

Afișarea cifrelor pe 7 segmente

Cifrele zecimale se pot afișa pe celule de afișare cu 7 segmente. Cele 7 segmente formează un „digit” adică o cifră. Fiecare segment poate fi aprins, sau stins, în felul acesta putându-se afișa cifrele de la 0 la 9. Fiecare digit are și un al 8-lea segment (punct zecimal) pentru afișarea virgulei. Figura 1 prezintă modul de afișare a cifrelor pe un digit cu 7 segmente.

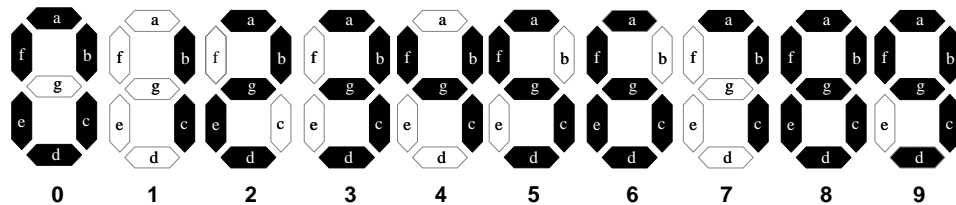


Fig. 1. Modul de afișare a cifrelor pe celula cu 7 segmente

Pentru comanda segmentelor se utilizează un decodificator BCD-7 segmente. Ieșirile acestuia comandă direct afișajul. Acesta poate fi cu cristale lichide sau cu diode luminescente (LED). Aceste diode au două terminale: anod și catod. Pentru a lumina ele trebuie polarizate direct adică prin aplicarea unui potențial pozitiv pe anod și a unui negativ pe catod. Diferența dintre cele două potențiale trebuie să fie apropiată de tensiunea de deschidere a diodei, altfel riscăm fie să nu lumineze, fie să distrugem dioda. De regulă tensiunea pe LED-uri, funcție de culoare, variază între 1.2V și 1.8V. Pentru calcule putem considera o valoare medie de 1.5V. De asemenea, pentru a lumina suficient, curentul prin dispozitiv trebuie să fie cuprins între 5 și 20 mA. O valoare mai mică va determina o radiație insuficientă, iar una mai mare poate distruge dispozitivul. O ieșire de circuit logic poate avea doar două nivele de tensiune la ieșire: 0 logic asociat cu o tensiune de 0V și 1 logic asociat cu o tensiune de 5V. Comanda directă a LED-urilor nu este posibilă. În acest scop se folosesc rezistențe înseriate cu LED-urile.

Din economie de pini, digiții se realizează prin conectarea la un singur terminal fie a anozilor tuturor diodelor, fie tuturor catozilor (figura 2).

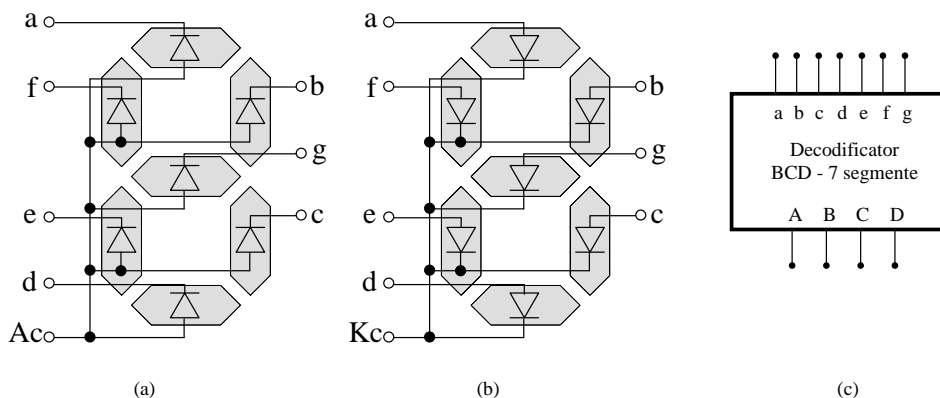


Fig. 2 Afișorul a) cu anod comun, b) cu catod comun și c) circuitul decodificator BCD-7 segmente

Pinul comun se conectează fie la tensiunea de alimentare $V_{CC}=5V$ (anod), fie la masă GND (catod). Celelalte terminale se conectează prin rezistențe la ieșirile decodificatorului. Configurațiile circuitelor în cele 2 cazuri sunt prezentate în figura 3. Se observă lesne că atâta vreme cât, pentru celula cu anod comun, anozii sunt conectați la 5V pe celălalt capăt trebuie să aplicăm o tensiune mai mică, adică un 0 logic, pentru a aprinde LED-ul. În celălalt caz, deoarece catodii sunt conectați la masă, pentru a aprinde LED-urile, la celelalte capete trebuie

aplicată o tensiune ridicată, adică 0 logic. În consecință și circuitele pentru cele două configurații vor fi diferite, adică pentru sinteza circuitelor se va pleca de la tabele de adevăr diferite.

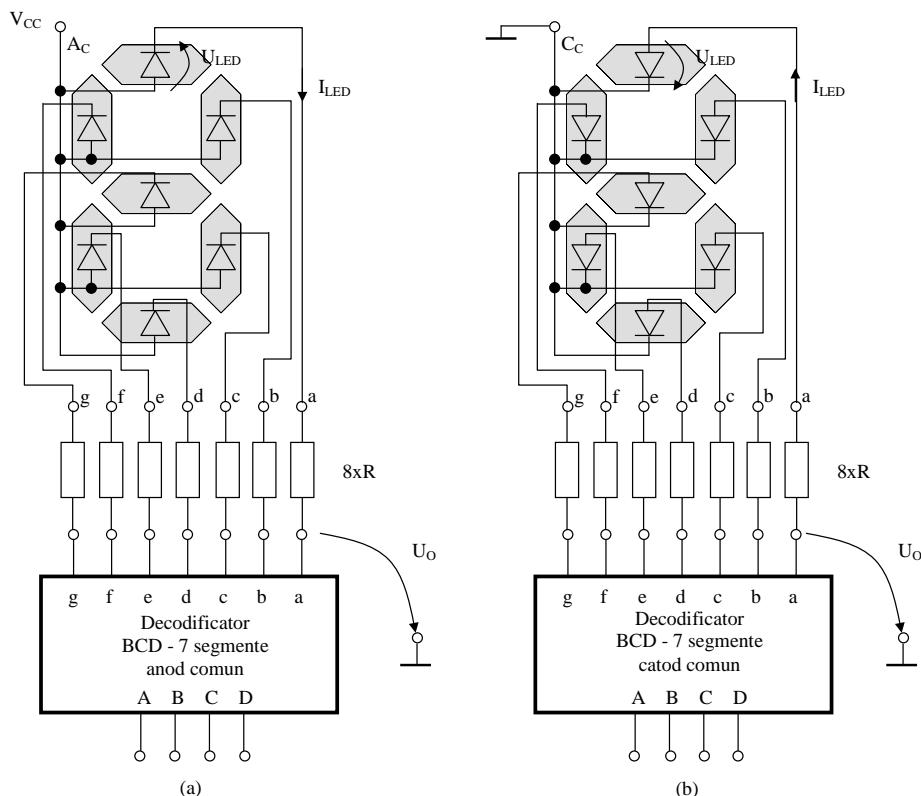


Fig. 3 Polarizarea afișoarelor cu LED-uri: a) cu anod comun, b) cu catod comun

Un circuit logic compatibil TTL generează la ieșire o tensiune de 3.5 V pentru starea de 1 logic și 0.1V pentru 0 logic. Rezistența R se poate determina scriind legea lui Kirckhoff pentru ochiul segmentului a :

$$V_{CC} = U_{LED} + I_{LED} \cdot R + U_O$$

Înlocuind $V_{CC}=5V$, $U_{LED}=1.5V$, $I_{LED}=7mA$ și $U_O=0.2V$ obținem pentru R :

$$5 = 1.5 + 7 \cdot R + 0.2 \Rightarrow R = \frac{5 - 1.7}{7} = \frac{3.3}{7} = 0.471k\Omega$$

Se alege pentru R o valoare standardizată de 470 ohmi. Atunci când la ieșirile decodificatorului avem 1 logic, adică 3.5V, pe ansamblul LED – rezistență avem o tensiune de 1.5V, insuficientă ca dioda să lumineze.

Pentru cazul din figura 3 b, legea lui Kirckhoff se scrie altfel:

$$V_O = U_{LED} + I_{LED} \cdot R$$

Considerând că tensiunea pentru 1 logic pe ieșirea decodificatorului este 3.5 V și aceleași valori pentru U_{LED} și I_{LED} , obținem pentru R :

$$R = \frac{U_O - U_{LED}}{I_{LED}} = \frac{3.5 - 1.5}{7} = \frac{2}{7} = 0.285$$

Alegem pentru R o valoare standardizată de 270 ohmi.

Atenție observați valorile opuse ale tensiunilor pe ieșiri în cele două configurații, deci segmentele vor lumina atunci când ieșirea este în 0 logic pentru anod comun și în 1 logic pentru catod comun.

Pentru a afișa de exemplu 4 cifre, utilizând modul de afișare directă și celule cu anod comun, se realizează o schemă ca în figura următoare.

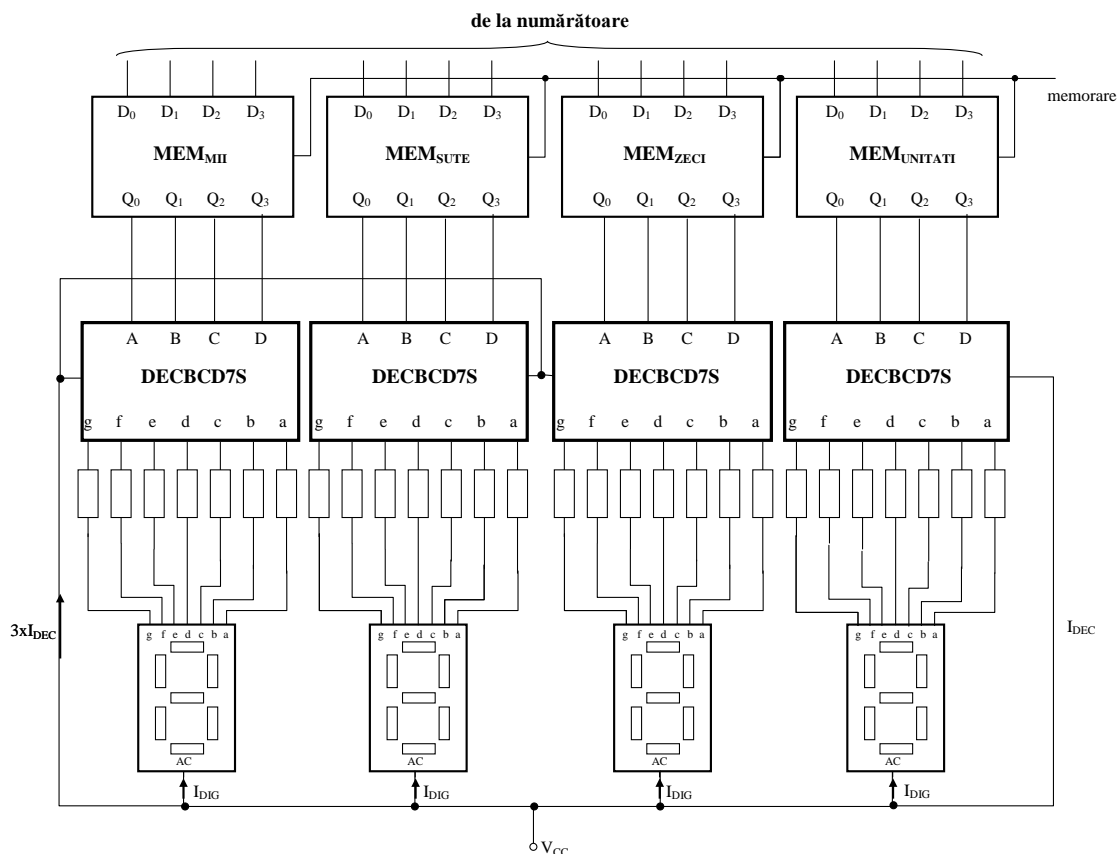


Fig. 4 Afișarea directă pe 4 cifre

Valoarea de afișat se găsește în memorii (MEM_{MII} , MEM_{SUTE} , MEM_{ZECI} , $MEM_{UNITATI}$) în format BCD de 4 digiți. Nu toate instrumentele au nevoie de memorie. De exemplu ceasul poate furniza valoarea de afișat direct din numărătoare.

Atunci când numărul de digiți este mare (5 sau 6 cifre) curentul maxim este absorbit atunci când toate segmentele ale tuturor digiților sunt aprinse. Pentru 6 cifre curentul total absorbit este $6 \times 7 \times 7 \text{mA} = 294 \text{mA}$. Pe lângă faptul că avem acest consum pe afișoare pentru decodificare vom avea câte un decodificator pentru fiecare celulă. Și acestea consumă cca 64 mA de la sursa de alimentare cu ieșirile neconectate. Deci la consumul afișoarelor se mai adaugă $6 \times 64 \text{mA} = 384 \text{mA}$. Un alt dezavantaj este legat de numărul de conexiuni. Afișoarele sunt de regulă pe o plăcuță plasată la 90° față de cea cu circuite. Conexiunile se fac deci prin fire sau prin conectori. Pentru 6 celule cu câte 7 segmente, plus punctele zecimale plus 2 linii de alimentare sunt în total 50 de linii. Dacă întregul sistem digital este localizat într-un circuit integrat (fie el arie logică programabilă sau circuit integrat specific) atunci numărul de pini este o problemă. O soluție care rezolvă atât problema consumului cât și pe cea a pinilor este afișarea multiplexată.