

## CAPITOLUL IV TRANSMISII DIGITALE

### 4.1. ZGOMOTUL IN COMUNICATII

#### 4.1.1. Zgomotul si distorsiunea totala

Zgomotul constituie unul din cei mai importanti parametri din comunicatiile analog / digitale.

Efectul zgomotului asupra calitatii transmisiunilor este diferit, in functie de tipul serviciului (telefonice, transmisiile de date, etc.) si de proprietatile diverselor forme de zgomot implicate.

In transmisiile telefonice zgomotul provoaca o "mascare" a pragului de audibilitate care creste pe masura ce nivelul zgomotului devine mai important. In transmisiunile de date, efectul se manifesta prin erori la partea de receptie a modemului sau prin cresterea susceptibilitatii acestuia la alte imperfectiuni ale canalului.

Conditii in telefonie impuse zgomotului de fond in impulsuri sunt mai restrictive decât la transmisiunile de date. In cazul transmisiunilor de date la debite binare egale si mai mari de 14.400 b/s pe circuitele vocale, conditiile privind zgomotul de fond nu sunt de neglijat. Zgomotul reprezinta orice perturbatie care afecteaza un semnal util, prin insumare cu acesta.

Charls I. Sippl defineste zgomotul in dictionarul "Mac Millan Dictionary of Data Communications":

a) variatii aleatoare ale uneia sau mai multor caracteristici, asociate unei marimi, cum ar fi: curentul I, tensiunea U etc.;

b) un semnal aleator cu proprietati statistice cunoscute ale distributiei de amplitudine si densitatii spectrale.

#### 4.1.2. Clasificarea zgomotului

Zgomotul de circuite analog/digital:

∅ zgomot independent de semnalul util:

a) zgomot aleator (de fond):

– termic;

– de semiconductor (alice);

– de intermodulatie;

– de joasa frecventa;

– diafonie liniara;

– convertor A/D (deplasarea punctului de zero);

– zgomote datorate erorilor digitale.

b) semnale perturbatoare sinusoidale:

– reziduri de purtatori;

– fundamentala si armonicele retelei (prin cuplaje inductive si capacitive);

– semnalizari (prin diafonie).

c) zgomot in impulsuri:

– zgomot datorat erorilor digitale;

– zgomot pe circuite echipate cu compandoare (cu semnul de activare);

– zgomot distorsiune de esantionare (aliasing distorsion).

∅ zgomot dependent de semnalul util:

a) zgomot (distorsiune) de cuantizare;

b) zgomot datorat erorilor digitale;

c) zgomot pe circuite ce contin compandoare;

d) zgomot de esantionare.

#### 4.1.2.1. Zgomotul aleator (de fond)

Cauze :

- zgomot termic sau de rezistenta (specific sistemului analogic pe cablu metalic sau radiorelee);
- zgomot de semiconductor (zgomot de alicie);
- zgomot de intermodulatie (diafonie neinteligibila in sistemul FDM);
- zgomot de j.f (legea 1/f);
- zgomot datorat diafoniei liniare;
- zgomot datorat erorilor digitale (in repaus);
- zgomot datorat convertorului A/D ("of set" al caracteristicii de codare);
- zgomot datorat unor contacte imperfecte (ex. potentiometre defecte).

#### 4.1.2.2. Zgomot cu frecventa unica (tonuri perturbatoare)

Cauze :

- reziduuri de purtatori si combinatiile acestora in sistem (FDM);
  - semnal frecventa de semnalizare (prin diafonie);
- armonicele frecventei de retea (prin cuplaje inductive si capacitive).

#### 4.1.2.3. Zgomot in impulsuri

Cauze:

- fenomene de limitare si suprasarcina in sistemele FDM (distorsiuni de neliniaritate);
- diafonia in circuite cu semnale digitale;
- perturbatii din echipamente de climatizare ale centralelor telefonice;
- fenomene tranzitorii datorate comutarilor din sistemele de electroalimentare;
- motoare electrice (la pornire);
- lampi fluorescente;
- centrale Rotary;
- erori pe traseele digitale;
- zgomotul datorat unor contacte imperfecte.

Din categoria zgomotului dependent de semnalul util (distorsionarea) fac parte: distorsiunea de cuantizare; zgomot datorat erorilor digitale; zgomot pe circuite echipate cu compandoare si zgomotul de esantionare (aliasing distortion).

Cauze: conversia A/D si D/A si alte prelucrari digitale.

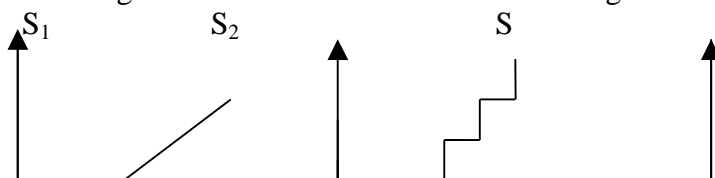
Diferenta dintre semnalul original si cel aproximat este denumita eroare (zgomot) de cuantizare.

Aceasta eroare este functia de semnalul de intrare si de parametrii sistemului, de exemplu de lungimea codului.

Efectuând raportul dintre semnalul de la intrarea codecului si zgomotul de cuantizare de la iesirea acestuia se obtine distorsiunea de cuantizare.

Prin definitie, se alege ca unitate de distorsiune de cuantizare ( $d_{qu}$ ) distorsiunea introdusa de un codec PCM de 8 biti (legea A sau  $\mu$ ) care este in conformitate cu recomandarile G. 711 si G. 712 . ( $q_{du}$  – Quantizing Distorsion Unit).

Ilustrarea zgomotului de cuantizare este data in fig. 4.1.



$$S = S_1 - S_2$$

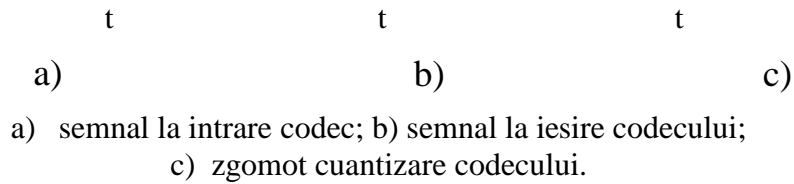


Fig. 4.1. Prezentarea semnalului de zgomot.

#### 4.1.2.4. Marimi utilizate pentru evaluarea zgomotului

a) Raportul semnal – zgomot ( $S/Z$ ). (Signal to Noise ratio).

$S$  – puterea cu care semnalul util ajunge la receptie.

$$S/Z = 20 \log \frac{U_S}{U_Z} [\text{dB}]; \quad s/z = 10 \log \frac{P_S}{P_Z} [\text{dB}] . \quad (4.1.)$$

Legaturile telefonice de buna calitate au un raport semnal/zgomot de minim 40 dB. Pastrarea unui raport  $s/z$  se face cu eforturi tehnice si financiare considerabile.

In cazul transmițerilor digitale, in speta a celor PCM, se permite ca la receptie sa aiba loc o regenerare a semnalului util.

Regenerarea este posibila numai in anumite limite pe care le definește simplu si intuitiv formula lui Shannon. Conform formulei, viteza de transmitere a semnalului digital este direct proportionala atât cu largimea de banda  $B$  a canalului cât si cu raportul semnal / zgomot ( $s/z$ ).

$$C \text{ (bit/s)} = \frac{1}{3} B \text{ (Hz)} \times E \text{ (dB)} \quad (4.2.)$$

Pentru viteza de 2048 Kb/s, largimea de banda necesara la  $s/z = 15$  dB este:

$$B = \frac{3 \cdot C}{s/z = 15} \approx 400 \text{ kHz}, \text{ in timp ce la } s/z = 30 \text{ dB largimea de banda este de}$$

numai = 200 kHz.

Transmisia PCM fara erori este posibila incepând de la raportul  $s/z$  de 15 pâna la 20 dB in timp ce pentru o transmisie analogica trebuie sa se realizeze insumat de la un capat la altul al conexiunii (legaturii) cel puțin 40 – 50 dB. Concluzia este ca tehnica PCM devine utilizabila in zonele cu nivele ridicate de perturbatii electrice cum sunt marile orase, cai ferate electrificate, incinte industrializate, etc.