

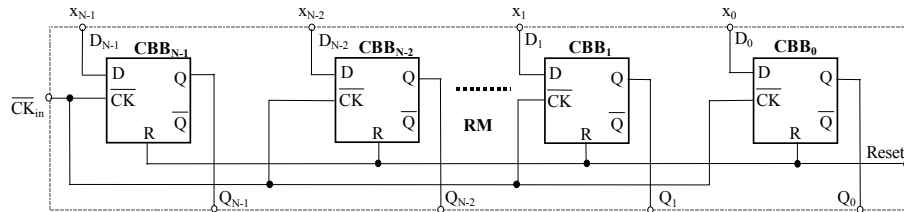
## REGIȘTRI

Registrul este un circuit logic secvențial care permite memorarea și/sau deplasarea unor secvențe (numere) binare. După funcția pe care o realizează, registrele se pot clasifica în:

- regiștri de memorare (cu încărcare paralelă) - latch
- regiștri de deplasare (cu încărcare serială)
- regiștri combinate (cu încărcare paralelă și serială)
- regiștri universale.

### 1. Registre de memorare (RM)

RM se utilizează pentru memorarea temporară a numerelor binare în sistemele numerice. Ele se realizează cu CBB tip D, comandate de către un semnal de tact comun. Memorarea se face simultan în toate celulele, pe frontul sau pe palierul activ al tactului. Figura următoare prezintă schema logică a unui astfel de registru:



Numărul binar  $X_b = x_{N-1} x_{N-2} \dots x_1 x_0$ , aflat la momentul  $t_n$  la intrările  $D_k$  ale registrului, se memorează pe frontul negativ al semnalului de tact în celulele acestuia, astfel încât la momentul  $t_{n+1}$  același număr se va regăsi și la ieșirea sa. Procesul poate fi descris sintetic astfel:

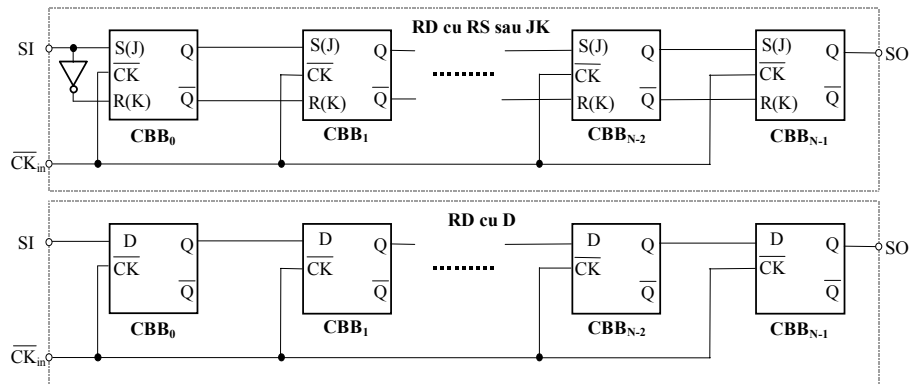
$t_n: D_k = x_k \Rightarrow t_{n+1}: Q_k = D_k = x_k$ , unde  $x_k = 0$  sau  $1$ , iar  $k = 0, 1, \dots, N-1$   
 S-a realizat astfel încărcarea simultană a celor  $n$  biți în registru (încărcare paralelă). RM se mai numesc *registre cu încărcare paralelă* sau *memorii tampon* (latch-uri).

### 2. Registre de deplasare (RD)

RD sunt CLS care la fiecare impuls de tact își deplasează conținutul spre stânga sau spre dreapta cu câte o celulă, adică memorează conținutul unei celule în celula precedentă sau în cea următoare. Prima celulă va memora valoarea existentă la intrarea serială, iar conținutul ultimei celule se pierde. RD se realizează cu orice tip de CBB în configurație de CBB tip D

**LUCRAREA nr. 11**

conectate în cascadă. Schemele logice ale unui RD sunt prezentate în figura următoare:



Ieșirea CBB de rang “ $k$ ” este conectată la intrarea CBB de rang  $k+1$  ( $Q_k = D_k$  sau  $Q_k = S_k(J_k)$ ,  $\bar{Q}_k = R_k(K_k)$ ), toate celulele având același semnal de tact. Singura intrare de date este intrarea serială “SI” (Serial Input), iar singura ieșire este ieșirea serială “SO” (Serial Output). Considerând că la momentul  $t_n$  ieșirile celulelor sunt

$$Q_0(n) = x_0, Q_1(n) = x_1, \dots, Q_{N-2}(n) = x_{N-2}, Q_{N-1}(n) = x_{N-1},$$

iar

$$SI(n) = x_{IN}$$

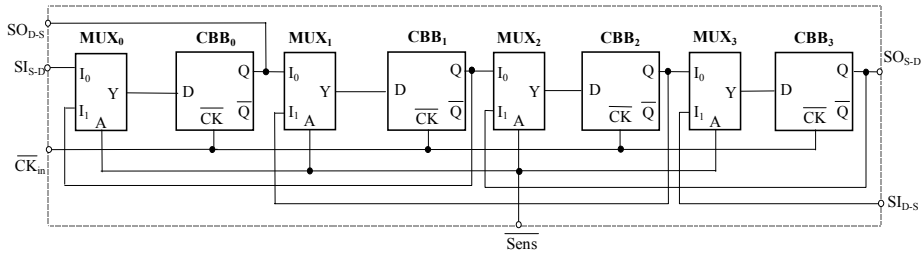
este intrarea la momentul  $t_n$ , atunci la momentul  $t_{n+1}$ , după frontul negativ al tactului, ieșirile registrului vor fi:

$$Q_0(n+1) = SI(n) = x_{IN}, Q_1(n+1) = Q_0(n) = x_0, \dots, Q_{N-2}(n+1) = Q_{N-3}(n) = x_{N-3}, \\ Q_{N-1}(n+1) = Q_{N-2}(n) = x_{N-2}$$

La fiecare impuls de tact, RD își mută conținutul cu o celulă la dreapta (de la LSB spre MSB). Similar se poate realiza și RD pentru deplasare la stânga, legând intrarea celulei  $k$  la ieșirea celulei  $k+1$ . Sensul de deplasare contează atunci când se utilizează ambele sensuri, pentru că RD stânga-dreapta se poate realiza cu RD dreapta-stânga, inversând notarea indicilor ieșirilor  $Q_k$ .

În practică se realizează registre integrate cu ambele sensuri de deplasare: RD bidirecțional sau reversibil. Sensul de deplasare se stabilește prin semnalul  $\overline{Sens}$ :

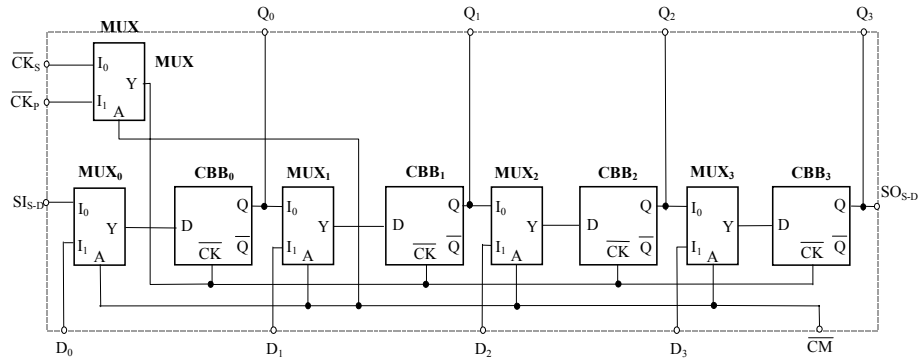
**LUCRAREA nr. 11**



După cum se observă între celulele RD sau intercalat multiplexoare 2:1, care realizează legăturile  $Q_k = D_{k+1}$  pentru sensul stânga-dreapta sau  $D_k = Q_{k+1}$  pentru sensul dreapta-stânga. Pentru  $\overline{Sens}=0$  logic,  $MUX_k$  va realiza  $Y=I_0$ , adică vom avea conexiunea  $D_{k+1}=Q_k$ , iar registrul va deplasa de la stânga la dreapta. Pentru  $\overline{Sens}=1$  logic,  $MUX_i$  va realiza  $Y=I_1$ , adică vom avea conexiunea  $D_k=Q_{k+1}$ , adică RD va deplasa de la dreapta la stânga.

**3. Registru combinat (RC)**

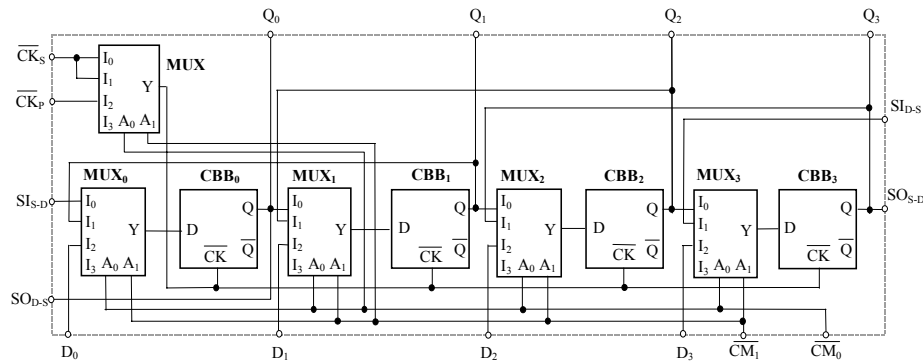
În multe aplicații este utilă existența unor registre care să aibă și intrări și ieșiri paralele, pe lângă cele seriale: conversie serie-paralel și paralel-serie. Figura următoare prezintă un astfel de registru cu intrări serială și paralele și ieșiri serială și paralele:



În funcție de valoarea semnalului  $\overline{CM}$  registrul devine de deplasare sau de memorare:  $\overline{CM}=0$  înseamnă registru de deplasare stânga-dreapta, iar  $\overline{CM}=1$  înseamnă registru de memorare. Primul funcționează pe tactul  $\overline{CS}_S$ , iar al doilea pe tactul  $\overline{CS}_P$ . S-au prevăzut 2 semnale de tact, deoarece sunt aplicații în care fiecare mod de funcționare necesită semnal de tact diferit.

**4. Registru universal (RU)**

Similar cu RC se poate obține și un registru universal, care înglobează



toate funcțiile prezentate mai sus: deplasare stânga-dreapta și dreapta-stânga, memorare, ieșiri și intrări seriale și paralele. Pentru aceasta sunt necesare multiplexoare 4:1, ca în figura următoare:

Funcționarea unui astfel de registru este descrisă sintetic de tabelul următor:

$\overline{CM}_0$	$\overline{CM}_1$	
0	0	RD stânga-dreapta
1	0	RD dreapta-stânga
0	1	RM
1	1	nefolosit

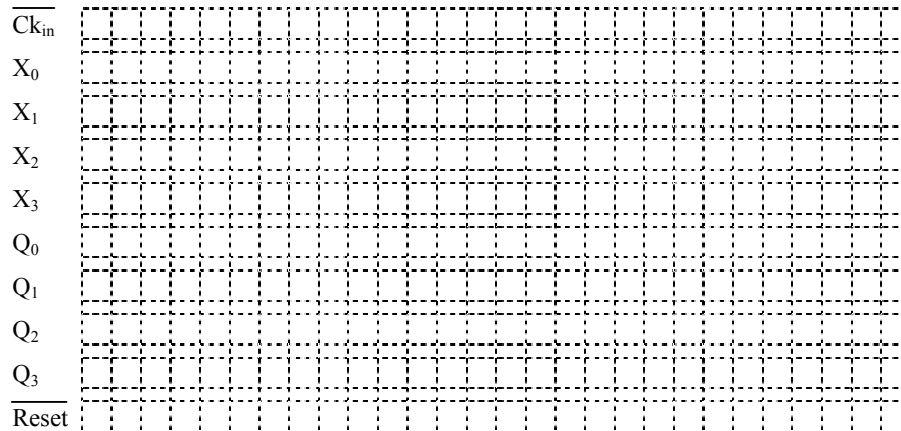
### 5. Lucrări de efectuat în laborator

Se completează fișa de laborator disponibilă la adresa:

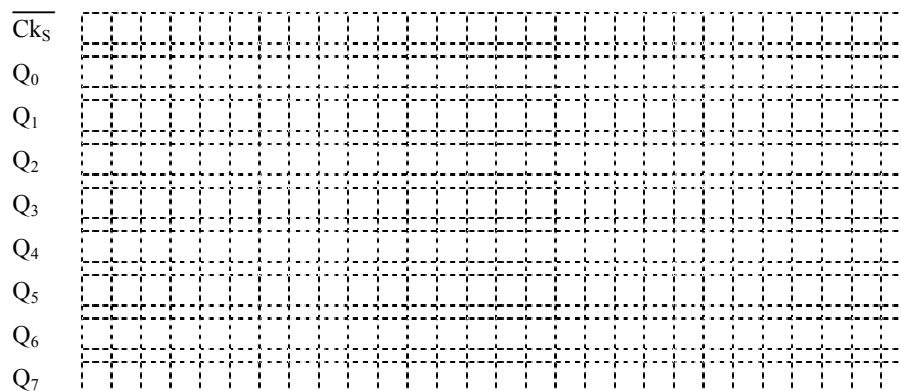
[http://www.ee.tuiasi.ro/~demm/Digital\\_Circuits/FișaLab12.DOC](http://www.ee.tuiasi.ro/~demm/Digital_Circuits/FișaLab12.DOC)

**FIȘA LABORATOR**

1. Se introduce schema registrului de memorare pentru  $N=4$  în MaxPlus II și se simulează circuitul aplicând la intrare 1111, 0000, 1001, 0011, 1010 și 0101. Formele de undă rezultate se copie mai jos. Se notează timpii de întârziere și valorile logice pe formele de undă. Se compară rezultatele cu tabelul de adevăr.



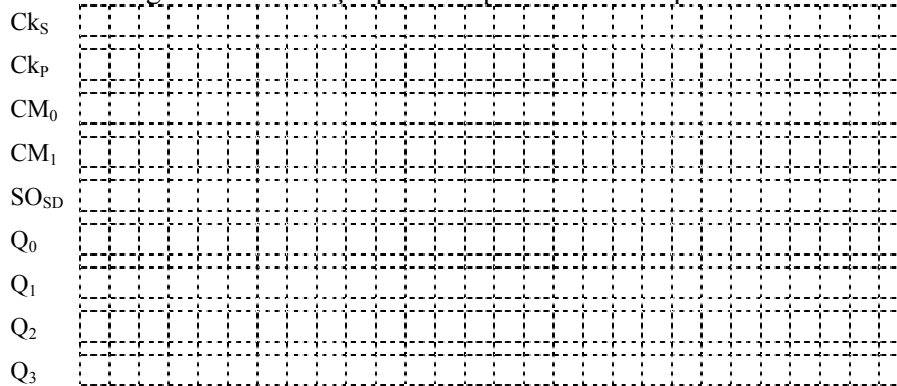
2. Se introduce schema registrului de deplasare cu CBB tip D pentru  $N=8$  în MaxPlus II și se simulează circuitul aplicând la intrare secvența 10011001. Formele de undă rezultate se copie mai jos. Se notează timpii de întârziere și valorile logice pe formele de undă. Se compară rezultatele cu tabelul de adevăr.



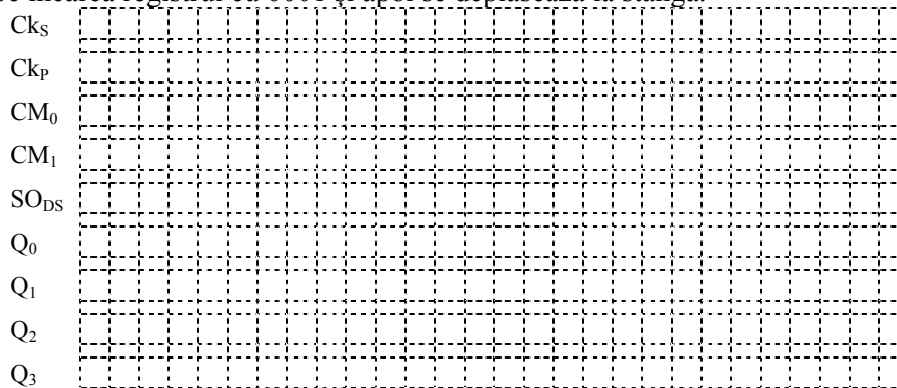
**LUCRAREA nr. 11**

3. Se introduce schema registrului de universal din ultima figură în MaxPlus II și se simulează circuitul. Formele de undă rezultate se copiează mai jos. Se notează timpii de întârziere și valorile logice pe formele de undă. Se compară rezultatele cu tabelul de adevăr.

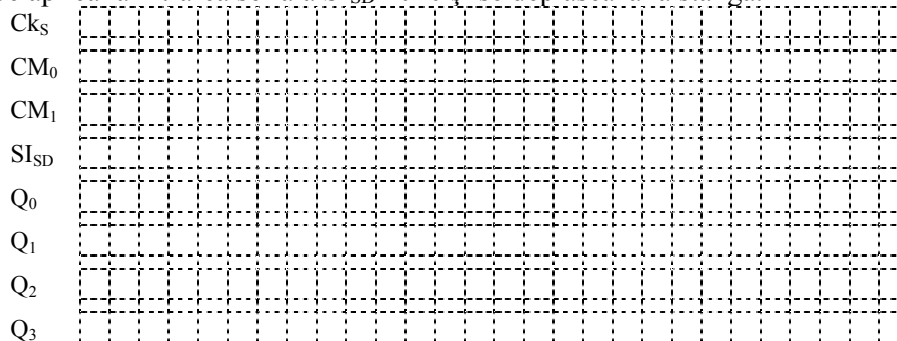
Se încarcă registrul cu 1000 și apoi se deplasează la dreapta.



Se încarcă registrul cu 0001 și apoi se deplasează la stânga.



Se aplică la intrarea serială  $SI_{SD}$  1010 și se deplasează la stânga.



**LUCRAREA nr. 11**

Se aplică la intrarea serială  $SI_{DS}$  0101 și se deplasează la dreapta.

$Ck_s$																	
$CM_0$																	
$CM_1$																	
$SI_{DS}$																	
$Q_0$																	
$Q_1$																	
$Q_2$																	
$Q_3$																	