

LUCRAREA 6

**CIRCUITE LOGICE CU DIODE ȘI TRANZISTOARE. POARTA ȘI-NU CU
DEPLASARE DE NIVEL PRIN REZISTENȚE**

1. SCOPUL LUCRĂRII

Se va realiza un circuit ȘI-NU cu componente discrete cu deplasare de nivel prin rezistențe. Pe circuitul realizat se vor măsura parametrii statici și dinamici ai acestuia.

2. CONSIDERAȚII TEORETICE

2.1. Funcționarea porții

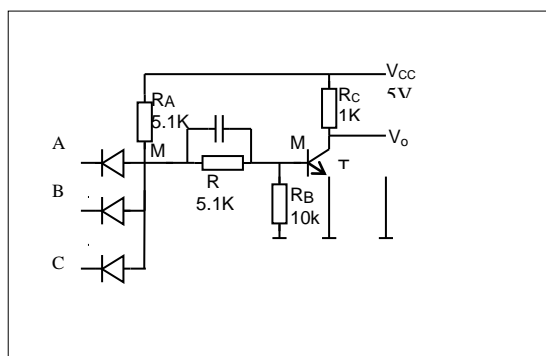


Fig.1

A	B	C	V _{BE}	F
0	0	0	0	1
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	0,75	0

Tabelul 1

În fig.1 se prezintă o poartă ȘI-NU cu deplasare de nivel cu rezistențe. Funcționarea circuitului este descrisă în tabelul 1 de adevăr.

Diodele D_1 , D_2 , și D_3 împreună cu rezistența R_A , formează un circuit ȘI cu diode, deci funcția logică care se obține în punctul M este $A \cdot B \cdot C$. Tranzistorul introduce o inversare, realizând din punct de vedere logic o funcție NU, astfel că la ieșire se obține: $F = \overline{A \cdot B \cdot C}$.

Pentru ca poarta să funcționeze conform tabelului de adevăr trebuie dimensionate corespunzător rezistențele R_C , R_A , R și R_B .

Dimensionarea circuitului se face pe etape.

2.2. Calculul rezistenței R_C

Se alege curentul I_{Cs} și se repartizează pentru I_{Rc} și I_s unde:

$$I_{Rc} = I_{Cs} - I_s \quad (1)$$

Unde I_{Cs} este curentul de colector de saturație admis prin transistor, iar I_s este curentul de ieșire al circuitului ȘI-NU a cărui mărime este data de relația următoare:

$$I_s \geq N \cdot I_{IL} \quad (2)$$

Curentul de ieșire (sarcină) al circuitului ȘI-NU trebuie să fie capabil să comande un număr de cel puțin N alte circuite identice.

În continuare, relația (2) se introduce în (1) și se obține:

$$R_C = \frac{V_{cc}}{I_{Rc}} \quad (3)$$

2.3. Calculul rezistenței R, R_B și R_A

Din relația (1), curentul de colector trebuie să fie mai mare decât suma curentului ce trece prin rezistența R_C și curentul de comandă al celor N porți similare.

În urma înlocuirilor rezultă relația de mai jos :

$$I_{Cs} \geq I_{Rc} + N \cdot I_{IL} = \frac{V_{cc}}{R_C} + N \frac{V_{cc} - 0,95}{R_A} \quad (4)$$

Unde curentul de intrare a porții ȘI-NU se obține pe baza relației (5)

$$I_{IL} = \frac{V_{cc} - (V_{IL} + V_D)}{R_A} = \frac{V_{cc} - (0,2 - 0,75)}{R_A} = \frac{V_{cc} - 0,95}{R_A} \quad (5)$$

Din relația (5) se obține R_A:

$$R_A = \frac{V_{cc} - 0,95}{I_{Cs} - \frac{V_{cc}}{R_C}} \cdot N \quad (6)$$

Din condițiile de blocare a tranzistorului T se obține R_B. În această situație făcând suma curenților în bază și înlocuind valoarea tensiunii din punctul M se deduce relația (7) :

$$I_B = I_R - I_{R_B} = \frac{0,95 - V_{BE_{bl}}}{R} - \frac{V_{BE_{bl}}}{R_B} \quad (7)$$

unde:

$$V_{BE_{bl}} \left(\frac{R_B + R}{R_B \cdot R} \right) = \frac{0,95}{R} - I_B \quad (8)$$

și dacă se impune ca I_B=0 se obține:

$$R_B = \frac{V_{BE_{bl}}}{0,95 - V_{BE_{bl}}} \cdot R \quad (9)$$

Rezultă $R_B = f(R)$.

Din condiția de saturare a tranzistorului T se obține R prin însumarea curenților în baza tranzistorului. În urma înlocuirii valorilor acestor curenți se obține curentul de bază care se compară cu valoarea curentului de colector obținându-se :

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_A + R} + \frac{V_{BE}}{R_B} \geq \frac{I_{CS}}{\beta_{min}} \quad (10)$$

Din relația (10) se obține valoarea rezistenței R , ce depinde de R_B

$$R_A + R = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{\frac{I_{CS}}{\beta_{min}} - \frac{V_{BE}}{R_B}} \quad (11)$$

Rezultă $R = f(R_B)$.

Relațiile (9) și (11) se pot exprima grafic într-un sistem de coordonate R_B și R. În zona de intersecție a curbelor $R_B = f(R)$ și $R = f(R_B)$ (fig. 2) se obțin valorile rezistențelor R_B și R.

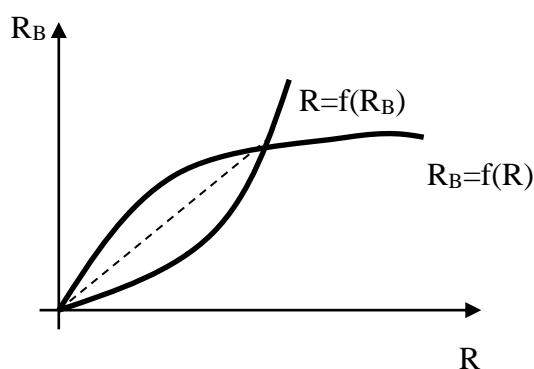


Fig.2

2.4. Dimensionarea capacității de accelerare

În urma dimensionării celor patru rezistențe se pot determina curenții de bază și de colector.

Din caracteristicile dinamice ale tranzistoarelor se pot determina valorile curenților de bază direct și invers pentru a obține timpii de comutare doriți.

Capacitatea C_A se alege cu relația: $C_A = \max(C_{A1}; C_{A2})$ unde:

$$C_{A1} = \frac{I_{BD} \cdot t_{db}}{U_C}; \quad C_{A2} = \frac{I_{BI} \cdot t_{db}}{U_C} \quad (12)$$

t_{db} – timpul de deblocare ($\approx t_r$)

t_{bl} – timpul de blocare ($t_s + t_c$)

U_C – tensiunea maximă la borna capacității ($V_{cc} - 0,75$)

I_{BD} și I_{BI} – curenții necesari pentru a obține timpii t_{db} și t_{bl} obținuți pe baza caracteristicii dinamice

$V_{cc} = 5V$.

3. MERSUL LUCRĂRII

3.1. Se va face montajul din fig.1 (fără capacitatea C_A).

3.2. Se va consulta catalogul de tranzistoare și diode.

3.3. Se va verifica funcționarea circuitului din punct de vedere logic.

3.4. Se vor măsura parametrii statici ai circuitului și anume: curentul de intrare maxim, curentul de ieșire minim, tensiunile în punctul M, în baza tranzistorului și în colectorul tranzistorului.

3.5. Se aplică la intrarea circuitului un semnal impuls cu parametri specificați în fig. 3

- Durata ($T_i = 5 \mu s$);
- Amplitudine ($V_I = 0V$; $V_A = V_S = 5V$),
- Durata de repetiție ($T = 10 \mu s$).
- Se vor utiliza următorale combinații de rezistențe:
 $R_{A1} = 5.8 \text{ k}\Omega$, $R_{A2} = 4.8 \text{ k}\Omega$, $R_{A3} = 10.6 \text{ k}\Omega$;
 $R_{B1} = 5.8 \text{ k}\Omega$, $R_{B2} = 6.4 \text{ k}\Omega$, $R_{B3} = 10 \text{ k}\Omega$, $R_{B4} = 17.8 \text{ k}\Omega$;
 $R_{C1} = 0.5 \text{ k}\Omega$, $R_{C2} = 0.9 \text{ k}\Omega$, $R_{C3} = 2.7 \text{ k}\Omega$.

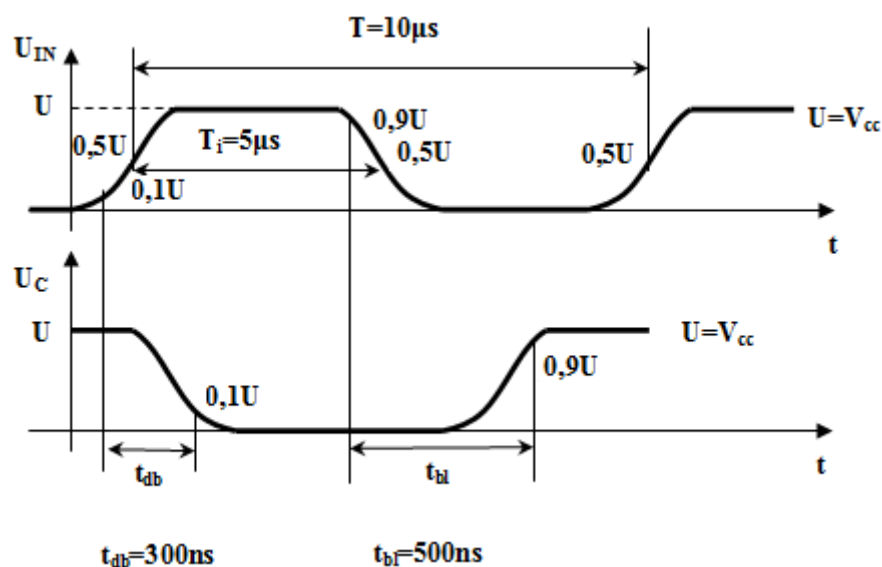


Fig. 3

t_{db} – timpul de deblocare ($\approx t_r$)

t_{bl} – timpul de blocare ($t_s + t_c$)

3.6. Se va vizualiza cu un osciloscop semnalul de la intrarea și ieșirea porții ȘI-NU.

3.7. Se cere ca circuitul să prezinte timpii de comutare specificați în fig. 3.

3.8. În cazul obținerii unor timpii de comutare mai mari decât cei specificați în fig. 3 se vor reajusta rezistențele R_A , R_B și R_C cu ajutorul jumperilor ce se găsesc pe placuța de test.

3.9. Se vor plasa în circuit capacități de 100pF, 300pF, 1000pF observându-se influența acestora asupra timpilor de comutare.

Se face observația că obținerea unor timpii de comutare prea mari, duce la necomutarea porții la frecvența specificată. În acest sens se recomandă să se micșoreze frecvența de lucru până la limita de funcționare a circuitului. În momentul obținerii parametrilor dinamici ceruți se poate comanda circuitul cu un semnal de intrare cu frecvența de repetiție specificată ($F=0,5$ MHz).

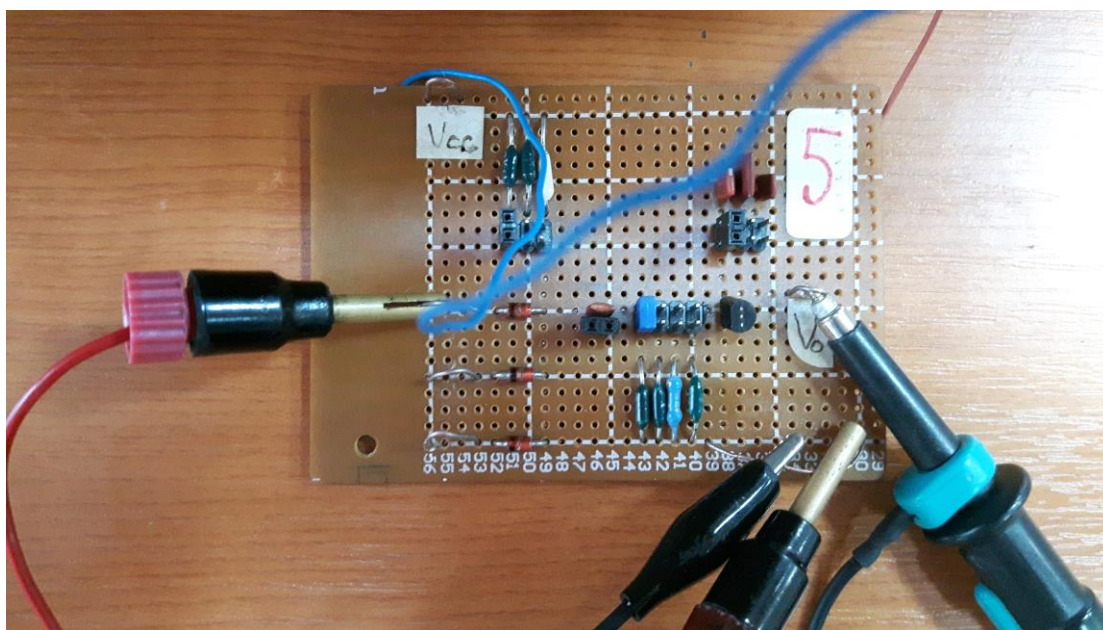


Fig.4

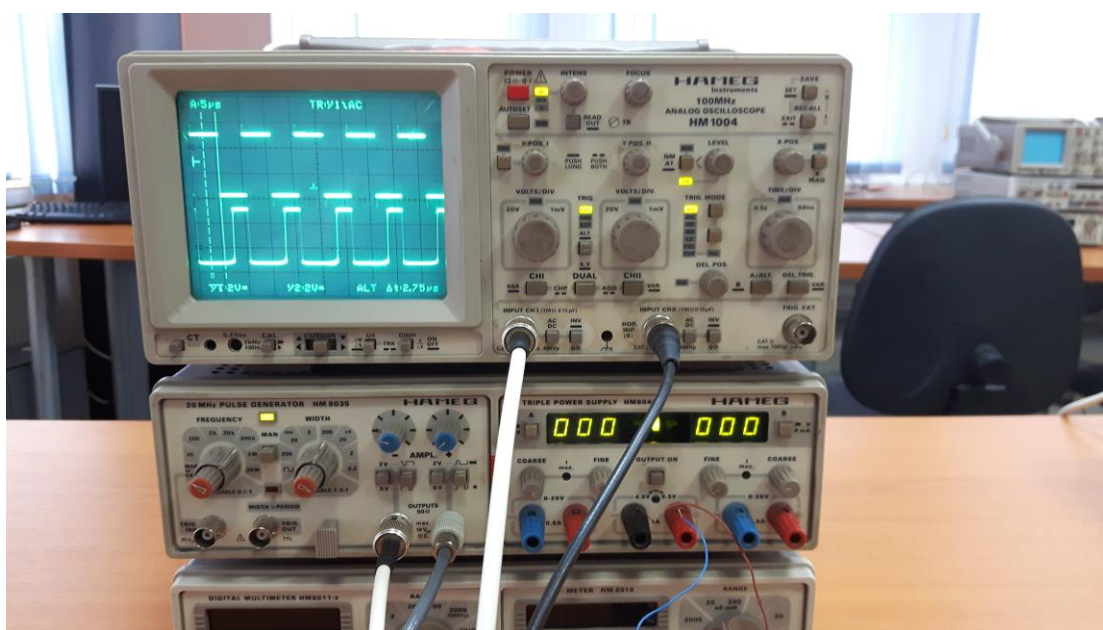


Fig.5

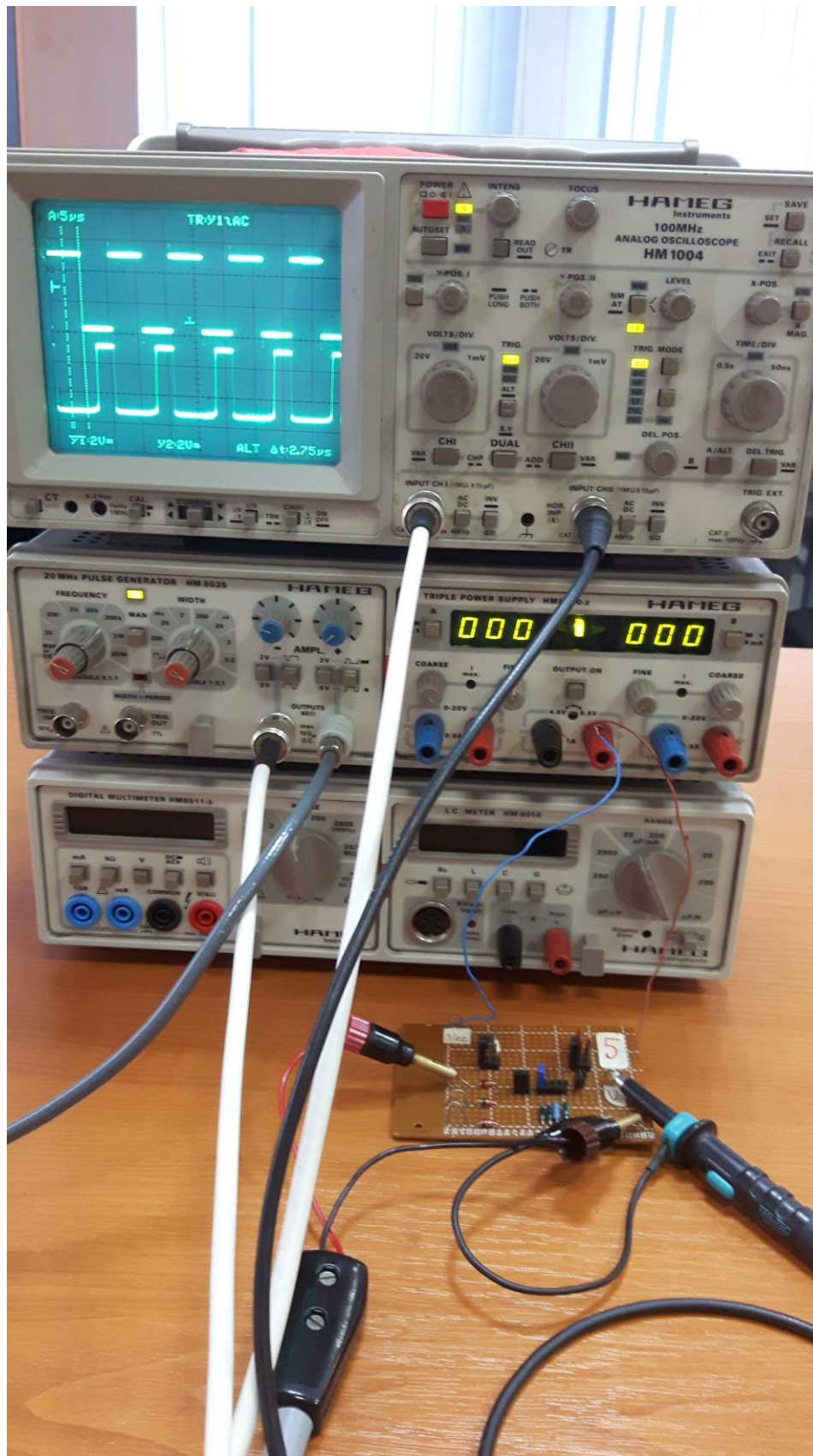


Fig.6

În fig. 5 este reprezentat un banc de lucru având ca module:

- Osciloscop cu două canale cu frecvență de lucru de 100 MHz cu posibilități de sincronizare în exterior, cu baza de timp minimă de până la 5 ns;
- Generator de impulsuri cu frecvență maximă de lucru de 20 MHz, durata impulsului minim de 200 ns, cu ieșiri de semnal pozitiv și complementar și posibilitate de variație a tensiunii de intrare până la 5V;
- Sursă triplă cu două tensiuni de alimentare variabile cuprinse între 0V ÷ 20V și o sursă fixă de 5 V;
- Generator de funcții cu frecvență maximă de 10 MHz, amplitudine variabilă (0 ÷ 10V);
- Sursă variabilă de tensiune (0 ÷ 7V) cu afișaj analogic.

În fig. 4* se poate vizualiza plăcuța cu montajul realizat conform schemei din fig.1.

În fig.6 se regăsește o vedere de ansamblu a modulelor de conectare a plăcuței cu montajul și aparatura electronică specifică lucrării.

Se constată totodată și modul de conectare a sondelor de osciloscop și generator, cât și a surselor de alimentare.

*Montajele au fost realizate de Șl.dr.ing. Stângaciu Valentin și As..ing. Chiciudean Dan