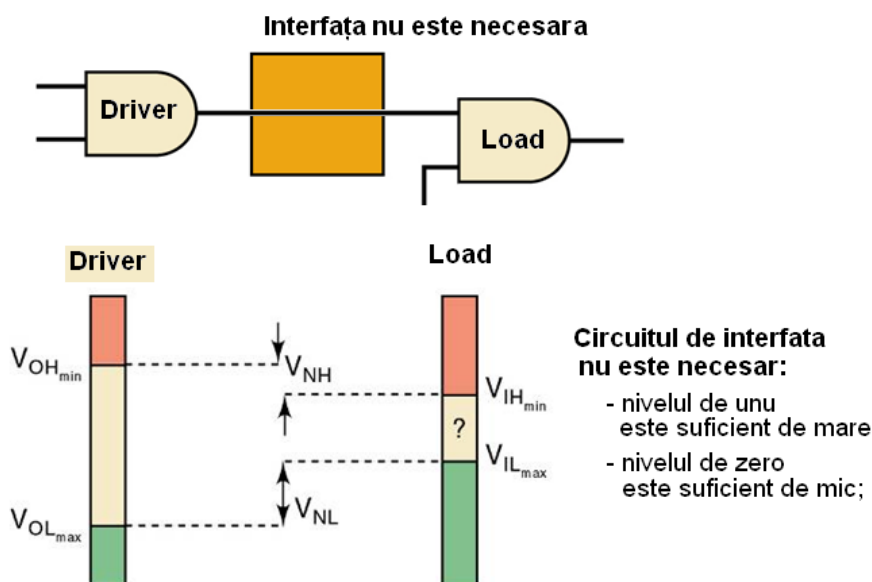
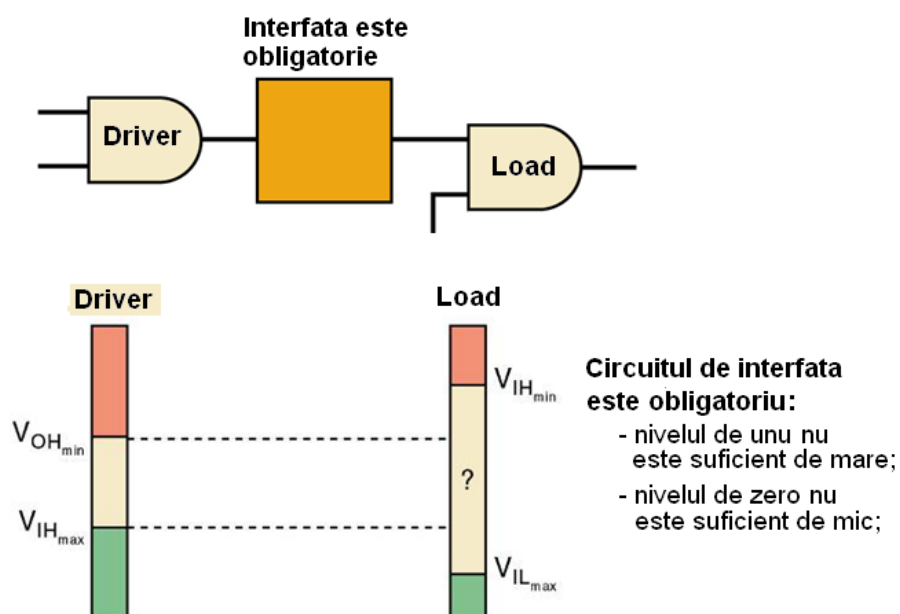


I. Introducere

- Fiecare familie logică are valori proprii în ceea ce privește nivelurile de tensiune asociate stărilor logice dar și în privința valorilor maxime de curent ce pot fi generate/preluate de către ieșiri/intrări;
- De regulă interfațarea directă a circuitelor din familii diferite nu este posibilă, de cele mai multe ori din cauza diferențelor nivelelor de tensiune asociate stărilor logice;
- Interconectarea circuitelor din familii diferite presupune cel puțin două verificări:
 - o Verificarea nivelelor de tensiune;
 - o Verificarea valorilor de curent vehiculate între circuite;
- Dacă avem probleme pe oricare din cele două verificări trebuie să introducem circuite de interfațare care să facă deplasarea nivelelor de tensiune sau să joace rol de buffere de curent;
- Circuitele de interfațare sunt introduse din necesități electrice, de multe ori ele nu aduc nici un aport în plan logic, motiv pentru care complică inutil circuitul electric al sistemului digital;
- Circuitele de interfațare sunt introduse din necesități electrice, de multe ori ele nu aduc nici un aport în plan logic, motiv pentru care complică inutil circuitul electric al sistemului digital;
- Dacă este posibil este recomandabil să folosim circuite din aceeași familie deoarece acestea se pot interconecta fără probleme;
- **Cazul I:** Interconectarea directă



- **Cazul II:** Interconectarea prin circuite de interfață



- Uneori, chiar dacă dorim să lucrăm cu circuite din aceeași familie acest lucru nu este posibil deoarece anumite circuite (cum ar fi memoriile) se realizează predominant într-o anumită tehnologie iar alte circuite în altă tehnologie.

2. Interfața TTL – CMOS, cu alimentare la 5V

- Verificarea nivelurilor de tensiune pentru starea logică zero:
 - o este prezentată în figura 1;
 - o nu avem probleme pe acest nivel logic: cea mai mare valoare de la ieșirea porții TTL este de 0,4V iar cea mai mare valoare acceptată la intrarea CMOS este de 1,5V;
- Verificarea nivelurilor de tensiune pentru starea logică unu:
 - o este prezentată în figura 2;
 - o De această dată avem probleme pe acest nivel logic: cea mai mică valoare de la ieșirea TTL este de 2,7V iar intrarea CMOS acceptă/interpretează corect doar tensiuni peste 3,5V;
 - o Rezolvarea acestei situații se obține relativ ușor prin deplasarea nivelului de tensiune cu ajutorul unei rezistențe conectate la intrarea CMOS, între intrare și tensiunea de alimentare a porții CMOS (vezi figura 3)

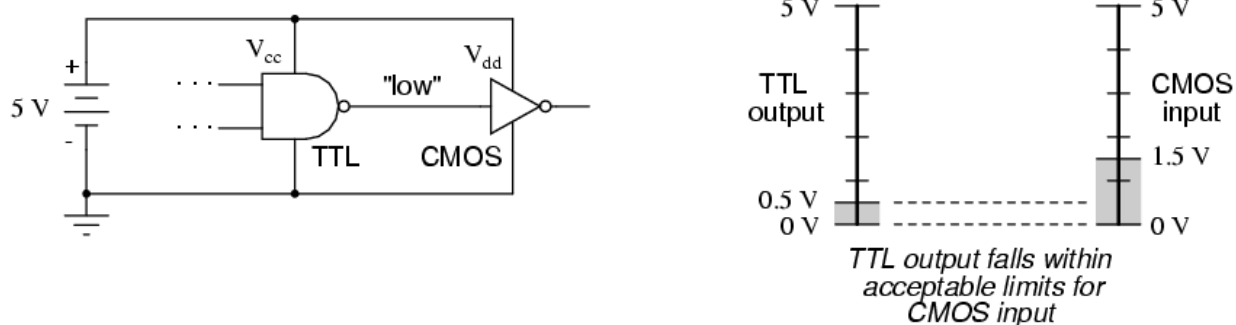


Fig. 1: Interfața TTL-CMOS - Verificarea nivelelor de tensiune pentru transmiterea valorii logice zero

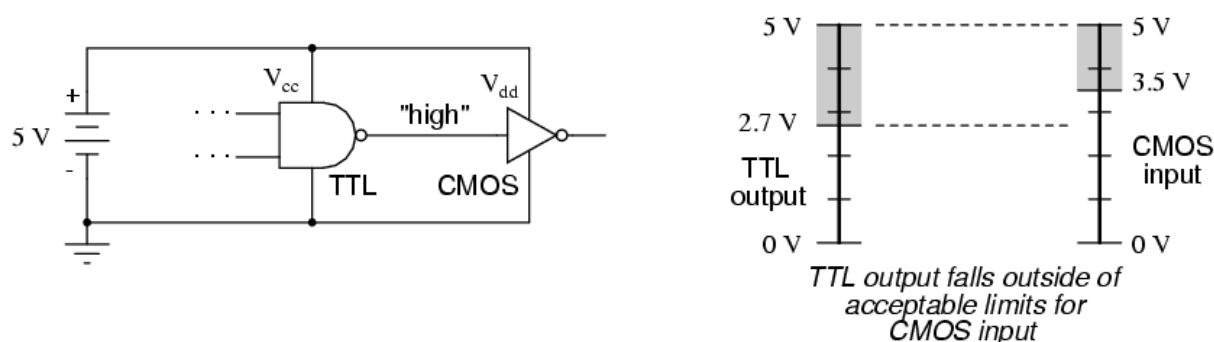


Fig. 2: Interfața TTL-CMOS - Verificarea nivelelor de tensiune pentru transmiterea valorii logice unu

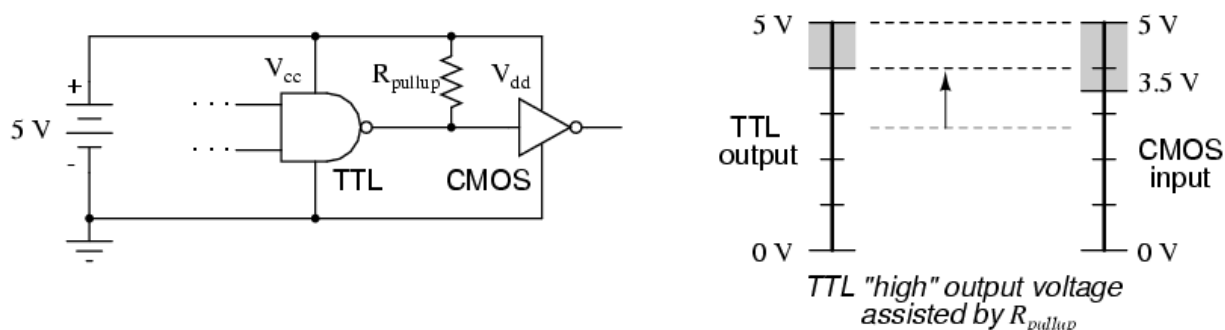


Fig. 3: Interfața TTL-CMOS – Rezolvarea problemei pentru valoarea de unu logic: utilizarea rezistenței de deplasare a nivelului R_{pullup}

- Referitor la verificarea circulației de curent nu avem probleme deoarece intrarea CMOS nu preia/generează curent;
- Deoarece curentul de intrare este zero pentru circuitele MOS se poate trage concluzia că pentru această interfață factorul de încărcare este foarte mare. O serie de limitări vor apărea din cauza caracterului capacitiv al intrărilor CMOS.

3. Interfața TTL – CMOS, cu tensiuni de alimentare diferite

- Verificarea nivelurilor de tensiune este prezentată în figura 4;
- Apar probleme la asigurarea nivelului de unu logic: chiar și cea mai mare valoare de tensiune generată de ieșirea TTL pică în afara domeniului acceptat pentru unu logic de la intrarea CMOS;
- Rezolvarea acestei situații se obține tot prin folosirea unei rezistențe de deplasare a nivelului însă este nevoie să folosim ieșire TTL de tip Open-Collector (vezi figura 5)

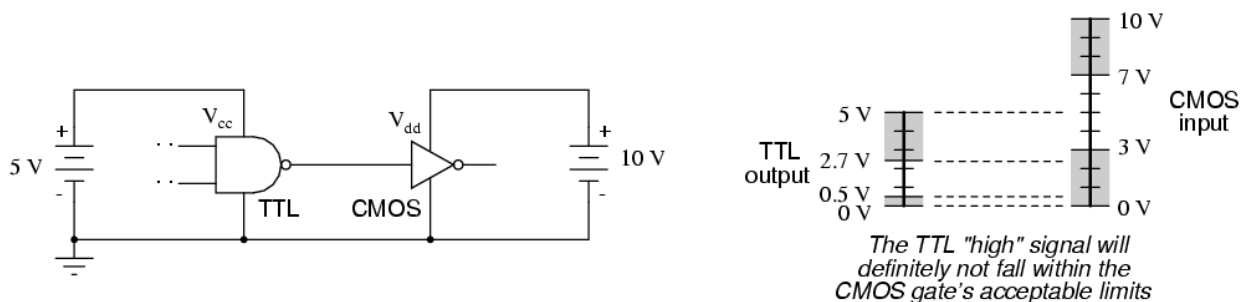


Fig. 4: Interfața TTL-CMOS cu tensiuni diferite de alimentare

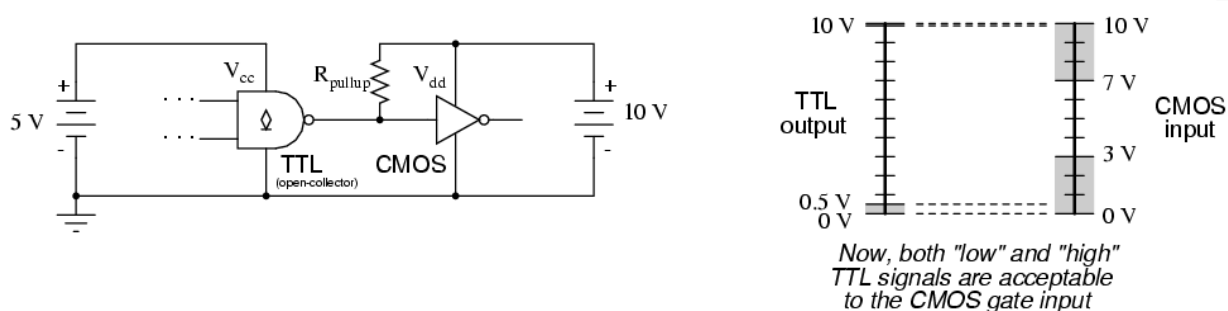


Fig. 5: Interfața TTL-CMOS cu tensiuni diferite de alimentare: rezolvarea problemei pentru nivelul de unu logic

- Pe partea de circulație a curenților nu apar probleme;
- Alte scheme de interfațare TTL→CMOS sunt prezentate în figura 6

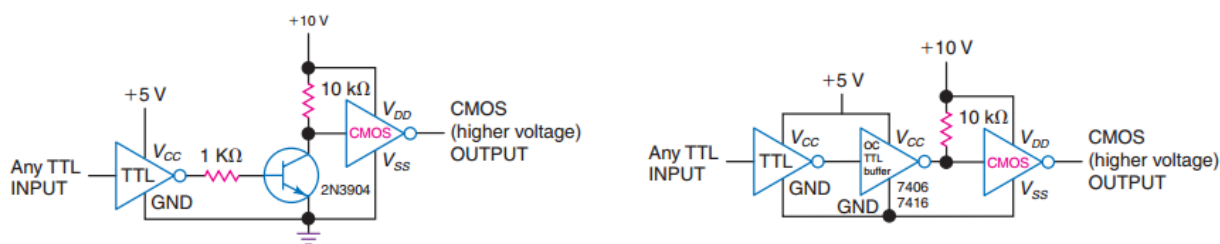
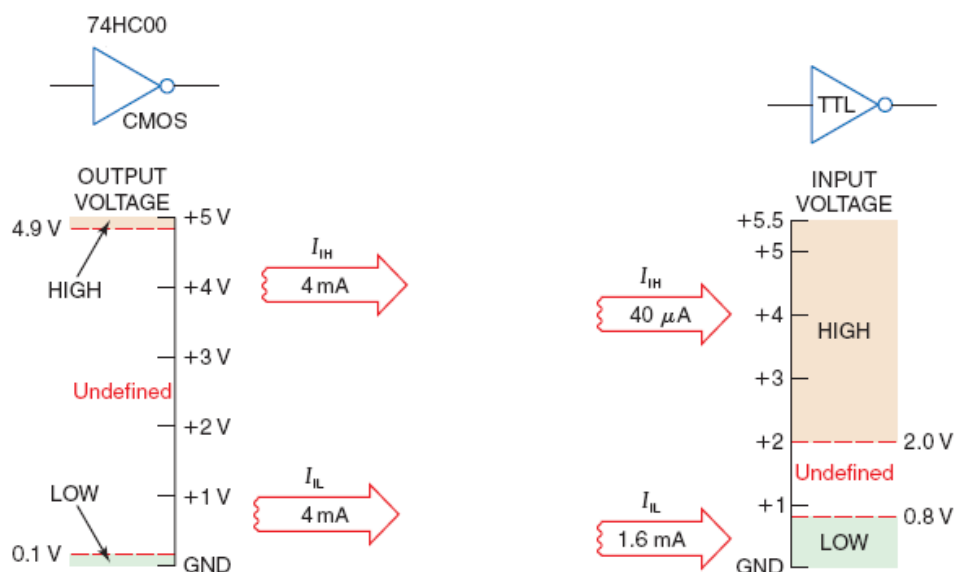


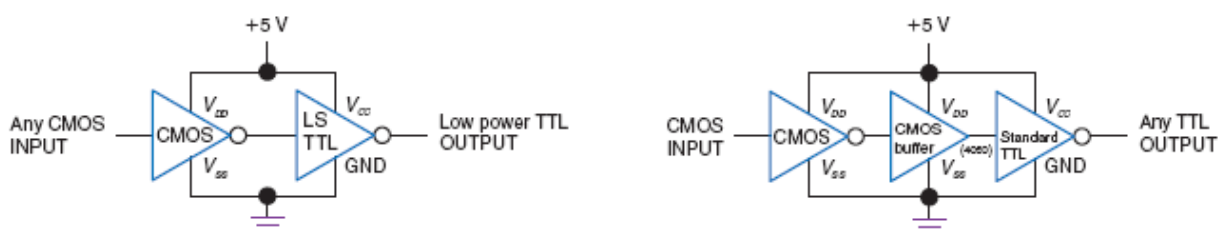
Fig. 6: Alte metode de interfațare TTL→CMOS

4. Interfața CMOS – TTL, cu alimentare la 5V

Pentru această interfață, nu avem probleme legate de nivelurile de tensiune, așa după cum se poate vedea în figura de mai jos:

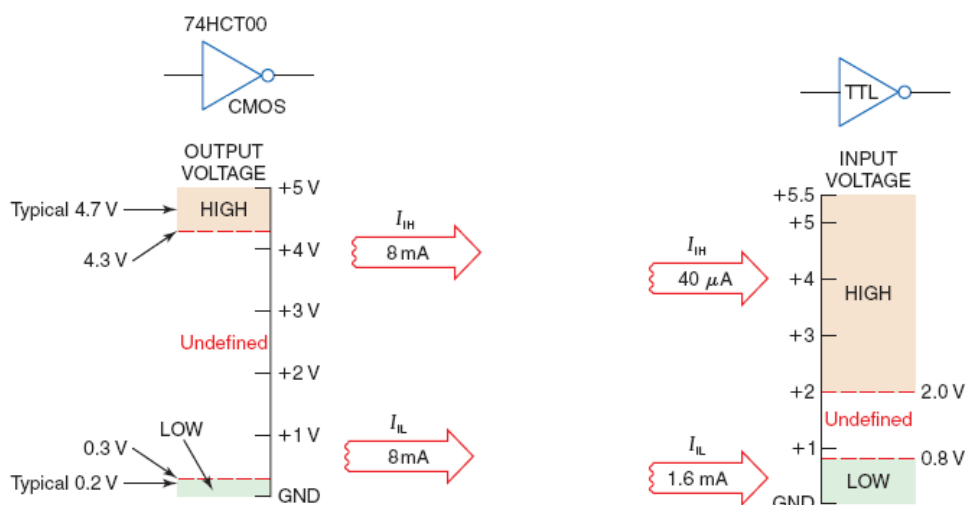


Singura preocupare este data de curentul redus al ieșirii CMOS, practic o ieșire CMOS poate comanda doar 2 intrări din familia TTL standard. Dacă este nevoie de curent mai mare, între driverul CMOS și receptorul TTL se poate intercala un buffer CMOS.



O altă soluție de creștere a numărului de sarcini logice, fără a utiliza buffer, ar fi ca pe partea de receptor folosim un circuit ce necesită curent mai mic pe starea LOW. Spre exemplu, dacă folosim circuite TTL-ALS, curentul de intrare pentru starea LOW este redus la numai 0,1mA – caz în care putem afirma că o ieșire CMOS poate comanda un număr de 40 de intrări din familia 74ALS.

O situație similară se obține și atunci când driver-ul este înlocuit cu unul compatibil TTL, de tip 74HCT (vezi figura de mai jos).

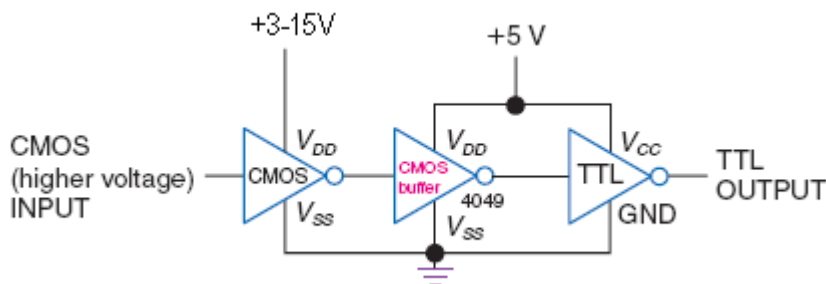


Spre deosebire de cazul anterior, driverul de tip 74HCT este capabil să genereze curenți mai mari, deci este capabil să comande mai multe sarcini TTL, față de situația utilizării unui driver de tip 74HC;

5. Interfața CMOS – TTL, cu tensiuni de alimentare diferite

Reamintim că familia CD4000 nu are tensiune fixă de alimentare, așa cum au celelalte familii. Practic, pentru CD4000 se poate folosi orice tensiune în domeniul 3÷10V. Din acest motiv, tensiunile de ieșire asociate stărilor logice vor fi destul de diferite și greu de înțeles de către un receptor TTL.

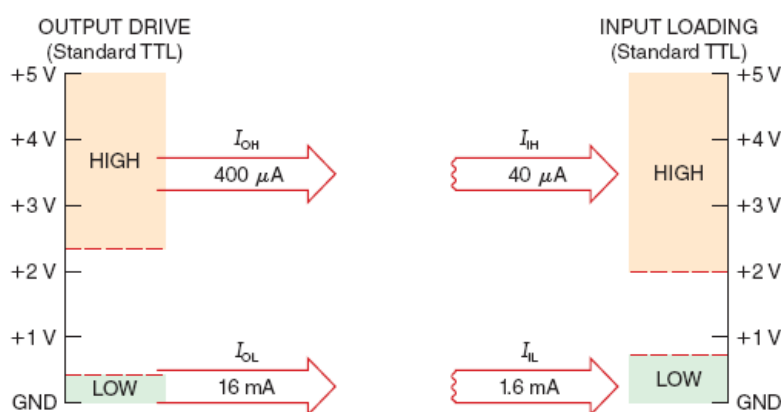
O soluție de interfațare pentru această speță este prezentată mai jos.



6. Interfațarea între subfamilii TTL

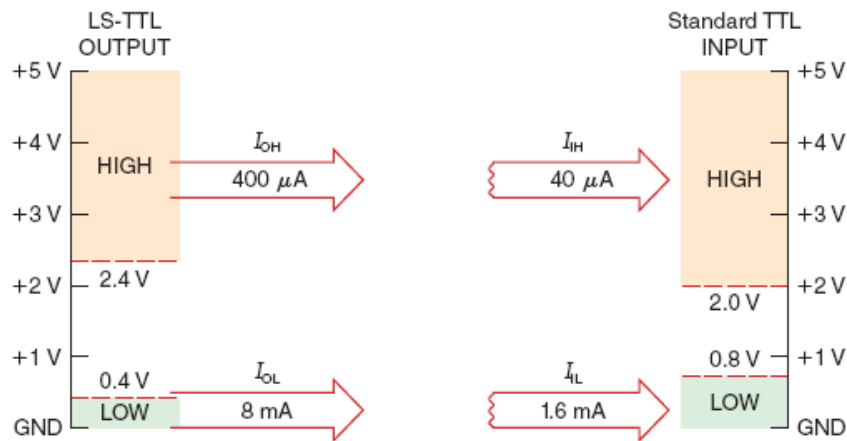
♦ Standard TTL → Standard TTL

- Nu apar probleme pe nivelele de tensiune;
- Singura preocupare este ca circuitul driver să nu comande mai mult de 10 intrări din aceeași familie;



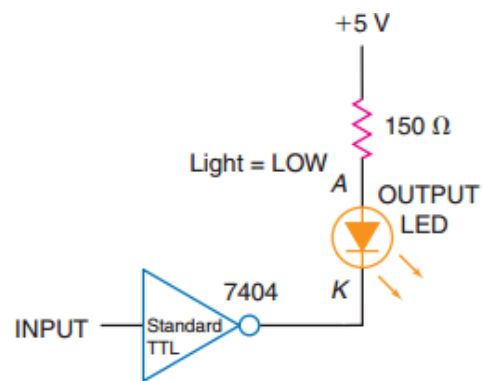
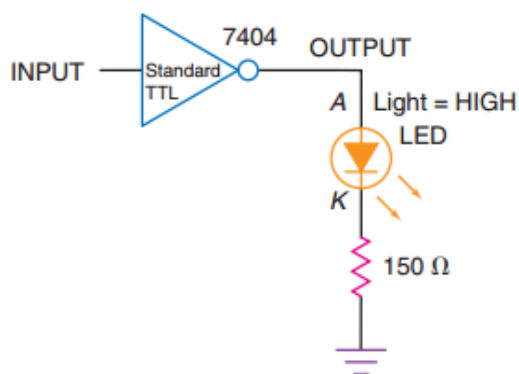
♦ Standard LS TTL → Standard TTL

- Nu apar probleme pe nivelele de tensiune;
- Singura preocupare este ca circuitul driver să nu comande mai mult de 5 intrări de tip standard TTL (8mA/1,6mA=5);

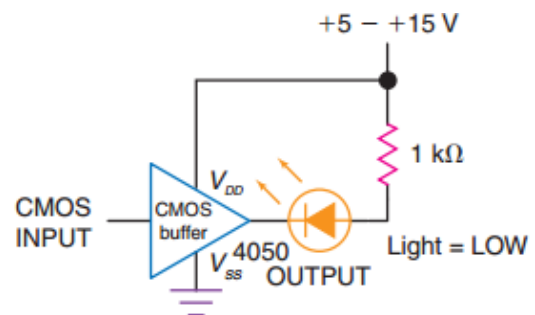
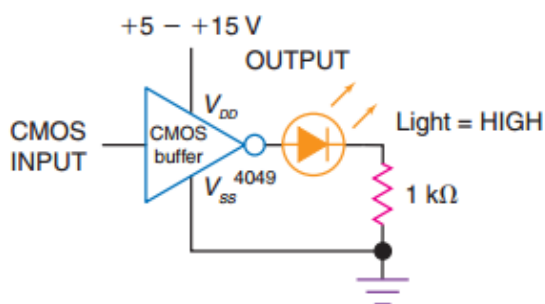


7. Interfațarea circuitelor logice cu alte sarcini electrice

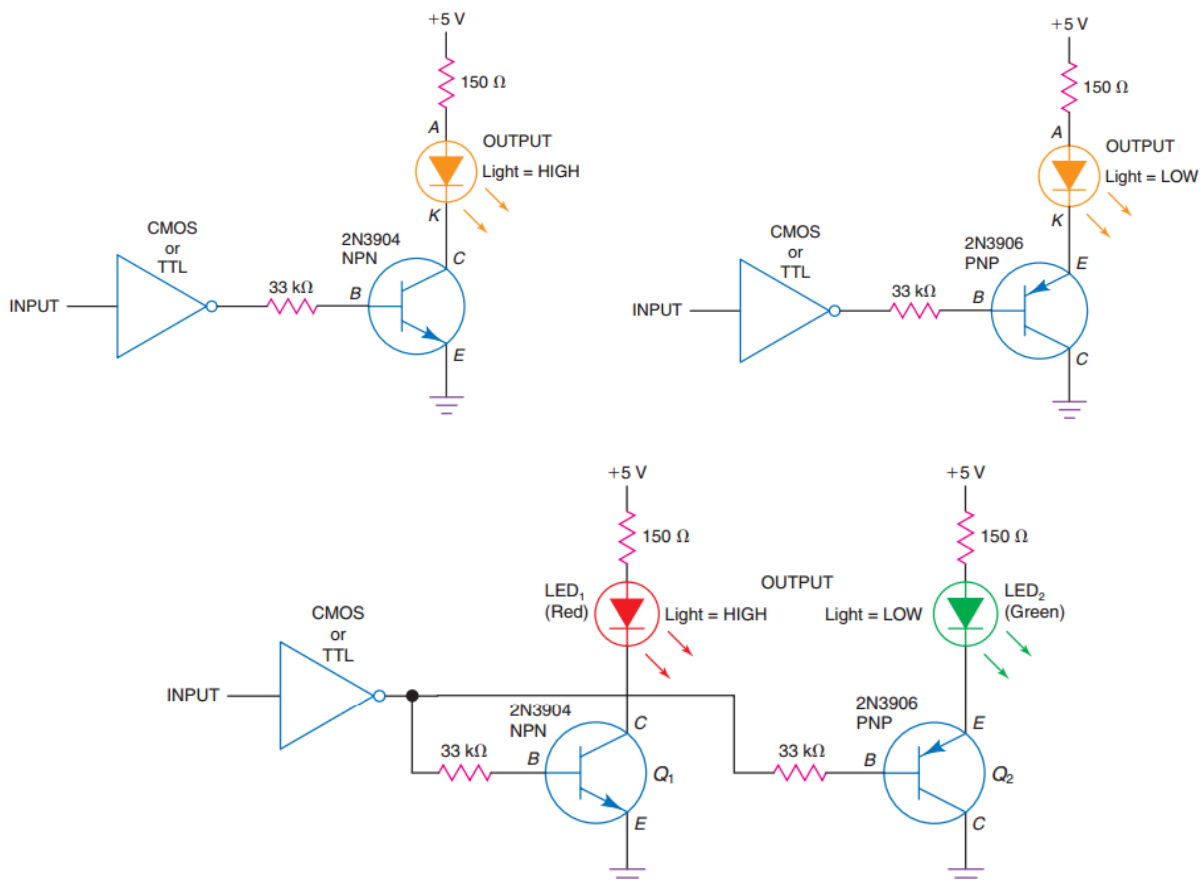
♦ TTL → comandă LED-uri de semnalizare



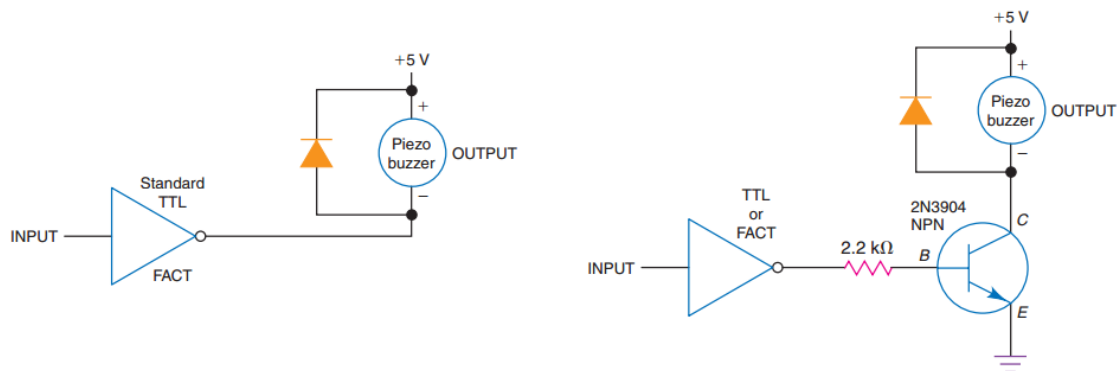
♦ CMOS → comandă LED-uri de semnalizare



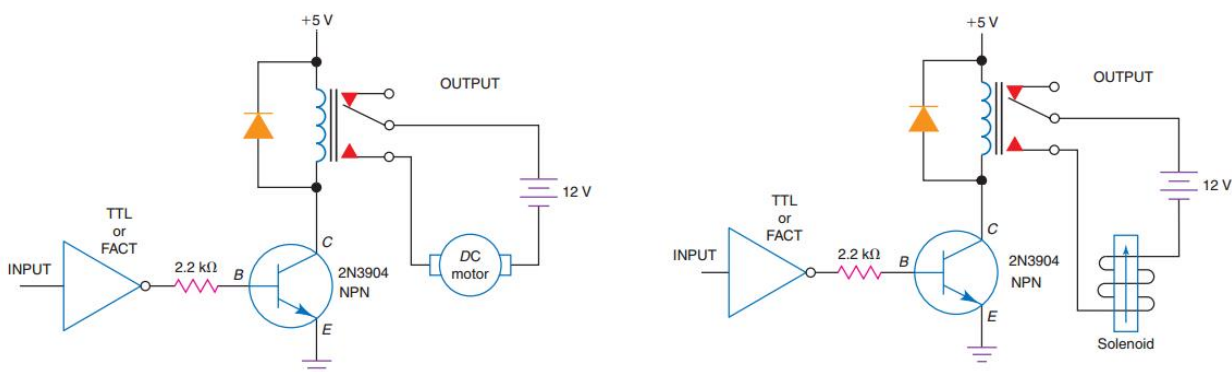
♦ Comandă LED-uri prin buffer de curent realizat cu tranzistor bipolar



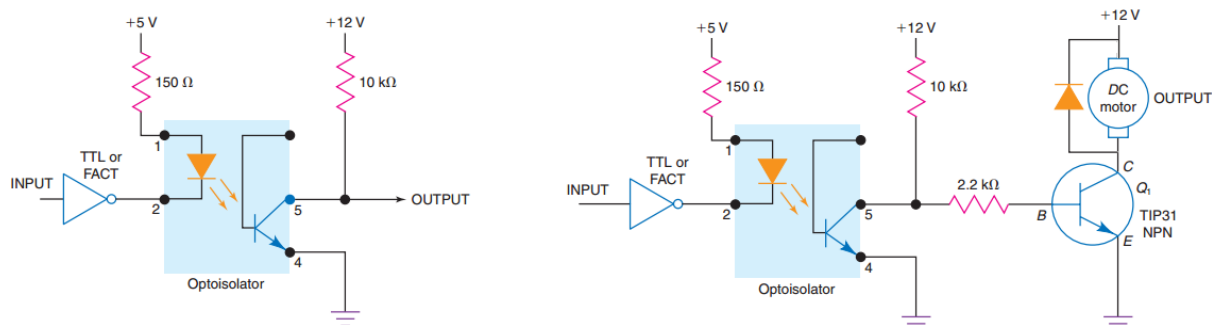
◆ Comandă buzzer



◆ Comandă sarcini electrice inductive, de putere, prin intermediul unui releu electromagnetic

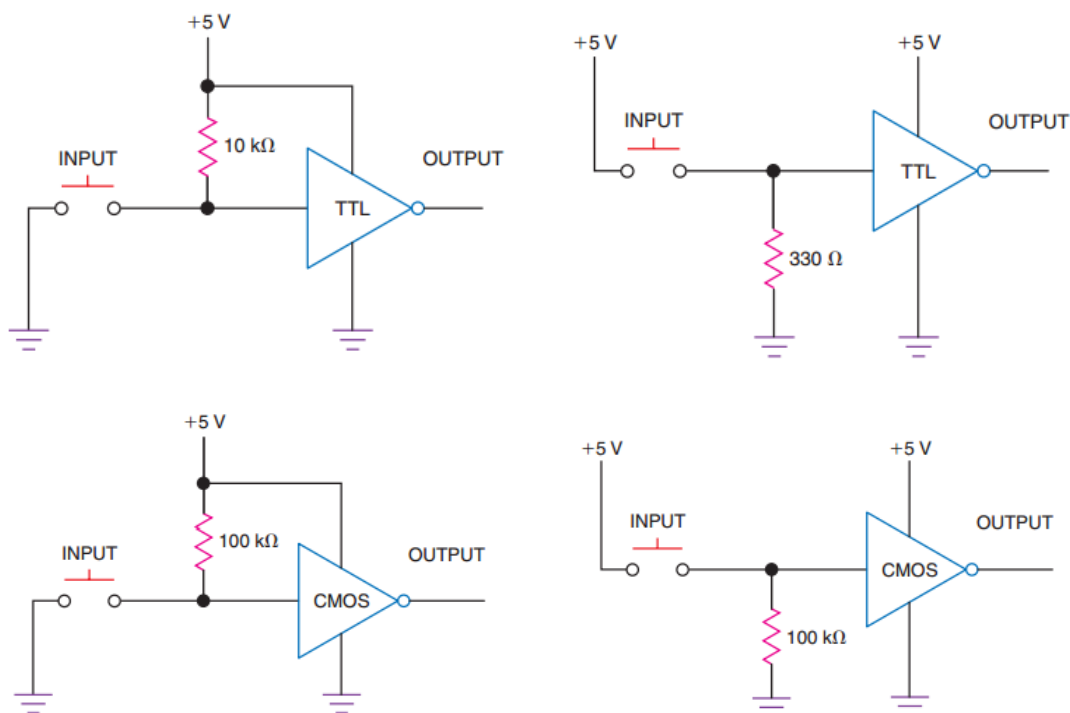


◆ Comanzi prin intermediul optocuploarelor



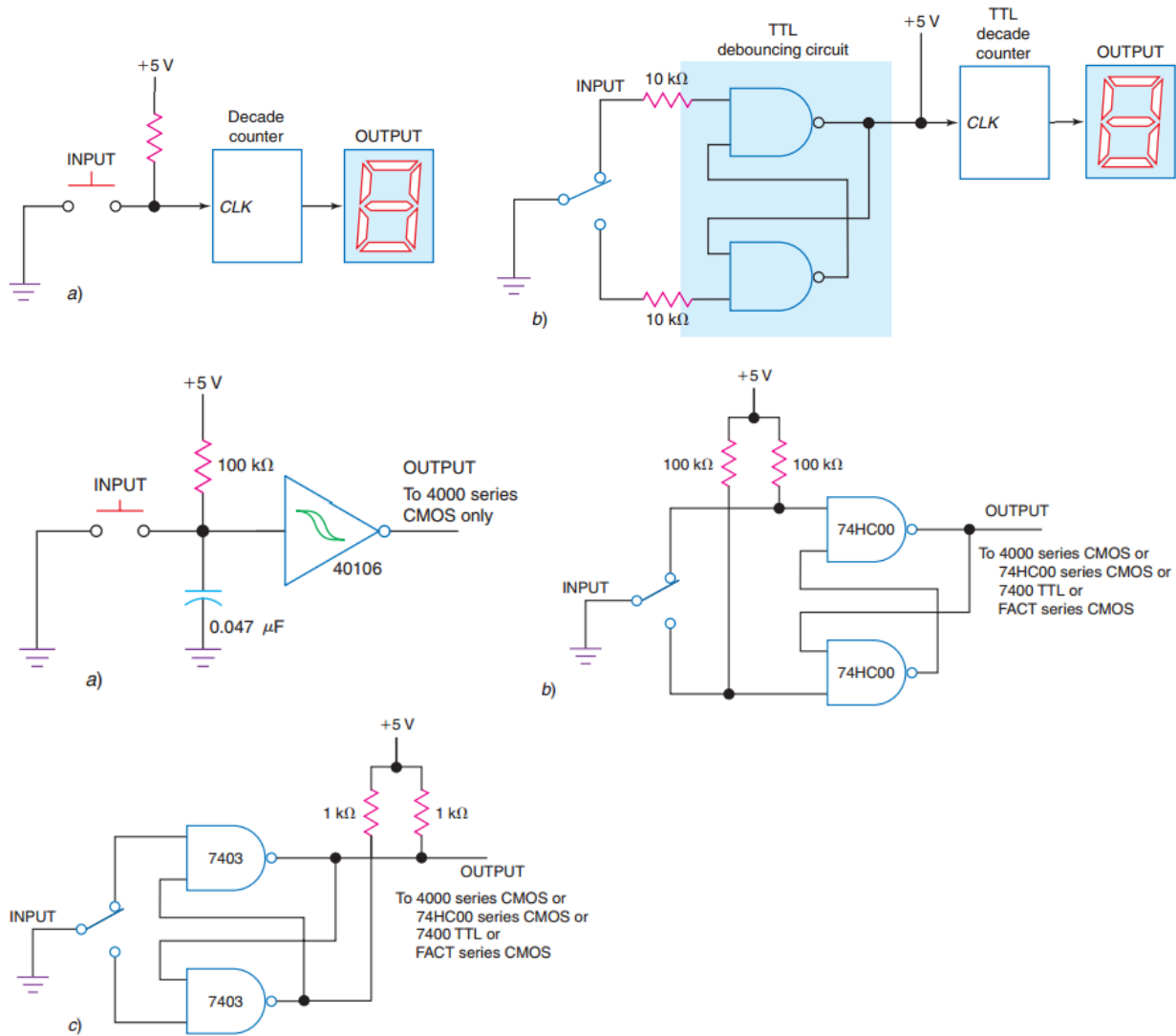
8. Interfațarea circuitelor logice cu elementele de intrare

◆ Interfațarea comutatoarelor cu intrările logice – circuite fără debouncing



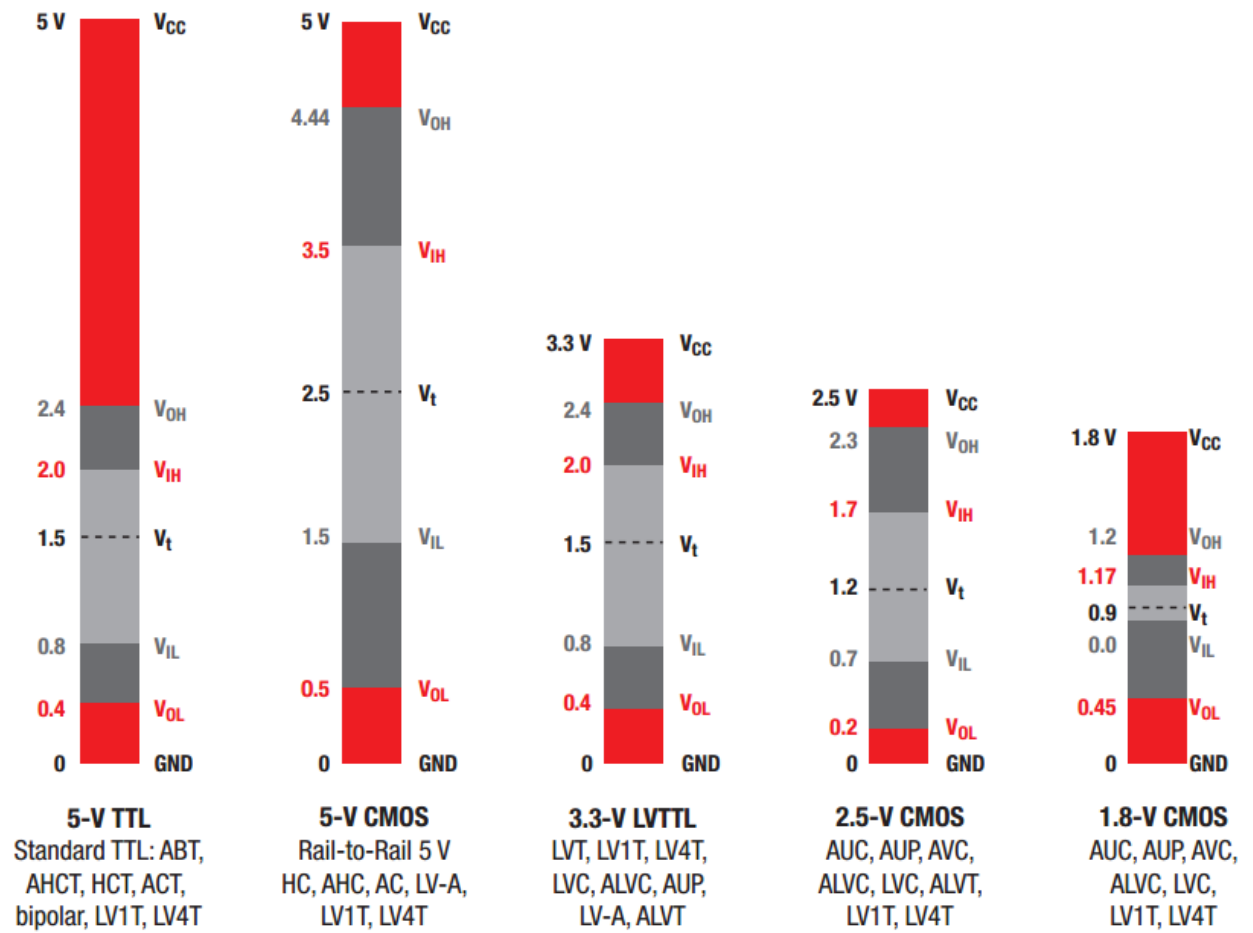
◆ Interfațarea comutatoarelor cu intrările logice – cu circuite de debouncing

Comanda intrărilor de ceas (spre exemplu pentru registre sau numărătoare) nu se poate face cu una din schemele anterioare. Pentru orice comutator mecanic, la trecerea dintr-o stare în alta apar o serie de vibrații mecanice ce se comporta ca și cum ar fi mai multe tranziții succesive. Pentru a elimina aceste tranziții false trebuie folosite circuite suplimentare între comutator și intrarea de ceas a circuitului logic – circuite de debouncing. O serie de scheme utile în acest sens sunt prezentate mai jos.



9. Cazul general

- În prezent există o gamă largă de circuite logice ce folosesc diferite tensiuni de alimentare și, în consecință au diferite benzi de tensiune alocate celor două valori logice de intrare, respectiv de ieșire;
- O situație destul de cuprinzătoare este ilustrată de firma Texas Instruments în imaginea de mai jos:



- Reamintim că interconectarea circuitelor din familii diferite presupune cel puțin două verificări:
 - o Verificarea nivelurilor de tensiune;
 - o Verificarea valorilor de curent vehiculate între circuite;
- Dacă avem probleme pe oricare din cele două verificări trebuie să introducem circuite de interfațare care să facă deplasarea nivelurilor de tensiune sau să joace rol de buffere de curent;