

Ćwiczenie 25

Temat: Układy bramek logicznych – pomiar napięcia i prądu.

Cel ćwiczenia

Poznanie własności i zasad działania różnych bramek logicznych. Zmierzenie napięcia wejściowego i wyjściowego bramek TTL i MOS. Czytanie schematów elektronicznych, przestrzeganie zasad bhp podczas montażu elementów.

INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

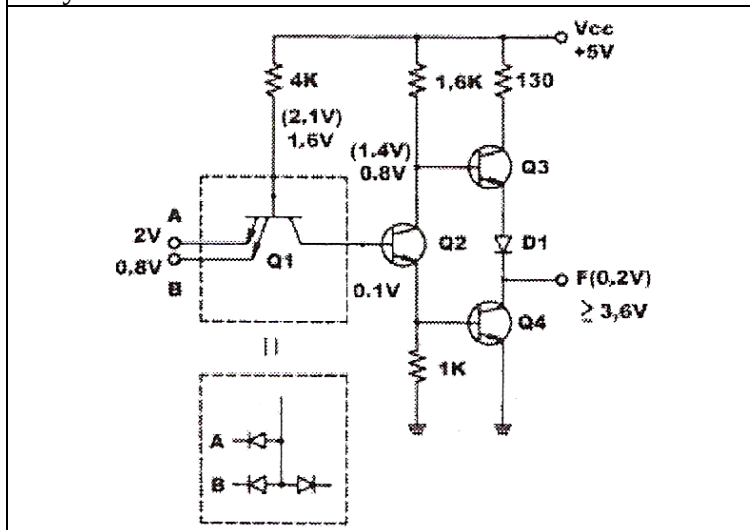
Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Bramki logiczne są konstruowane przy użyciu dwóch typów podzespołów: bipolarnych typu MOS (półprzewodnik metal-tlen).

Bramka typu TTL (ang. Transzystor-Transzystor).

Bramki TTL mają unikatowe właściwości impedancja wyjściowa bramki w dwóch stanach jest dosyć mała Schemat układu scalonego 7400 typu TTL zawierającego bramkę NAND przedstawiono na rys 1-1-1.

Rys. 1-1-1 Schemat układu TTL 7490 bramki NAND



Dolna górna wartość napięcia wejściowego dla standardowej bramki TTL jest ograniczona odpowiednio

do $\leq 0,8\text{ V}$ i $\geq 2\text{ V}$. Gdy na jednym z wejść panuje napięcie $0,8\text{ V}$, a na bazie tranzystora Q2 występuje napięcie $0,1\text{ V}$, to tranzystor Q4 jest zatkany, tranzystor Q3 jest odetkany; a wyjście bramki jest w stanie wysokim. Jeśli natomiast napięcie wejściowe wynosi 2 V , a na bazie tranzystora Q2 panuje napięcie $1,4\text{ V}$, to tranzystor ten jest odetkany, tranzystor Q3 jest zatkany; a wyjście bramki jest w stanie niskim.

W związku z wpływem pojemności złącza, szybkość standardowej bramki nie jest zbyt duża. Po dołączeniu między bazę a kolektor tranzystora diody Schottky'ego szybkość bramki może znacznie wzrosnąć. Dioda Schottky'ego ma napięcie w kierunku przewodzenia równe ok. $0,2\text{ V}$, co

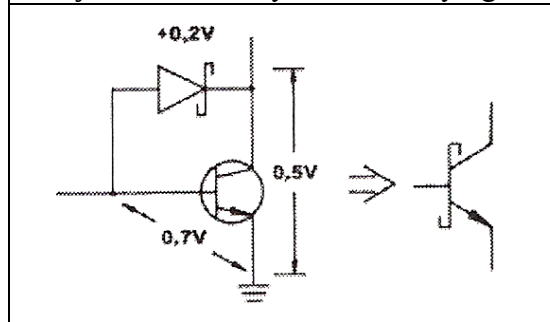
zwiększa napięcie nasycenia tranzystora, a także jego czas odcięcia. Układy TTL zawierające diodę Schottky'ego nazywa się układami TTL o dużej szybkości i oznacza się przez dodanie do ich oznaczenia litery „H” np. 74HXX. Układy TTL małej mocy z diodą Schottky'ego są oznaczane literami „LS”, czyli np. 74LSXX. Tranzystor Schottky'ego przedstawiono na rys. 1-1-2. Gdy tranzystor ten wejdzie w stan nasycenia, to spadek napięcia między jego kolektorem a emiterem będzie wynosić w przybliżeniu $0,5\text{ V}$. Nasycenie nie jest jednak zbyt głębokie i szybkość tranzystora wzrasta. Grupę unipolarnych podzespołów MOS tworzą elementy:

(1) PMOS (2) NMOS (3) CMOS

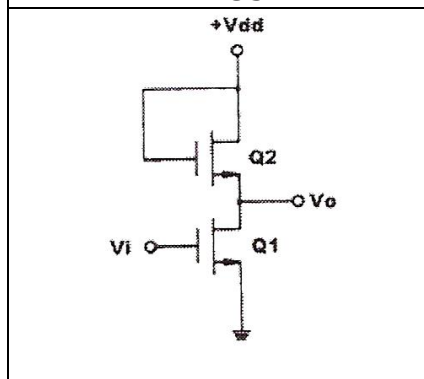
Na rys. 1-1-3 przedstawiono inwerter zbudowany z tranzystorów NMOS.

Na rys. 1-1-3 tranzystor Q2 pracuje jako rezystor obciążenia, a tranzystor Q1 jako wzmacniacz. Ponieważ impedancja wejściowa tranzystora MOSFET jest bardzo

Rys. 1-1-2 Tranzystor Schottky'ego



Rys. 1-1-3 Inwerter typu NMOS

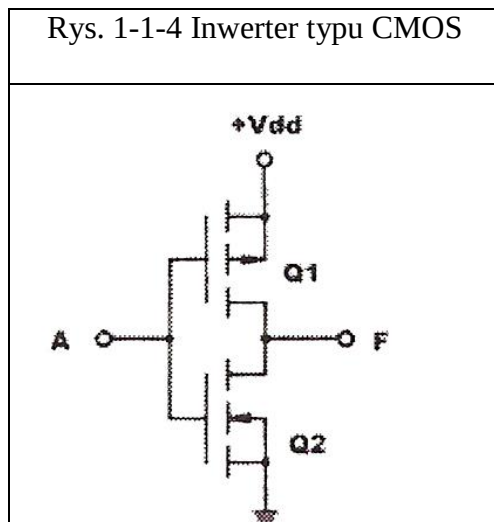


duża (bliska nieskończoności), to prąd wyjściowy jest prawie równy zero lub wynosi zaledwie kilka mikroamperów. Tak, więc element MOS nadaje się doskonale do sterowania obciążeniami tego samego typu i ma bardzo dużą obciążalność wyjściową.

Inwerter typu CMOS (komplementarny półprzewodnik metal-tlen) jest wykonany z dwóch tranzystorów typu MOSFET, przy czym jeden z nich ma kanał typu p, a drugi typu n. Typowy inwerter typu CMOS przedstawiono na rys. 1-1-4.

W układzie przedstawionym na rys. 1-1-4, gdy stan logiczny na wejściu A=1, to tranzystor Q2 jest odetkany, a tranzystor Q1 zatkany, dzięki czemu stan logiczny na wyjściu F=0. Gdy natomiast stan na wejściu A=0, to tranzystor Q2 jest zatkany, a tranzystor Q1 jest odetkany i stan wyjścia F=1. Reasumując, inwerter ma dwa tranzystory Q1 i Q2, które odpowiadają odpowiednio za stany logiczne 1 i 0. Skuteczność wyjściowa wzrasta znacznie.

Układy CMOS zawierające stopień lub stopnie buforowe są oznaczane literą „B” na końcu ich oznaczenia. Z kolei symbol „UB” oznacza układ CMOS bez bufora. Na rys. 1-1-5 przedstawiono schematy blokowe scalonych bramek logicznych z buforem (buforami) i bez bufora.



Rys. 1-1-5 Scalone bramki logiczne bez bufora i z buforami

Seria MB84000B	Inne	
(a) z buforami we/wy	(b) bez bufora	(c) z buforami na wyjściu

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych
2. KL-26001 — moduł edukacyjny z kombinacyjnym układem logicznym (1)
3. Multimetr
4. Zasilacz stabilizowany z regulacją napięcia stałego od 0 do +15 V

PROCEDURA

A. Układ TTL

1. Ustawić moduł KL-26001 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok c. Wykonać połączenia posługując się schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-1-6. Bramka U1 jest standardową bramką logiczną NAND z układu scalonego serii 7400 a bramka U2 jest bramą NOR typu z układu scalonego 74LS02
2. Doprowadzić do modułu KL 26001 napięcie stałe +5 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL 22001

Rys. 1-1-6 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok c)

A1	F1	A1	F1	A1	F1	A1	F1	A1	F1
0V		1,5V		2,5V		3,5V		4,5V	
0,6V		1,6V		2,6V		3,6V		4,6V	
0,7V		1,7V		2,7V		3,7V		4,7V	
0,8V		1,8V		2,8V		3,8V		4,8V	
0,9V		1,9V		2,9V		3,9V		4,9V	
1V		2V		3V		4V		5V	
1,1V		2,1V		3,1V		4,1V			
1,2V		2,2V		3,2V		4,2V			
1,3V		2,3V		3,3V		4,3V			
1,4V		2,4V		3,4V		4,4V			

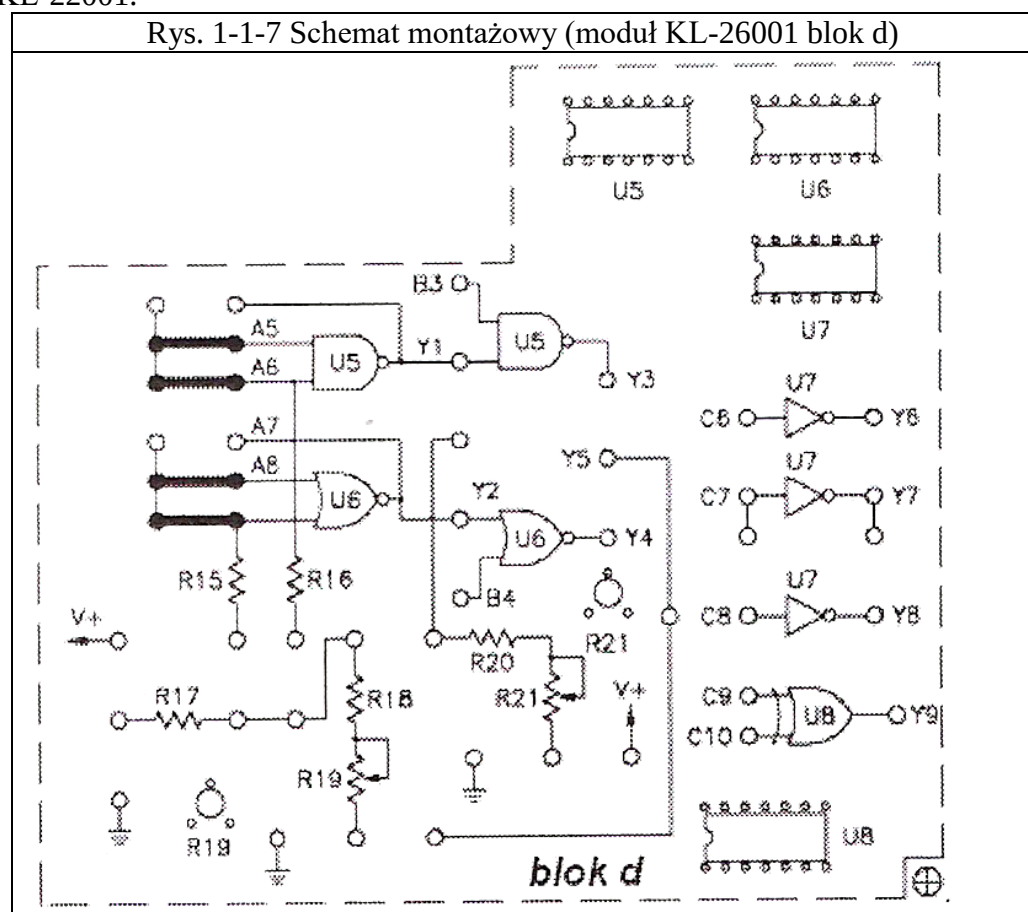
4. Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A3. Ograniczyć napięcie wejściowe A3 do zakresu od 0 V do 5 V. Ustawiać kolejno napięcie wyjściowe zasilacza zgodnie z tablicą 1-1-2. Zmierzyć i zapisać w tej tablicy wartości napięć zmierzonych na wyprowadzeniu F2, a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

A3	F2	A3	F2	A3	F2	A3	F2
1V		2V		3V		4V	
1.1V		2.1V		3.1V		4.1V	
1.2V		2.2V		3.2V		4.2V	
1.3V		2.3V		3.3V		4.3V	
1.4V		2.4V		3.4V		4.4V	
1.5V		2.5V		3.5V		4.5V	
1.6V		2.6V		3.6V		4.6V	
1.7V		2.7V		3.7V		4.7V	
1.8V		2.8V		3.8V		4.8V	
1.9V		2.9V		3.9V		4.9V	
2V		3V		4V		5V	

Tablica 1-1.2

B. Układ CMOS

1. Ustawić moduł KL.26001 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok d. Wykonać połączenia posługując się schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-1-7. Bramka U5 jest standardową bramką logiczną CMOS z układu scalonego serii CD4011. Doprowadzić do modułu KL-26001 napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL-22001.



2. Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A5. Stopniowo zwiększać napięcie doprowadzane do wejścia A5, co 0,5 V. poczynając od 0V. Zmierzyć i zapisać w tablicy 1-1-3 wartości napięć wyjściowych zmierzonych na wyprowadzeniu Y1 a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

Tablica 1-1-3							
A5	Y1	A5	Y1	A5	Y1	A5	Y1
0V		3.5V		7V		10.5V	
0.5V		4V		7.5V		11V	
1V		4.5V		8V		11.5V	
1.5V		5V		8.5V		12V	
2V		5.5V		9V			
2.5V		6V		9.5V			
3V		6.5V		10V			

3. Bramka U6 jest bardzo szybką bramką CMOS z układu scalonego 74HC02.

4 Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A8 Stopniowo napięcie doprowadzane do wejścia A8 co 0,5 V poczynając od 0 V Zmierzyć i zapisać w tablicy 1-1-4 wartości napięć wyjściowych zmierzonych na wyprowadzeniu Y2, a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

Tablica 1-1-4							
A8	Y2	A8	Y2	A8	Y2	A8	Y2
0V		3.5V		7V		10.5V	
0.5V		4V		7.5V		11V	
1V		4.5V		8V		11.5V	
1.5V		5V		8.5V		12V	
2V		5.5V		9V			
2.5V		6V		9.5V			
3V		6.5V		10V			

PODSUMOWANIE

1. Wyniki pomiarów wykonanych w tym ćwiczeniu w układach TTL powinny być bliskie ich wartościom teoretycznym:

Napięcie wejściowe w stanie niskim $V_{IL} \leq 0,8 \text{ V}$,

Napięcie wejściowe w stanie wysokim $V_{IH} \geq 2 \text{ V}$,

Napięcie wyjściowe w stanie niskim $V_{OL} \leq 0,4 \text{ V}$,

Napięcie wyjściowe w stanie wysokim $V_{OH} \geq 2,4 \text{ V}$

2. Wyniki pomiarów wykonanych w tym ćwiczeniu w układach CMOS powinny być bliskie ich wartościom teoretycznym:

Napięcie wejściowe w stanie niskim $V_{IL} \leq 30\%V_{DD}$,

Napięcie wejściowe w stanie wysokim $V_{IH} \geq 70\%V_{DD}$

Napięcie wyjściowe w stanie niskim $V_{OL} \leq 10\%V_{DD}$,

Napięcie wyjściowe w stanie wysokim $V_{OH} \geq 90\% V_{DD}$

Cel ćwiczenia

Poznanie własności napięciowych i prądowych bramek TTL i CMOS. Pomiar napięcia i prądu bramek TTL i CMOS. Czytanie schematów elektronicznych, przestrzeganie zasad bhp podczas montażu elementów.

INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Z napięć znamionowych bramek TTL $V_{IL} \leq 0,8 \text{ V}$, $V_{OL} \leq 0,4 \text{ V}$, $V_{IH} \geq 2 \text{ V}$, $V_{OH} \geq 2,4 \text{ V}$, można określić ich prądy znamionowe I_{IH} , I_{IL} , I_{OH} i I_{OL} .

Te znamionowe napięcia mają wpływ na dokładność poziomu wyjściowego sygnału logicznego, podczas, gdy prądy mają wpływ na zdolność bramki do sterowania zewnętrznymi obciążeniami.

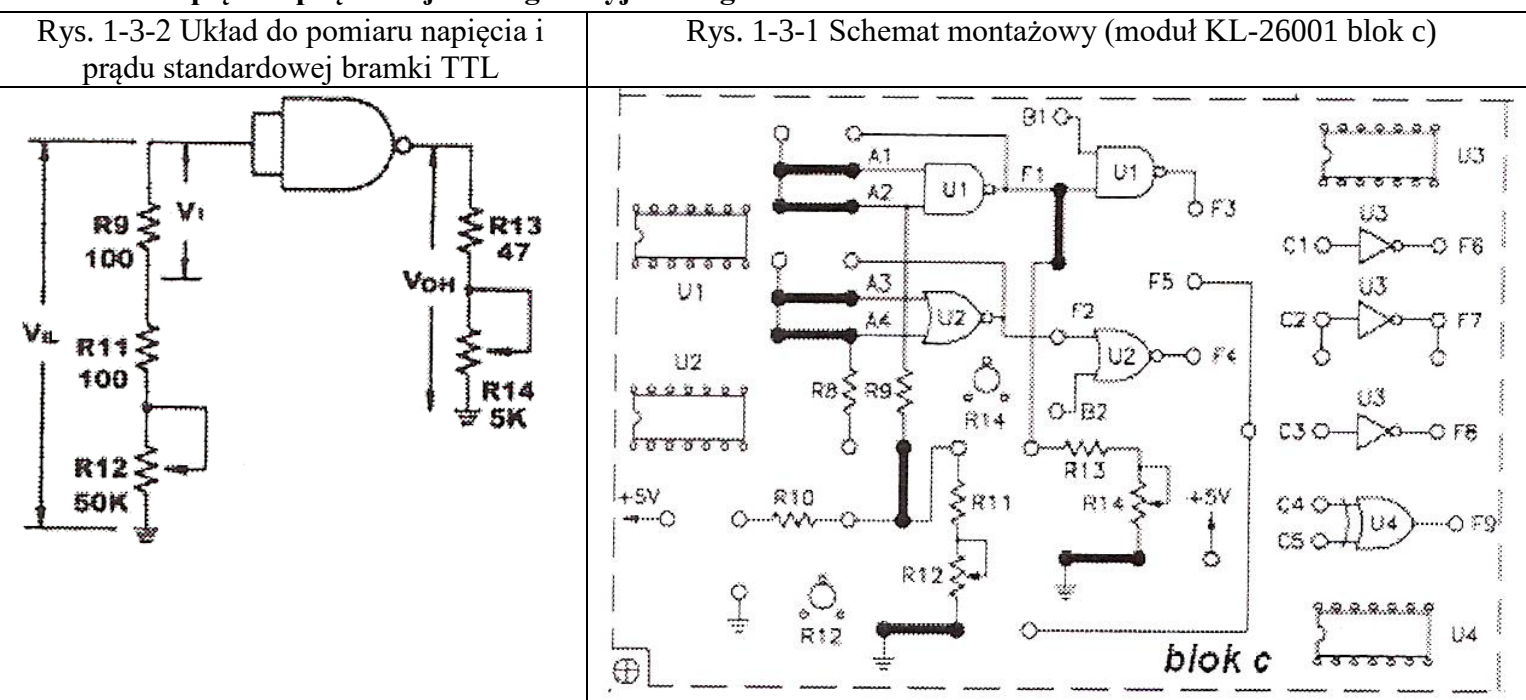
W trakcie niniejszego ćwiczenia zmierzemy i porównamy ze sobą wartości napięć i prądów różnych bramek logicznych. Aby uzyskać jak największą dokładność pomiaru tych parametrów, zaleca się notować jak najwięcej cyfr po przecinku.

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych
2. KL-26001 - moduł edukacyjny z kombinacyjnym układem logicznym (1)
3. Multimetr

PROCEDURA

A. Pomiar napięcia i prądu wejściowego i wyjściowego układu TTL



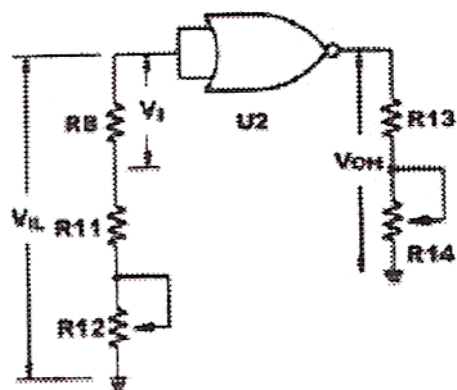
1. Ustawić moduł KL-26001 na module KL-22001 (moduł laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok c. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 1- 3-2 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-3-1.

2. Doprowadzić do modułu KL-26001 napięcie stałe +5 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL-22001. Zmierzyć napięcie na wejściu U1 i ustawić rezystor R12 tak, aby napięcie wejściowe $V_{IL}=0,8\text{V}$. Zmierzyć i zapisać napięcie występujące na rezystorze R9, $V_I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$. Obliczyć wartość prądu wejściowego $I_{IL} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$. Zmierzyć napięcie na wyprowadzeniu U1 i ustawić rezystor R14 tak, aby napięcie maksymalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ „i minimalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$.

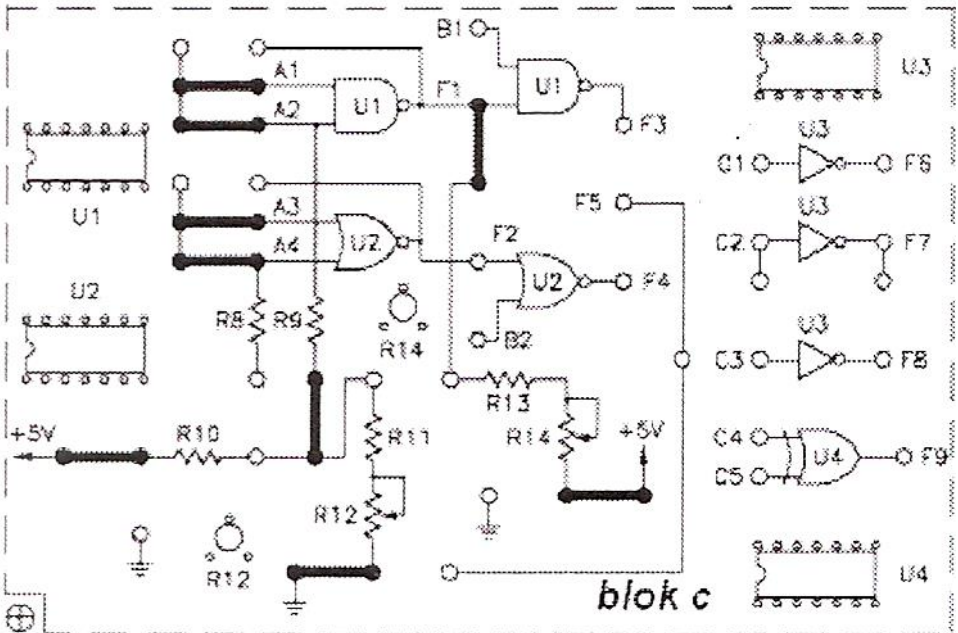
3. Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OH} = 2,4 \text{ V}$ i w miejsce wtyku mostkującego, między rezystor R14 a masę, włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać wartość prądu $I_{OH} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$.

4. Zdjąć wtyki mostkujące z R9-Rl 1 i F1-Rl i przełożyć je na R8-R11 i F2-R13. Zmierzyć charakterystyki napięcia i prądu bramki U2 (seria LS).

Rys. 1-3-3 Układ do pomiaru napięcia i prądu bramki TTL (serii LS)



Rys. 1-3-4 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok c)



5. Zmierzyć napięcie na wejściu U2 i ustawić rezystor R12 tak, aby napięcie wejściowe $V_{IL}=0,8V$. Zmierzyć i zapisać napięcie występujące na rezystorze R8, $V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Obliczyć wartość prądu wejściowego $V_{IL} = V_1/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu U2 i ustawić rezystor R14 tak, aby uzyskać napięcia: maksymalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V minimalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

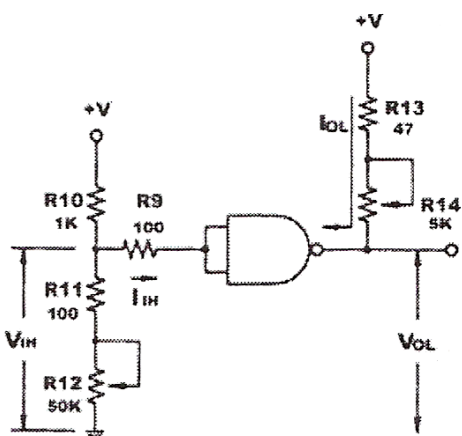
6. Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OH} = 2,4V$ i w miejsce wtyku mostkującego, między rezystor R14 a masę włączyć amperomierz Zmierzyć zapisać wartość prądu $I_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

7 Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 1-3-5 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-3-4. Ustawić rezystor R12 tak, aby napięcie wejściowe V_{IH} było równe 2V. Zmierzyć i zapisać napięcie występujące na rezystorze R9, $V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Obliczyć wartość prądu wejściowego $V_{IH} = V_1/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

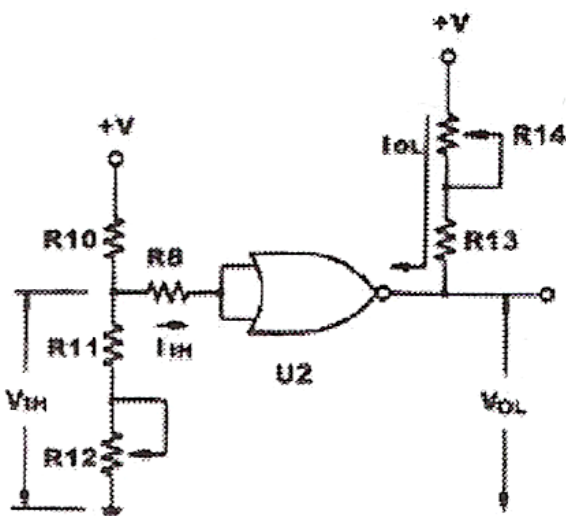
8. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu U1 i ustawić rezystor R14 tak, aby uzyskać napięcia: maksymalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V i minimalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

9 Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OL} = 0,4V$ i w miejsce wtyku mostkującego między rezystor R14 a plus napięcia zasilania +5V włączyć amperomierz Zmierzyć i zapisać wartość prądu $I_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA

Rys. 1-3-5 Układ do pomiaru napięcia i prądu standardowej bramki TTL



Rys. 1-3-6 Układ do pomiaru napięcia i prądu bramki TTL (serii LS)



10. Zdjąć wtyki mostkujące z R9-R10 i F1-R13 i przenieść je odpowiednio na R8-R10 i F2-R13.

11. Rezystorem R12 ustawić napięcie $V_{IH} = 2V$. Zmierzyć napięcie na rezystorze R8, napięcie wejściowe $V_I =$ _____ V. Obliczyć wartość prądu $I_{IH} = V_I/100 =$ _____ mA.

12. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu U2 i ustawić rezystor R14 tak, aby uzyskać napięcia: maksymalne $V_{OL} =$ _____ i minimalne $V_{OL} =$ _____ V.

13. Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OL} = 0,4V$ i w miejsce wtyku mostkującego, między rezystor R14 a plus napięcia zasilania +5V, włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać wartość prądu $I_{OL} =$ _____ mA.

B Pomiar napięcia i prądu układu CMOS

1 Ustawić moduł KL 26001 na module KL 22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych) po czym zlokalizować blok d. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys 1-3-8 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-3-7 (z wyjątkiem wtyku mostkującego oznaczonego symbolem \$).

2. Doprowadzić do modułu KL-26001 napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL-22001. Dołączyć plus napięcia V do plusa napięcia 12V.

3. Rezystorem R19 ustawić napięcie wejściowe V_{IL} na 3,6 V. Zmierzyć napięcie V_I na rezystorze R16 i obliczyć prąd $I_{IL} = V_I/100 =$ _____ mA.

4 Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu Y1 a następnie regulując rezystorem R21 uzyskać napięcie maksymalne $V_{OH} =$ _____ V i minimalne $V_{OH} =$ _____ V

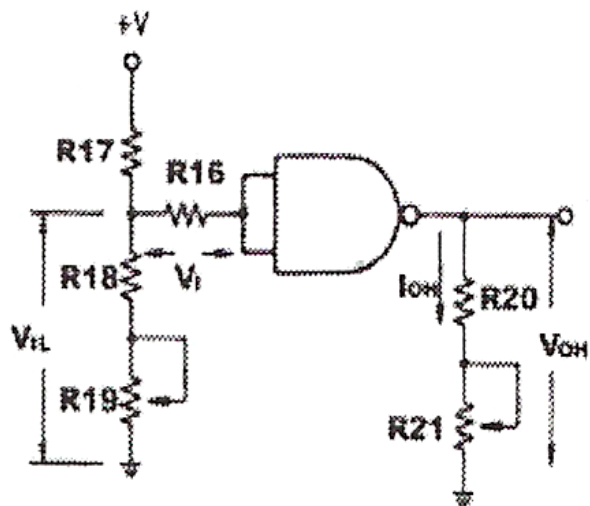
5 Rezystorem R21 ustawić napięcie $V_{OH} = 10,8V$ i miejsce wtyku mostkującego oznaczonego symbolem # włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać prąd $I_{OH} =$ _____ mA.

6. Rezystorem R19 ustawić napięcie wejściowe V_{IH} na 8,4V. Wyjąć wtyk mostkujący oznaczony symbolem # i w jego miejsce włożyć wtyk oznaczony symbolem \$. Zmierzyć napięcie V_I na rezystorze R16 i obliczyć prąd $I_{IH} = V_I/100 =$ _____ mA.

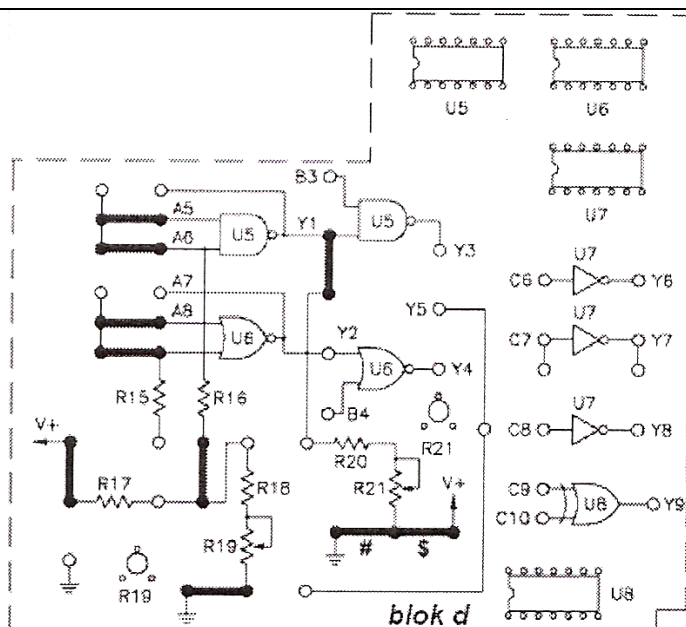
7. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu Y1 a następnie regulując rezystorem R21 uzyskać napięcie maksymalne $V_{OL} =$ _____ V i minimalne $V_{OL} =$ _____ V.

8. Rezystorem R21 ustawić napięcie $V_{OL} = 1,2V$ i miejsce wtyku mostkującego oznaczonego symbolem \$ włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać prąd $I_{OL} =$ _____ mA.

Rys. 1-3-8 Układ do pomiaru napięcia i prądu bramki CMOS



Rys. 1-3-7 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok d



PODSUMOWANIE

1. Bramki CMOS charakteryzują się napięciami wejściowymi $V_{IL} \leq 30\%V_{DD}$, $V_{IH} \geq 70\%V_{DD}$, oraz napięciami wyjściowymi $V_{OL} \leq 10\%V_{DD}$, $V_{OH} \geq 90\%V_{DD}$. Gdy obciążenie jest odłączone, to $V_{OH} = V_{DD}$ oraz $V_{OL} = 0V$.

2. W związku z większą wartością rezystancji bramek TTL serii LS, bramki te mają mniejszy prąd wejściowy niż standardowe bramki TTL. Natomiast prądy wyjściowe tych bramek są prawie równe.

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: Układy bramek logicznych pomiar napięcia i prądu bramek TTL i CMOS.	Nr ćw 25	Klasa 2TZ	Grupa	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samoocena	Wykonanie	Ogólna

CEL ĆWICZENIA;

Wykaz materiałów

Wykaz narzędzi i sprzętu

Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.

A. Układ TTL

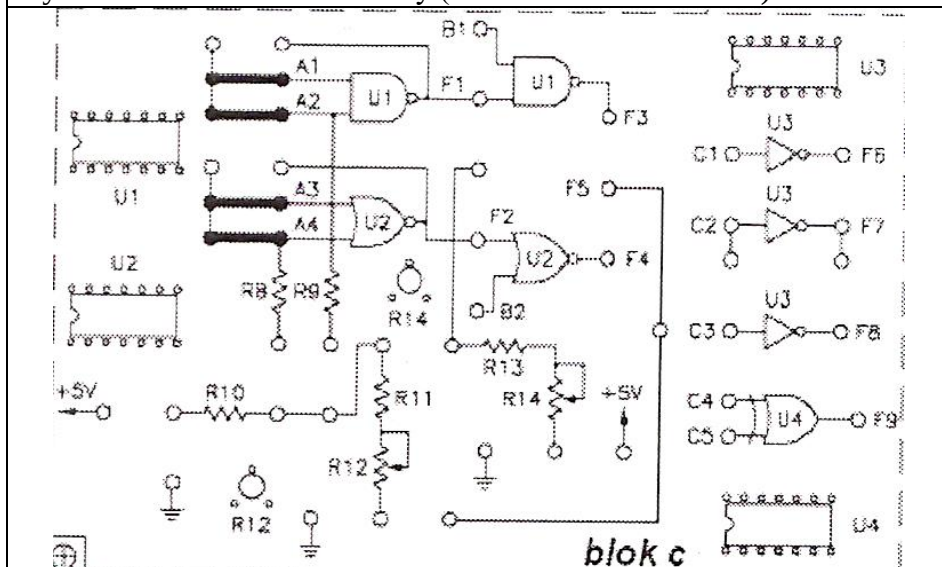
1. Ustawić moduł KL-26001 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok c. Wykonać połączenia posługując się schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-1-6. Bramka U1 jest standardową bramką logiczną NAND z układu scalonego serii 7400 a bramka U2 jest bramą NOR typu z układu scalonego 74LS02

2 Doprowadzić do modułu KL 26001 napięcie stałe +5 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL 22001

3. Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A1. Ograniczyć napięcie wejściowe A1 do zakresu od 0 V do 5 V. Ustawiać kolejno napięcie wyjściowe zasilacza zgodnie z tablicą 1-1-l. Zmierzyć i zapisać w tej tablicy wartości napięć zmierzonych na wyprowadzeniu F1, a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

4. Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A3. Ograniczyć napięcie wejściowe A3 do zakresu od 0 V do 5 V. Ustawiać kolejno napięcie wyjściowe zasilacza

Rys. 1-1-6 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok c)



Tablica 1-1-1

A1	F1	A1	F1	A1	F1	A1	F1	A1	F1
0V	1.5V	2.5V	3.5V	4.5V					
0.6V	1.6V	2.6V	3.6V	4.6V					
0.7V	1.7V	2.7V	3.7V	4.7V					
0.8V	1.8V	2.8V	3.8V	4.8V					
0.9V	1.9V	2.9V	3.9V	4.9V					
1V	2V	3V	4V	5V					
1.1V	2.1V	3.1V	4.1V						
1.2V	2.2V	3.2V	4.2V						
1.3V	2.3V	3.3V	4.3V						
1.4V	2.4V	3.4V	4.4V						

zgodnie z tablicą 1-1-2. Zmierzyć i zapisać w tej tablicy wartości napięć zmierzonych na wyprowadzeniu F2, a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

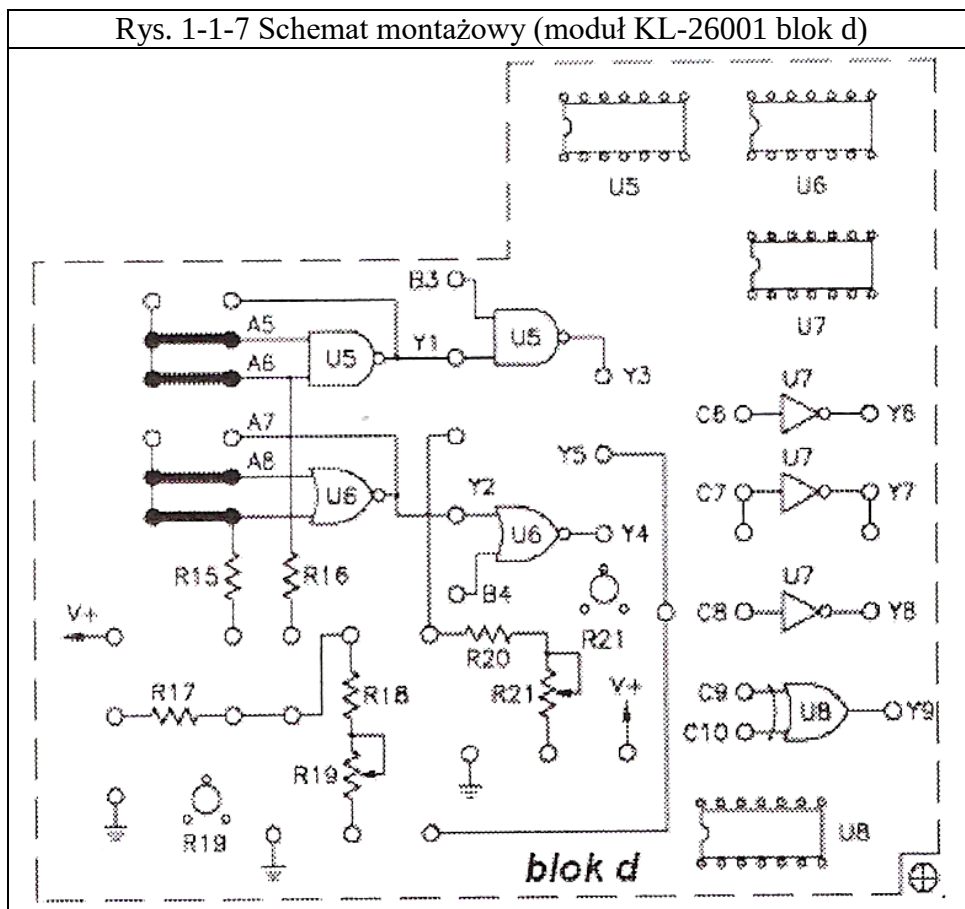
Tablica 1-1.2							
A3	F2	A3	F2	A3	F2	A3	F2
1V		2V		3V		4V	
1,1V		2,1V		3,1V		4,1V	
1,2V		2,2V		3,2V		4,2V	
1,3V		2,3V		3,3V		4,3V	
1,4V		2,4V		3,4V		4,4V	
1,5V		2,5V		3,5V		4,5V	
1,6V		2,6V		3,6V		4,6V	
1,7V		2,7V		3,7V		4,7V	
1,8V		2,8V		3,8V		4,8V	
1,9V		2,9V		3,9V		4,9V	
2V		3V		4V		5V	

B. Układ CMOS

1. Ustawić moduł KL.26001 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok d. Wykonać połączenia posługując się schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-1-7. Bramka U5 jest standardową bramką logiczną CMOS z układu scalonego serii CD4011. Doprowadzić do modułu KL-26001 napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL-22001.

2. Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A5. Stopniowo zwiększać napięcie doprowadzane do wejścia A5, co 0,5 V. poczynając od 0V. Zmierzyć i zapisać w tablicy 1-1-3 wartości napięć wyjściowych zmierzonych na wyprowadzeniu Y1 a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

Rys. 1-1-7 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok d)



Tablica 1-1-3							
A5	Y1	A5	Y1	A5	Y1	A5	Y1
0V		3,5V		7V		10,5V	
0,5V		4V		7,5V		11V	
1V		4,5V		8V		11,5V	
1,5V		5V		8,5V		12V	
2V		5,5V		9V			
2,5V		6V		9,5V			
3V		6,5V		10V			

3. Bramka U6 jest bardzo szybką bramką CMOS z układu scalonego 74HC02.

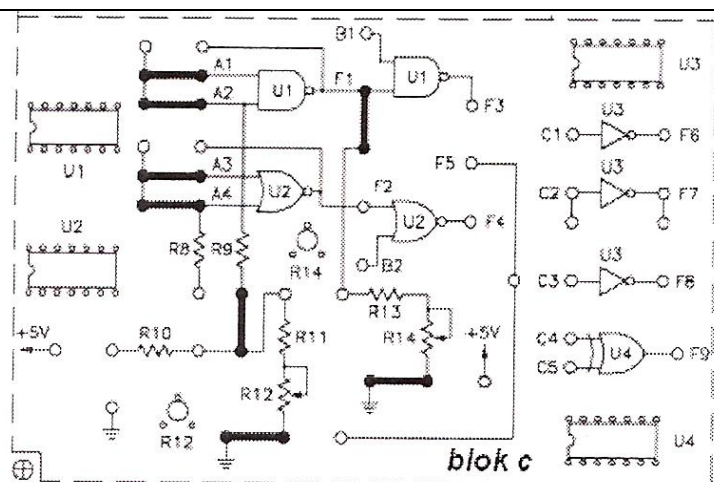
4 Połączyć wyjście dodatkowego zasilacza napięcia stałego z wejściem A8 Stopniowo napięcie doprowadzane do wejścia A8 co 0,5 V poczynając od 0 V Zmierzyć i zapisać w tablicy 1-1-4 wartości napięć wyjściowych zmierzonych na wyprowadzeniu Y2, a odpowiadających napięciom ustawianym w zasilaczu.

Tablica 1-1-4							
A8	Y2	A8	Y2	A8	Y2	A8	Y2
0V		3,5V		7V		10,5V	
0,5V		4V		7,5V		11V	
1V		4,5V		8V		11,5V	
1,5V		5V		8,5V		12V	
2V		5,5V		9V			
2,5V		6V		9,5V			
3V		6,5V		10V			

A. Pomiar napięcia i prądu wejściowego i wyjściowego układu TTL

Rys. 1-3-2 Układ do pomiaru napięcia i prądu standardowej bramki TTL

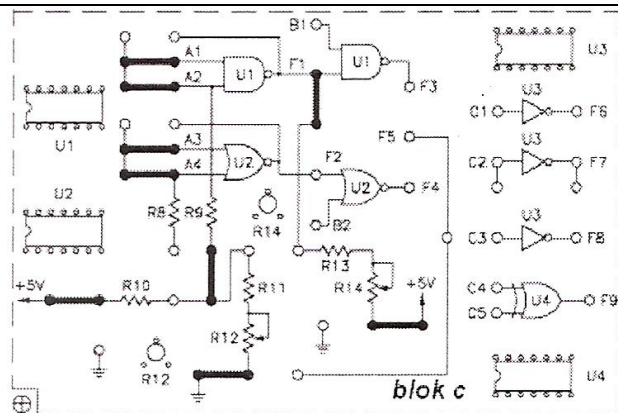
Rys. 1-3-1 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok c)



1. Ustawić moduł KL-26001 na module KL-22001 (moduł laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok c. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 1- 3-2 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-3-1.
2. Doprowadzić do modułu KL-26001 napięcie stałe +5 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL-22001. Zmierzyć napięcie na wejściu U1 i ustawić rezystor R12 tak, aby napięcie wejściowe $V_{IL}=0,8V$. Zmierzyć i zapisać napięcie występujące na rezystorze R9, $V_I = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Obliczyć wartość prądu wejściowego $I_{IL} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA. Zmierzyć napięcie na wyprowadzeniu U1 i ustawić rezystor R14 tak, aby napięcie maksymalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V „i minimalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.
3. Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OH} = 2,4 V$ i w miejsce wtyku mostkującego, między rezystor R14 a masę, włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać wartość prądu $I_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.
4. Zdjąć wtyki mostkujące z R9-Rl 1 i F1-Rl i przełożyć je na R8-R11 i F2-R13. Zmierzyć charakterystyki napięcia i prądu bramki U2 (seria LS).
5. Zmierzyć napięcie na wejściu U2 i ustawić rezystor R12 tak, aby napięcie wejściowe $V_{IL}=0,8V$. Zmierzyć i zapisać napięcie występujące na rezystorze R8, $V_I = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Obliczyć wartość prądu wejściowego $V_{IL} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu U2 i ustawić rezystor R14 tak, aby uzyskać napięcia: maksymalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V minimalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

Rys. 1-3-3 Układ do pomiaru napięcia i prądu bramki TTL (serii LS)

Rys. 1-3-4 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok c)



Rys. 1-3-5 Układ do pomiaru napięcia i prądu standardowej bramki TTL

Rys. 1-3-6 Układ do pomiaru napięcia i prądu bramki TTL (serii LS)

6. Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OH} = 2,4V$ i w miejsce wtyku mostkującego, między rezystor R14 a masę włączyć amperomierz Zmierzyć zapisać wartość prądu $I_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
- 7 Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys. 1-3-5 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-3-4. Ustawić rezystor R12 tak, aby napięcie wejściowe V_{IH} było równe 2V. Zmierzyć i zapisać napięcie występujące na rezystorze R9, $V_I = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Obliczyć wartość prądu wejściowego $V_{IH} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.
8. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu U1 i ustawić rezystor R14 tak, aby uzyskać napięcia: maksymalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V i minimalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.
- 9 Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OL} = 0,4V$ i w miejsce wtyku mostkującego między rezystor R14 a plus napięcia zasilania +5V włączyć amperomierz Zmierzyć i zapisać wartość prądu $I_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA
- 10.Zdjąć wtyki mostkujące z R9-R10 i F1-R13 i przenieść je odpowiednio na R8-R10 i F2-R13.
11. Rezystorem R12 ustawić napięcie $V_{IH} = 2V$. Zmierzyć napięcie na rezystorze R8, napięcie wejściowe $V_I = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Obliczyć wartość prądu $I_{IH} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

12. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu U2 i ustawić rezystor R14 tak, aby uzyskać napięcia: maksymalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ i minimalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

13. Rezystorem R14 ustawić napięcie $V_{OL} = 0,4V$ i w miejsce wtyku mostkującego, między rezystor R14 a plus napięcia zasilania +5V, włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać wartość prądu $I_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

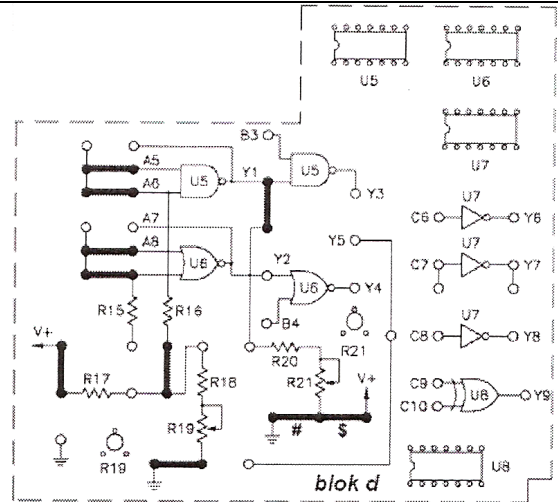
B Pomiar napięcia i prądu układu CMOS

1 Ustawić moduł KL 26001 na module KL 22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych) poczym zlokalizować blok d. Wykonać połączenia posługując się rysunkiem układu pomiarowego przedstawionym na rys 1-3-8 i schematem montażowym przedstawionym na rys. 1-3-7 (z wyjątkiem wtyku mostkującego oznaczonego symbolem \$).

2. Doprowadzić do modułu KL-26001 napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się module KL-22001. Dołączyć plus napięcia V do plusa napięcia 12V.

Rys. 1-3-8 Układ do pomiaru napięcia i prądu bramki CMOS

Rys. 1-3-7 Schemat montażowy (moduł KL-26001 blok d



3. Rezystorem R19 ustawić napięcie wejściowe V_{IL} na 3,6 V. Zmierzyć napięcie V_I na rezystorze R16 i obliczyć prąd $I_{IL} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

4 Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu Y1 a następnie regulując rezystorem R21 uzyskać napięcie maksymalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V i minimalne $V_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ V

5 Rezystorem R21 ustawić napięcie $V_{OH} = 10,8V$ i miejsce wtyku mostkującego oznaczonego symbolem # włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać prąd $I_{OH} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

6. Rezystorem R19 ustawić napięcie wejściowe V_{IH} na 8,4V. Wyjąć wtyk mostkujący oznaczony symbolem # i w jego miejsce włożyć wtyk oznaczony symbolem \$. Zmierzyć napięcie V_I na rezystorze R16 i obliczyć prąd $I_{IH} = V_I/100 = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

7. Zmierzyć napięcie wyjściowe na wyprowadzeniu Y1 a następnie regulując rezystorem R21 uzyskać napięcie maksymalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V i minimalne $V_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

8. Rezystorem R21 ustawić napięcie $V_{OL} = 1,2V$ i miejsce wtyku mostkującego oznaczonego symbolem \$ włączyć amperomierz. Zmierzyć i zapisać prąd $I_{OL} = \underline{\hspace{2cm}}$ mA.

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA