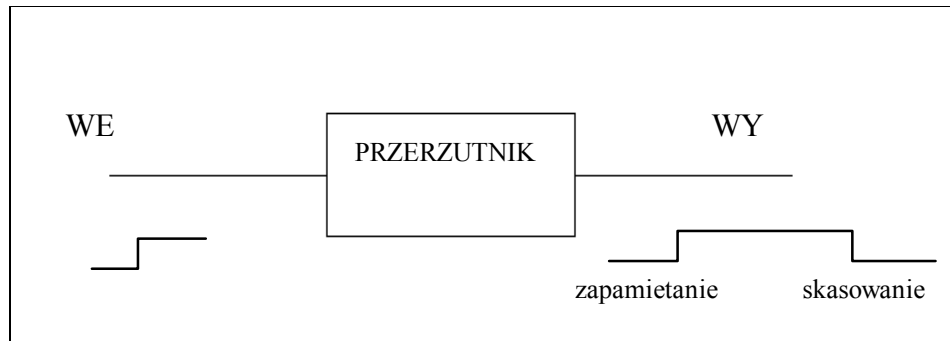


WYKŁAD 8

Przerzutniki.

Przerzutniki są inną niż bramki klasą urządzeń elektroniki cyfrowej. Są najprostszymi układami pamięciowymi.



Przerzutnik zapamiętuje zmianę stanu logicznego wejścia. Stan zapamiętania sygnalizowany jest zmianą stanu wyjścia. Stan zapamiętania może być skasowany :

- przez podanie na wejście kasujące odpowiedniego sygnału - **przerzutnik bistabilny**;
- samoistnie, po czasie założonym przez konstruktora - **przerzutnik monostabilny**.

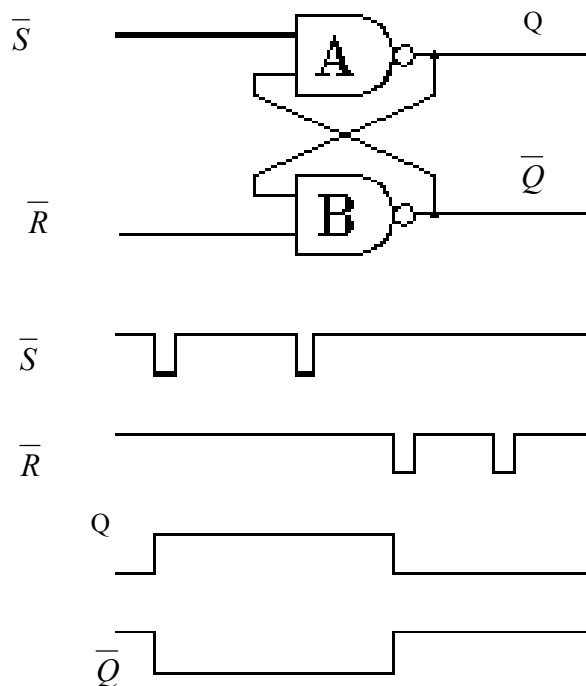
Przerzutniki bistabilne

Najprostszym przerzutnikiem bistabilnym jest **RS**.

\bar{S} (Set) jest wejściem sygnałów przeznaczonych do zapamiętania, \bar{R} (Reset) jest wejściem kasującym. Sygnały na \bar{R} i \bar{S} nie powinny pojawiać się jednocześnie. Układ reaguje na pojawienie się stanów „0” na wejściach \bar{S} i \bar{R} , co podkreślają znaki zaprzeczenia logicznego nad literami oznaczającymi nazwy wejść.

Układ - jak większość przerzutników - posiada dwa wyjścia : Q i \bar{Q} , na których pojawiają się jednocześnie sygnały logicznie odwrócone.

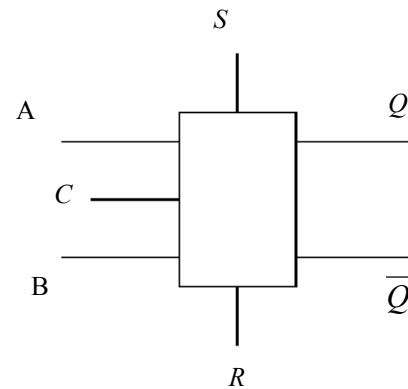
Jest to **przerzutnik asynchroniczny**. Odpowiednie stany na wyjściach wytwarzane są w chwili pojawienia się wywołujących je stanów



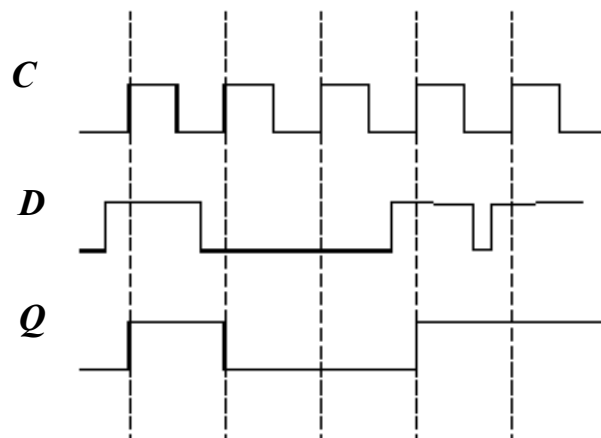
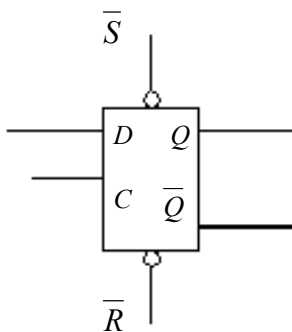
wejściowych.

Bistabilne przerzutniki synchroniczne posiadają wejścia informacyjne (A i B), które określają ich stan wyjściowy. Jednak stan wyjściowy pojawia się na wyjściach Q i \bar{Q} dopiero po podaniu na wejście zegarowe C sygnału synchronizacji - impulsu zegara.

Na ogół przerzutniki te posiadają także wejścia asynchroniczne R i S , (lub \bar{R} i \bar{S}), służące do wymuszenia odpowiednio „1” lub „0” na wyjściu Q (i stanów odwróconych na wyjściu \bar{Q}). Wejścia asynchroniczne mają „wyższy priorytet”, co oznacza że gdy się na nie oddziała, wymuszają odpowiednie stany na wyjściu, niezależnie od sytuacji na wejściach synchronicznych.

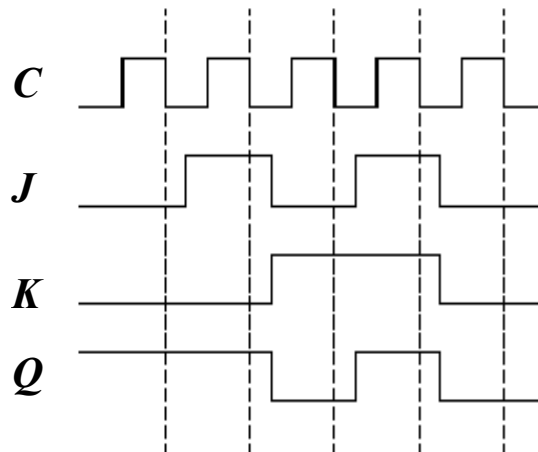
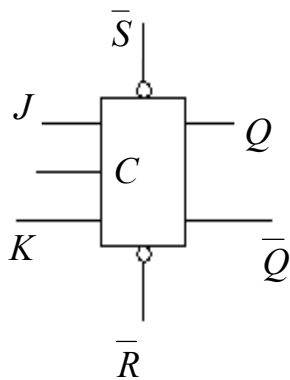


Przerzutnik D posiada jedno wejście informacyjne „ D ”, wejścia asynchroniczne \bar{R} i \bar{S} i standardowe wyjścia Q i \bar{Q} . Stan wyjścia Q przyjmuje wartość logiczną wejścia D w momencie pojawienia się **zbocza narastającego impulsu zegara**



Przerzutnik JK Master - Slave jest przerzutnikiem bistabilnym, dwutaktowym. Realizuje on następującą tabelę prawdy :

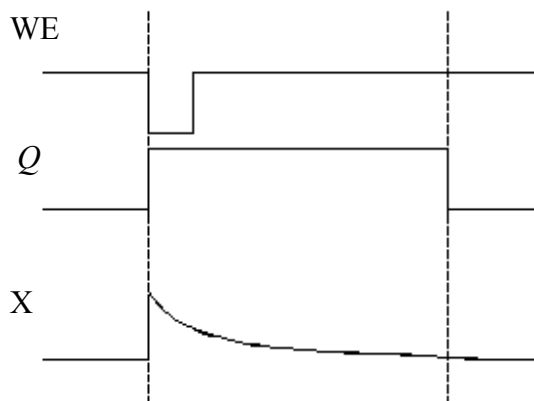
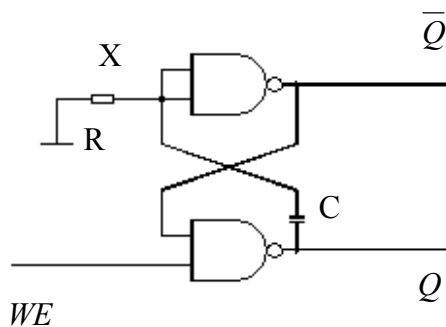
J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
1	0	1
0	1	0
1	1	$\overline{Q_n}$



Stany na wejściach J i K muszą być ustalone przed pojawieniem się impulsu zegara, choć odpowiednie stany wyjściowe wywoływane są przez zbocze opadające.

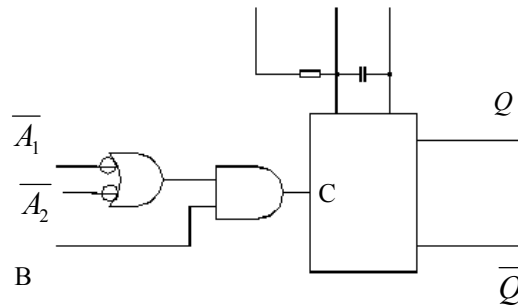
Przerzutniki monostabilne.

Najprostszy przerzutnik monostabilny można zbudować z bramek NAND :



Po podaniu na wejście impulsu (zera logicznego) układ zmienia stan wyjścia Q z „0” na „1”. Jednak po czasie proporcjonalnym do stałej RC w punkcie X obwodu ponownie pojawia się zero logiczne i układ powraca do stanu wyjściowego: $Q=„0”$.

Częściej jednak przerzutniki monostabilne buduje się za pomocą wyspecjalizowanych układów 74121 i 74123. Gdy ich wejście C znajdzie się w stanie logicznym „1” (czyli, gdy spełniona będzie równość logiczna $(A_1 + A_2) * B = 1$), generują one na wyjściu Q impuls o czasie trwania proporcjonalnym do stałej czasowej RC. Scalone pojemność i rezystancja pozwalają na generację impulsu o czasie trwania około 40 ns, jednak rezystancja może być zwiększana za pomocą zewnętrznych oporników z 2 kΩ do 40 kΩ, a pojemność można zwiększać dowolnie, przez dołączanie zewnętrznych kondensatorów. W rezultacie za pomocą tych układów można generować z dobrą powtarzalnością impulsy o czasie trwania do 40 s. W układzie scalonym 74123 zawarte są dwa przerzutniki monostabilne retrygerowalne.

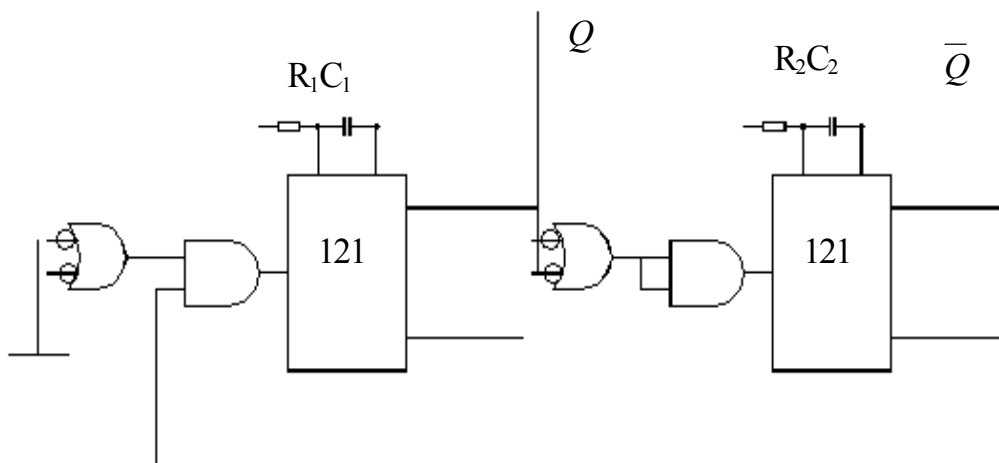
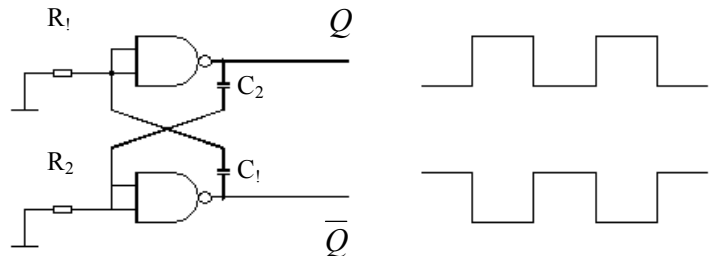


Przerzutniki monostabilne stosuje się do odmierzenia czasu, standaryzacji impulsów, pomiaru pojemności i rezystancji.

Przerzutniki astabilne.

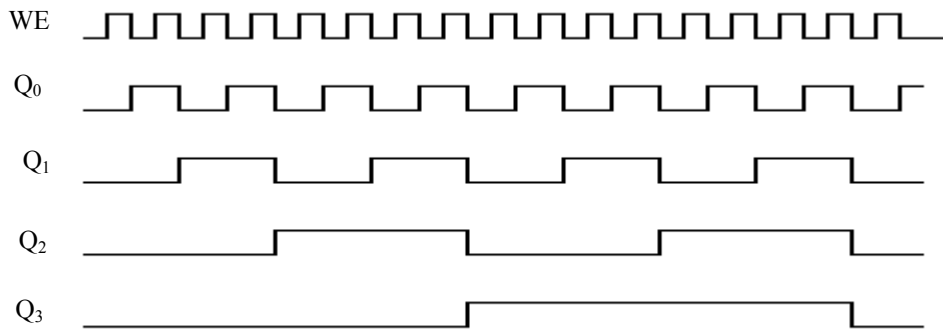
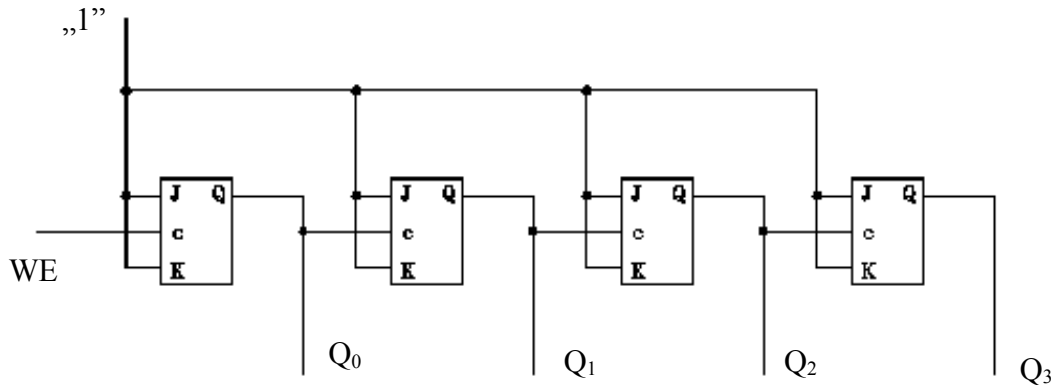
Przerzutniki astabilne są generatorami impulsów prostokątnych.

Najprostsze układ można zbudować z bramek lub przerzutników monostabilnych.



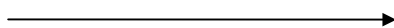
Liczniki.

Liczniki stosuje się do zliczania impulsów. Najprostszy licznik można zbudować z szeregowo połączonych, synchronicznych przerzutników bistabilnych, z których każdy pod wpływem impulsu zegara, zmienia swój stan na przeciwny do poprzedniego.



Licznik złożony z n przerzutników jest w stanie zliczyć do 2^n impulsów. Liczniki takie nazywa się **szeregowymi**. Poza zliczaniem bywają one wykorzystywane do dzielenia częstości.

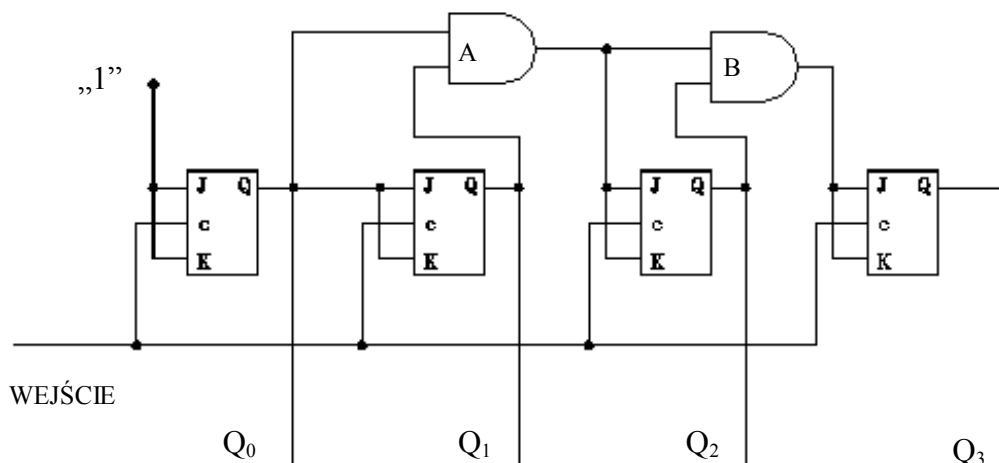
Kod binarny, w którym zapisane są stany licznika czterobitowego nazywany jest kodem **heksadecymalnym** :



Czterobitowe liczniki szeregowo znajdują się w układach cyfrowych 7493.

LICZBA	CYFRA W KODZIE HEKSADECYMALNYM	ZAPIS DWÓJKOWY
A		2^3 2^2 2^1 2^0
0	0	0 0 0 0
1	1	0 0 0 1
2	2	0 0 1 0
3	3	0 0 1 1
4	4	0 1 0 0
5	5	0 1 0 1
6	6	0 1 1 0
7	7	0 1 1 1
8	8	1 0 0 0
9	9	1 0 0 1
10	A	1 0 1 0
11	B	1 0 1 1
12	C	1 1 0 0
13	D	1 1 0 1
14	E	1 1 1 0
15	F	1 1 1 1

Wadą liczników szeregowych jest występowanie stanów nieustalonych, spowodowanych skończonym czasem propagacji sygnału od wejścia do wyjścia każdego przerzutnika. Czas trwania stanu nieustalonego jest tym dłuższy, im większa jest liczba przerzutników. Szybki liczniki o dużej pojemności buduje się więc jako liczniki równoległe :



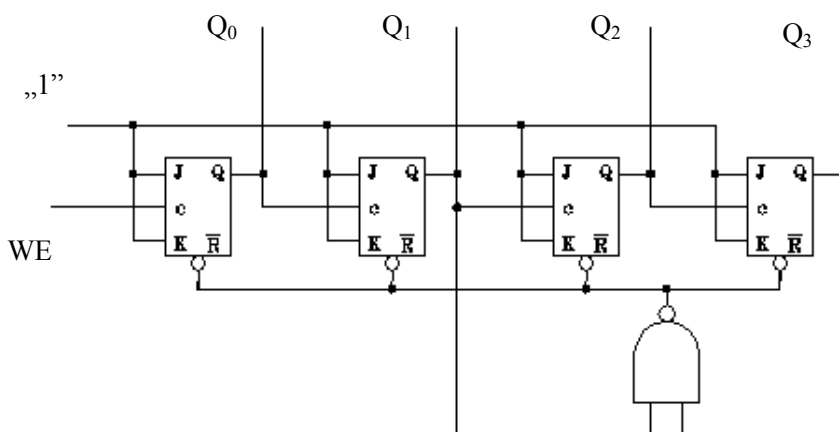
W liczniku tym zliczane impulsy podawane są równoległe na wejścia wszystkich przerzutników, jednak na impulsy te reagują tylko odpowiednie przerzutniki. Na każdy impuls reaguje tylko przerzutnik 0, na którego wejścia J i K podano jedynkę logiczną, podczas gdy wejścia pozostałych przerzutników są w stanie „0”, czyli zamrożenia. Gdy licznik jest w stanie (0000) impuls wejściowy wywoła więc stan (0001). Wtedy wejścia J i K przerzutnika 1 znajdują się w stanie logicznym „1”. Na następny impuls zareaguje więc przerzutnik 0 i 1, dając w wyniku (0010). W stanie (0011), który jest wykrywany przez bramkę logiczną A, na impulsy wejściowe reaguje przerzutnik 2, a dopiero w stanie (0111), wykrywanym przez bramki A i B następuje reakcja przerzutnika 3.

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

Ponieważ w życiu codziennym stosuje się dziesiętny kod zapisu liczb, ważną klasę urządzeń stanowią liczniki dziesiętne. Wśród nich szczególną pozycję zajmują liczniki

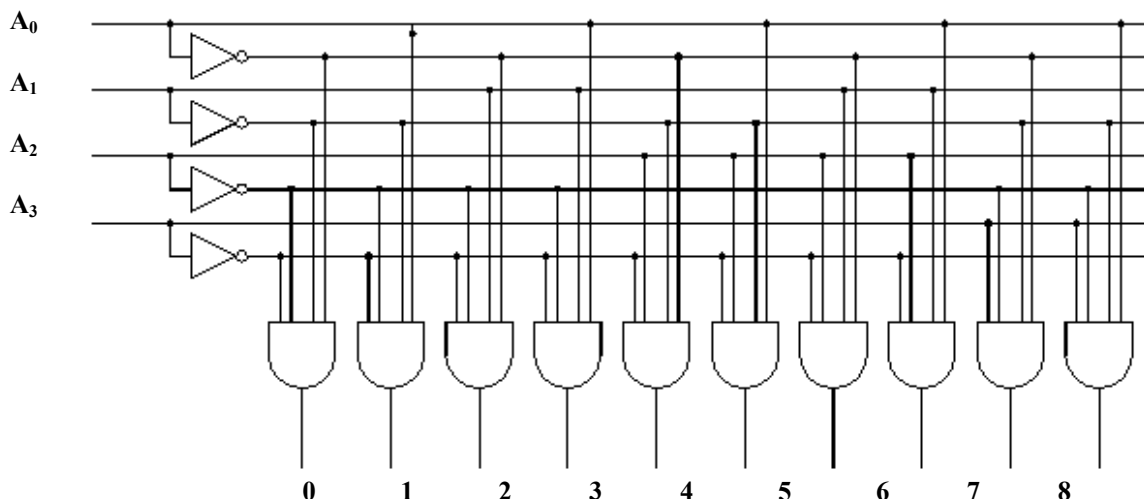
liczące w najbardziej rozpowszechnionym kodzie dziesiętnym, **BCD** (Binary Coded Decimal).

W szeregowym liczniku **BCD** pokazanym obok, bramka AND wykrywa dziesiątkę (stan 1010) i zeruje licznik za pomocą asynchronicznych wejść kasujących \bar{R} . Liczniki BCD zawarte są w układach 7490.



Dekodery.

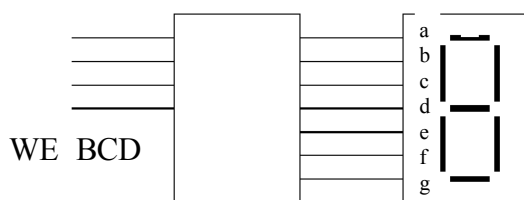
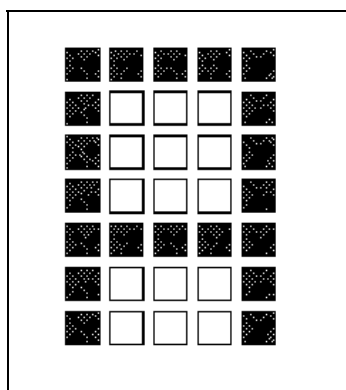
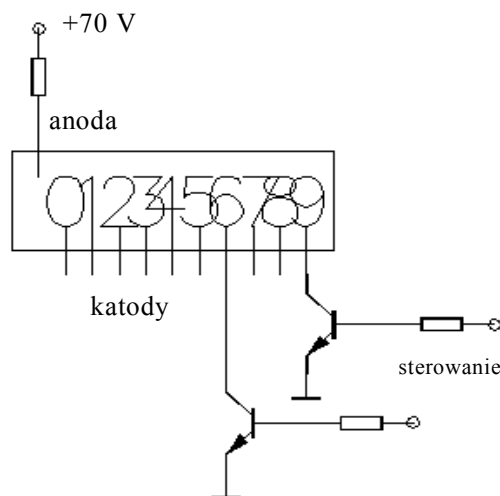
Dekodery służą do zamiany informacji zapisanej w danym kodzie na informację zrozumiałą dla odbiorcy. Najczęściej wykorzystuje się je do wyświetlania informacji numerycznych i alfanumerycznych. Poniżej przedstawiony został dekodery dla wyświetlacza nodistronowego :



Budowa jego oparta została o realizację następujących równań logicznych, wynikających z kodu BCD : "0" = $A_0 * A_1 * A_2 * A_3$, "1" = $A_0 * A_1 * A_2 * \bar{A}_3$, "2" = $A_0 * A_1 * \bar{A}_2 * A_3$ itd.

Nodistron (wyświetlacz cyfr stosowany np. w stołowym woltomierzu) to lampa wypełniona gazem szlachetnym, w której znajduje się jedna wspólna anoda i 10 katod uformowanych w kształt cyfr. Wyświetlanie cyfr odbywa się przez wywołanie przepływu prądu przez gaz do odpowiedniej katody. Włączanie prądu odbywa się za pośrednictwem tranzystorów sterowanych z dekodera.

Obecnie powszechniej stosowane są niskonapięciowe wyświetlacze z diod świecących. Do ich obsługi wykorzystuje się wyspecjalizowane dekodery BCD i alfanumeryczne, budowane na podobnej zasadzie, z wyjściem dostosowanym do kodu siedmioelementowego (a, b, ...,g oznaczają kolejne elementy wyświetlacza). Najbardziej sprawne energetycznie są wskaźniki na ciekłych kryształach.



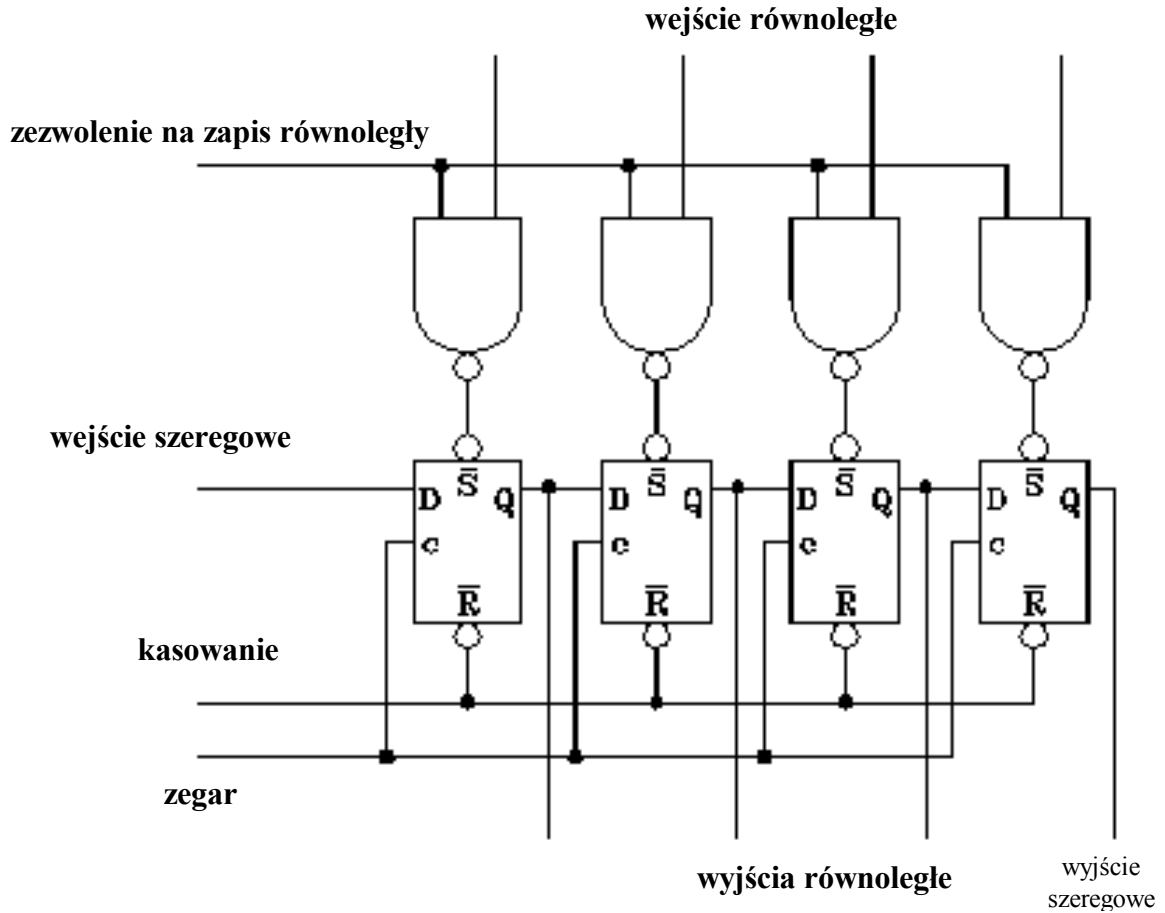
Alfanumeryczny wskaźnik 7x5 elementowy



Urządzenia o działaniu odwrotnym, np. zamieniające sygnały z klawiatury na słowa logiczne, nazywane są **koderami**.

Rejestry.

Rejestry są urządzeniami pozwalającymi zapamiętywać słowa logiczne oraz dokonywać na nich operacji przesunięcia (pomnożenia lub podzielenia przez 2).



Do rejestru słowo logiczne może być zapisane asynchronicznie przez wejście równoległe (po uzyskaniu zezwolenia). W każdej chwili może być ono odczytane z wyjścia równoległego. Informację można również zapisać podając ją kolejno, bit po bicie, na wejście szeregowe, synchronicznie z impulsami zegara. Jednocześnie w wyniku taktów zegara stary zapis pojawia się kolejno, bit po bicie, na wyjściu szeregowym. Istnieją również rejestry pozwalające przesuwać informację w kierunku przeciwnym (dzielić wartość przez 2).

Odmianą rejestrów są liczniki pierścieniowe, w których informacja krąży. Mogą one służyć jako generatory złożonych, cyklicznych przebiegów cyfrowych.

