

## LUCRAREA 7

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

#### 1. SCOPUL LUCRĂRII

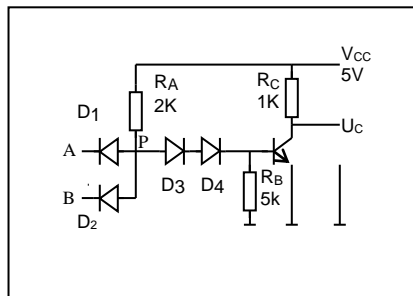
Se va realiza un circuit ȘI-NU cu diode și tranzistoare cu deplasare de nivel prin diode.

Se vor măsura în continuare, parametrii statici și dinamici ai circuitului realizat.

#### 2. CONSIDERATII TEORETICE

##### 2.1. Funcționarea porții

În fig. 1. este reprezentată o poartă ȘI-NU cu diode și tranzistoare. Funcționarea circuitului este descrisă sistematic în tabelul 1 de adevăr.



**Fig.1**

A	B	V <sub>P</sub>	V <sub>BE</sub>	F
0	0	0,95	0	1
0	1	0,95	0	1
1	0	0,95	0	1
1	1	2,25	0,75	0

**Tabelul 1**

Pentru a explica funcționarea electronică a circuitului se consideră:

$$a) V_A = V_B = V_L = V_{CE_s} \approx 0,2V \quad (1)$$

În acest caz diodele D<sub>1</sub> și D<sub>2</sub> împreună cu rezistența R<sub>A</sub> formează o poartă ȘI, ceea ce face ca în punctul P să avem:  $V_P = V_i + V_D = 0,2 + 0,75 = 0,95V$ ; tensiune insuficientă să deschidă cele trei joncțiuni formate de diodele D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> și joncțiunea bază – emitor a tranzistorului T. În consecință tranzistorul T este blocat și la ieșire se obține :

$$V_O = V_{CC} = V_H.$$

$$b) V_A = V_B = V_H = V_{CC} \quad (2)$$

Dacă la ambele intrări se aplică nivelul de tensiune superior ( $V_O = V_{CC}$ ) atunci tensiunea din punctul P tinde să crească spre V<sub>CC</sub>. Dar pentru o tensiune egală cu:  $V_{D_3} + V_{D_4} + V_{BE} = 0,75 + 0,75 + 0,75 = 2,25V$  diodele D<sub>3</sub> și D<sub>4</sub> cât și joncțiunea bază – emitor a tranzistorului T se polarizează direct, ceea ce face ca tensiunea din punctul P să fie limitată la 2,25V. Se poate constata că în acest caz diodele D<sub>1</sub> și D<sub>2</sub> sunt blocate, iar diodele D<sub>3</sub> și D<sub>4</sub> și tranzistorul T sunt în conducție, ceea ce face ca la ieșire să se fixeze potențialul  $V_O = V_{CE_s} = 0,2V$ , deci nivelul inferior de tensiune.

Dimensionarea circuitului se face pe etape.

## 2.2. Dimensionarea rezistenței $R_C$

Se alege curentul  $I_{CS}$ ,  $I_{R_C}$  și  $I_S$  :  $I_{CS} = I_{R_C} + I_S$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEs}}{I_{R_C}} \approx \frac{V_{CC}}{I_{R_C}} \quad (3)$$

## 2.3. Dimensionarea rezistenței $R_B$

Din condiția de blocare a tranzistorului T se impune condiția ca  $U_{BE} \leq 0V$ .  
Aplicând legile lui Kirchoff în nodul din bază se obține următoarea relație:

$$I_B = I_{R_B} + I_D \quad (4)$$

unde  $I_D$  este curentul prin diodele  $D_3$  și  $D_4$  polarizate cu o tensiune:

$$V_P - V_{BE} = 0,95 - V_{BE} \quad (5)$$

Curentul  $I_D$  are o valoare neglijabilă având în vedere că cele două diode sunt polarizate direct cu o tensiune mai mică decât tensiunea de prag. Curentul  $I_B$  este curentul de bază de blocare al tranzistorului. În acest caz avem:

$$I_B = \frac{V_{BE}}{R_B} \quad (6)$$

Alegând  $V_{BE} = (0,01V \div 0,1V) < V_{BE}$  și  $I_{B_{min}} = I_{CO_{max}}$  rezultă că:

$$R_B = \frac{V_{BE}}{I_B} \quad (7)$$

## 2.4. Dimensionarea rezistenței $R_A$

Din condiția de saturare a tranzistorului T se impune:

$$I_B \cdot \beta_{min} \geq I_{CS} \quad (8)$$

Dacă se face suma curenților în baza tranzistorului în cazul saturării acestuia se obține:

$$I_B = I_{R_A} - I_{R_B}$$

Sau prin înlocuirea valorilor cunoscute se obține valoarea curentului de bază:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_P}{R_A} - \frac{V_{BEs}}{R_B} \quad (9)$$

unde:

$$V_P = 2,25V$$

$$V_{BEs} = 0,75V$$

înlocuind relația (8) în (9) rezultă  $R_A$ :

$$R_A \leq \frac{V_{CC} - V_P}{\frac{I_{CS}}{\beta_{min}} + \frac{V_{BEs}}{R_B}} \quad (10)$$

### 3. MERSUL LUCRĂRII

**3.1.** Se verifică funcționarea logică a circuitului ȘI-NU urmărind tabelul 1.

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

**3.3.** Se aplică la intrare un semnal impuls cu parametri specificați în fig.2.

- Durata ( $T_i=5\ \mu\text{s}$ );
- Amplitudine ( $V_i=0\text{V}$ ;  $V_A = V_S = 5\text{V}$ ),
- Durata de repetiție ( $T=10\ \mu\text{s}$ ).
- Se vor utiliza următoarele combinații de rezistențe:  
 $R_{A1} = 1\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{A2} = 2\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{A3} = 5.33\ \text{k}\Omega$ ;  
 $R_{B1} = 3\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{B2} = 6.3\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{B3} = 10\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{B4} = 20\ \text{k}\Omega$ ;  
 $R_{C1} = 0.6\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{C2} = 1\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{C3} = 2\ \text{k}\Omega$ .

**3.4.** Se vor vizualiza cu un osciloscop semnalele de la intrare, din punctul P, din baza tranzistorului și de la ieșire.

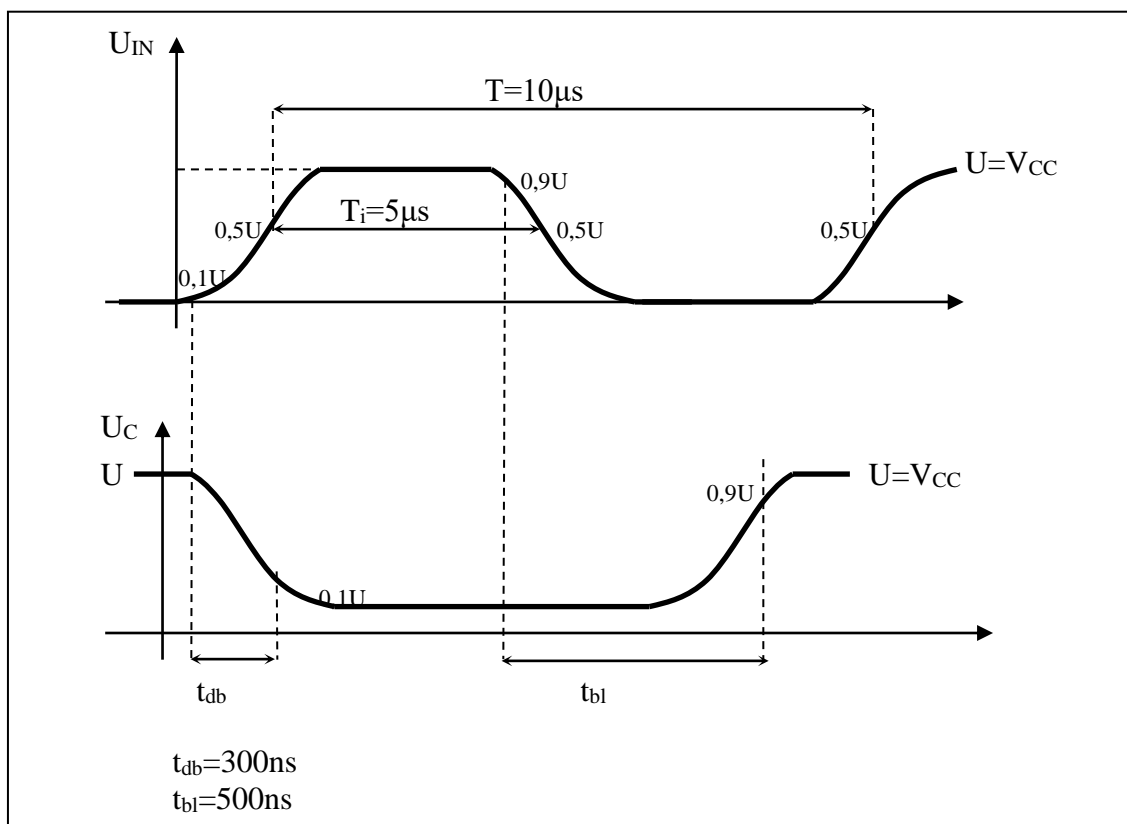
Se atrage atenția că osciloscopul trebuie să fie sincronizat cu semnalul de la intrare.

Se va insista asupra măsurării cu atenție a timpilor de comutare ai circuitului.

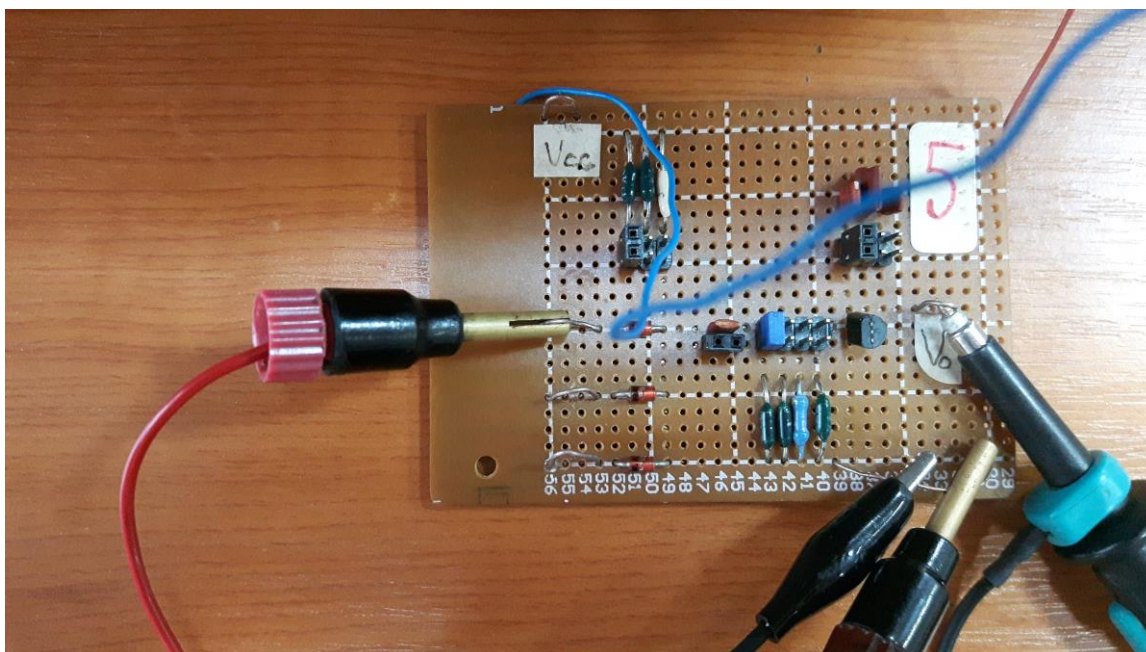
**3.5.** Se vor reajusta rezistențele  $R_A$ ,  $R_B$  și  $R_C$  cu ajutorul jumperilor ce se găsesc pe placuța de test.

**3.6.** Se ține cont de observațiile făcute la lucrarea anterioară.

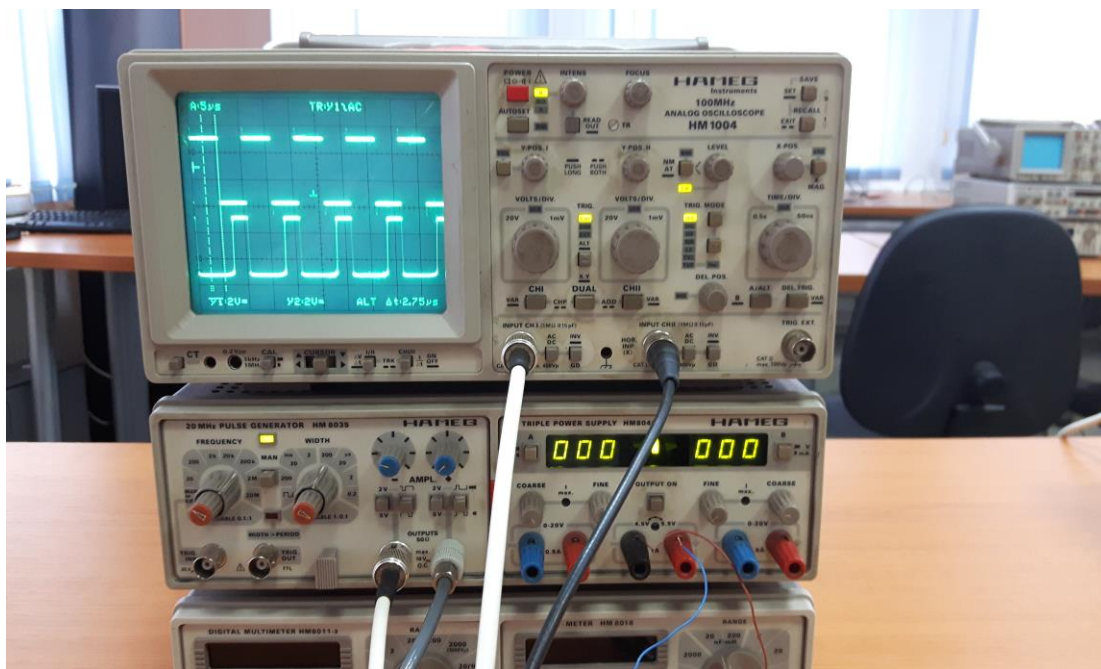
Ca observație suplimentară se amintește faptul că valorile mari ale rezistențelor determină curenți mici prin circuit, ceea ce implică timpi de comutare mai mari pentru tranzistor.



**Fig.2**



**Fig.3**



**Fig.4**



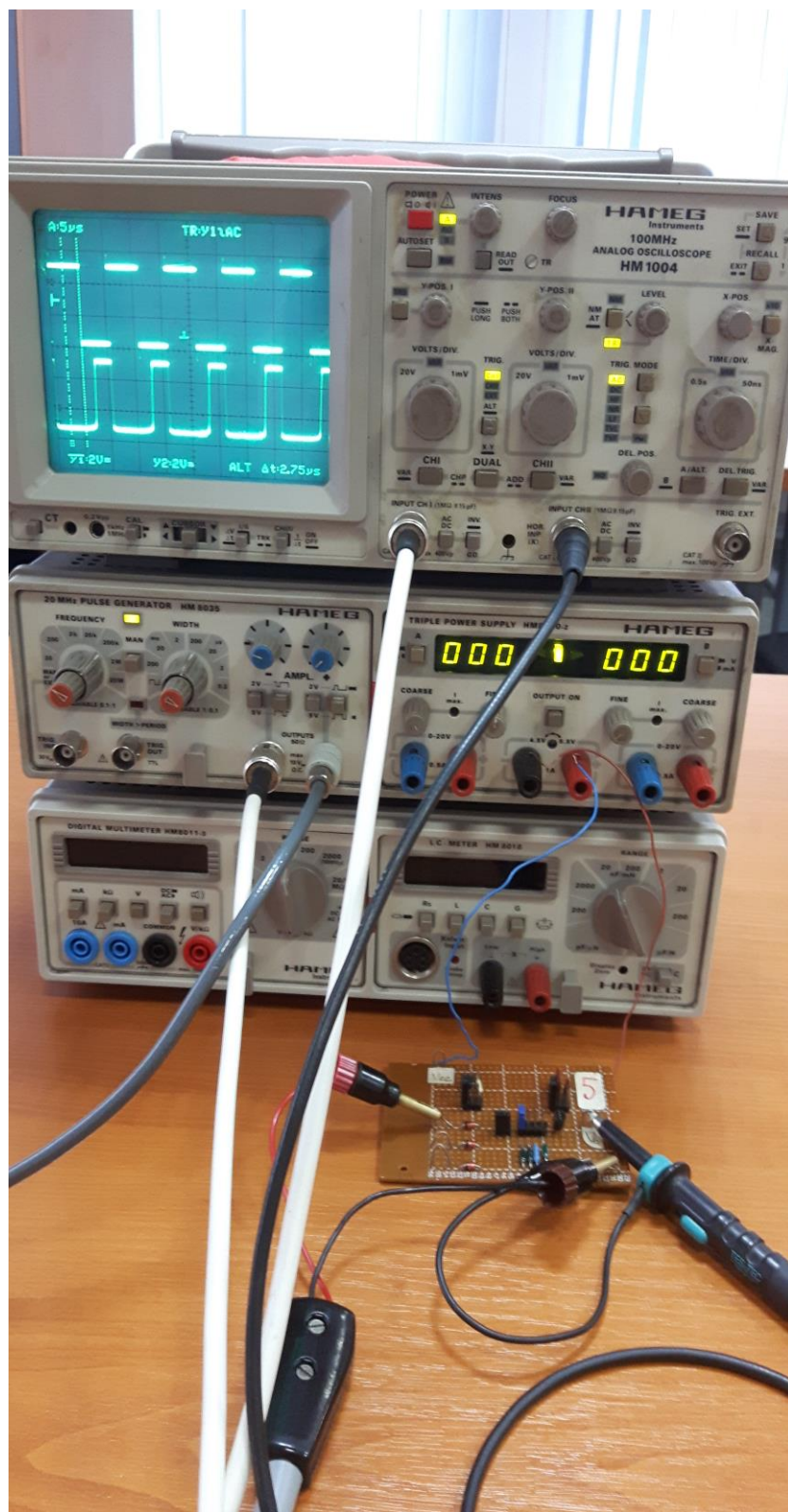


Fig.5

În fig. 4 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. 3\* se poate vizualiza placa cu montajul realizat conform schemei din fig.1.

În fig.5 se regăsește o vedere de ansamblu a modul 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