

Coduri-bloc corectoare de erori

Canalele de comunicații zgomotoase determină apariția unor erori în secvența de date transmisă. Este necesară în acest caz aplicarea unui anumit cod care prin creșterea redundanței semnalului să permită detectia și eventual corecția erorilor de transmisie.

Codurile Hamming $H(2^m - 1; 2^m - 1 - m)$ (m - număr întreg) sunt coduri-bloc binare corectoare de erori. Parametrul m al codului reprezintă distanța Hamming minimă între oricare două cuvinte de cod astfel că numărul erorilor de transmisie care pot fi detectate și eventual corectate se deduce funcție de valoarea acestuia.

✍ **T1.** Să se scrie și să se testeze în MATLAB un **algoritm de codare Hamming sistematică $H(7; 4)$** în varianta serie-serie. Se vor avea în vedere următoarele:

- ♦ testarea și asigurarea formatului binar al vectorului de date de intrare;
- ♦ testarea și eventual modificarea lungimii vectorului de date (prin completarea acestuia cu un anumit număr de zerouri) astfel încât aceasta să fie multiplu de 4;

- ❖ Este definită în MATLAB funcția *zeropad(a,n)* (Anexa I) de completare a unui vector a cu n zerouri.

- ♦ împărțirea vectorului de date în blocuri de 4 biți;
- ♦ definirea matricii H de paritate a codului;
- ♦ definirea matricii generatoare G ;
- ♦ codarea fiecărui bloc de intrare de 4 biți conform relației:
$$\bar{c} = \bar{a}G \tag{1}$$

Notății: \bar{a} - vector de date; \bar{c} - vector de cod.
- ♦ asamblarea cuvintelor de cod de 7 biți într-un vector unic de cod care constituie ieșirea serială din codor.

✍ **T2.** Aplicați algoritmul de codare $H(7; 4)$ pe o secvență de 14 biți.

Receptorul digital procesează secvența de simboluri în două etape (fig.1): una efectivă de decodare, cealaltă de corecție a erorilor și decizie privind valoarea estimată a fiecărui simbol (în particular, bit). În cazul codurilor sistematice, se utilizează doar blocul de decizie astfel că structura receptorului este mult simplificată față de cazul codării nesistematice.

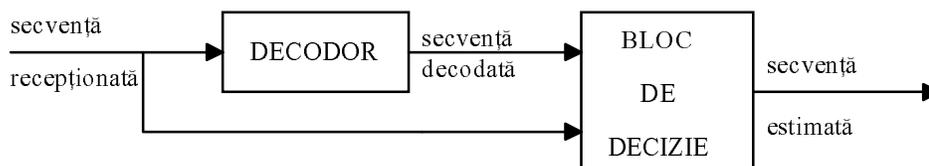


Fig.1 Structura blocului de corecție a erorilor

✍ **T3.** Realizați și testați în MATLAB algoritmul de decodare pentru codul Hamming proiectat anterior, în varianta serie-serie. Etape:

- ♦ testarea lungimii vectorului de intrare în decodor;
- ♦ partiționarea acestuia în blocuri de 7 biți;
- ♦ determinarea vectorului-sindrom conform relației:

$$\bar{s} = H\bar{r}^T \quad (2)$$

Notăție: \bar{s} - vector-sindrom; \bar{r} - vector recepționat.

- ♦ testarea vectorului-sindrom, respectiv a valorii sale în format zecimal, în vederea detectării unor eventuale erori de transmisie;
- ♦ determinarea vectorului de eroare asociat vectorului-sindrom;
- ♦ corecția vectorului de cod de 7 biți recepționat prin sumare modulo-2 bit cu bit cu vectorul de eroare;
- ♦ separarea celor 4 biți de date din fiecare cuvânt de cod corectat;
- ♦ asamblarea vectorilor de 4 biți decodați într-un vector unic reprezentând ieșirea serială estimată.

✍ **T4.** Aplicați algoritmul de decodare și corecție de erori H(7; 4) secvenței binare: 0101 0001 0101 0111 1110 1000.

Întrucât codurile Hamming au capacitate relativ mică de corecție a erorilor de transmisie acestea sunt folosite doar în cazul erorilor aleatoare datorate zgomotului cu distribuție Gauss de valori.

Codurile Reed-Solomon (RS) proiectate în GF, îndeosebi cele pe 8 biți, sunt deosebit de eficiente atât pentru corecția erorilor aleatoare, cât și a celor grupate (*error burst*) determinate de fenomenul de fading.

Dimensiunile mari ale codurilor RS definite pe simboluri multibit impune aplicarea lor exclusiv pe bază de algoritmi, cu ajutorul procesoarelor digitale de semnal.

✍ **T5.** Să se scrie în MATLAB algoritmi de codare și de decodare pentru codul RS(7; 5) definit în GF(8) pe baza metodei de construcție în frecvență a codului. Utilizați în acest scop funcțiile *dft7* și *idft7* definite în MATLAB. Aplicați algoritmi respectivi unei secvențe de date cu simboluri din GF(8).

Corecția erorilor prin intermediul codurilor RS necesită un algoritm relativ complex de determinare a vectorilor de eroare. Oricum eficiența lor în procesul de corecție a erorilor de transmisie este superioară atât codurilor Hamming, cât și celor de tip 'trellis'.

✍ **T6.** Codați în cod RS(5; 3) sistematic secvența de date:

3 12 10 5 9 0 7 1 8 11.

❖ Se pot utiliza funcțiile *rs53pp* și *rs53ss* definite în MATLAB (Anexa II).

✍ **T7.** Deduceți ecuațiile unui codor sistematic RS(7; 5) pentru GF(8). Desenați schema codorului sintetizat folosind circuite de sumare și multiplicare în GF(8).