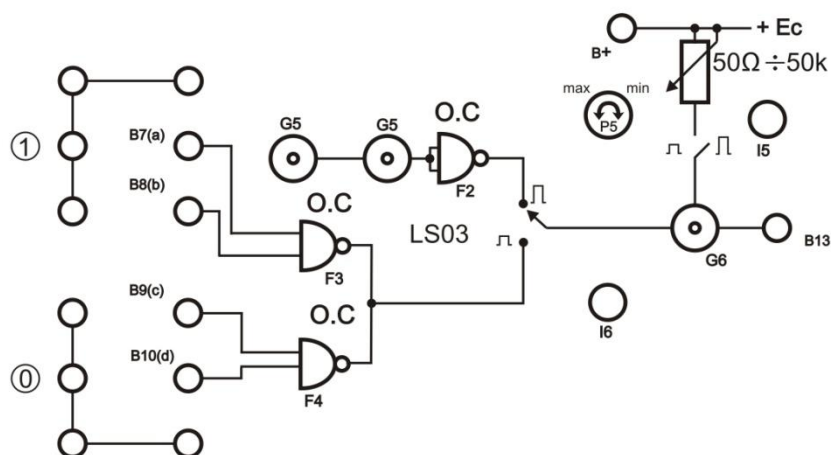


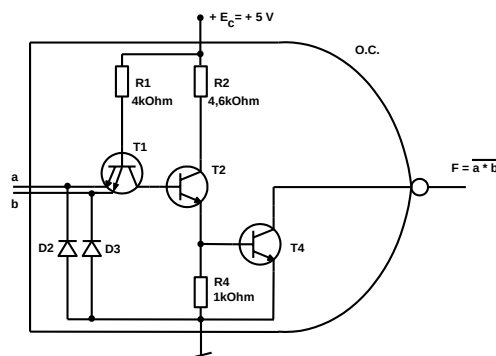
2. Funktory TTL cz.2

1.2 Funktory z otwartym kolektorem (O.C. – open collector)

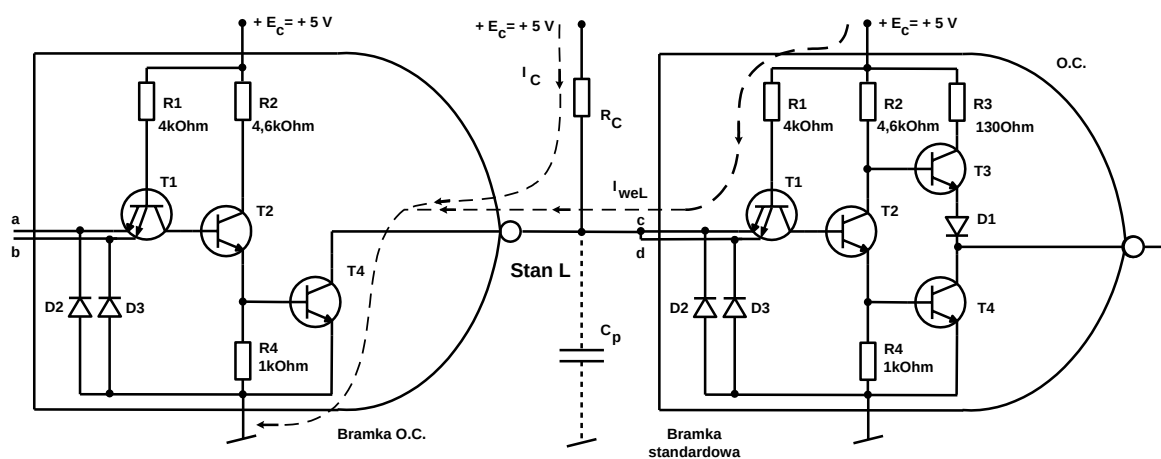
Rysunek poniżej przedstawia odnośny fragment płyty czołowej modelu.



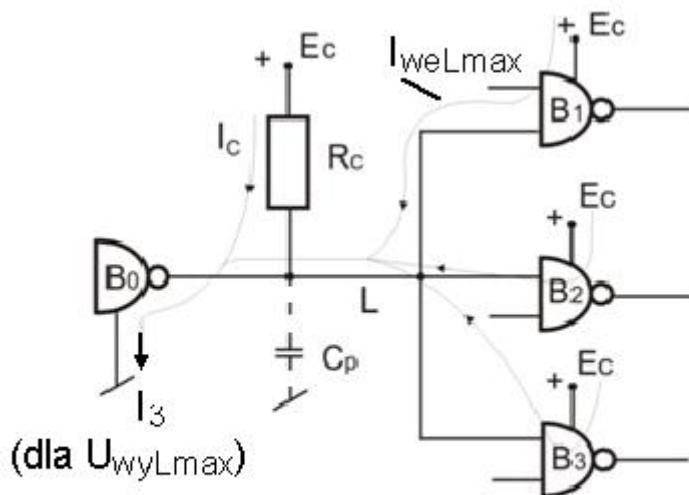
Schemat wewnętrzny pojedynczej bramki NAND z otwartym kolektorem (O.C.) przedstawia poniższy rysunek:



Schemat połączonych bramek NAND: O.C. i bramki standardowej przedstawia rysunek:



Zewnętrzna rezystancja R_C nie może być dowolna. O jej minimalnej wartości decyduje wielkość prądu, jaki może wpłynąć do bramki w stanie L (rys. 1.14), a o maksymalnej czas narastania zbocza na wyjściu bramki po podaniu na wejście przebiegu prostokątnego TTL.



Rys.1.14 Rozpływ prądów dla bramki O.C w stanie L .

Oszacowanie minimalnej wartości zewnętrznej rezystancji R_C (rozpływ prądów w stanie niskim).

W stanie L na wyjściu (napięcie od 0 do 0,4 V) bramka (poprzez tranzystor T4) przejmuje prąd z rezystancji R_C oraz prądy z wejść n bramek (max ilość bramek = 10). Maksymalny prąd na wejściu każdej z bramek ($B_1 \dots B_n$) I_{we} (dla $U_{we} = 0$ V) wynosi około 0,22 mA. Maksymalny prąd I_{wyL} jaki może przejść bramka O.C. na wyjściu w stanie niskim wynosi około 8 mA (jest to prąd I_3 zmierzony dla $U_{wymax} = 0,4$ V w punkcie 1.1.4 dla bramki standardowej TTL).

A zatem w stanie L :

$$I_3 \approx n \cdot I_{weLmax} [\text{mA}] + I_C [\text{mA}]$$

$$I_3 \approx n \cdot 0,2 [\text{mA}] + I_C [\text{mA}] \quad ; \quad n = 10 \text{ bramek} \quad ; \quad I_3 = 8 \text{ mA (dla } U_{wyLmax})$$

$$8 [\text{mA}] \approx 10 \cdot 0,2 [\text{mA}] + \frac{(E_C - 0,4[\text{V}])}{R_C} \quad ; \quad E_C = 5 \text{ V}$$

$$\frac{4,6[\text{V}]}{R_C} \approx 6 [\text{mA}]$$

$$R_C \approx 0,76 [\text{k}\Omega]$$

Oszacowanie maksymalnej wartości rezystancji R_C .

Ograniczeniem maksymalnej wartości rezystancji R_C stanowi zbyt długi czas narastania zbocza na wyjściu bramki po podaniu na wejście przebiegu prostokątnego TTL o wysokiej częstotliwości (od około 100 kHz).

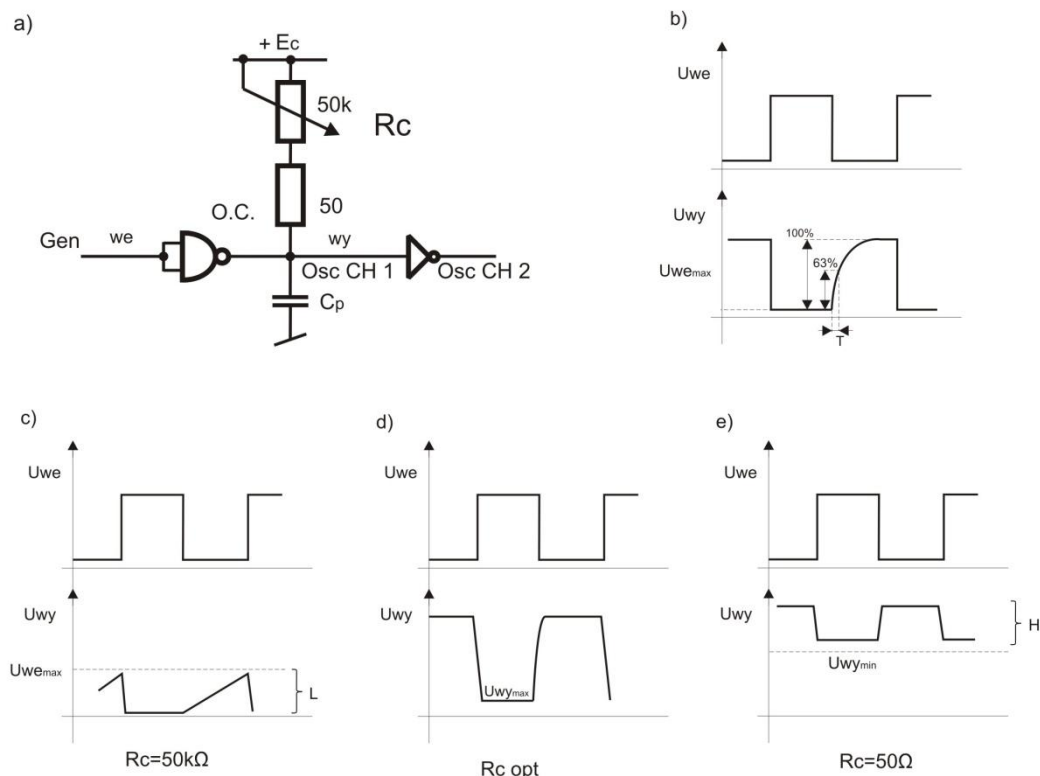
Czas narastania wynika z obecności nieuniknionej pojemności pasożytniczej C_p (wyściowa, wejściowa, montaż). Pojemność ta jest, przy przejściu na wyjściu bramki ze stanu L $\rightarrow$ H, ładowania poprzez rezystancję R_C . Przykładowo, gdy $R_C = 10 \text{ k}\Omega$, to przy pojemności pasożytniczej wynoszącej tylko 30 pF otrzymamy stałą czasową aż 300 ns, a więc czas o rząd większy od standardowego czasu propagacji. Należy zauważyć, że przy przejściu H $\rightarrow$ L pojemność C_p jest rozładowywana przez „dolny” tranzystor (T4) na wyjściu bramki B_0 . Czas ten (t_{pHL}) jest identyczny jak dla bramki z wyjściem aktywnym.

1.2.1 Własności dynamiczne bramki O.C

Zadowalający czas t_{pLH} można uzyskać, jeśli R_C będzie odpowiednio małe. Ograniczeniem jest tu maksymalna wartość prądu I_{wy} wpływającego do bramki w stanie L. (Obliczenia wg rys. 1.14). Musi być zachowane napięcie $U_{wy max}$, które wynosi 0,4V. Dalsze zmniejszanie R_C skraca czas t_{pHL} , ale poziom

napięcia w stanie L degeneruje się. Na rys. 1.15 przedstawiono układ pomiarowy do badania własności dynamicznych bramek O.C oraz orientacyjne przebiegi U_{wy} dla różnych rezystancji „otwartego kolektora”.

! Zaobserwować własności dynamiczne bramki z otwartym kolektorem, z podłączoną na wyjściu bramką standardową (negator). Dobrać optymalne R_C , wyznaczyć wartość pojemności pasożytniczej C_p .



Rys. 1.15 Schemat do pomiarów dynamicznych bramki O.C a), sposób kalkulacji stałej czasowej T b), przebiegi dla różnych wartości R_C c), d), e).

| I5 zał., I6 wył., I7 wył., połącz G6 z G9. Generator: Standard TTL: Amplitude: ustawić HiLev: +5 V, LoLev: 0 V, $f = 500$ kHz do G5. Oscyloskop: CH1 do G5, CH2 do G6 (sonda bierna). Zaobserwować przebiegi dla różnych wartości R_C (potencjometr P5).

Zaobserwować parami przebiegi na oscyloskopie:

-a) CH1 wyjście z generatora (G5), CH2 wyjście z bramki O.C. (G6 sonda bierna).

- b) CH1 wyjście z generatora (G5), CH2 wyjście z bramki standardowej (G11 sonda bierna), aby zbadać wpływ obciążenia bramki O.C. przez bramkę standardową

Zauważyć zmianę kształtu przebiegu dla CH2 - G6 i dla CH2 - G11, a także stałe poziomy przy wartościach granicznych R_C dla CH2 dla a) i b). Ustawić P5 tak, aby uzyskać przebieg jak na rys. 1.15d.

| Wartość $U_{wy\ max} = 0,4V$ sprawdzić przy pomocy kursorów (amplituda). Aby zmierzyć wartość optymalną $R_{C\ opt}$ WYŁĄCZYĆ ZASILANIE, a multimetr (funkcja pomiaru rezystancji) dołączyć do B+ i B13.

Teraz załączyć zasilanie i zwiększyć R_C aby uzyskać przebieg jak na rys. 1.15b. Posiłkując się kursorami | wyznaczyć czas T. Ponownie WYŁĄCZYĆ ZASILANIE i zmierzyć wartość R_C' .

| Przy naroście eksponencjalnym ($L \rightarrow H$) wartość funkcji $1 - e^{-\frac{t}{T}}$ dla $t=T$

| wynosi $1 - e^{-1}$ co stanowi 63% wartości maksymalnej. Wyniki pomiarów umieścić w poniższej tabeli.

$R_{C\ opt}$ [kΩ]	T [ns]	R_C' [kΩ]	$C_p' = \frac{T}{R_C'}$ [pF]	$C_p = C_p' - C_{osc}$ [pF]

$C_{osc} \approx 16pF$

1.2.2 Funkcje logiczne dla bramek O.C

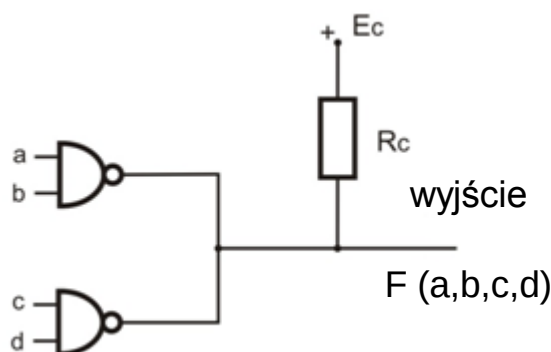
Bezpośrednie łączenie wyjść bramek określone jest nazwą iloczynu montażowego. Ich zwarte wyjścia będą w stanie L, jeśli choć jeden funktor typu O.C będzie w tym stanie.

! Określić jaka funkcja logiczna powstaje przy zwarciu wyjść dwóch 2 - wejściowych bramek NAND O.C. (rys. 1.16).

| I5, I6 zał. Aby zbadać funkcje logiczne, należy najpierw stworzyć tabelkę wszystkich kombinacji a,b,c,d
| nie według kodu binarnego, lecz według kodu Gray'a, co pozwoli nam na minimalizację liczb przełączeń.
| Kod Gray'a posiada tę własność, że pomiędzy kolejnymi wartościami kodu zmiana występuje tylko na
| jednym bicie. Stany logiczne na G6 należy określić multimetrem (M1: zakres 20V, ⊕ do B13, ⊖ do BM).
| Wyniki zapisać od razu do tabeli Karnaugh'a. Zmiany stanów wejść a, b, c, d dokonywać podłączając stany
| logiczne „1” i „0” do B7, B8, B9, B10.

a	b	c	d
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	1
0	0	1	0
0	1	1	0
0	1	1	1
0	1	0	1
0	1	0	0
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	1
1	1	1	0
1	0	1	0
1	0	1	1
1	0	0	1
1	0	0	0

dc ba	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				



Rys. 1.16 Schemat układu dla określenia funkcji logicznej iloczynu montażowego.

| Zsyntezować funkcję logiczną F na wyjściu „pokrywając”:
| a) zera
| lub b) jedynki
| (tak aby uzyskać najprostszą funkcję) i doprowadzić do postaci minimalnej. Jakie funktory
zastępuje iloczyn montażowy?

Uwaga: Jeśli grupujemy **zera w tabeli**, to funkcja logiczna przyjmuje **postać iloczynu sum**. W skład sum wchodzi zmienne wejściowe, które w obrębie grupy mają stałą wartość (jeżeli te zmienne w „pokrytych” wierszach i kolumnach są „1” to ich wartość w formule funkcji należy zanegować).

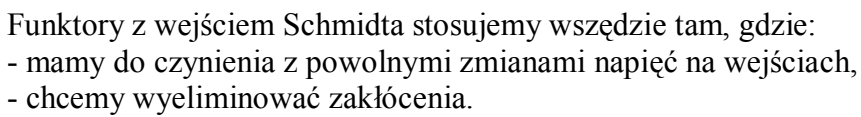
Otrzymany wzór dwukrotnie negujemy i przekształcamy korzystając z praw de Morgana.

Prawa de Morgana:

$$\overline{a \cdot b} = \overline{a} \vee \overline{b}$$

$$\overline{a \vee b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$$

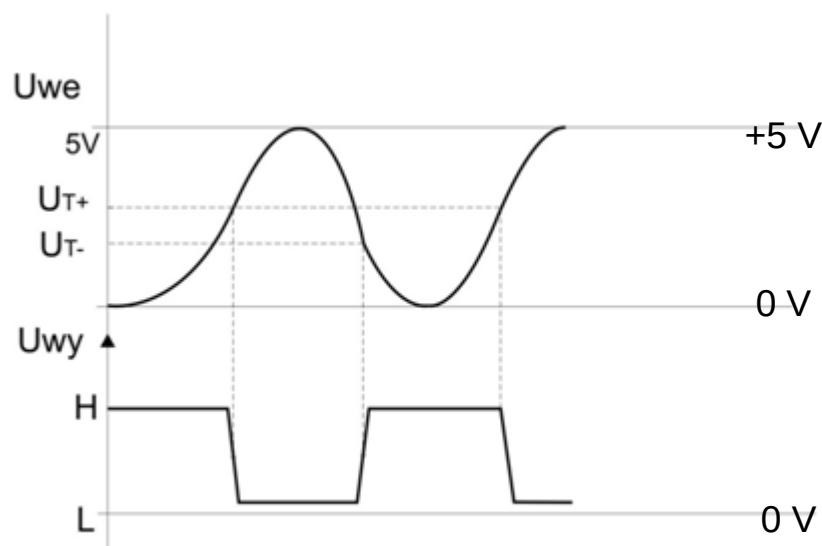
Rysunek poniżej przedstawia odnośny fragment płyty czołowej modelu.



| I8 zał., M1: woltomierz zakres 20V, $\oplus$ do B11, $\ominus$ do BM. M2: woltomierz zakres 20V, $\oplus$ do B12, $\ominus$ do BM. Pomiarów dokonać regulując P6 (I8 zał.).

U _{T-} [V]	U _{T+} [V]	U _{HIST} [V]

5



Rys. 1.18 Przebiegi na wyjściu bramki Schmidta w odpowiedzi na sygnał sinusoidalny.

! Zmierzyć napięcie progowe i podać wartości napięć U_{T-} , U_{T+} na podstawie analizy przebiegów czasowych.

| Uwaga:

| 1. Ustawić P6 na środek zakresu ($\sim 2,5V$), I8 zał.

| Ustawić przebieg sinusoidalny na generatorze: Amplitude: ustawić HiLev: +5 V, LoLev: 0 V, częstotliwość $f = 100 \text{ kHz}$. Sprawdzić jego parametry na oscyloskopie - kanał CH1, coupling DC.

| 2. Podłączyć kabel z generatora na wejście G7 bramki Schmidta i równocześnie na wejście CH1 oscyloskopu.

| Do oscyloskopu (kanał CH2) podłączyć wyjście bramki G8.

| 3. Zmierzyć za pomocą funkcji „cursor” poziomy U_{we} , przy których następuje zmiana stanów na wyjściu bramki.

| Wyniki zanotować i porównać z poprzednimi.

$U_{T-} [\text{V}]$	$U_{T+} [\text{V}]$	$U_{HIST} [\text{V}]$

Bramki z wejściem Schmidta stosowane są standardowo na wejściach kart systemów mikroprocesorowych przede wszystkim dla sygnałów synchronizujących, ponieważ przebiegi na magistrali są często zakłócanie z różnych przyczyn.