

## Tema 1 ED

- 1) Pentru acest exercitiu, am ales din seria circuitelor 74LS00 piesa de tipul 74LS04, creata de compania Motorola, al carei rol este de "Hex Inverters". Aceasta piesa este disponibila impreuna cu datasheet-ul sau la urmatorul [link](#). In mod similar, am ales din familia 74HC00 un model omolog celui 74LS04. Astfel, am ales piesa 74HC04, al carei scop este de asemenea de "Hex Inverters" si care poate fi accesata alaturi de datasheetul sau [aici](#). Aceasta piesa este produsa de compania NXP Semiconductors.
- 2) Dupa analizarea informatiilor trecute in cele 2 datasheet-uri, am extras in urmatoarele 2 tabele informatiile esentiale.

### Pentru 74LS04:

Limitele care garanteaza functionarea piesei

Simbol	Min	Nominal	Max	Unitate de masura
$V_{CC}$	4,75	5	5,25	V
$I_{OH}$			-0,4	mA
$I_{OL}$			8	mA
$T_A$	0	25	70	°C

Simbol	Min	Nominal	Max	Unitate de masura	Conditii
$V_{IH}$	2			V	Orice input
$V_{IL}$			0,8	V	Orice input
$V_{OH}$	2,7	3,5		V	$V_{CC}=\text{MIN}$ , $I_{OH}=\text{MAX}$ , $V_{IN}=V_{IH}$ sau $V_{IL}$
$V_{OL}$		0,35	0,5	V	$I_{OL}=8\text{mA}$ $V_{CC}=\text{MIN}$ $V_{IN}=V_{IH}$ sau $V_{IL}$
$I_{IH}$			20	$\mu\text{A}$	$V_{CC}=\text{MAX}$ , $V_{IN}=2,7\text{V}$
			0,1	mA	$V_{CC}=\text{MAX}$ , $V_{IN}=7\text{V}$
$I_{IL}$			-0,4	mA	$V_{CC}=\text{MAX}$ , $V_{IN}=0,4\text{V}$
$I_{CC}$			2,4	mA	$V_{CC}=\text{MAX}$
			6,6		
$t_{PLH}$		9	15	ns	$V_{CC}=5\text{V}$ , $C_L=15\text{pF}$
$t_{PHL}$		10	15	ns	

Pentru marginile de zgomot:

Tip zgomot	Formula	Cel mai defavorabil	Unitate de masura
------------	---------	---------------------	-------------------

Low	$V_{IL} - V_{OL}$	$0,8 - 0,5 = 0,3$	V
High	$V_{OH} - V_{IH}$	$2,7 - 2 = 0,7$	V

**Pentru 74HC04:**

Limitele care garanteaza functionarea piesei

Simbol	Min	Nominal	Max	Unitate de masura	Conditii
$V_{CC}$	2	5	6	V	
$V_I$	0		$V_{CC}$	V	
$V_O$	0		$V_{CC}$	V	
$T_A$	-40	25	125	°C	
$t_r, t_f$			1000	ns	$V_{CC} = 2V$
		6	500		$V_{CC} = 4,5V$
			400		$V_{CC} = 6V$

Pentru temperatura ambientala de  $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

Simbol	Min	Nominal	Max	Unitate de masura	Conditii
$V_{IH}$	1,5	1,2		V	$V_{CC} = 2V$
	3,15	2,4			$V_{CC} = 4,5V$
	4,2	3,2			$V_{CC} = 6V$
$V_{IL}$		0,8	0,5	V	$V_{CC} = 2V$
		2,1	1,35		$V_{CC} = 4,5V$
		2,8	1,8		$V_{CC} = 6V$
$V_{OH}$	1,9	2		V	$V_{CC} = 2V, V_I = V_{IH} \text{ sau } V_{IL}, I_o = -20\text{ }\mu\text{A}$
	4,4	4,5			$V_{CC} = 4,5V, V_I = V_{IH} \text{ sau } V_{IL}, I_o = -20\text{ }\mu\text{A}$
	5,9	6			$V_{CC} = 6V, V_I = V_{IH} \text{ sau } V_{IL}, I_o = -20\text{ }\mu\text{A}$
$V_{OL}$		0	0,1	V	$V_{CC} = 2V, V_I = V_{IH} \text{ sau } V_{IL}, I_o = 20\text{ }\mu\text{A}$
		0	0,1		$V_{CC} = 4,5V, V_I = V_{IH} \text{ sau } V_{IL}, I_o = 20\text{ }\mu\text{A}$
		0	0,1		$V_{CC} = 6V, V_I = V_{IH} \text{ sau } V_{IL}, I_o = 20\text{ }\mu\text{A}$

$I_{LI}$		0,1	$\pm 0,1$	$\mu A$	$V_{CC} = 6V, V_I = V_{CC}$ sau GND
$I_{OZ}$			$\pm 0,5$	$\mu A$	$V_{CC} = 6V, V_I = V_{IH}$ sau $V_{IL}, V_O = V_{CC}$ sau GND
$I_{OK}$			$\pm 20$	mA	$V_O < -0,5 V$ sau $V_O > V_{CC} + 0,5 V$
$I_O (I_{OH}/I_{OL})$			$\pm 25$	mA	$-0,5 < V_O < V_{CC} + 0,5V$
$I_{CC}$			2	$\mu A$	$V_{CC} = 6V, V_I = V_{CC}$ sau GND, $I_O=0$
$t_{PLH}, t_{PHL}$		25	85	ns	$V_{CC} = 2V$
		9	17		$V_{CC} = 4,5V$
		7	14		$V_{CC} = 6V$

Pentru marginile de zgomot:

Tip zgomot	Formula	Cel mai defavorabil	Unitate de masura	Conditii
Low	$V_{IL} - V_{OL}$	$0,5 - 0 = 0,5$	ns	$V_{CC} = 2V$
		$1,35 - 0 = 1,35$		$V_{CC} = 4,5V$
		$1,8 - 0 = 1,8$		$V_{CC} = 6V$
High	$V_{OH} - V_{IH}$	$1,9 - 1,5 = 0,4$		$V_{CC} = 2V$
		$4,4 - 3,15 = 1,25$		$V_{CC} = 4,5V$
		$5,9 - 4,2 = 1,7$		$V_{CC} = 6V$

Concluzii cu privire la asemanarile/diferentele dintre cele 2 piese:

Datele prezentate in datasheetul pentru 74HC04 sunt mult mai complete si mai complexe si mi-au permis sa extrag mai multe informatii care surprind valorile parametrilor in mai multe situatii si contexte. De remarcat este faptul ca valorile pentru marginile de zgomot au valori extrem de apropiate (cele de la 74LS04 si 74HC04 in cazul in care  $V_{CC} = 2V$ ). Totodata, piesa realizata in tehnologia TTL are o tensiune de alimentare aproape fixa, in timp ce in tehnologia CMOS aceasta poate varia intre 2 si 6V. Timpii de propagare sunt destul de asemanatori daca folosim la circuitul CMOS o alimentare de 4,5V. Curentii de intrare in cazul CMOS sunt mai mici decat cei din cadrul circuitului TTL.

Exista cu toate acestea cateva diferente referitor la informatiile pe care cele 2 datasheeturi le ofera, cum ar fi faptul ca primul nu ofera informatii in legatura cu timpul de crestere si cel de scadere. In acelasi timp, cel de-al doilea datasheet ofera detalii suplimentare despre intervalul in care se afla fiecare parametru tinand cont inclusiv de temperatura ambientala. Pentru usurinta, am selectat doar valorile pentru temperatura de 25°C.

- 3) Pentru ca un circuit de tipul TTL sa comande un circuit de tip CMOS trebuie sa se respecte urmatoarele 2 conditii:  $V_{OH\ TTL} > V_{IH\ CMOS}$  si  $V_{OL\ TTL} < V_{IL\ CMOS}$ . Pentru a respecta valorile din datasheet, vom decide sa alimentam portile la 5V. Desi nu exista informatii explicite in cazul 74HC04 in legatura cu aceasta valoare a tensiunii, se poate observa faptul ca exista o relatie de directa proportionalitate cu alimentarea. Astfel vom presupune ca  $V_{IH}$  minim este in jur de 3,5 – 3,6V, valoare ce depaseste ceea ce poate oferi circuitul 74LS04. Concluzia este ca nu poate fi comandat un CMOS de un circuit TTL in cazul general. O discutie despre fan-out/margini de zgomot nu poate avea loc in acest moment, intrucat nu se poate asigura functionarea optima a unui CMOS in acest caz (in special in starea HIGH).

Totusi, in cazul limita in care  $V_{CC}$ -urile celor 2 circuite nu sunt egale, se poate folosi pentru remedierea situatiei un level shifter, un divizor de tensiune sau un limitator de tensiune cu rezistor si diode.

- 4) Pentru ca un circuit de tipul CMOS sa comande un circuit de tip TTL trebuie sa se respecte urmatoarele 2 conditii:  $V_{OH\ CMOS} > V_{IH\ TTL}$  si  $V_{OL\ CMOS} < V_{IL\ TTL}$ . Putem accepta faptul ca  $V_{OH\ CMOS}$  este mai mare decat  $V_{IH\ TTL}$  in mare parte a situatiilor, precum si faptul ca  $V_{OL\ CMOS}$  este in mod evident mai mic decat  $V_{IL\ TTL}$ . Pentru calcularea numarului de intrari ce pot fi comandate in paralel, am calculat partea intreaga din minimul dintre  $I_{OH}/I_{IH}$  si  $I_{OL}/I_{IL}$  folosind curentii de iesire de la CMOS si pe cei de la intrare de la TTL. **Rezultatul obtinut a fost 62 (partea intreaga a lui 25mA/0,4mA)**. Este recomandata utilizarea unui buffer pentru a nu afecta nivelul logic al CMOS-ului, nivel ce risca sa fie afectat la momentul legarii unui TTL la CMOS.

Dupa calcularea marginilor de zgomot folosind formulele anterior mentionate, am obtinut marginea LOW in jurul valorii de 0,7V, in timp ce valoarea HIGH este in jurul valorilor de 2,4-2,5V.