drugi typ licznika o pojemności $P \leq 2^n$ można zbudować, korzystając - podobnie jak poprzednio - z tablicy stanów, a cykl jego pracy zostanie skrócony od strony warunku początkowego. Pojemność 6 uzyskamy, rozpoczynając od wartości 2, kończąc na wartości 8, po czym bez udziału impulsu zliczanego nastąpi wpisanie warunku początkowego 2.

Projektowanie takiego licznika odbywa się według takich samych reguł, jak dla rozwiązania z zerowym warunkiem początkowym, jedynie oddziaływanie sprzężenia zwrotnego jest odmienne. A oto kolejne etapy projektowania:

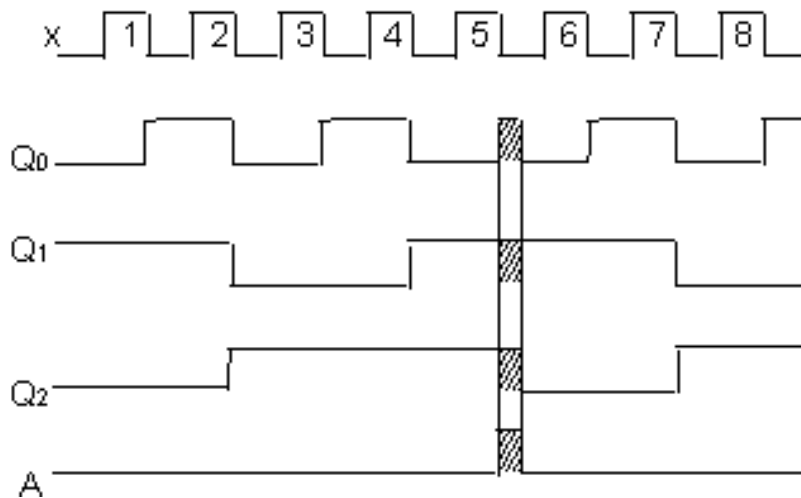
1. określamy liczbę przerzutników według reguły $P \leq 2^n$,
2. łączymy n przerzutników w kaskadę,
3. określamy sygnał sprzężenia zwrotnego ustalającego warunek początkowy licznika (impuls zliczany).
4. Wyjście bramki NAND łączymy z wejściami wpisującymi tych przerzutników, które przed ostatnim impulsem były w stanie $Q_1=0$



Licznik szeregowy modulo 6 z niezerowym warunkiem początkowym



b)



*licznik szeregowy o programowanej pojemności:
a) schemat połączeń,
b) przebiegi czasowe dla $P=5$
($P_0P_1P_2 = 101$).*

Obszar zakreskowany oznacza przedział czasu, w którym działa sprzężenie ustawiające wartość początkową.

Pojemność $P=5$ jest ustawiona za pomocą zmiennych programujących $P_2P_1P_0 = 101$.

Gdy pojawi się sygnał $A=1$, wtedy nastąpi ustawienie $Q_1=1$, a Q_2 i Q_0 zostaną wyzerowane.

Cykl pracy licznika jest ograniczony wartościami: od 010 do 111, tzn. $7 - 2 = 5$.

LICZNIKI RÓWNOLEGŁE (SYNCHRONICZNE)

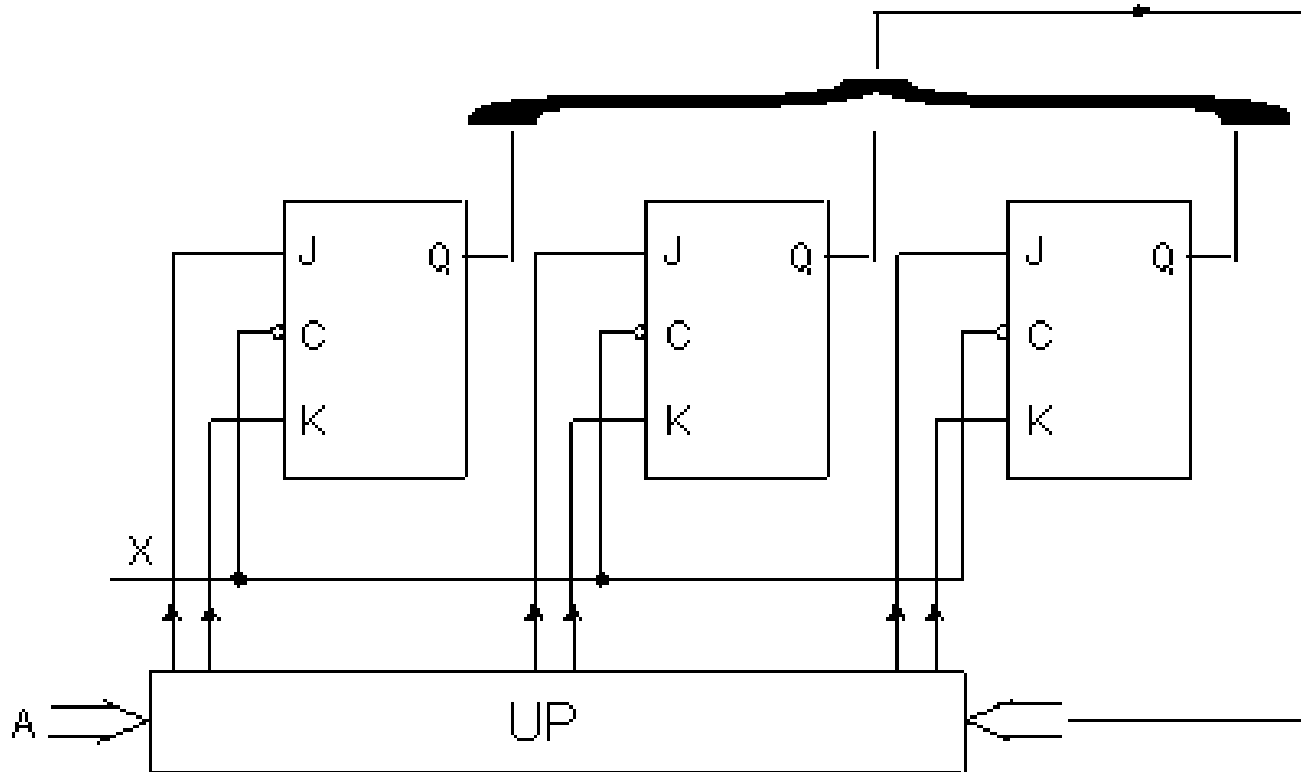
Liczniki **równoległe (synchroniczne)** są budowane z przerzutników **synchronicznych**: SR, JK, T lub D.

Efekt sumowania czasów propagacji poszczególnych przerzutników **nie występuje** w liczniku równoległym (tak było w liczniku szeregowym).

Zmiany stanów poszczególnych przerzutników odbywają się jednocześnie **w takt impulsów zegarowych X wprowadzonych równoległe na każdy z przerzutników**.

Wartość zmiennej wyjściowej Q_i określają wartości zmiennych **informacyjnych (wejściowych) synchronicznych**, określanych przez **kombinacyjny układ programujący (UP)**.

*Schemat blokowy licznika synchronicznego:
UP - Kombinacyjny Układ Programujący*



Przy projektowaniu liczników synchronicznych tablice przejść przerzutników należy **czytać „w drugą stronę”**.

Zadane są przejścia przerzutników, bo zadany jest program pracy licznika, natomiast należy ustalić wzbudzenia przerzutników dla zapewnienia tych przejść.

Układ programujący licznika synchronicznego będzie zawierał funkcje kombinacyjne określające wartości zmiennych informacyjnych poszczególnych przerzutników w takcie t , które wymuszają zadaną wartość Q_i w takcie $t+1$ (po przejściu impulsu taktującego).

Wektor A reprezentuje dodatkowe zmienne programujące pozwalające zmienić sposób pracy licznika.

Tablica wzbudzeń przerzutników synchronicznych.

Q^n	Q^{n+1}	T	J	K	D	S	R
0	0	0	0	-	0	0	-
0	1	1	1	-	1	1	0
1	0	1	-	1	0	0	1
1	1	0	-	0	1	-	0

PRZYKŁAD 1

Zakładamy pojemność licznika $P = 6$ (modulo 6).

Do budowy tego układu należy użyć trzech przerzutników.

Po zliczeniu sześciu impulsów ma nastąpić powrót do warunku początkowego $Q_2Q_1Q_0 = 000$.

Wybieramy przerzutniki T

Pracę takiego licznika można zilustrować następującą sekwencją (tablicą stanów):

Wzbudzenia licznika synchronicznego modulo 6.

Q_2	Q_1	Q_0	T_2	T_1	T_0
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0

PRZYKŁAD 2

Zaprojektować licznik synchroniczny o dwóch programach liczenia:

- 1) 000,011,110;
- 2) 000,011,100,110,111.

Wprowadzamy dodatkowy **sygnał programujący a** ($a=0$ – program pierwszy, $a=1$ – program drugi)

Wybieramy przerzutniki T

Pracę takiego licznika można **zilustrować następującą sekwencją (tablicą stanów)**:

Wzbudzenia licznika synchronicznego o dwóch programach.

a	Q₂	Q₁	Q₀	J₂	K₂	J₁	K₁	J₀	K₀
0	0	0	0	0	-	1	-	1	-
0	0	1	1	1	-	-	0	-	1
0	1	1	0	-	1	-	1	0	-
1	0	0	0	0	-	1	-	1	-
1	0	1	1	1	-	-	1	-	1
1	1	0	0	-	0	1	-	0	-
1	1	1	0	-	0	-	0	1	-
1	1	1	1	-	1	-	1	-	1