

“Să citești, nu pentru a contrazice și a combate și nici pentru a crede și a lua drept bun ..., ci pentru a cântări și a judeca.”

Fr. Bacon

TRIGGER SCHMITT

TRIGGER SCHMITT

1. SCOPUL LUCRARIII

În această lucrare se studiază funcționarea unui circuit basculant nesimetric cu, cuplaj în emitor (trigger Schmitt) și se prezintă două circuite integrate cu funcție de trigger schmitt unul în tehnologie TTL celălalt în tehnologie CMOS.

2. CONSIDERATII TEORETICE

2.1. Funcționare

Circuitul trigger Schmitt este folosit în tehnica impulsurilor ca detector de nivel sau formator de impulsuri dreptunghiulare din semnal de intrare lent variabil.

Schema electrică a unui astfel de circuit este prezentată în figura 1.

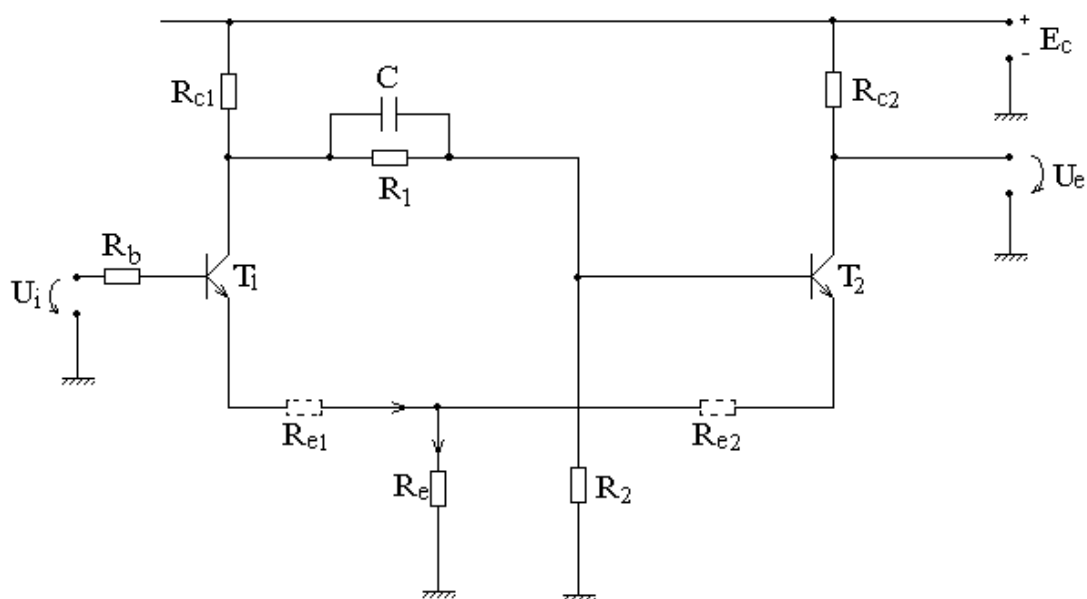


Figura 1.

În continuare se consideră :

$$R_{e1}=R_{e2}=0 \text{ iar } U_{\gamma} \text{ tensiunea de deschidere B-E a tranzistorului}$$

Se aplica $U_i=0$. Tranzistorul T_1 este blocat și T_2 conductor. Aceasta este starea 1 a circuitului. Se aleg rezistențele R_{C1} , R_1 , R_2 și R_{C2} astfel ca T_2 să fie activ la limita de saturatie. În emitorul lui T_2 se stabilește potențialul:

$$U_i = \varepsilon_b \cdot E_C - U_{BE} \text{ ,unde } \varepsilon_b = \frac{R_2}{R_2 + R_1 + R_{C1}} \cdot$$

Se crește U_I și se observă că starea 1 se menține atîta timp cat $U_i < \varepsilon_1$, unde:

$$\varepsilon_1 = U_1 + U_\gamma \cong \varepsilon_b \cdot E_C - 0,1 \text{ V}$$

și se numește prag de declanșare.

Când U_I depășește ε_1 , tranzistorul T_1 intră în conducție; potențialul din colectorul său scade, scade potențialul din baza lui T_2 , acesta tinde să iasă din conducție, ceea ce duce la scăderea potențialului de emitor și pe această cale T_1 conduce și mai puternic. Procesul continuă în avalansă și se termina cu starea 2 caracterizată de T_1 conductor și T_2 blocat. La ieseire se obtine $U_e \cong E_C$.

Crescând în continuare U_I , T_1 poate ajunge eventual la saturație, dar T_2 continuă sa fie blocat.

Dacă se scade U_I , potențialul în colectorul lui T_1 crește, potențialul in emitor scade, dar starea 2 se menține. În momentul în care creșterea de potential din colectorul lui T_1 și scăderea potentialului pe emitorul comun ajunge să determine deschiderea lui T_2 , se amorseaza procesul de basculare care determina revenirea in starea: deschiderea lui T_2 determină creșterea potențialului pe emitor, T_1 se inchide, potentialul din colectorul sau creste, etc. Tensiunea de intrare corespunzătoare acestui moment se noteaza ε_2 și se numeste prag de revenire. Se calculeaza:

$$\varepsilon_2 = U_{BE} + R_e \frac{\varepsilon_b \cdot E_C - U_\gamma}{R_e + \varepsilon_b \cdot R_{C1}}$$

unde: U_γ - tensiunea de deschidere B – E pentru T_2 , U_{BE} - tensiunea B–E pentru T_1 .

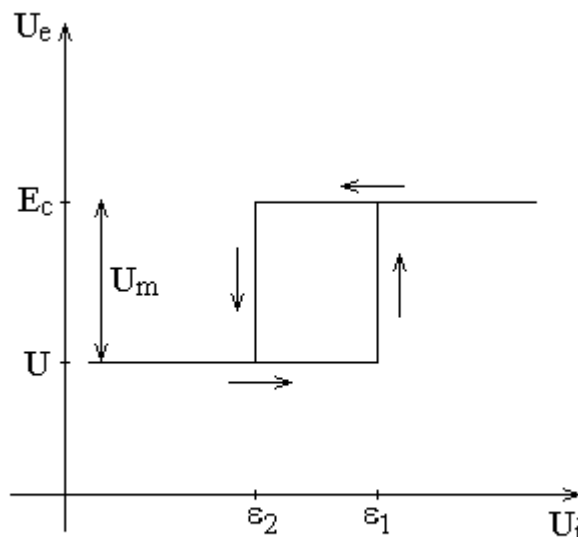


Figura 2.

Caracteristica de transfer prezinta histerezis, daca $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$. Rezistentele de emitor R_{e1} si R_{e2} permit modificarea pragurilor astfel:

- R_{e1} intervine atunci când conduce T_1 , deci la pragul ε_2 :

$$\varepsilon_2' = \varepsilon_2 + \frac{R_{e1}}{R_e}(\varepsilon_2 - U_{BE})$$

- R_{e2} intervine atunci când conduce T_2 , deci la ε_1 si anume:

$$\varepsilon_1' = \varepsilon_1 \frac{R_e}{R_e + R_{e2}} + \frac{R_{e2}}{R_2 + R_{e2}} \cdot U_{\gamma}$$

Observații:

- 1) Se poate ca în starea 1, T_2 sa fie saturat. Se modifică relația de calcul pentru ε_1 .
- 2) Polarizarea pentru T_2 poate fi modificată - sa lipseasca R_2 sau R_1 . Funcționarea este similara.
- 3) Daca în starea 1, T_2 este activ, dar cu U_{CE} mai mare, se micșoreaza amplitudinea impulsului de iesire U_m .

2.2. Aplificații

2.2.1. Circuitul poate fi completat cu un divizor rezistiv în baza lui T_1 , astfel încat să se asigure pentru aceasta, o polarizare cuprinsă între cele 2 praguri. Se obține o funcționare de C.B.B. nesimetric care poate fi comandat cu impulsuri de o polaritate sau alta.

2.2.2. Circuitul poate fi folosit ca formator de impulsuri dreptunghiulare daca la intrare se aplica semnal lent variabil periodic (ex. sinusoidal sau triunghiular). Raspunsul la ieșire are aceeași perioadă cu semnalul de intrare. Modificând componenta continuă și amplitudinea semnalului de intrare se poate modifica factorul de umplere a raspunsului.

3. CIRCUIT TRIGGER SCHMITT TTL

In figura 3 se prezinta schema electronică internă pentru circuitul CDB 413.

În structura cicuitului se recunoaste intrarea T_1 specifica familiei TTL, triggerul Schmitt T_2, T_3 , etajul de iesire T_5, T_6, T_7 specific TTL și tranzistorul repeter T_4 cu rol de adaptare de nivel.

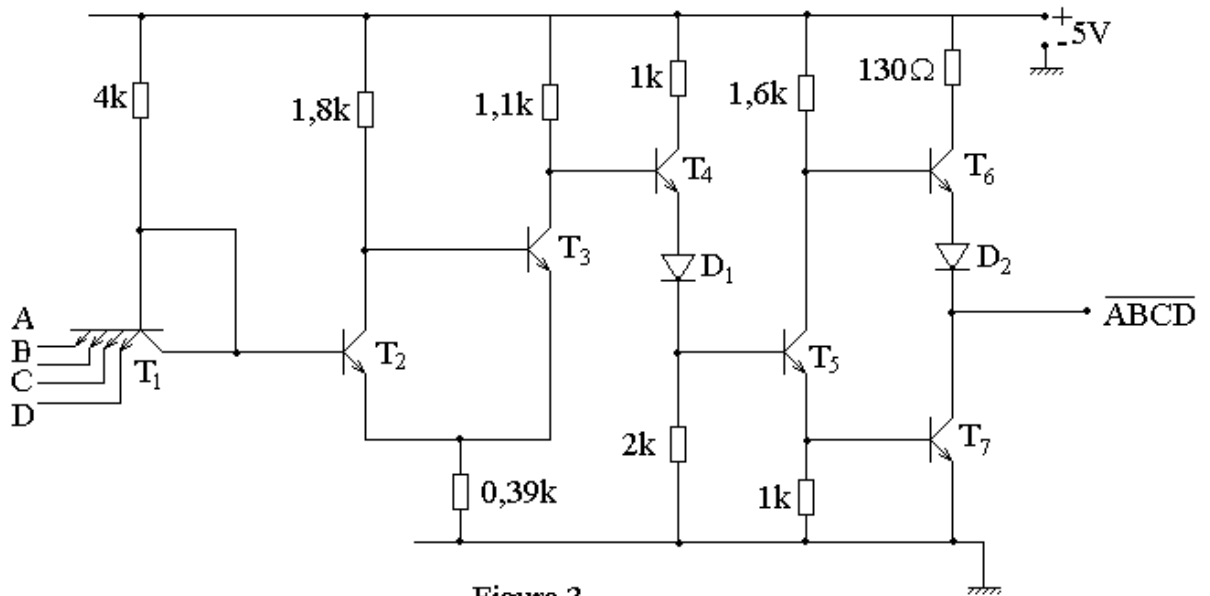


Figura 3.

În starea 1, T_2 este blocat și T_3 saturat, iar în starea 2, T_2 este saturat și T_3 blocat. Pentru tranzistorul saturat se poate adopta un model ca în figura 4.

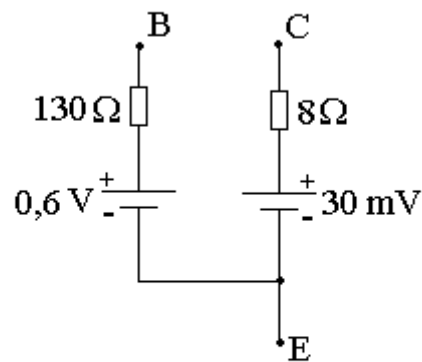


Figura 4.

Cu acest model se calculează valorile pragurilor la: $\epsilon_1=1,7V$ și $\epsilon_2=0,9V$.

4. CIRCUIT TRIGGER SCHMITT CMOS

În familia CMOS există două circuite cu rol de trigger-e Schmitt: 4093 (4 porți de tip SI-NU), 40106 (6 inversoare). Pe montajul de laborator avem un circuit de tip 4093 a cărui poartă SI-NU are două intrări ambele cu acțiune de trigger Schmitt.

Schema echivalentă a unei porți este prezentată în figura 5.

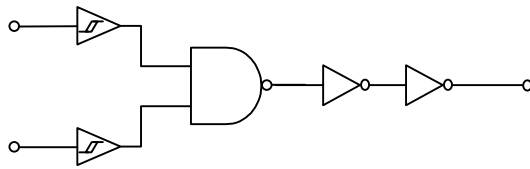


Figura 5

Poarta comută la nivele de tensiune diferite pentru semnalele crescătoare și respectiv cele descrescătoare. Diferența între tensiunea “pozitivă” (V_P) și tensiunea “negativă” (V_N) de prag este definită ca tensiune de histerezis.

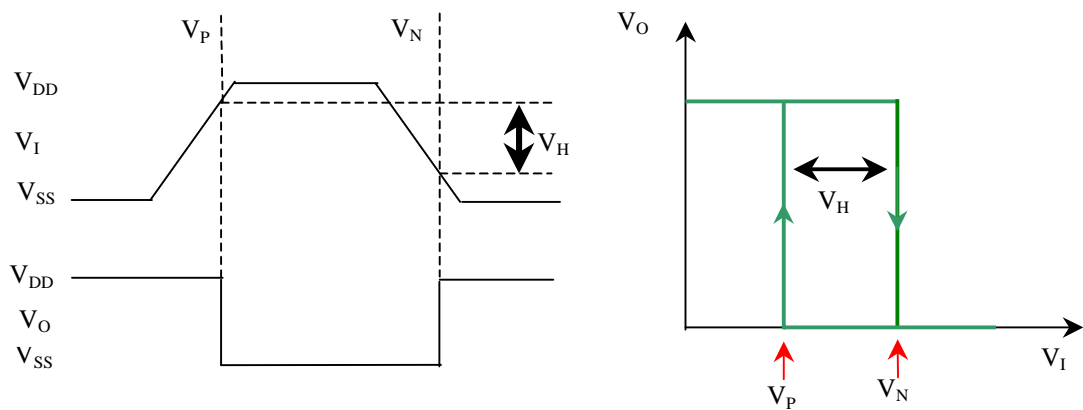


Figura 6. Definiția histerezisului și caracteristica porții.

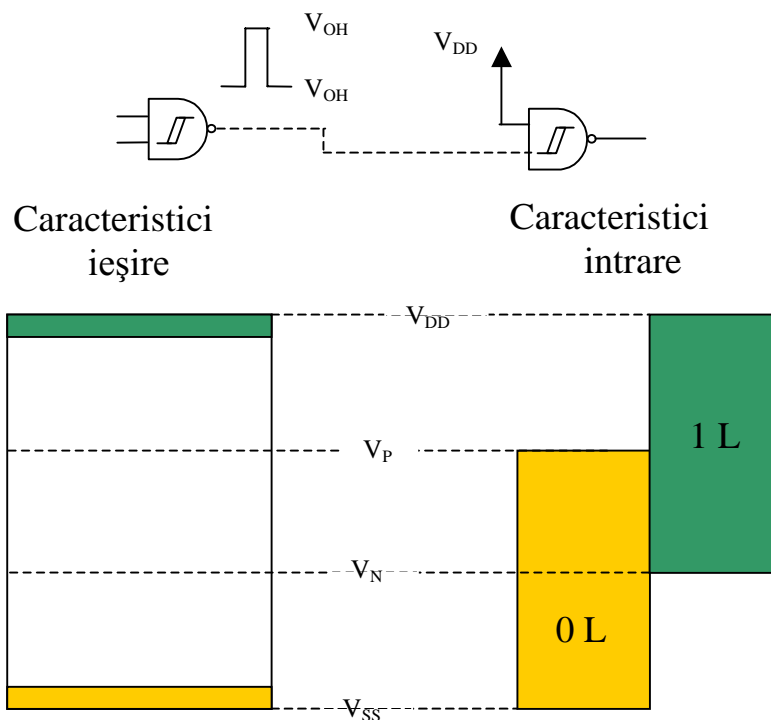
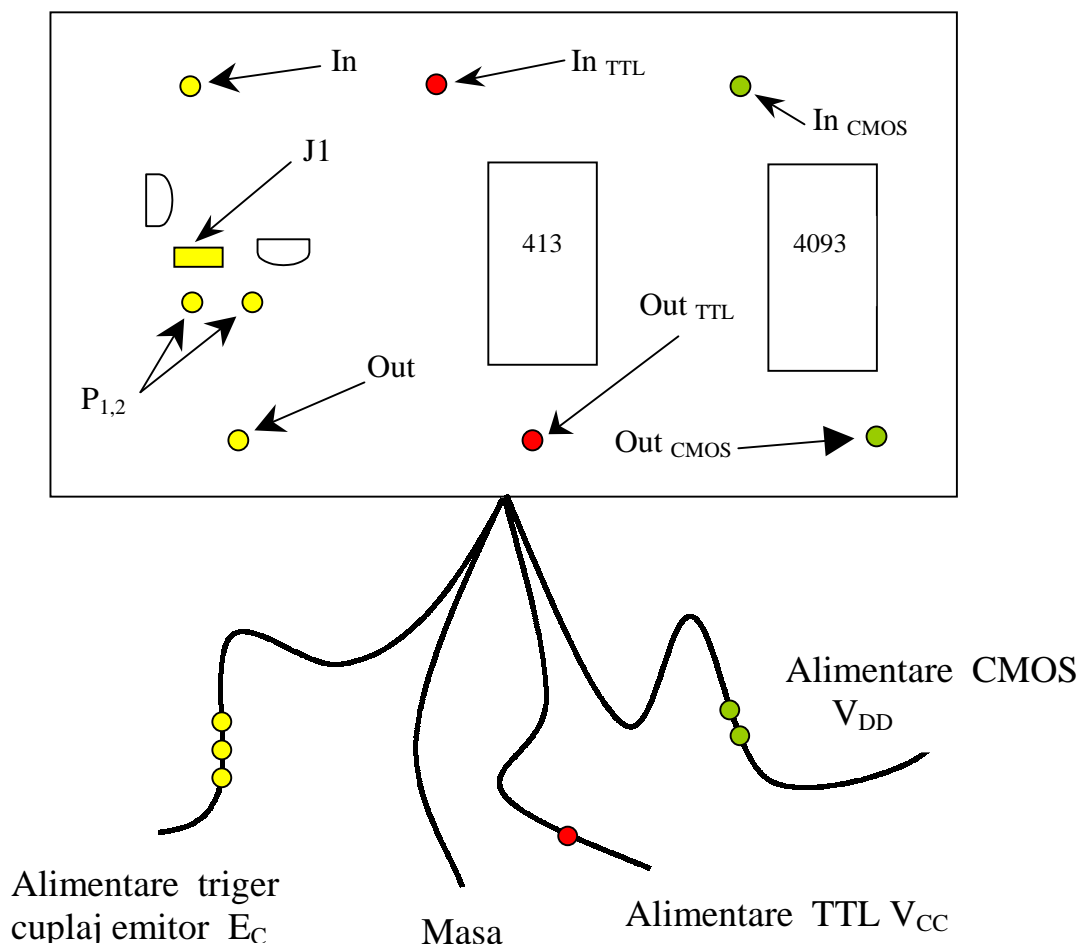


Figura 7. Caracteristicile de intrare și de ieșire

4. DISPOZITIVUL DE LABORATOR

Montajul de laborator conține un trigger Schmitt cu tranzistoare un circuit CDB 413 și un circuit CMOS 4093. Topologia acstu-ia este urmatoarea :



5. DESFASURAREA LUCRARI

5.1. Se verifica montajul și conectarea potentiometrului P la bornele P_1 și P_2 . Se noteaza in caiete schema electrica a circuitului dată în figura 1 și se calculeaza volarile celor 2 praguri știind că : $R_1=5K6$, $R_2=6K8$, $R_{C1}=8K2$, $R_{C2}=2K$, $R_e=560$.

5.2. Se alimenteaza circuitul cu $E_C=6V$ între E_C si masa. Punându-se J1 astfel încât să avem scurt între P_1 și P_2 . Se traseaza caracteristica U_e (se măsoara între Out și masa) funcție de U_I (care se măsoară între In și masă). Se pune in evidenta existenta histerezisului. Se compara valorile de prag masurate cu cele calculate. Se introduce potențiometrul (desfăcându-se contactul între P_1 și P_2). Se constată influenta sa asupra

unui dintre praguri. Se calculează pragul pentru valoarea maximă a lui P_1 și se verifică practic.

5.3. Se aplică la I_n semnal sinusoidal cu $f=1\text{kHz}$ și amplitudinea reglabilă. Se vizualizează și notează $U_e(t)$. Se pune în evidență modificarea factorului de umplere a răspunsului de la ieșire modificând amplitudinea și nivelul continuu al semnalului de intrare. Se vizualizează caracteristica de transfer $U_e=f(U_i)$ aplicând U_i și la intrarea X a osciloscopului.

5.4. Se analizează funcționarea circuitului CDB 413. Se alimentează cu 5V între borna V_{CC} și masă și se aplică la intrarea I_{TTL} o tensiune $0 < U_i < 5\text{V}$. Se trasează caracteristica $U_e=f(U_i)$, notând valorile de prag.

5.5. Se alimentează între borna V_{DD} și masă cu o tensiune de 9V, aplicând la intrare o tensiune variabilă (I_{CMOS}) se trasează caracteristica $U_e=f(U_i)$.

5.6. Punându-se osciloscopul în mod X-Y să se realizeze conexiunile de o așa natură astfel încât să se poată vizualiza caracteristica de transfer a circuitului. Apoi variind tensiunea de alimentare se observă modificarea aceste-i caracteristici pe ecranul osciloscopului..

INTREBARI:

- 1) Sa se calculeze pragurile pentru circuitul din figura 1 pentru: R_2 lipsa; R_1 și R_2 lipsa.
- 2) Sa se precizeze valoarea minima a iesirii U_e in starea 1, relativ la pragul ϵ_1 .
- 3) Sa se precizeze starea de conductie (activ, saturat sau blocat) pentru T_4 din CDB 413 in starile 1 si 2; Să se stabileasca rolul sau și daca ar putea fi inlocuit cu o dioda (jonctiunea B-E).
- 4) Sa se stabileasca relatiile de calcul pentru pragurile circuitului CDB 413 și să se verifice valorile calculate.
- 5) Din caracteristica de transfer a unei porți CMOS dată în figura 8 rezultă că valoarea minimă a tensiunii de alimentare este : $V_{DD\min}=V_{TN} + |V_{TP}|$.

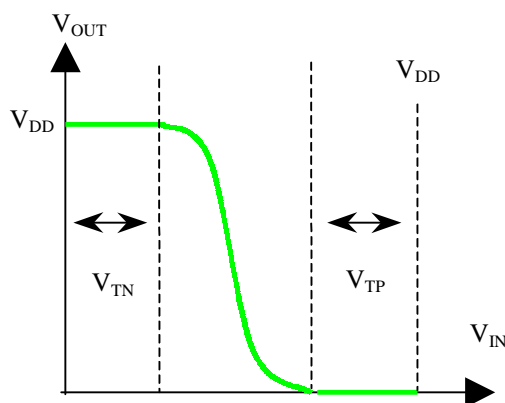


Figura 8. Caracteristica de transfer

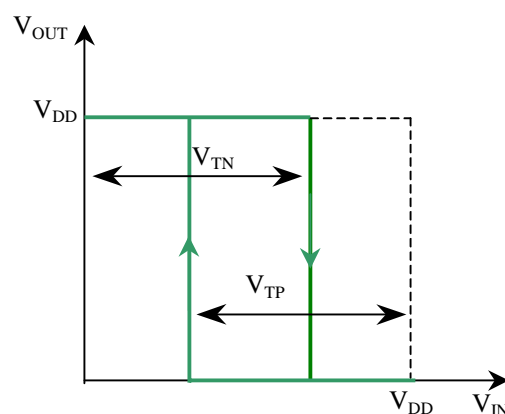


Figura 9. Caracteristica pentru $V_{DD} < V_{DD\min}$

Valoarea tipică a tensiunii de prag pentru procesul CMOS standars este :

$$V_{TN} \cong |V_{TP}| \cong 1.5 \text{ V}$$

Se obtie $V_{DD} = 3\text{V}$; caracteristica de transfer pentru un inversor CMOS cu tensiunea de alimentare $V_{DD} < V_{TN} + |V_{TP}|$ este dată în figura 9.

Ar putea un inversor CMOS să funcționeze ca trigger schmitt dacă îl alimentez cu 2.3V ? Dar dacă îl alimentez cu 1.3 V ? De ce ?