

## Lucrarea 01

### Seria de circuite digitale integrate CMOS 4000

#### Caracteristicile generale

- **Tensiunea de alimentare:** între 3V și 15V, cu mențiunea că sunt tolerate mici variații ale acestor limite.
- **Liniile de intrare** au impedanțe foarte mari (rezistență foarte mare de intrare).  
Din acest motiv componentele CMOS din seria 4000 nu afectează funcționarea altor circuite atunci când sunt conectate la ieșirea acestora.

Dar, având impedanță mare de intrare pot culege zgomote care pot influența, într-o manieră greu predictibilă, propria funcționare. Astfel de situații sunt caracterizate, în genere, prin funcționări neprevăzute dar și printr-un consum crescut al curentului de alimentare.

Multe dintre componentele seriei CMOS 4000 conțin în aceeași capsulă două sau mai multe porți, bistabile etc.  
Componenta CD 4049, spre exemplu, conține (în aceeași capsulă) șase circuite tampon inversoare.

Există situații când, din rațiuni care țin de natura proiectului, nu sunt utilizate toate circuitele unei capsule. În astfel de cazuri, pentru evitarea unor posibile malfuncționări favorizate de impedanțele mari de intrare ale circuite CMOS, se iau unele măsuri de precauție suplimentare.

Astfel, liniile de intrare neutilizate vor fi conectate (după cum impune funcționalitatea acestora) fie la 0V, fie la linia de alimentare (0 logic și respectiv 1 logic). Această practică, mult răspândită, evită cuplarea potențială (la nivelul liniilor de alimentare) dintre circuitele aceleiași capsule.

Din cauza vitezelor mari de comutație se recomandă decuplarea locală (cât mai aproape de fiecare capsulă CMOS) prin condensatoare polarizate (electrolitice ori eventual cu tantal) dublate de condensatoare de valoare mai mică nepolarizate ( $10 \div 220 \mu\text{F}$  în paralel cu  $100 \text{ nF}$  poliester ori polipropilenă, spre exemplu).

- Liniile de ieșire pot absorbi curent sau pot genera curent de până la 1mA, în general, cu menținerea nivelului logice nominale la nivelul liniilor de ieșire din circuitele CMOS.
- Evantaiul ieșirii (ori *fan-out*-ul, reprezintă numărul maxim de linii de intrare în circuitele din seria CD 4000 care pot fi conduse prin acea linie de ieșire) este limitat la 50.

- Întârzierea tipică printr-o poartă, alimentată cu 9V spre exemplu, este de 30ns. Timpul de întârziere crește atunci când circuitele sunt alimentate cu tensiuni mai mici.
- Frecvența de lucru cu componenta CD 4001, spre exemplu, depășește 5 MHz (o capsulă a acestei componente găzduiește patru porți SAU-NU cu câte două linii de intrare fiecare).
- Puterea consumată static de-o componentă CMOS este de ordinul a doar câțiva  $\mu W$ . Puterea consumată dinamic depinde de frecvența la care se operează. Pentru o frecvență de lucru de 1MHz, spre exemplu, puterea consumată ajunge de ordinul câtorva mW.
- Componentele seriei CD 4000 sunt recomandate pentru frecvențe de lucru care nu depășesc mult 1MHz. În aplicații care depășesc această frecvență seriile 74/54 constituie o mai bună alegere.

**Componente seriei CD 4000 care conțin în fiecare capsulă câte patru porți, fiecare poartă având câte două linii de intrare sunt:**

- 4001: 4 × 2-intrări SAU-NU (NOR),
- 4011: 4 × 2-intrări ȘI-NU (NAND),
- 4030 4 × 2-intrări SAU-EXCLUSIV (EXOR),
- 4070 4 × 2-intrări SAU-EXCLUSIV (EXOR),
- 4071 4 × 2-intrări SAU (OR),
- 4077 4 × 2-intrări SAU-NU-EXCLUSIV (EXNOR),
- 4081 4 × 2-intrări ȘI (AND),
- 4093 4 × 2-intrări ȘI-NU (NAND) cu intrări *trigger Schmitt*.

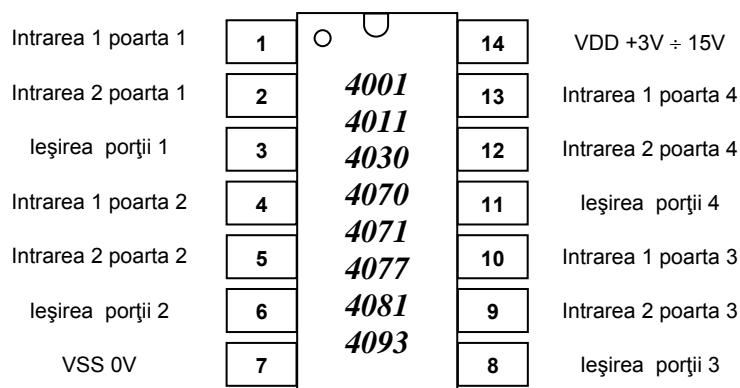


Figura 1. Porțile cu două intrări din seria CD 4000 și asocierea pinilor acestor porți.

Componenta 4093 are intrări *trigger Schmitt* ceea ce-i conferă o foarte bună imunitate la zgomote. Această componentă este ideală în cazul semnalelor de

intrare lent variabile ori semnalelor peste se suprapun zgomote (motoarele cu perii, comutatoarele statice sunt exemple tipice de surse de zgomot). Histerezisul este aproape 0,5V, în cazul unei alimentări cu 4,5V, și ajunge la cel mult 4,5V pentru o alimentare cu 9V.

Sunt de menționat două componente remarcabile din seria de circuite CD 4000. Acestea sunt inversorul tampon (*buffer*) 4049 și tamponul (*buffer*) 4050.

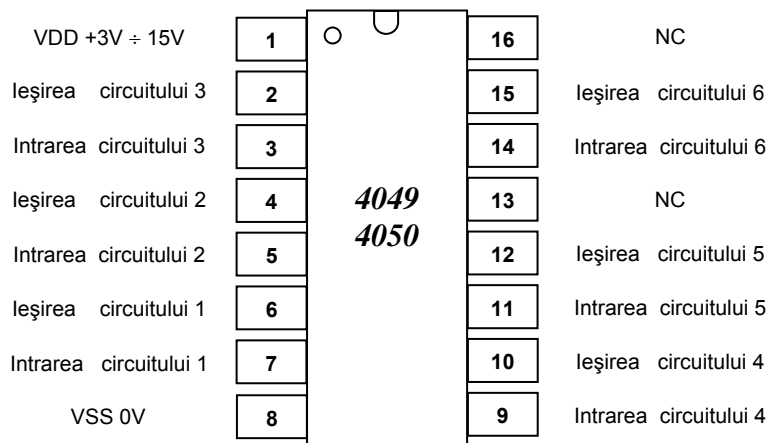


Figura 2. Asocierea pinilor circuitelor (inversoarelor și respectiv tamponelor) din circuitele 4049 și respectiv 4050.

Aceste componente absorb pe liniile de ieșire ale celor șase circuite, din fiecare capsulă, curenți mai mari decât celelalte componente ale seriei 4000. Conform foilor de catalog ale acestor componente, curenții absorbiți la o temperatură de 25°C sunt prezentați în *Tabelul 01*.

*Tabelul 01. Curenții absorbiți pe liniile de ieșire ale circuitelor din componentele 4049 și 4050.*

VDD	I <sub>OL</sub> (absorbit)
4,5 V	5,2 mA
5 V	6,4 mA
10 V	16 mA
15 V	48 mA

Din aceste considerente rezultă posibilitatea utilizării inversoarelor circuitului 4049 ca indicatoare al stării logice al unei linii de ieșire dintr-o componentă tipică din seria CD 4000.

Vizualizarea stării logice a liniei de ieșire a unei componente oarecare din seria CD 4000 se poate obține prin conectarea acesteia la intrarea unui inversor 4049.

Acest inverter are conectat pe linia sa de ieșire un circuit simplu alcătuit dintr-o rezistență de mică putere și un LED (de asemenea de mică putere),

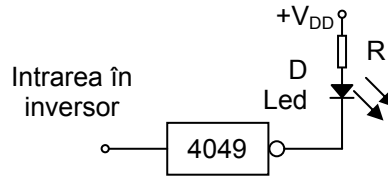


Figura 3. Diagrama de principiu a utilizării unui circuit inverter din componenta 4049 ca indicator logic.

așa cum se poate vedea din figura 3.

Utilizarea bateriilor de 9V este o alternativă comodă a alimentării circuitelor logice experimentale implementate cu componente ale seriei CD 4000.

Apreciind că tensiunea de deschidere a unei diode LED de mică putere (curentul de aprindere al led-ului, 2mA) este aproximativ 2V și dorind să se păstreze o valoare a curentului în zona admisibilă, conform foilor de catalog, se alege un curent absorbit prin ieșirea inverterului din 4049 (atunci când ieșirea respectivă are starea logică 0), cu valoarea în jur de 3,5mA pentru o alimentare cu o baterie de 9V a circuitului.

Din aceste considerente rezultă o valoare de  $2K\Omega$  a rezistenței  $R$  din figura 2. Se recomandă utilizarea unei rezistențe cu puterea disipată de 0,25W având cu o toleranță de 5% ori 1%, peliculă de carbon, respectiv metalică.

În cazul că se alimentează circuitul la 12V, spre exemplu, curentul rămâne în continuare în parametrii foilor de catalog pentru 4049, nedepășind 5mA, o valoare acceptabilă. Nici puterea disipată în rezistență nu depășește puterea recomandată anterior.

Se recomandă implementarea unui circuit simplu, capabil să ofere verificarea facilă a funcționării principalelor porți logice cu două linii de intrare cum ar fi 4001, 4011, 4030, 4070, 4077, 4081, 4093 etc.

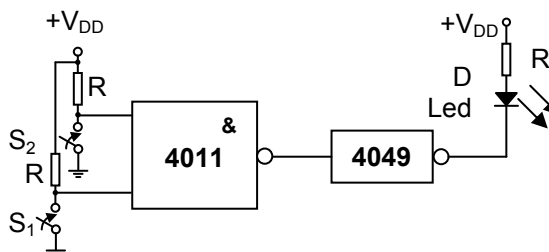


Figura 4. Diagrama de principiu a verificării funcționării unui circuit ȘI-NU din componenta 4011 utilizând două generatoare simple de valori independente ale intrărilor și un indicator al stării logice a ieșirii circuitului ȘI-NU.