

LUCRAREA NR. 11

REGISTRE ȘI REGISTRE DE DEPLASARE

1. Scopul lucrării

Se prezintă diferite modalități de realizare a unor registre simple și de deplasare (prin sinteza cu bistabile JK sau D), precum și modul de lucru cu registre MSI. Se realizează de asemenea implementarea acestor tipuri de registre cu ajutorul ACTIVE-HDL. Se studiază domeniile de aplicabilitate ale acestor tipuri de componente.

2. Considerații teoretice

2.1 Registre

Registrele sunt circuite secvențiale sincrone care realizează memorarea informației binare pe durata unui impuls de ceas. Pentru această simplă funcționalitate (există și registre cu funcționalități multiple) ele pot fi privite ca un ansamblu de bistabile D, câte un bistabil pentru fiecare bit, reuniți într-o capsulă unică. În general, registrele sunt de 4, 8 sau 16 biți/capsulă. De multe ori registrele sunt folosite pentru stabilizarea datelor care provin din mai multe surse și care trebuie să fie apoi furnizate simultan unui anumit dispozitiv.

2.2 Registre de deplasare

Acestea sunt registre care, pe lângă funcția de stocare a informației pe durata unui impuls de ceas, pot realiza și *deplasarea* și *circularea* (*rotirea*) acesteia, de asemenea sincron cu tactul. Deplasarea se poate face:

- *de la stânga la dreapta:*

$$Q_0 \rightarrow Q_1 \rightarrow Q_2 \rightarrow Q_3$$

- *de la dreapta la stânga:*

$$Q_3 \rightarrow Q_2 \rightarrow Q_1 \rightarrow Q_0$$

sau în ambele direcții.

Ținând cont de codificarea binară a informației, deplasarea spre stânga va avea semnificația unei înmulțiri cu 2 a numărului în binar, iar deplasarea spre dreapta va avea semnificația unei împărțiri la 2 a numărului în binar.

Prezentăm în continuare schema internă de principiu a unui registru de deplasare universal pe 4 biți. Se observă că funcția de deplasare se obține prin conectarea ieșirii fiecărui element la intrarea vecinului său (funcționare serială). Dacă intrările sunt furnizate prin intermediul unui multiplexor ale cărui intrări provin de la ambele elemente vecine de stocare a informației, se obține un *registru de deplasare universal*. Multiplexoarele constituie circuitul combinațional de determinare a stării următoare.

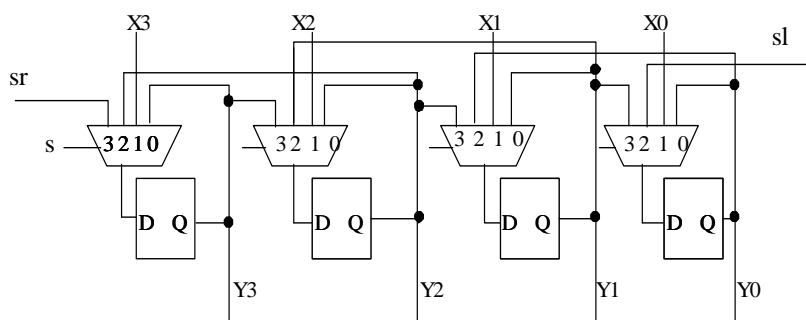


Figura 11.1 Registru de deplasare universal pe 4 biți

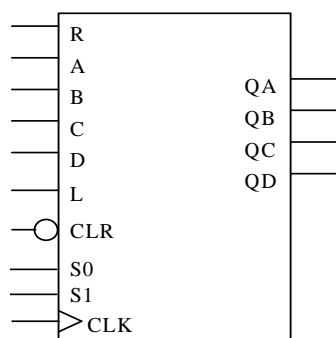
Modurile de lucru ale registrului de deplasare universal din figura 11.1 sunt determinate de semnalul de selecție s conform tabelului 11.1.

Tabelul 11.1 Modurile de lucru ale registrului de deplasare universal

Mod	Starea următoare	Funcția
$s = 0$	y_i	memorare (hold)
$s = 1$	x_i	încărcare paralelă (load)
$s = 2$	y_{i-1}	deplasare stânga
$s = 3$	y_{i+1}	deplasare dreapta

Observație: Semnalul de selecție s este pe 2 biți.

Un alt circuit, integratul MSI 4194, reprezintă un registru de deplasare universal pe 4 biți, care are disponibile toate funcțiile necesare: încărcare paralelă, deplasare dreapta, deplasare stânga, memorare și ștergere. În figura 11.2 este reprezentat simbolul circuitului, iar în tabelul 11.2 este detaliată funcționarea lui.



4194

Figura 11.2 Registrul de deplasare universal 4194**Tabel 11.2** Funcționarea registrului de deplasare universal 4194

Intrări									Ieșiri				
CLR	Mod		CLK	Serial		Paralel				Q _A	Q _B	Q _C	Q _D
	S ₁	S ₀		Stânga	Dreapta	A	B	C	D				
0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0
1	X	X	0	X	X	X	X	X	X	Q _{A0}	Q _{B0}	Q _{C0}	Q _{D0}
1	1	1	↑	X	X	a	b	c	d	a	b	c	d
1	0	1	↑	X	1	X	X	X	X	1	Q _{An}	Q _{Bn}	Q _{Cn}
1	0	1	↑	X	0	X	X	X	X	0	Q _{An}	Q _{Bn}	Q _{Cn}
1	1	0	↑	1	X	X	X	X	X	Q _{Bn}	Q _{Cn}	Q _{Dn}	1
1	1	0	↑	0	X	X	X	X	X	Q _{Bn}	Q _{Cn}	Q _{Dn}	0
1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	Q _{A0}	Q _{B0}	Q _{C0}	Q _{D0}

Tabelul pune în evidență modurile de funcționare ale registrului de deplasare universal, în funcție de semnalul de ceas CLK și de valorile semnalelor de selecție S₁ și S₀ și a celui de resetare CLR.

În figura 11.3 este prezentat un registru de deplasare circular care deplasează informația către dreapta, construit pe bază de bistabile *master-slave*.

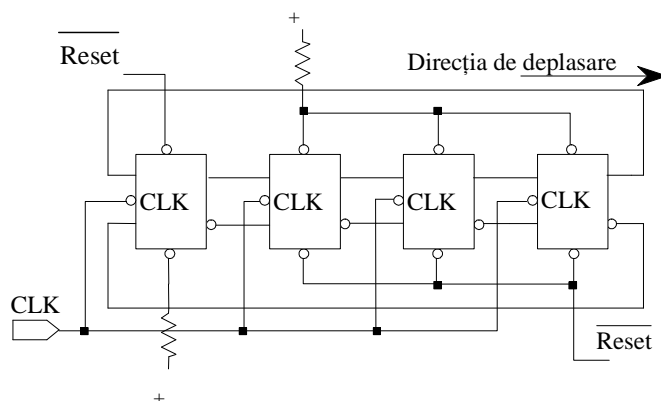


Figura 11.3 Registrul de deplasare dreapta circular

Circuitul 495 reprezentat în figura 11.4 este un registru de deplasare MSI pe 4 biți. Pentru intrarea de control $MOD = 1$ registrul se încarcă în paralel cu datele de la intrările A, B, C, D, sincron cu ceasul CLK_2 . Pentru $MOD = 0$ se realizează deplasarea spre dreapta, sincronă cu ceasul CLK_1 , a informației introduse prin intrarea de date serială:

$$SER \rightarrow QA \rightarrow QB \rightarrow QC \rightarrow QD$$

Capacitatea acestui registru se poate extinde prin conectarea în cascadă.

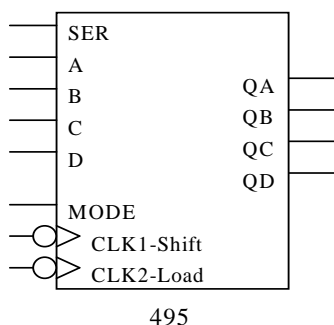


Figura 11.4 Registrul de deplasare MSI 495

2.3 Generatoare de numere pseudo-aleatoare

Un generator de secvență este un sistem electronic capabil să genereze, în timpul unor impulsuri de tact (ceas), o succesiune de unități (valoare logică 1) și zerouri (valoare logică 0) de o structură dată.

Prin lungimea unei secvențe vom înțelege numărul de biți după care întreaga secvență se repetă.

Secvențele binare se împart în două categorii:

- Secvențe aleatoare de lungime infinită;
- Secvențe deterministe de lungime finită.

2.3.1 Secvențe aleatoare (SA)

O *secvență aleatoare* se poate obține, de exemplu, dacă asociem celor două fețe ale unei monede cifrele binare 0 și respectiv 1 și notăm rezultatele obținute în urma aruncărilor succesive ale acesteia. Se poate apela de asemenea la un calculator și la un program special de generare a numerelor aleatoare pentru a obține o secvență binară aleatoare.

2.3.2 Secvențe deterministe (SD)

Fie următoarea *secvență binară deterministă*: 110 110 110 ... Secvența binară din acest exemplu are lungimea de trei biți și poate fi considerată ca fiind obținută prin repetarea uneia din următoarele succesiuni: 110, 101 sau 011. Dacă generatorul de secvențe are și o ieșire complementară, atunci, pe această ieșire va apare secvența 001 001 001..., secvență ce se poate obține prin repetarea uneia din următoarele succesiuni binare: 001, 010 sau 100. Cele șase succesiuni binare susmenționate generează practic aceeași secvență binară (deosebiriile pot apărea în alegerea originii secvenței și dacă o considerăm sau nu inversată).

Metoda cea mai răspândită de generare a secvențelor deterministe presupune utilizarea unor registre de deplasare cu reacție logică (vezi figura 11.5). Pentru a genera o secvență de lungime L este nevoie de un registru de deplasare cu reacție format din minimum n celule binare conform relației:

$$L \leq 2^n - 1 \quad (11.1)$$

Dacă structura secvenței este impusă, nu întotdeauna va fi posibilă generarea acesteia cu un număr minim de celule binare.

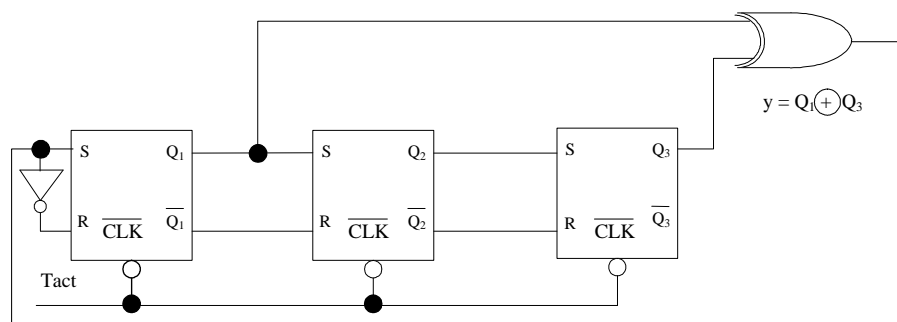


Figura 11.5 Generator de secvențe

Registrul de deplasare format din n celule binare este un sistem secvențial având 2^n stări distincte (printr-o stare a registrului înțelegem ansamblul stărilor tuturor bistabilelor care alcătuiesc registrul). Printr-o alegere convenabilă a reacției putem forța registrul să evolueze astfel încât să treacă într-o ordine oarecare prin toate stările lui nenule. Secvența binară obținută la ieșirea unui asemenea registru se numește *secvență de lungime maximă*.

Secvențele binare deterministe de lungime maximă se mai numesc și *secvențe pseudo-aleatoare (SPA)*. Aceste secvențe au o importanță practică deosebită deoarece au proprietăți asemănătoare celor ale secvențelor aleatoare fără a avea însă dezavantajul acestora de a nu fi repetabile. SPA, fiind deterministe, sunt perfect predictibile. Pentru un receptor care folosește o porțiune dintr-o SPA mult mai mică decât lungimea acesteia, secvența utilizată apare ca fiind aleatoare. SPA sunt utilizate foarte des ca secvențe de sincronizare în transmisiile de date.

Un exemplu de generator de numere pseudo-aleatoare este prezentat în figura 11.6:

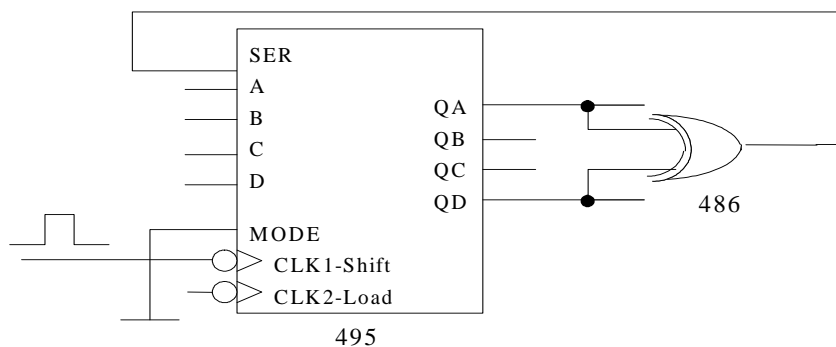


Figura 11.6 Generator de secvență pseudo-aleatoare

Acest generator de succesiuni pseudo-aleatoare generează la ieșirea registrului o secvență binară deterministă de lungime maximă:

$1 \rightarrow 8 \rightarrow 12 \rightarrow 14 \rightarrow 15 \rightarrow 7 \rightarrow 11 \rightarrow 5 \rightarrow 10 \rightarrow 13 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$

La apariția stării 0000 generatorul se blochează, deoarece circuitul XOR înscrie continuu 0 pe intrarea SER. Pentru o funcționare corectă schema se va completa cu un circuit de deblocare din starea 0000.

3. Desfășurarea lucrării

1. Se realizează registrul de deplasare din figura 11.1, pe panoul didactic.
2. Se realizează și se simulează funcționarea registrului de deplasare din figura 11.1 folosind ACTIVE-HDL.
3. Se realizează și se simulează funcționarea registrului de deplasare dreapta circular din figura 11.3 folosind ACTIVE-HDL.
4. Se verifică pe panoul didactic toate modurile de funcționare pentru registrele integrate MSI 4194 și 495 (figura 11.2 și figura 11.4).
5. Se realizează, folosind mediul ACTIVE-HDL, un registru de deplasare bidirecțional (stânga-dreapta și dreapta-stânga), cu încărcare paralelă sincronă.
6. Folosind facilitățile din mediul ACTIVE-HDL se realizează conectarea în cascadă a două registre de deplasare universale. Cum trebuie să se facă această cascadare?
7. Pentru circuitul din figura 11.6:
 - a) Să se determine succesiunea de stări în cazul în care se leagă ieșirea Q_C în loc de Q_A la poarta SAU EXCLUSIV;
 - b) Să se determine succesiunea de stări în cazul în care se leagă ieșirea Q_B în loc de Q_A la poarta SAU EXCLUSIV;
 - c) Să se explice de ce apar diferențe de lungime la secvențele astfel obținute față de lungimea secvenței obținută în figura 11.6;
 - d) Să se repete punctele a) și b) folosind o poartă SAU EXCLUSIV NEGAT (COINCIDENTĂ).