

Laborator 4

Circuite integrate digitale TTL

Se va studia functionarea familiei de circuite integrate TTL printr-un reprezentant al familiei standard si anume poarta SI-NU(circuitele care sintetizeaza functii logice elementare se mai numesc si porti).

Se vor ridica experimental caracteristicile principale(de intrare, transfer si iesire) care sunt comune intregii familii. Se verifica pragurile de tensiune si nivelele de curenti pentru conditiile defavorabile limita si se vor compara cu datele din foile de catalog.

1. Introducere teoretică

Istoric circuitele integrate (CI) digitale sau dezvoltat sub forma de familii. O familie cuprinde circuite realizate tehnologic similar, alimentate la fel în c.c., care modeleaza funcții diverse(nu doar functii logice elementare) și care sunt compatibile, adică iesirile pot comanda în siguranță intrari din aceeași familie, circuitele complexe fiind de fapt lanturi arborescente prin care se transmit semnale de la iesirile unor CI la intrarile urmatoarelor CI s.a.m.d.

Parametrii unei familii de circuite logice

O familie de circuite integrate digitale are un numar de parametri mai importanți care sunt prezentați pe scurt în continuare

Nivele logice de tensiune

Nivelele logice de tensiune sunt valorile tensiunilor de intrare sau de ieșire care sunt garantate pentru valorile logice 1 și 0, sau, așa cum apar în foile de catalog, logica pozitiva nivelele H (high-1) și L (low-0).

Ca o regulă generală, pentru nivelul H este important ca el să nu scadă sub o anumita valoare, deci pentru nivele H se definesc valori minime, iar pentru nivelul L este important ca el să nu crească peste o anumita valoare, deci pentru nivele L se definesc valori maxime.

Sunt definite 4 asemenea nivele, nivele de intrare, L și H și nivele de iesire, L și H:

1. U_{OHmin} – tensiunea de ieșire minimă pentru nivel 1(H). Acest parametru da nivelul tensiunii care mai poate fi recunoscuta cu siguranță drept variabila 1 la iesirea unui circuit.

2. U_{IHmin} – tensiunea de intrare minimă pentru nivelul 1(H). Acest parametru da nivelul tensiunii care mai poate fi recunoscuta cu siguranță drept variabila 1 de către intrarea unui circuit.

Între cele doua valori exista condiția $U_{OHmin} > U_{IHmin}$

3. U_{OLmax} – tensiunea de ieșire maximă pentru nivelul 0(L).

Acest parametru precizează nivelul tensiunii care mai poate fi recunoscut cu siguranță drept variabila 0 la iesirea unui circuit.

4. U_{ILmax} – tensiunea de intrare maximă pentru nivelul 0(L).

Acest parametru precizează nivelul tensiunii care mai poate fi recunoscut cu siguranță drept variabila 0 de către intrarea unui circuit.

Între cele doua valori exista condiția $U_{OLmax} < U_{ILmax}$

Se obișnuiește ca nivelele să fie reprezentate grafic (figura 1) pentru o mai bună înțelegere a raporturilor dintre ele. Partea umbrita este zona valorilor permise, partea albă este zona valorilor interzise, valori care apar doar în timpul tranzițiilor.

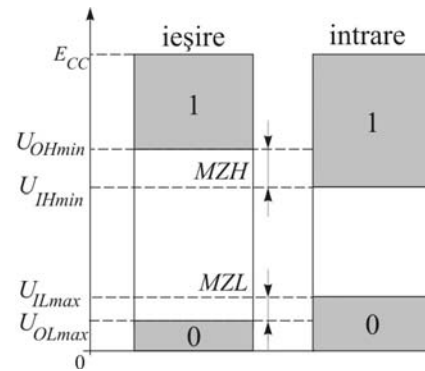


Fig. 1. Nivele de tensiune și margine de zgomot

Marginea de zgomot, MZ, reprezintă diferența dintre nivelele la ieșirea unui circuit și intrarea circuitului următor. Există o margine de zgomot la nivelul ridicat, MZH și una la nivelul coborât, MZL (figura 1).

Prin această diferență un zgomot (o variație de tensiune suprapusă peste semnal ce poate fi transmisă sau indusă prin liniile de alimentare sau transmisie) de valoarea marginii de zgomot nu perturbă funcționarea unui sistem realizat cu circuitele familiei.

Nivele ale curenților

Pe lângă nivele de tensiune există și nivele de curent pe care le furnizează sau le absorb circuitele dintr-o anumită familie. Valorile acestora sunt valori maxime, fie furnizate fie absorbite în condițiile în care nu există o degradare a nivelelor de tensiune.

Între curenții de ieșire și cei de intrare trebuie să existe o corelație încât să se asigure fan-out-ul. Și asta fără degradarea nivelului de la ieșire. La rândul lor intrările trebuie să absoarbă să furnizeze curenți maximi în condițiile în care pragurile de tensiune la intrare sunt asigurate.

Circulația curenților în circuitele logice integrate pentru toate cele 4 situații care au fost prezentate la nivelele de tensiune se face ca în figurile 2a, b, c, și d. Circuitele sunt de tip buffer și au fost reprezentate și sursa de alimentare de tensiune continuă cu legăturile la circuit.

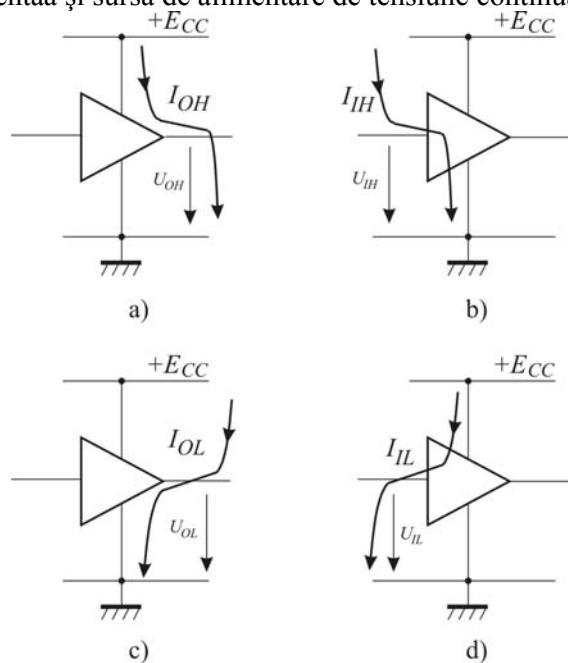


Fig. 2. Circulația curenților la CI logice

Pentru nivel de tensiune ridicat poarta este, la ieșire, un circuit care furnizează curent (în engleză - source) etajului următor (fig. 2a), iar la intrare un circuit care absoarbe curent (în engleză - sink) din etajul anterior (fig. 2b). Există deci:

I_{OHmin} – curentul minim furnizat de o ieșire la un nivel de tensiune U_{OHmax}

I_{IHmax} – curentul maxim absorbit de o intrare la același nivel

Pentru nivel de tensiune coborât poarta, la ieșire, absoarbe curent prin etajului următor (fig. 2c), iar la intrare furnizează curent etajului anterior (fig. 2d). Există deci:

I_{OLmin} – curentul minim absorbit de o ieșire la un nivel de tensiune U_{OLmax}

I_{ILmax} – curentul maxim furnizat de o intrare la același nivel.

Fan-out

Factorul de încărcare la ieșire, **fan-out**, reprezintă numărul maxim de intrări permise a se lega la o ieșire, astfel ca nivelurile de tensiune să nu se degradeze.

Familia TTL

Familia TTL face parte din familia mare a circuitelor integrate în tehnică bipolară, tranzistoarele fiind bipolare. Deși astăzi familia standard TTL este ieseită din uz (dar familii derivate cu performanțe superioare sunt utilizate în continuare), ramane un model pentru a înțelege functionarea unei familii de circuite logice.

Poarta fundamentală SI-NU

Familiiile de circuite integrate digitale s-au dezvoltat pornind de la un circuit fundamental care pentru familia TTL este poarta SI-NU (figura 3). Alături sunt prezentate simbolul porții cu notațiile curente pentru variabilele de intrare și de ieșire și pentru funcția realizată, poza circuitului 7400 cu 4 porți SI-NU și schema de conexiuni.

Tensiunea de alimentare a circuitelor integrate TTL este $E_{CC} = 5V$, fiind permis un domeniu de variație între $+5\% \dots -5\%$, adică între 5,25... 4,75V.

Prin convenție 1 corespunde nivelului de tensiune ridicată, U_H (High), iar 0 nivelului de tensiune coborâtă, U_L (Low). Convenția se numește logică pozitivă.

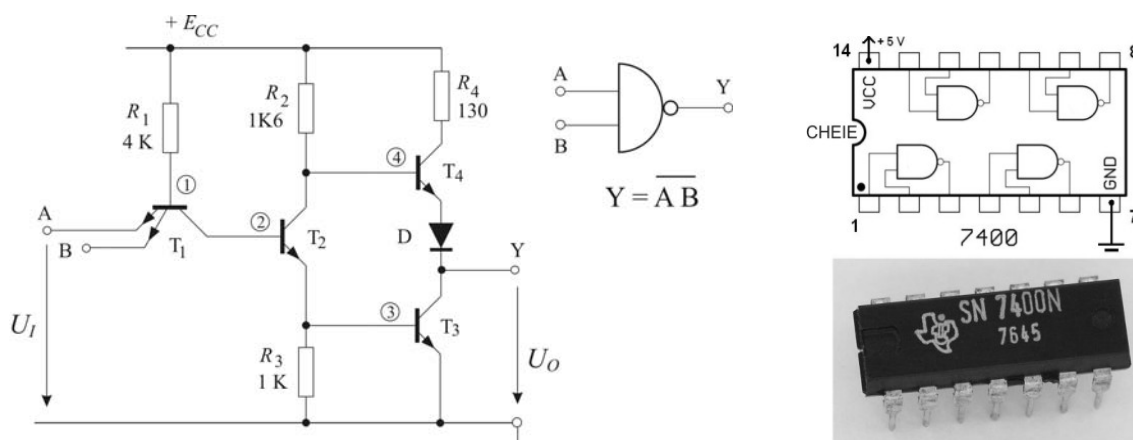


Fig. 3. Poarta TTL fundamentală, poarta SI-NU

Parametri și caracteristici ale familiei TTL standard

Nivelele de tensiune garantate în condiții de încărcare maximă sunt:

- pentru intrare – nivel 0 - $U_{ILmax} = 0,8V$
 - nivel 1 - $U_{IHmin} = 2,0V$
- pentru iesire – nivel 0 - $U_{OLmax} = 0,4V$
 - nivel 1 - $U_{OHmin} = 2,4V$

Marginea de zgomot este $MZ = 0,4V$.

Seria de circuite integrate TTL are garantat **fan-out**-ul de 10

Nivelele de curenți garantate sunt:

- pentru intrare – nivel 0 - $I_{ILmax} = 1,6 \text{ mA}$ (furnizat spre o iesire la 0,4V)
 - nivel 1 - $I_{IHmax} = 40\mu A$ (absorbit de o intrare la 2,4V)
- pentru iesire – nivel 0 - $I_{OLmin} = 16 \text{ mA}$ (absorbit de o iesire la 0,4V)
 - nivel 1 - $I_{OHmin} = 400\mu A$ (furnizat spre o intrare la 2,4V)

și se poate vedea din valori ca fan-out-ul este asigurat

Caracteristica de transfer, tensiune de iesire functie de tensiunea de intrare este prezentata in figura 4. Zonele gri reprezinta zone interzise fiind limitate de nivelele garantate de tensiune.

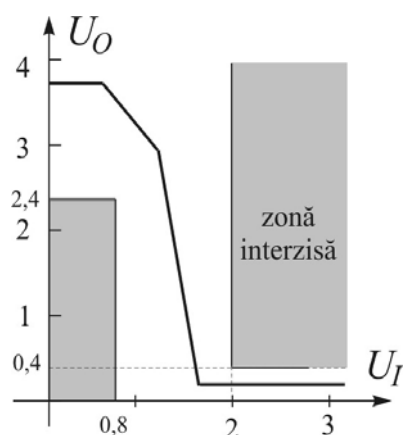


Fig. 4. Caracteristica de transfer cu zonele interzise în funcționarea circuitelor TTL

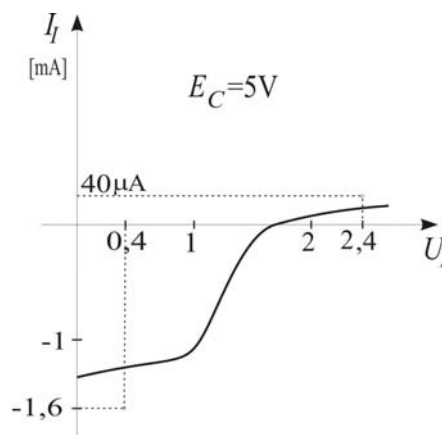


Fig. 5. Curent de intrare-tensiune de intrare

Caracteristicile de intrare si de iesire sunt prezentate in figurile 5, 6 si 7.

In figura 5 este caracteristica de intrare a portii TTL corespunzatoare functionarii descrise in figurile 2b, d.

Pentru nivel 0, curentul de intrare maxim garantat este 1,6 mA la tensiunea de iesire maxima garantata 0,4V (a circuitului care comanda), iar pentru nivel 1 curentul de intrare maxim garantat este 40 μ A la tensiunea minim garantata 2,4V.

Deci un circuit trebuie sa asigure un curent de iesire de minim 16 mA în starea 0 (la maxim 0,4V) și minim 400 μ A în starea 1 (minim 2,4V) pentru a asigura fan-out de 10. De remarcat ca pentru starea 0 curentul de intrare este negativ, iar în starea 1 este pozitiv, lucru de care va trebui tinut cont la măsurarea acestor curenti.

Functionarea circuitului la iesire poate fi urmarita în figurile 6 si 7 unde sunt date caracteristicile de iesire pentru cele 2 stari, 0 (U_{OL}) și 1 (U_{OH}). Se observa ca sunt garantati curentii de iesire pentru realizarea fan-out.

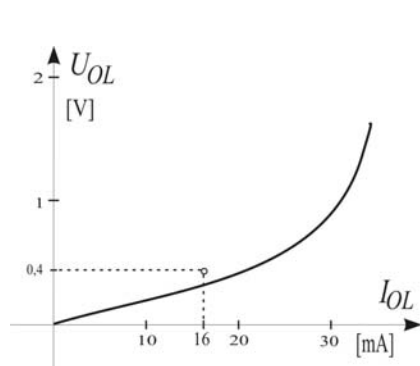


Fig. 6. Tensiune de iesire-curent de iesire stare 0

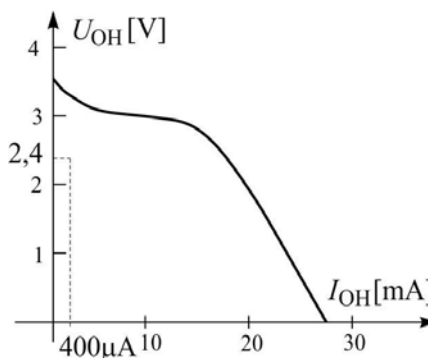
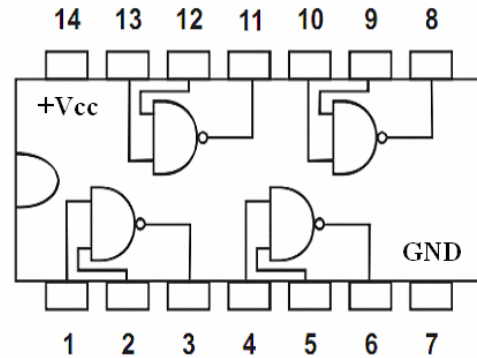


Fig. 7. Tensiune de iesire-curent de iesire stare 1

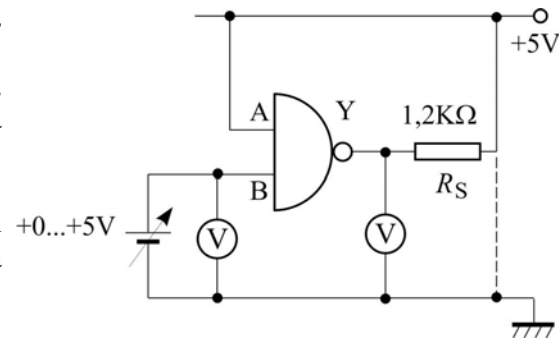
2. Desfășurarea lucrării

1. Se identifica circuitul integrat 7400 (figura alăturată) și se determina poziția pinilor de pe foaia de catalog atasată. Se notează din foaia de catalog valorile principale ale tensiunilor de prag și curenților de intrare și ieșire. Se alimentează între +5V (Vcc) și masă (GND) și se determina tabelul de adevăr al unui circuit SI-NU (tabelul 1). Intrările A și B sunt la 0 conectate la masă și la 1 conectate la +5V. La ieșire se conectează un voltmetru.



2. Se realizează montajul din figura alăturată și se ridică o caracteristică de transfer, $U_o = f(U_i)$.

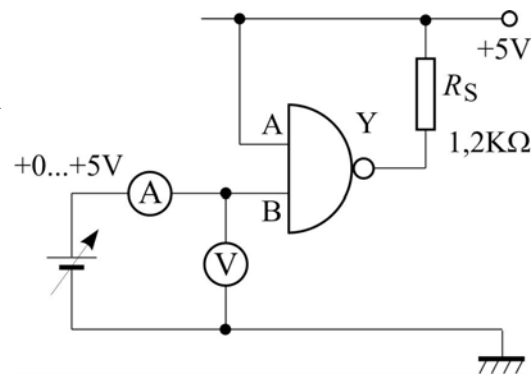
Se completează tabelul 2 în două situații, cu rezistența de ieșire, $1,2K\Omega$, la +5V și apoi la masă (legatura punctată).



3. Pentru 1 la ieșire se modifică apoi rezistența R_s (conectată pe rând la masă și la +5V) și se completează tabelul 3.

4. Similar se completează tabelul 4 pentru 0 la ieșire.

5. Se realizează montajul din figura alăturată și se ridică o caracteristică de intrare, $U_i = f(I_i)$. Se completează tabelul 5.



Referat laborator 4

Circuite integrate digitale TTL

Nume	Data	Grupa

Tabelul de adevăr:

A	B	Y	U_o
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Caracteristica de transfer:

Tabelul 2

R_s	U_i	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	2,2	2,4	3	4	5
+5V	U_o												
GND	U_o												

Nivel iesire 1:

Tabel 3 (iesire 1)

	R_s	1200	470	100
R_s la +5V	U_o			
R_s la masa	U_o			

Nivel iesire 0:

Tabel 4 (iesire 0)

	R_s	1200	470	100
R_s la +5V	U_o			
R_s la masa	U_o			

Caracteristica de intrare:

Tabelul 5

U_i	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	2,2	2,4	3	4	5
I_i												

Observații: