

3.2.4. MODULATIA DELTA CU COMPANDARE SILABICA

3.2.4.1. Modulatia delta cu compandare

1. Introducere

Pentru realizarea unui sistem de comunicatii bazat pe modulatia/ demodulatia delta sunt necesare indeplinirea unor conditii tehnice deosebite:

- parametrii de calitate ridicata in cazul unor canale de comunicatie cu probabilitate mare de eroare (10^{-3});
- viteza de transmitere mica pe canalul digital (16 kb/s sau 32 kb/s);
- valoare ridicata a raportului semnal-zgomot de cuantizare;
- gama dinamica larga;
- fidelitate sporita a semnalului analogic la iesirea din decodor;
- constanta de timp adecvata a compresiei, in cazul adaptiv;
- o valoare minimala a semnalului de pauza, in absenta semnalului de intrare;
- componente si dispozitive electronice integrate fiabile, in scopul realizarii unor blocuri functionale sigure si simple constructiv.

Privitor la ordinea realizarii procesarii semnalului se mentioneaza ca se realizeaza esantionarea semnalului analogic de intrare $u(t)$ cu semnalul de esantionare având

frecventa $f_e = \frac{1}{T_e}$, astfel incât la momentul curent de esantionare nT_e , coderul sa compare

fiecare esantion $u(nT_e)$ cu semnalul de aproximare de la iesirea din integrator $u_r(t)$ in scopul realizarii semnelui impulsului de transmis in linie.

La intrarea in decoder ajung impulsurile receptionate in mod ierarhic deoarece s-a introdus fenomenul de compandare.

Exista o multitudine de metode de codare delta cu compandare silabica, cele care sunt implementate in sistemul STAR (Sistemul de Transmisiuni al Armatei Române) vor fi tratate in continuare.

Clasificarea coderelor se poate face in functie de mai multe criterii: parametrul comandat, de semnalul de comanda (care este independent de semnalul analogic de intrare), de prezenta de variatie a semnalului de comanda si a parametrului comandat.

In functie de parametrul comandat se disting:

- modificarea tensiunii de aproximare;
- modificarea nivelului semnalului analogic de intrare;
- modificarea frecventei succesiunii binare informationale;
- variatia structurii succesiunii binare.

In calitate de semnal de comanda se pot utiliza:

- valoarea instantanee sau panta semnalului analogic;
- anvelopa semnalului analogic;
- anvelopa pantei semnalului;
- variatia semnalului analogic pe un numar predeterminat de perioade de esantionare.

La modulatoarele delta cu compandare silabica exista dependenta functionala intre semnalul de comanda, numarul treptelor de aproximare si parametrul comandat.

Viteza de variatie a tensiunii de aproximare depinde de diferite tipuri de semnale rezultând mai multe categorii de modulatii:

- modulatie delta cu compandare silabica (MΔCS), la care variatia tensiunii de aproximare se produce lent in comparatie cu frecventa de esantionare a semnalului de vorbire;

– modulație delta cu compandare instantanee ($M\Delta CI$), la care tensiunea de aproximare variază de la o perioadă de esanționare la alta;

– modulație delta cu compandare hibridă ($M\Delta CH$), în care se regăsesc atât compandarea silabică cât și compandarea instantanee.

De subliniat că în practică se regăsește modulația delta cu compandare silabică, în rețeaua de comunicații permanentă (RCP) a STAR folosindu-se acest tip de conversie analog-numerică a semnalului de vorbire.

2. Modulator delta cu compandare silabică cu panta continuă

Modulația delta cu compandare silabică permite menținerea raportului semnal/zgomot de cuantizare constant la transmiterea silabelor cu intensitate diferită ceea ce este extrem de avantajos în sistemele de comunicații dedicate transmiterii vocii.

Spre exemplificare, într-un sistem de comunicații numeric cu $M\Delta CS$ pentru 60 de canale se obține modificarea treptei de cuantizare cu 34 dB pentru o gamă dinamică a semnalului de intrare de 40 dB.

Dacă se face studiul dependenței raportului semnal-zgomot de cuantizare de nivelul semnalului de vorbire la intrare pentru diferite frecvențe de esanționare la $M\Delta CS$ se constată că se obține o calitate a transmisiei comparabilă cu a sistemelor de comunicații MIC/PCM pentru o viteză de transmitere pe canal de 1,2-2 ori mai mică.

Schema bloc a unui sistem de comunicații cu modulație delta cu compandare silabică

Se apreciază că există un număr destul de însemnat de codere $M\Delta CS$, ce asigură la viteze de transmitere mici pe canalul de comunicație parametri electrici de transmisie de valoare ridicată. Se nominalizează trei tipuri de modatoare delta cu compandare silabică: cu adaptare continuă la panta semnalului, cu adaptare discretă la panta semnalului și delta robust.

Se prezintă schema bloc a unui modulator delta cu compandare silabică cu adaptare continuă la panta semnalului. (CVSD – Continuously Variable Slope Delta Modulator)

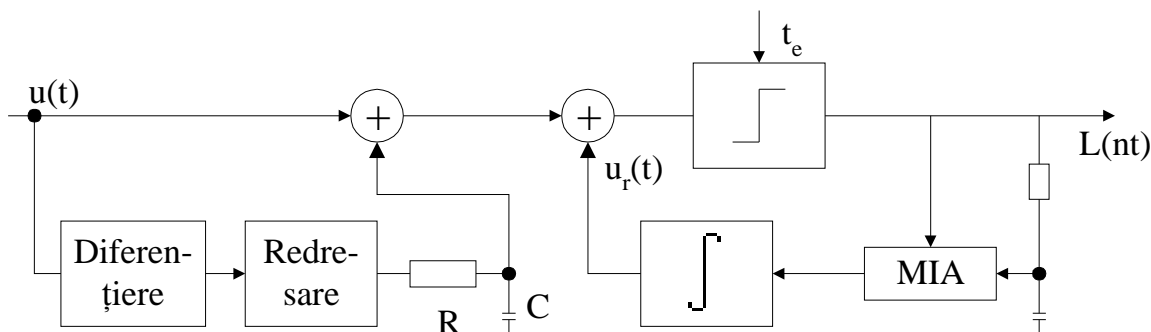


Fig. 3.31. Coder $M\Delta CS$ tip CVSD

Dacă la intrarea comparatorului din structura coderului delta liniar se aplică pe o intrare suplimentară o tensiune continuă u_c , se obține o variație a numărului mediu de impulsuri transmise în linie. S-a conceput astfel un nou tip de modulație delta adaptivă la care se obține, prin variația treptei de cuantizare în funcție de panta medie a semnalului, o maximizare a dinamicii semnalului de intrare $u(t)$ pentru care raportul semnal/zgomot de cuantizare se menține constant. Funcționarea coderului este determinată de existența în

bucla de reactie a unui modulator de impulsuri in amplitudine, comandat de tensiunea continua obtinuta in urma fenomenului de filtrare a secventei de impulsuri binare $L(nT_c)$.

Caracteristica modulatorului se regleaza in asa fel incat pentru semnale mici de intrare raportul dintre numarul mediu de impulsuri de valori logice 1 si 0 sa fie $1/3$ iar pentru semnale de intrare de valori mari acest raport devine $1/2$. Daca frecventa de esantionare este 28 kHz, frecventa impulsurilor 1 logic variaza intre 9,333 kHz, in absenta semnalului informational si 14 kHz in prezenta semnalelor de intrare de valoare maxima. Schimbarea valorii raportului modifica amplitudinea impulsurilor obtinute la iesirea modulatorului de impulsuri printr-un factor 20. Treapta de cuantizare se modifica de 20 de ori iar variatia densitatii impulsurilor binare de 1,5 ori, tensiunea de aproximare $u_r(t)$ la iesirea integratorului variaza de 30 de ori.

Dupa cum se poate observa, modulatorul impulsurilor in amplitudine indeplineste rolul de expander a semnalelor numerice, amplitudinea semnalului de iesire a modulatorului se modifica prin schimbarea diferentei dintre anvelopa semnalului informational si componenta continua corespunzatoare semnalului la pauza.

Semnalul de vorbire cu banda de frecventa limitata la domeniul 300-3400 Hz nu pot fi codificate de coderul prezentat decat daca se refac componentele de joasa frecventa. In consecinta semnalele de intrare sunt differentiate, redresate si filtrate de o retea RC cu frecventa de taiere 100 Hz; maximul energetic al anvelopei semnalului de vorbire se gaseste in banda de frecventa 60-100 Hz.

Decoderul este compus din decoderul local si un filtru trece banda care are rolul de a elimina componentele din afara domeniului 300-3400 Hz.

O importanta caracteristica a coderelor delta cu compandare continua. Raportul semnal-zgomot de cuantizare ramane constant si mare pentru variatii ale semnalului de intrare daca factorul de compandare este mai mare.

Din studiul figurii 3.32 rezulta ca pentru valori ale frecventelor de esantionare 16, 24, 58 kHz, raportul semnal-zgomot de cuantizare (r.s.z.c.) este maxim la nivelul de intrare nominal si scade lent la micșorarea nivelului de intrare al semnalului de vorbire.

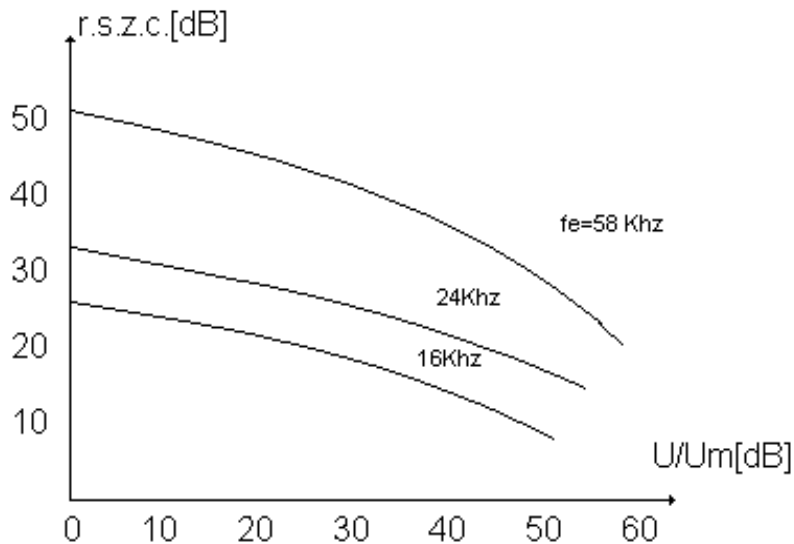


Fig. 3.32 Variatia r.s.z.c. in functie de nivelul relativ al semnalului de intrare

Avantajele modulatiei delta fata de modulatia PCM:

- micșorarea vitezei de transmitere pe canalul digital de la 64 la 32 kb/s;
- parametrii cailor telefonice obtinuti cu procedee delta de tip special (adaptive, predictive etc.) sunt superiori celor obtinuti cu PCM la aceeasi viteza de transmitere;

- tolerante mai mari in ceea ce priveste precizia si stabilitatea elementelor circuitului;
- echipamentele comune de grup ale unui sistem multiplex cu modulatie delta sunt mult mai simple decât cele ale unui sistem PCM, fiabilitatea primelor fiind mai mare;
- codecurile delta se pot dispune in terminalele utilizatorilor;
- reducerea influentelor tranzitorii dintre canale;
- la emisie si la receptie nu sunt necesare filtre trece jos complicate deoarece frecventa de tact are o valoare mult mai mare decât valoarea maxima a benzii vocale;
- o mai mare stabilitate la perturbatii a sistemelor $M\Delta$ fata de sistemele MIC/PCM.

Dezavantajele sistemelor cu modulatie delta fata de sistemele MIC/PCM:

- pretul mai ridicat al echipamentelor de formare a canalelor numerice;
- dependenta parametrilor canalului telefonic de repartitia spectrala a semnalelor transmise.