

## **DETERMINAREA UNOR MĂRIMI CARACTERISTICE CIRCUITELOR LOGICE**

### **1. Definirea unor mărimi caracteristice ale circuitelor logice**

Simbolurile binare “0” și “1” sunt materializate în practică de 2 nivele de tensiune:

- $V_H$  nivel ridicat de tensiune ( $V_H=1$  logic);
- $V_L$  nivel scăzut de tensiune ( $V_L=0$  logic).

Prin convenție, se definesc următoarele sensuri convenționale pentru mărimile electrice:

- curenți: curențul este negativ prin convenție atunci când iese din dispozitiv;
- toate tensiunile sunt referite față de masă.

#### *a) Mărimi specifice de curent*

$I_{CC}$  - **Curentul de alimentare** = curențul absorbit din sursa de alimentare prin terminalul  $V_{CC}$  de către un circuit logic, în condiții specificate de intrare și cu ieșirile în gol. Acolo unde nu sunt specificate, acestea sunt alese ca fiind cele mai defavorabile (consumul cel mai mare).

$I_{IH}$  - **Curentul de intrare în starea H** = curențul absorbit de către o intrare, atunci când aceasta este conectată la un nivel ridicat de tensiune.

$I_{IL}$  - **Curentul de intrare în starea L** = curențul absorbit de către o intrare, atunci când aceasta este conectată la un nivel scăzut de tensiune.

$I_{OH}$  - **Curentul de ieșire în starea H** = curențul absorbit de către o ieșire cu colector în gol blocată, cu o tensiune de nivel ridicat conectată. Pentru circuite cu colector în gol cu rezistență spre sursa pozitivă de alimentare,  $I_{OH}$  reprezintă curențul care iese din ieșire când aceasta este în starea H.

$I_{OL}$  - **Curentul de ieșire în starea L** = curențul care intră într-o ieșire aflată în starea L.

$I_{OS}$  - **Curentul de ieșire de scurt-circuit** = curențul care iese dintr-o ieșire, aflată în starea H, atunci când aceasta este scurt-circuitată la masă (sau la alt potențial specificat).

$I_{OZH}$  - **Curentul de scurgere în starea H** = curențul absorbit de către o

ieșire “trei-stări”, atunci când aceasta este conectată la un potențial H.

$I_{OZH}$  - **Curentul de scurgere în starea L** = curentul debitat de către o ieșire “trei-stări”, atunci când aceasta este conectată la un potențial L.

b) *Mărimi specifice de tensiune*

$V_{CC}$  - **Tensiunea de alimentare** = domeniul de tensiuni de alimentare pentru care dispozitivul funcționează corect.

$V_{IH}$  - **Tensiunea de intrare în starea H** = domeniul de tensiuni de intrare recunoscute de dispozitiv ca stare H (1 logic).

$V_{IHmin}$  - **Tensiunea  $V_{IH}$  minimă** = valoarea minimă a tensiunii de intrare, care este recunoscută ca 1 logic de către dispozitiv.  $V_{IH}$  reprezintă pragul de intrare garantat pentru starea 1 logic.

$V_{IL}$  - **Tensiunea de intrare în starea L** = domeniul de tensiuni de intrare recunoscute de dispozitiv ca stare L (0 logic).

$V_{ILmax}$  - **Tensiunea  $V_{IL}$  maximă** = valoarea maximă a tensiunii de intrare, care este recunoscută ca 0 logic de către dispozitiv.  $V_{IL}$  reprezintă pragul de intrare garantat pentru starea 0 logic.

$V_{OHmin}$  - **Tensiunea de ieșire minimă în starea H** = Tensiunea de ieșire minimă în starea H garantată de către producător.

$V_{OLmax}$  - **Tensiunea de ieșire maximă în starea L** = Tensiunea de ieșire maximă în starea L garantată de către producător pentru un curent de sarcină maxim  $I_{OL}$ .

c) *Timpi caracteristici circuitelor logice*

$t_{pLH}$  - **Timpul de propagare din starea L în starea H** = timpul de întârziere dintre momentul aplicării unui semnal la intrare și efectul său la ieșire, atunci când ieșirea trece din starea L în starea H.

$t_{pHL}$  - **Timpul de propagare din starea H în starea L** = timpul de întârziere dintre momentul aplicării unui semnal la intrare și efectul său la ieșire, atunci când ieșirea trece din starea H în starea L.

$t_r$  - **Timpul de creștere** (rise time) = durata de comutare din starea L în starea H.

$t_f$  - **Timpul de cădere** (fall time) = durata de comutare din starea H în starea L.

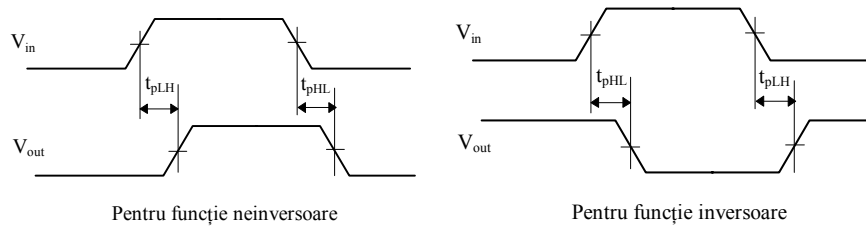


Figura 1

Timpii  $t_r$  și  $t_f$  se definesc între 10% și 90% din amplitudinea semnalului digital.

$t_{rec}$  - **Timpul de recuperare** (recovery time) = timpul necesar între un semnal asincron și frontul activ al unui semnal sincron de comandă pentru a asigura răspunsul corect al semnalului sincron.

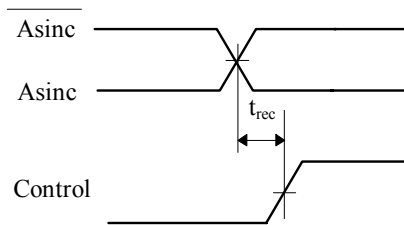


Figura 2

$t_h$  - **Timpul de menținere** (hold time) = perioada de timp după frontul activ al semnalului de tact, pentru care data trebuie să mai rămână stabilă, pentru a fi corect interpretată de către CBB.

$t_s$  - **Timpul de pregătire** (setup time) = durata de timp înaintea frontului activ al tactului pentru care data trebuie să rămână stabilă pentru a fi interpretate corect de către CBB.

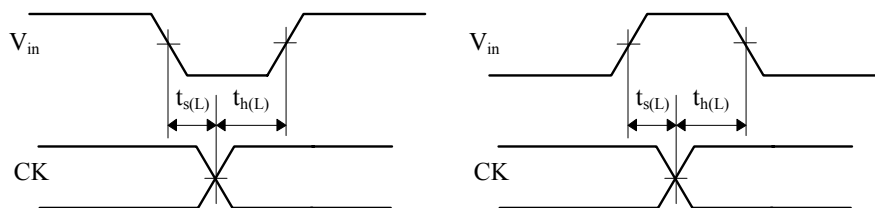


Figura 3

$t_w$  - **Durata impulsului** = durata între 2 fronturi consecutive ale unui semnal.

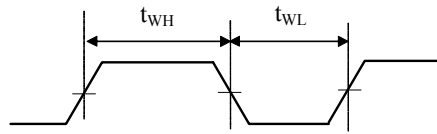


Figura 4

Timpii  $t_S$ ,  $t_H$ ,  $t_W$ ,  $t_{pHL}$ ,  $t_{pLH}$  se definesc între puncte situate la 50% din amplitudine.

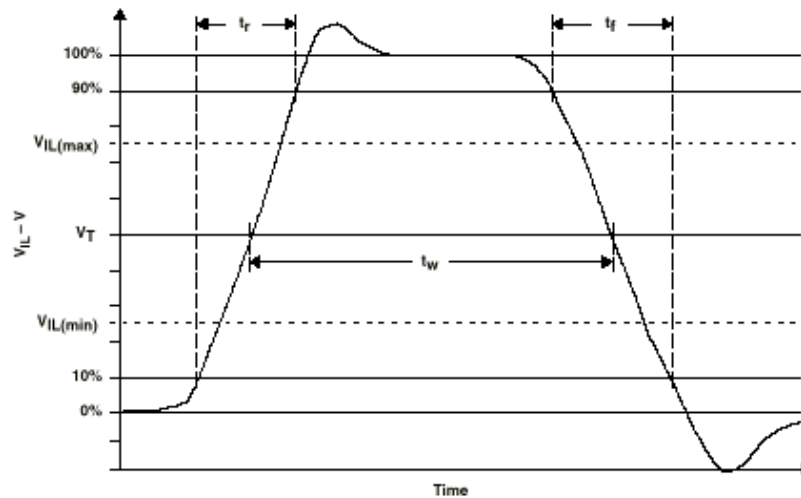


Figura 5

*d) Alte mărimi caracteristice*

$f_{max}$  - **Frecvența maximă de tact** = frecvența maximă a semnalului de tact pentru care circuitul (CBB, numărătoare, registre) mai lucrează corect.

P - **Puterea absorbită** de la sursa de alimentare.

N - **Imunitatea la zgomot** = gradul de insnsibilitate la perturbații:  
 imunitatea statică - durata perturbației este mult mai mare decât timpul de răspuns

imunitatea dinamică - durata perturbației este comparabilă cu timpul de răspuns

$$N_0 = V_{ILmax} - V_{OLmax}, \quad N_1 = V_{OHmin} - V_{IHmin}$$

FO - “fan-out” = capacitatea de comandă în curent = numărul de ieșiri din aceeași familie care pot fi conectate la ieșire:

$$FO_L = \frac{I_{OLmax}}{I_{ILmax}}, \quad FO_H = \frac{I_{OHmax}}{I_{IHmax}}, \quad FO = \max[FO_L, FO_H]$$

## 2. Circuite de test pentru măsurarea unor parametri

### a) Măsurarea nivelelor de tensiune

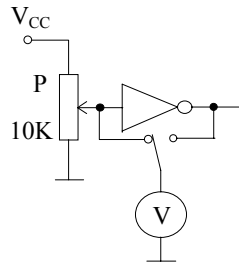
Măsurarea nivelelor de tensiune de la intrare și de la ieșire se face în anumite condiții specificate de producător.

$V_{IH}$  - se măsoară la tensiune minimă de alimentare ( $V_{CC}=4.5V$ ) și pentru tensiune de ieșire  $V_O < 0.4V$ . Se reglează tensiunea la intrarea porții cu ajutorul unui potențiomtru până se obține la ieșire un nivel de tensiune mai mic decât 0,4V, și se măsoară nivelul de tensiune de la intrare.

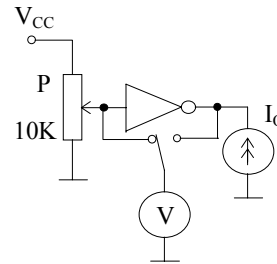
$V_{IL}$  - se face similar ca la  $V_{IH}$  cu diferența că la ieșire, trebuie obținut un nivel de tensiune  $> 2,4V$ .

$V_{OH}$  - se măsoară în următoarele condiții:  $V_{CC}=4.5V$ ,  $V_I=0.8V$ , și  $I_O=0.8$  mA.

$V_{OL}$  - se măsoară în următoarele condiții:  $V_{CC}=4.5V$ ,  $V_I=2V$  și  $I_O=16$  mA.



circuit de test pentru  $V_{IH}$  și  $V_{IL}$



circuit de test pentru  $V_{OH}$  și  $V_{OL}$

Figura 6

### b) Măsurarea nivelelor de curent

$I_{IH}$  - se măsoară în următoarele condiții:  $V_{CC}=5,5V$  și  $V_I=2,4V$ .

$I_{IL}$  - se măsoară în următoarele condiții:  $V_{CC}=5,5V$  și  $V_I=0,4V$ .

$I_{CC}$  - se măsoară la tensiune maximă de alimentare ( $V_{CC}=5,5V$ ) și cu toate intrările conectate la o tensiune continuă de 4,5V.

$I_{OS}$  - se măsoară cu circuitul alimentat la tensiunea maximă admisă, cu ieșirea în scurt-circuit la masă și cu intrarea la 0 logic.

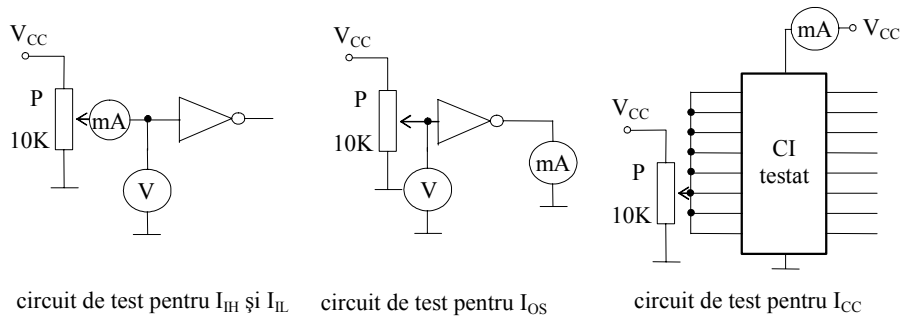


Figura 7

*c) Măsurarea unor parametri dinamici (timpi de propagare)*

Timpii de propagare se măsoară cu sarcini de ieșire stabilite de către producătorul circuitelor logice. De exemplu: IPRS Băneasa, folosește ca sarcină  $R_L=400\Omega \parallel C_L=15pF$  pentru familia de circuite TTL, în timp ce Motorola folosește doar o capacitate de 15pF, iar pentru familia CMOS, Microelectronica folosește  $200K\Omega \parallel 50pF$ , pe când Motorola folosește doar o capacitate de 50 pF. Circuitul de test este prezentat în figura următoare. Pentru circuitele cu colector în gol, Rezistența  $R_L$  nu se mai conectează la masă ci se leagă la tensiunea de alimentare ( $V_{CC}$  sau  $V_{DD}$ ). Semnalul de intrare se preia de la un generator de impulsuri, iar măsurarea se face cu ajutorul unui osciloscop cu 2 canale. Măsurarea se face între fronturi (50% din  $V_H-V_L$ ).

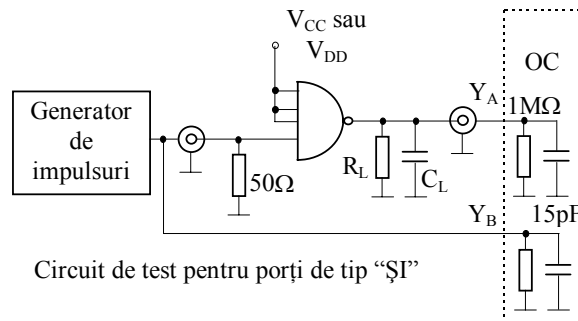


Figura 8

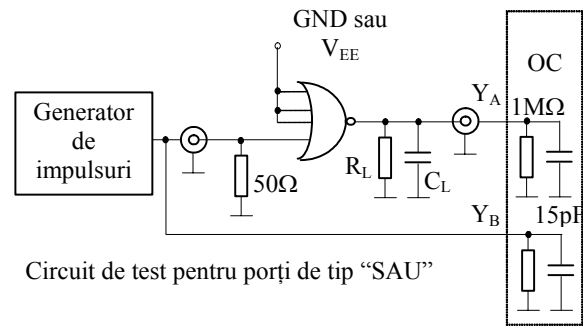


Figura 9

### 3. Lucrări de efectuat în laborator

Se completează fișa de laborator disponibilă la adresa:  
[http://www.ee.tuiasi.ro/~demm/Digital\\_Circuits/FișaLab14.DOC](http://www.ee.tuiasi.ro/~demm/Digital_Circuits/FișaLab14.DOC)

## **FIȘA LABORATOR**

1. Se realizează montajul din figura 6. Se măsoară nivele de la intrare și ieșire pentru o poartă TTL inversoare

$V_{IH} =$

$V_{IL} =$

2. Se realizează montajul din figura 7.c. Se măsoară curentul de alimentare:

$I_{CC} =$

3. Se realizează montajul din figura 8 și se măsoară timpii de propagare și cei de creștere după cum sunt definiți în figurile 1 și 5.

$t_{pHL} =$

$t_{pLH} =$

$t_r =$

$t_f =$