



TEMA 6.4 CODURI CONVOLUȚIONALE

Codurile convoluționale sunt coduri continue, spre deosebire de codurile bloc.

Operațiile de codare și decodare au loc în mod continuu.

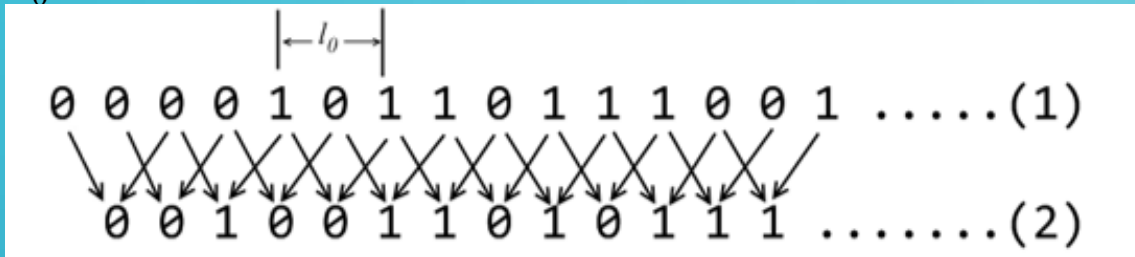
Se notează (n_0/n) .

Cel mai simplu cod convoluțional este codul $(1/2)$, unde după fiecare simbol informațional urmează unul de control.

Într-un asemenea cod $n_0=k=n/2$.

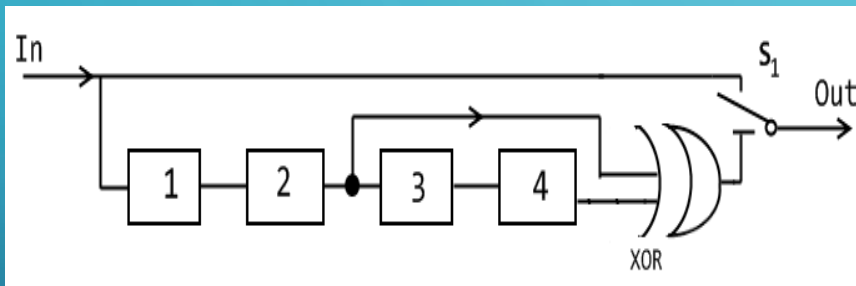
Redundanța codului este de 50%.

Simbolurile de control se formează prin adunarea modulo 2 dintre două simboluri informaționale situate la o distanță l_0 unul de altul.



Circuitul de codare

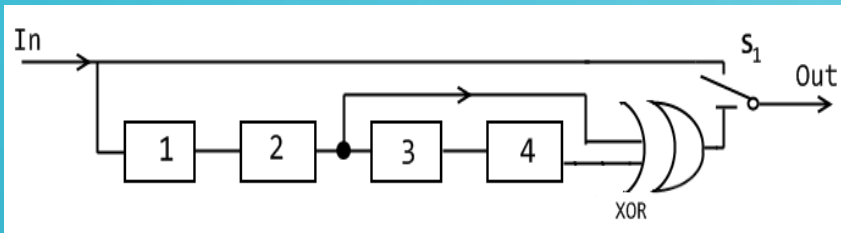
0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1



Comutatorul S1 transmite la ieșire un simbol informațional, apoi unul de control, formând șirul:

1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1
 ↑ inf. ↑ de control (3)

FORMAREA SIMBOLURILOR DE CONTROL ÎN CIRCUITUL DE CODARE:



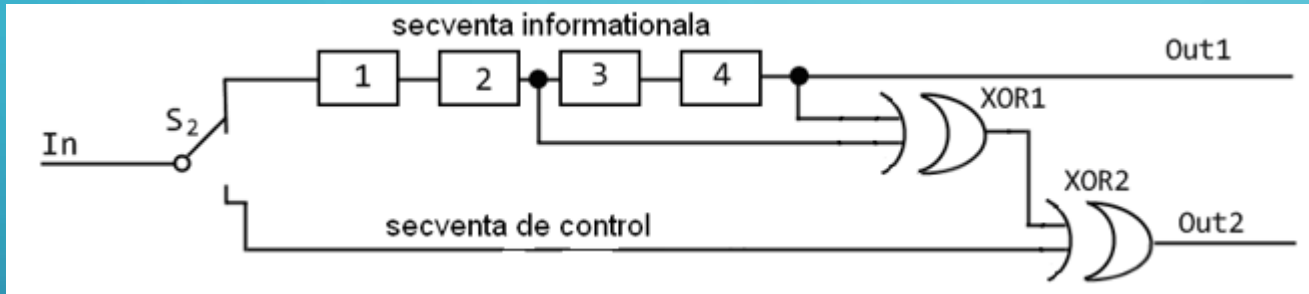
Perioada T_i	Rg				XOR
	1	2	3	4	
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	0	1	0	1
4	1	1	0	1	0
5	0	1	1	0	0
6	1	0	1	1	1
7	1	1	0	1	1
8	1	1	1	0	0
9	0	1	1	1	1
10	0	0	1	1	0
11	1	0	0	1	1

CIRCUITUL DE DECODARE

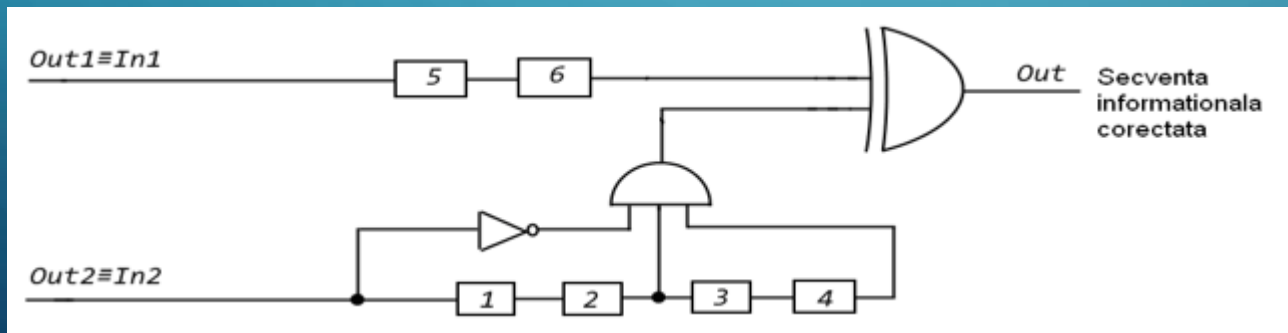
Circuitul de decodare constă din două părți:

1. Circuitul de formare a secvenței de corectare
2. Circuitul de corectare

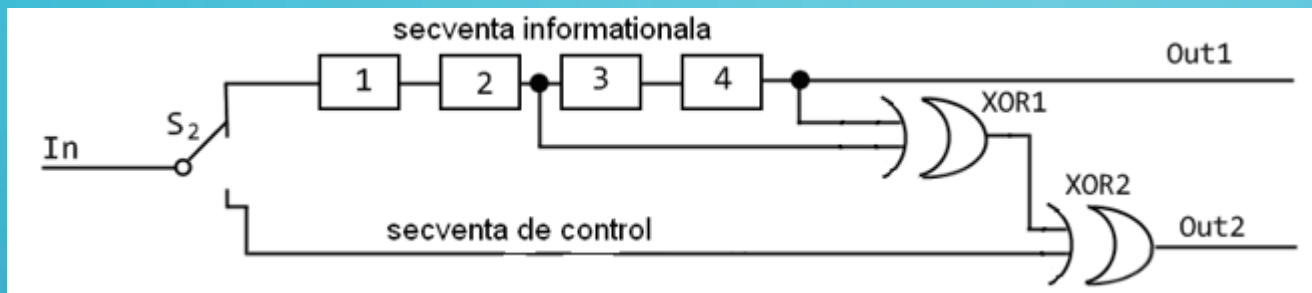
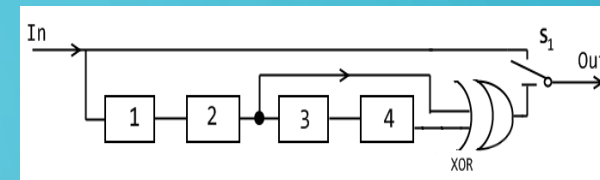
Circuitul de formare a secvenței de corectare:



Circuitul de corectare



CIRCUITUL DE FORMARE A SECVENȚEI DE CORECTARE



Comutatorul S2 funcționează sincron și sinfaz cu comutatorul S1.

Secvența (3) este aplicată la intrarea circuitului, iar comutatorul S2 o împarte în secvență informațională și secvență de control.

Secvența informațională este transmisă la registrul de deplasare, iar cea de control – la elementul XOR2.

Deoarece structura registrului este similară cu cea din circuitul de codare, la elementul XOR1 se formează încă o dată secvența biților de control.

La ieșirea OUT2 se formează secvența de corectare

La ieșirea OUT1 se formează secvența simbolurilor informaționale.

În lipsa erorilor, la ieșirea OUT2 se formează o secvență de corectare formată din zerouri.
În cazul erorilor, secvența de corectare de la ieșirea OUT2 va conține unități în anumite poziții

Codul cercetat permite corectarea pachetelor de erori cu lungime $l=4$ biți

Începem analiza cu momentul când la intrarea circuitului de decodare apare primul bit eronat, după care urmează tot pachetul cu lungime $l=2l_0=4$.

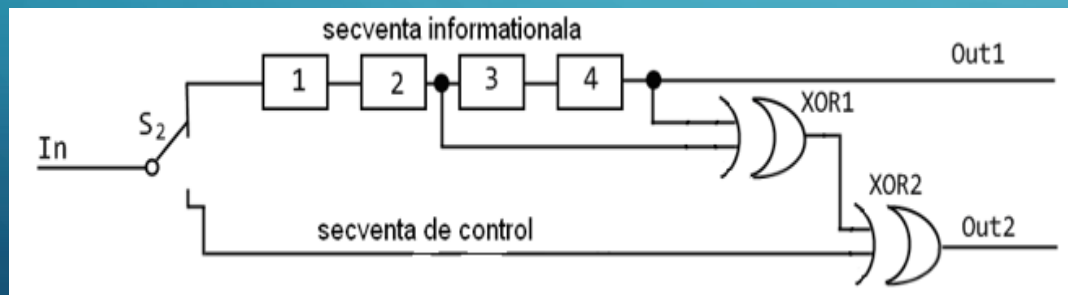
În registru, până la acest moment, se conțin biții corecți.

Deaceea, primii $l_0=2$ pași de deplasare în registru vor forma la OUT2 poziția erorilor în biții de control.

În continuare, secvența de control va conține biți neeronați.

Următorii 2 pași formează la fel la OUT2 două unități, dar acum din cauza biților informaționali eronați din prima jumătate a registrului (1,2).

Următorii 2 pași vor forma la OUT2 unități, dar acum din cauza acelorași biți eronați aflați în pozițiile 3 și 4 ale registrului.



Secvența de la OUT2 va conține:

1. Unități în pozițiile eronate a biților de control (pașii 1 și 2);
2. Unități în pozițiile eronate a biților informaționali cu o deplasare de 2 biți (pașii 3 și 4);
3. Unități în pozițiile eronate a biților informaționali cu o deplasare de 4 biți (pașii 5 și 6);

EXEMPLU

Secvența recepționată

1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 (4)

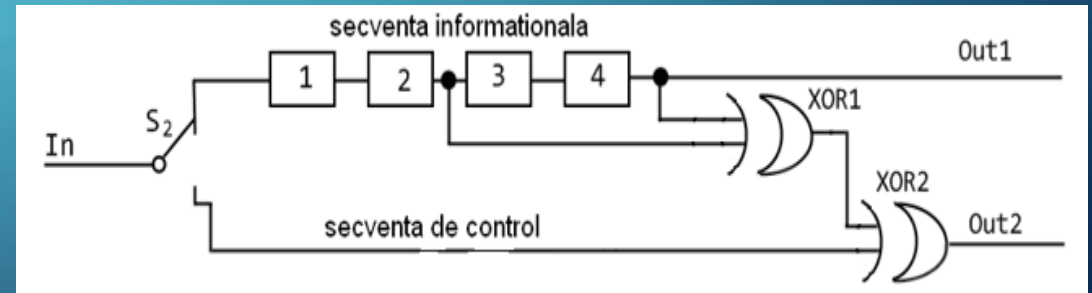
Comutatorul S₂ va împărți secvența (4) în secvența informațională (5) și cea de control (6).

In₁ 1 1 0 1 0 1 1 1 0 0 1 (5)

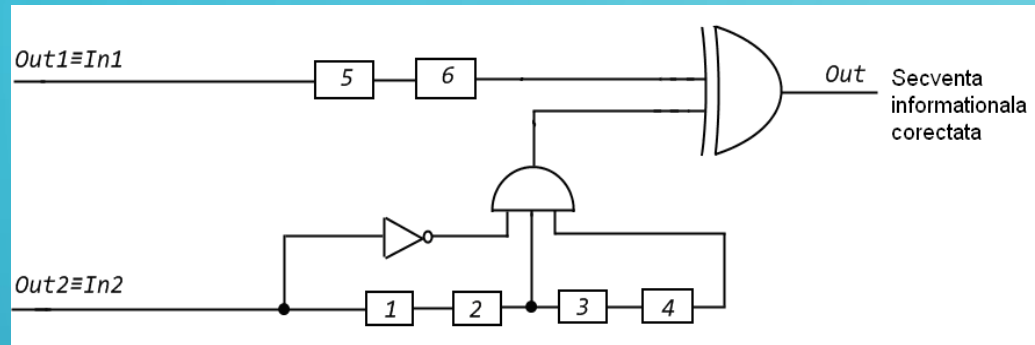
In₂ 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 (6)

Funcționarea circuitului de formare a secvenței de corectare:

In ₁ (5)	Rg				XOR	In ₂ (6)	Out ₂ (secvența de corectare)
	1	2	3	4			
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0



CIRCUITUL DE CORECTARE



Secvența de corectare Out2= 1001111000000

1. secv. de corectare inversată				0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1				
2. secv. de corectare deplasată cu 2 biți						1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0		
3. secv. de corectare deplasată cu 4 biți								1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
ieșirea porșii ȘI								0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Unitatea la ieșirea porșii ȘI este semnalul de corectare a erorii. Pentru corectarea biților eronați, secvența informațională se deplasează cu 2 poziții (celulele 5 și 6) și se adună modulo 2 cu secvența de corectare.

ieșirea porșii ȘI						0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
Secv.inf. (5) deplasată cu 2 poziții								1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
XOR								1	0	1	1	0	1	1	1	0		

Secvența informațională trece prin 6 celule $3l_0=6$ ale registrului de deplasare. Pe lângă aceasta pentru corectarea tuturor biților eronați este necesar un interval de protecție (6 biți neeronați cu lungimea de $6l_0+1=13$ biți).

Pentru creșterea capacității de corectare și a pachetului de erori corectate se mărește n (se utilizează coduri $n-1/n$).

Unul din neajunsurile codurilor convoluționale este necesitatea de a avea un interval de timp cu simboluri neeronați, după ce este recepționat pachetul de erori.

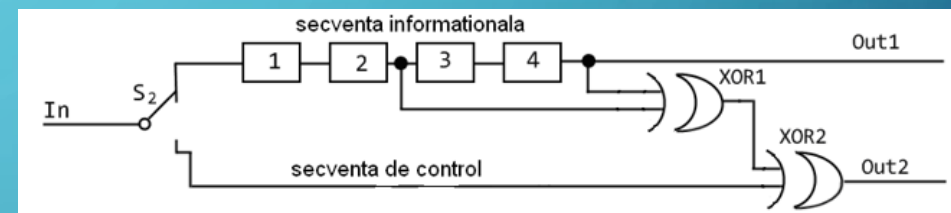
Sa se efectueeze corectarea secv. inf. pentru șirul

1010111100000111001100

1. Împărțim secvența recepționată în secvența informațională SI și cea de control SC.

1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 0

SI			1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0								
SC			0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0							



2. Calculam încă odată secvența de control (poarta XOR1)

SI			0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0				
XOR1			0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1						

3. La poarta XOR2 se efectuează adunarea modulo 2 între SC recepționată și cea calculată pe XOR. Astfel se obține frecvența de corectare.

SC				0	1	0	0	0	1	0	1	0		
XOR1				0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
XOR2 (SC2)				0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	

4. Corectăm erorile

1. SC2 inversată								1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1				
2. SC depl cu 2 biți									0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
3. SC depl.cu 4 biți											0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
leșirea porșii ȘI											0	0	0	1	1	0	0					

leșirea porșii ȘI									0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0			
SI depl. cu 2 poziții											1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	
XOR (SI corectată)											1	0	1	1	1	0	1	1	1			

