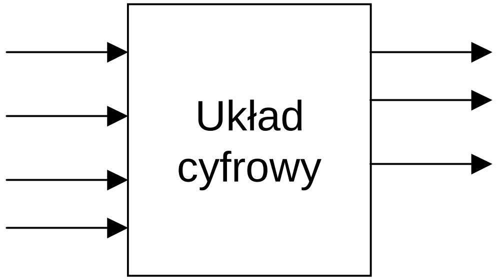
Układy logiczne (cyfrowe)

Cechy układu cyfrowego:

- posiada wejście i wyjście,
  - sygnały na wejściach i na wyjściach mogą przyjmować jedną z dwóch wartości (sygnał niski i wysoki)
- realizuje funkcję (użyteczną),
  - sygnał na wyjściu układu zależy od jego wejść oraz stanu wewnętrznego układu.
- sygnały są dyskretnymi wartościami napięcia.



Układ kombinacyjny.
Wyjścia układu zależą wyłącznie od stanu sygnałów na wejściu układu
Układ sekwencyjny.
Wyjścia układu zależą od aktualnego i przeszłych stanów na wejściu układu.

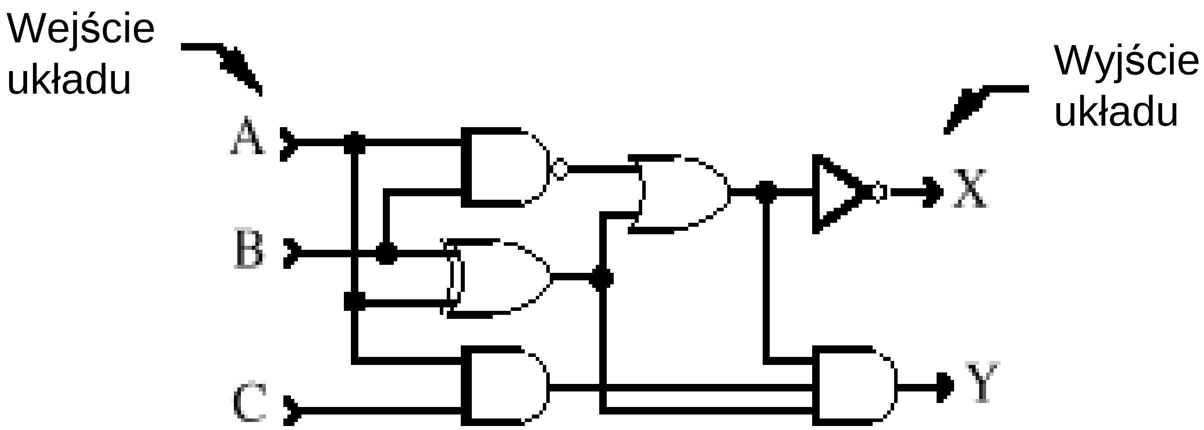
Układ asynchroniczny.
Wejścia i wyjścia układu są czytane (obserwowane) w sposób ciągły.
Układ synchroniczny.
Wejścia i wyjścia układu są czytane (obserwowane) w określonych chwilach czasowych.

Układy logiczne.

Układem logicznym będziemy nazywać zbiór bramek logicznych połączonych ze sobą spełniający następujące założenia:

•żadne wyjście bramki lub wejście układu nie jest o połączone z innym wejściem układu lub wyjściem innej bramki,

•każde wejście bramki lub wyjście układu połączone jest z wejściem układu, wyjściem innej bramki lub stałym poziomem logiczny.

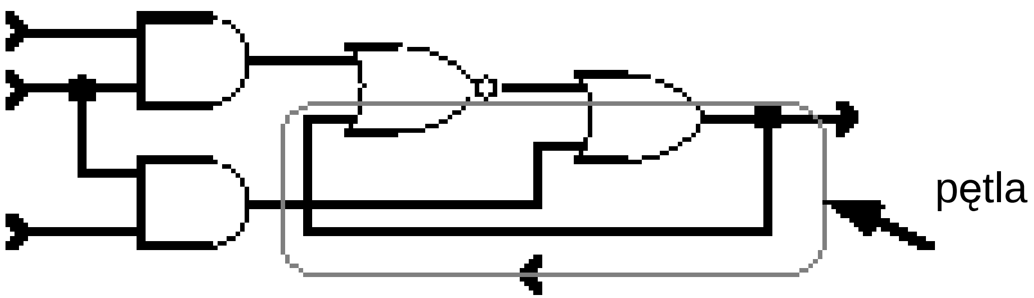


Układy kombinacyjne C.D.

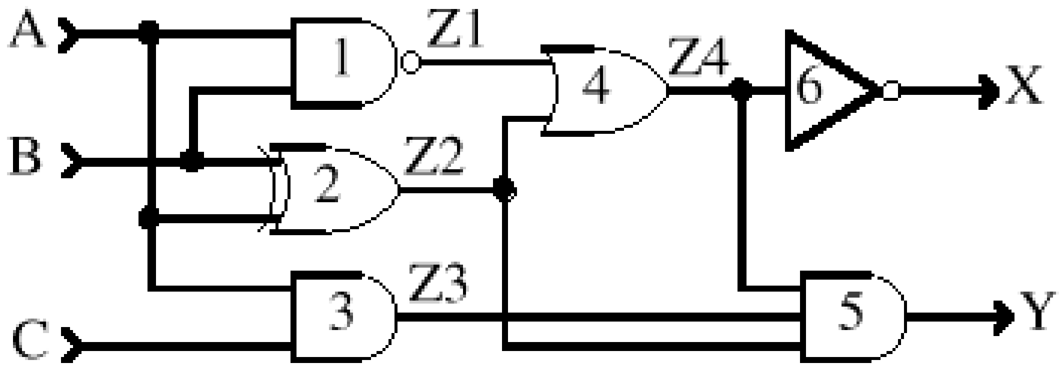
Kombinacyjnym układem logicznym nazywamy układ dla którego wartości na wejściach układu w sposób jednoznaczny wyznaczają wartości na jego wyjściach.

Układ kombinacyjny realizuje funkcję logiczną jest więc równoważną z innymi metodą przedstawienia funkcji logicznych.

Pętla jest ścieżka która nie przechodząc przez żadną bramkę więcej niż raz wraca z powrotem do punktu wyjściowego.
Układ **bez pętli** jest układem logicznym **kombinacyjnym**.



Analiza układu kombinacyjnego.



$Z1 = (A \bullet B)'$

$Z2 = A \oplus B$

$Z3 = A \bullet C$

$Z4 = Z1 + Z2$

$X = Z4'$

$Y = Z2 \bullet Z3 \bullet Z4$

$X = Z4'$

$X = (Z1 + Z2)'$

$X = ((A \bullet B)' + (A \oplus B))'$

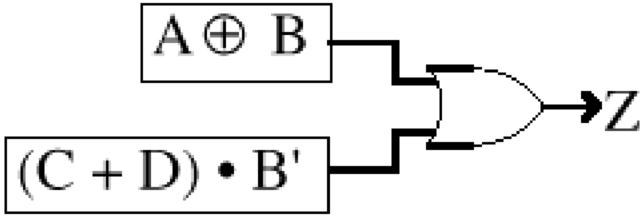
$Y = Z4 \bullet Z3 \bullet Z2$

$Y = (Z1 + Z2) \bullet (A \oplus B) \bullet (A \bullet C)$

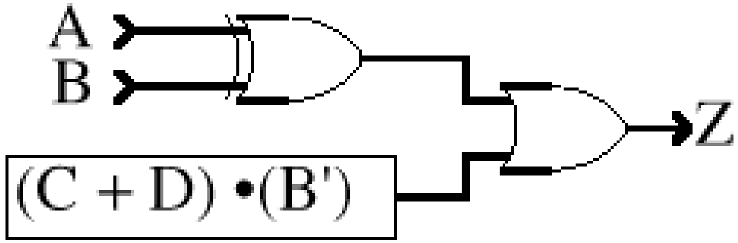
$Y = ((A \bullet B)' + (A \oplus B)) \bullet (A \oplus B) \bullet (A \bullet C)$

Synteza układu kombinacyjnego.

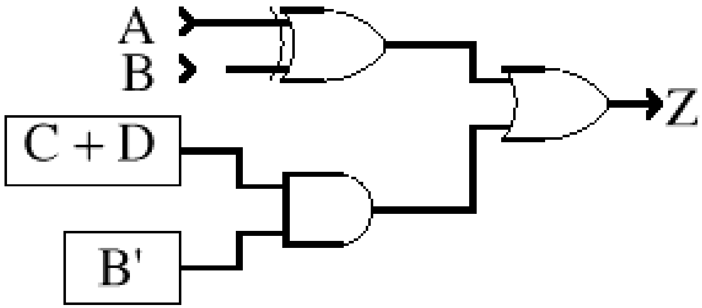
$$Z = (A \oplus B) + ((C + D) \bullet B')$$



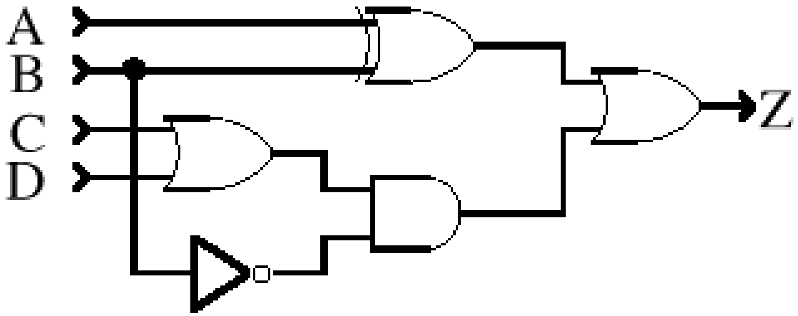
Etap 1



Etap 2



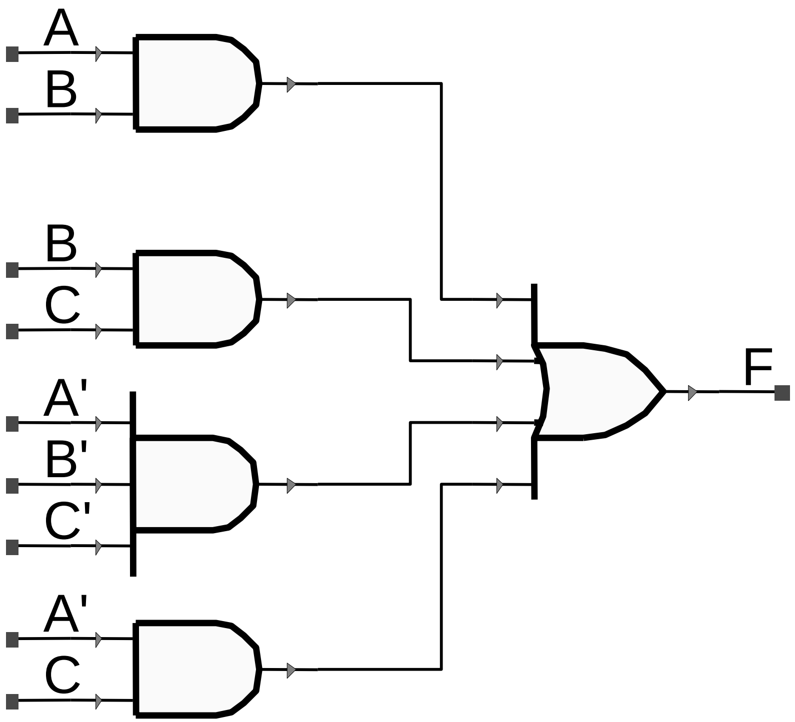
Etap 3



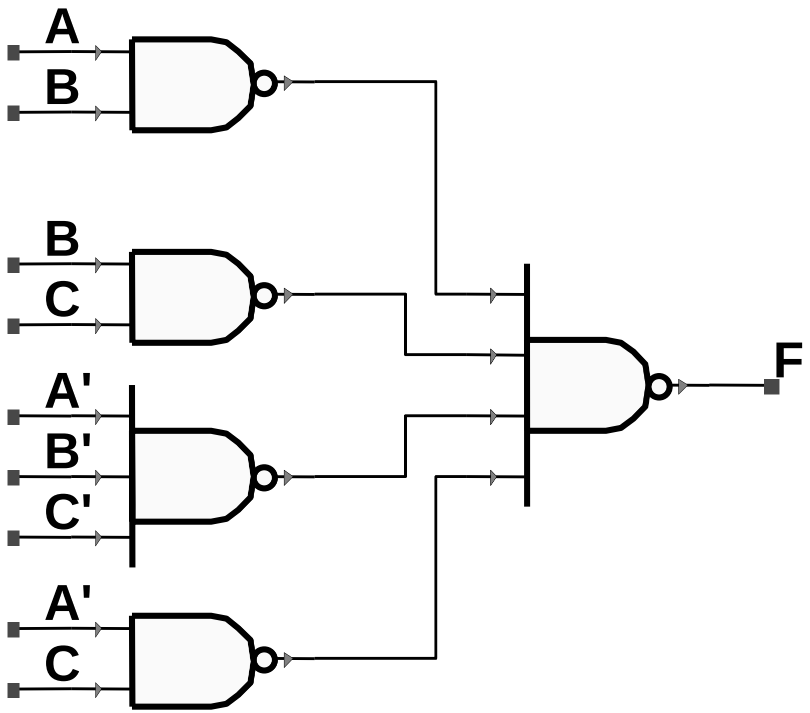
Etap 4

Realizacje postaci kanonicznej dysjunkcyjnej

F(A,B,C)=AB+BC’+A’B’C’+A’C=((AB)’•(BC’)’•(A’B’C’)’•(A’C)’)’



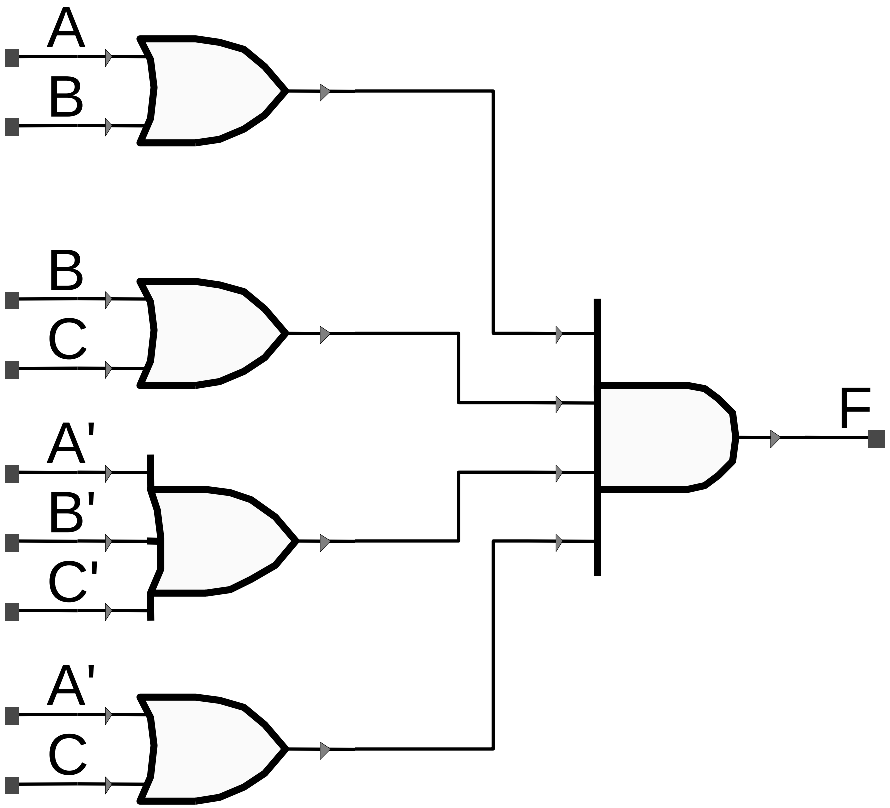
Sieć dwupoziomowa AND/OR



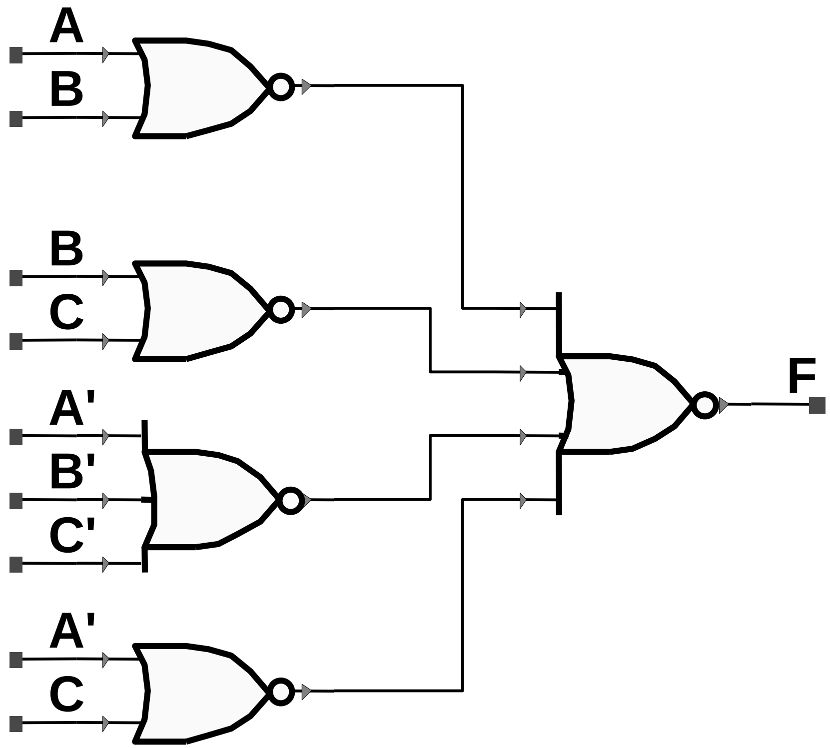
Sieć dwupoziomowa NAND

Realizacje postaci kanonicznej koniunkcyjnej

F(A,B,C)=(A+B) •(B+C’) •(A’+B’+C’) •(A’+C)=((A+B)’+(B+C’)’+(A’+B’+C’)’+(A’+C)’)’



Sieć dwupoziomowa OR/AND

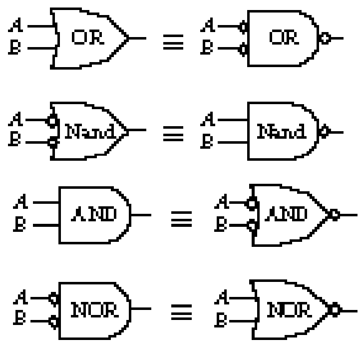


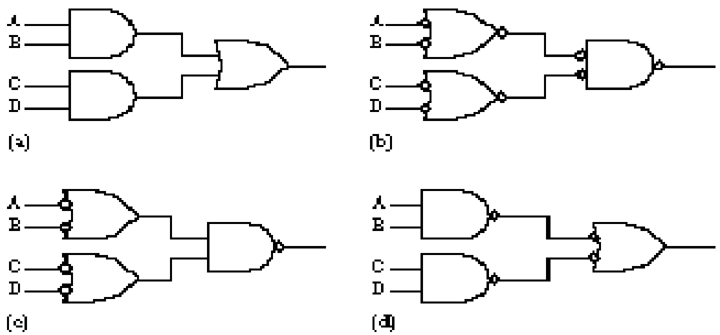
Sieć dwupoziomowa NOR

Konwersja NAND, NOR

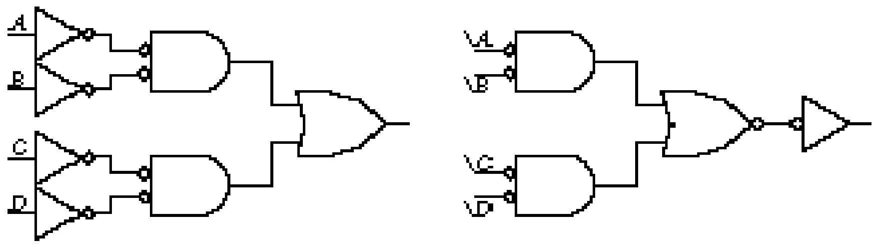
. Formy kanoniczne mogą być realizowane przy pomocy bramek typu OR i AND. Nie jest to wygodne z punktu widzenia technologicznego. O wiele prostsze do wykonania są bramki NAND lub NOR. W dodatku funkcje zarówno operacja NAND jak i NOR są funkcjonalnie pełne.

Możliwa jest łatwa konwersja układów typu AND/OR i OR/AND na układy NOR i NAND

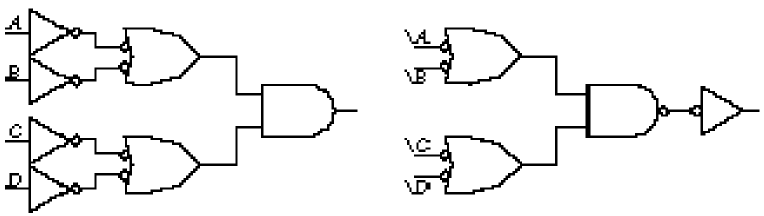




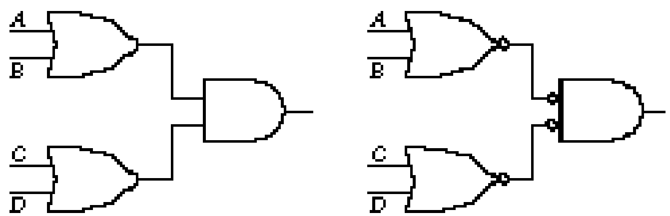
Konwersja AND/OR do NAND



Konwersja AND/OR do NOR

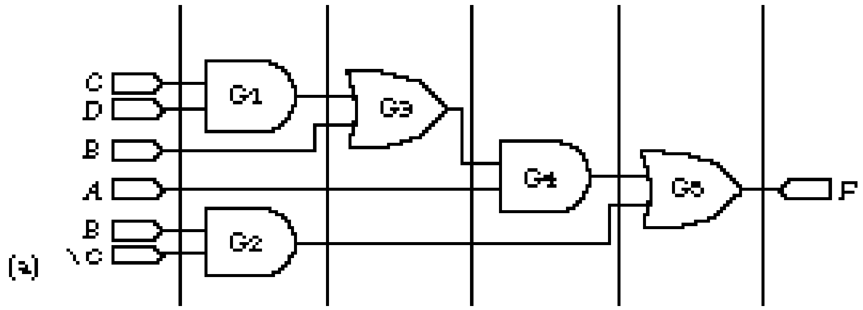


Konwersja OR/AND do NAND

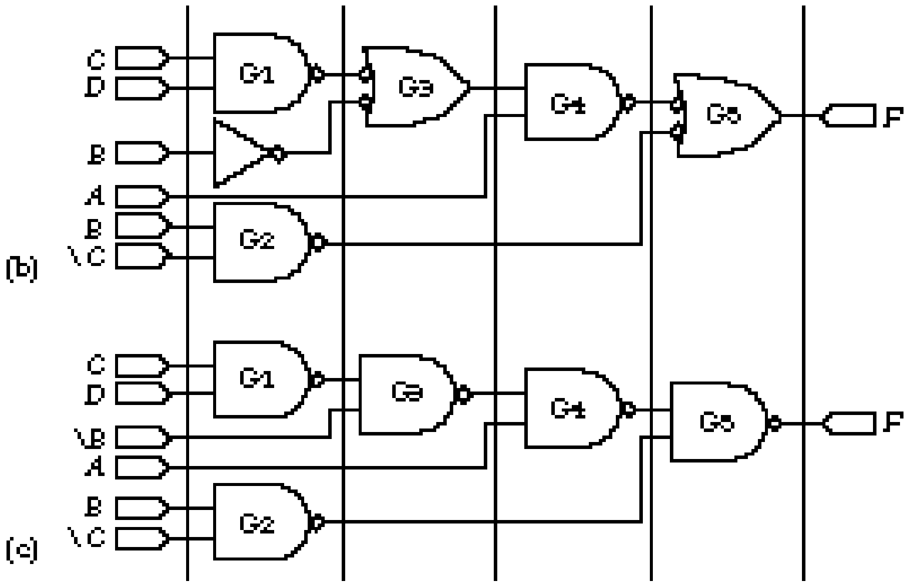


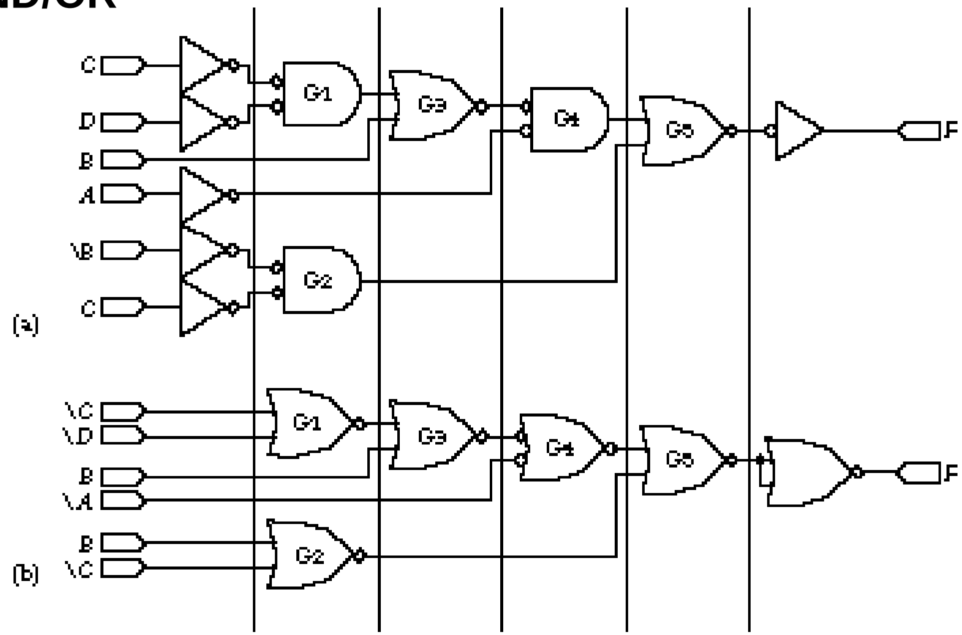
Konwersja OR/AND do NOR

Konwersja NAND, NOR. Przykład.



AND/OR





NAND

NOR

Układy dwu i wielopoziomowe

Formy kanoniczne mogą być bezpośrednio reprezentowane przez układy kombinacyjne dwupoziomowe. Czasami jednak bardziej optymalne jest zastosowanie układu wielopoziomowego.

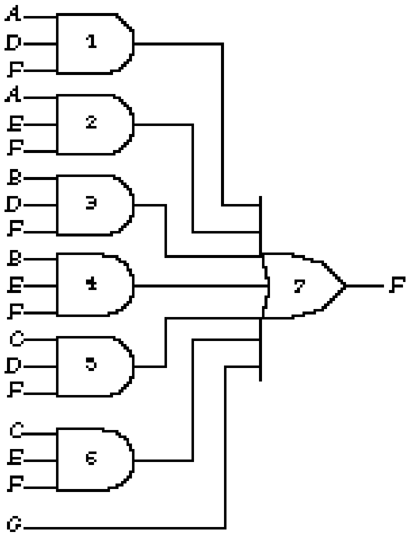
Przykład:

F(A,B,C,D,E,F,G)= ADF+AEF+BDF+BEF+CDF+CEF+G=

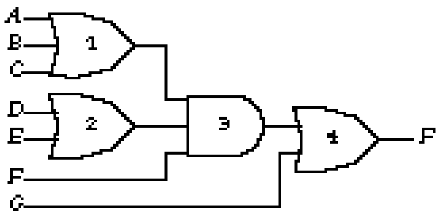
(AD+AE+BD+BE+CD.+CE)F+G=

((A+B+C)D+(A+B+C)E)F+G=

((A+B+C)(D+E))F+G



(a)



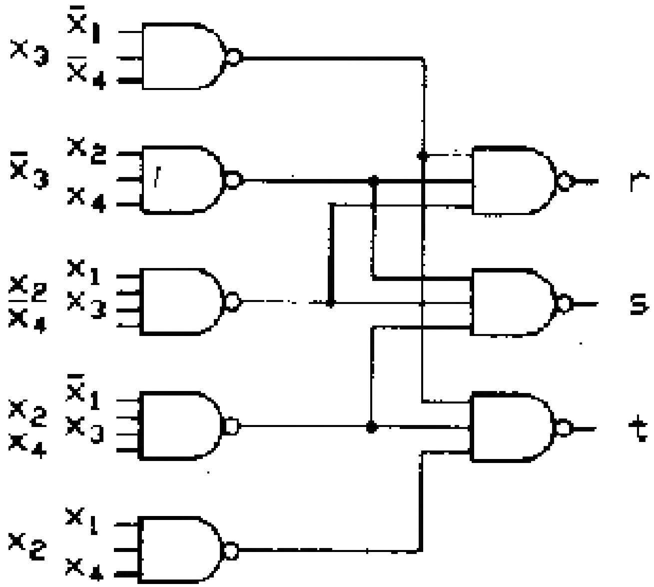
(b)

Implementacja wielopoziomowa wymaga mniejszej ilości bramek, choć w praktyce charakteryzuje się większym **opóźnieniem** przy przenoszeniu sygnału z wejścia na wyjście.

Realizacja układu funkcji. Przykład

Przy realizacji układu funkcji w celu optymalizacji sieci bramek należy dokonać minimalizacji zbioru funkcji i na podstawie uzyskanych wyrażeń zbudować sieć z uwzględnieniem wspólnych iloczynów

(postać dysjunkcyjna) lub sum (postać koniunkcyjna)



$r(x_1, x_2, x_3, x_4)$: $F^{1}=\{2,5,6,13,14\}$

$s(x_1, x_2, x_3, x_4)$: $F^{1}=\{5,7,13,14\}$

$t(x_1, x_2, x_3, x_4)$: $F^{1}=\{2,6,7,13,15\}$

$$r(x_1, x_2, x_3, x_4) = x'_1x_3x'_4 + x_2x'_3x_4 + x_1x_2x_3x'_4$$

$$s(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_2x'_3x_4 + x_1x_2x_3x'_4 + x'_1x_2x_3x_4$$

$$t(x_1, x_2, x_3, x_4) = x'_1x_3x'_4 + x'_1x_2x_3x_4 + x_1x_2x_4$$