

ZGOMOTE SI PERTURBATII

INTRODUCERE

$$V_{zg} = \sqrt{4kTR\Delta f} \quad (0.1)$$

Conform dictionarului IEEE, zgomotul electric este definit ca fiind ansamblul tuturor perturbatiilor nedorite care se suprapun peste semnalul util si au tendinta sa mascheze continutul acestuia.

Zgomotul present intr-un system electronic poate fi clasat in doua categorii:

1) Zgomot generat in interiorul sistemului

In circuitele liniare, zgomotul isi are originea , in principal, in natura discrete a purtatorilor de sarcina si este legat de fluctuatiile aleatorii ale numarului de purtatori care traverseaza o sectiune data. Acest zgomot este inevitabil.

Exemplul cel mai cunoscut este zgomotul termic, provocat de deplasarile aleatorii de electroni intr-o bara metalica nesupusa la o diferenta de potential externa. Tensiunea de zgomot care apare la bornele barei are o valoare medie nula, insa o valoare eficace data de relatia (0.1) in care k este constanta lui Boltzmann, T este temperature absoluta (in Kelvin) , R este rezistenta barei si Δf este banda de frecvente ale aparatului utilizat pentru a masura tensiunea.

2) Zgomot care provine din exteriorul sistemului

Acesta este numit semnal parazit sau perturbatie. Se disting doua categorii:

- Perturbatiile atmosferice si parazitii industriali
- Semnalele utile prezente intr-un circuit, care reusesc sa treaca prin cuplajele parasite in circuitele vecine.

Importanta zgomotului

Pentru a judeca importanta zgomotului, vom prezenta doua exemple. Primul se refera la telecomunicatii , iar al doilea se refera la o aplicatie industrial.

Cazul sistemelor de telecomunicatii

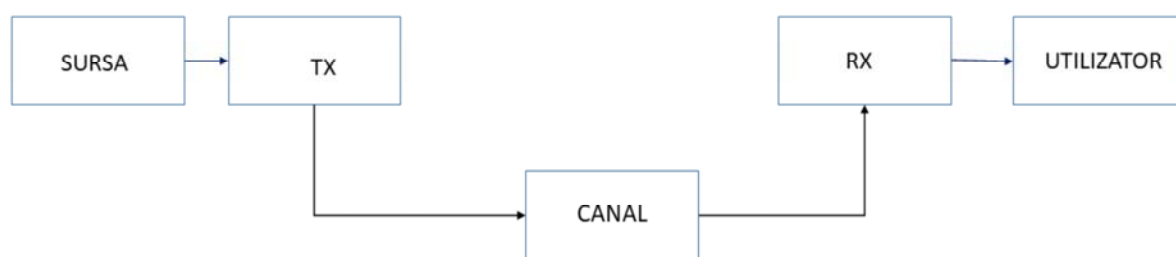


Fig.0.1

Structura unui sistem de telecomunicatii este prezentata in Fig.0.1.

Rolul emitorului TX este de a coda (modula) informatiile emise de SURSA, sub forma unui semnal electric convenabil adaptat canalului

La receptor, are loc operatia inversa (demodularea) pentru extragerea informatiei utile pe care s-o livram utilizatorului.

Presupunind ca sursa de semnal este ideala (nici zgomot intern, nici interferente), semnalul emis spre canal este contaminat doar de zgomotul intern propriu circuitelor din emitor, care ramin totusi la un nivel mult mai mic decat semnalul. In timpul propagarii prin canal, o multitudine de paraziti interfera cu semnalul util; efectul lor este potentat si de faptul ca semnalul sufera o atenuare severa pe parcursul propagarii in canal (propagare care poate atinge zeci de mii de km in cazul comunicatiilor prin satelit). Din acest motiv, primul lucru de luat in considerare la nivelul receptorului RX este de a amplifica semnalul primit pina la nivele mult mai convenabile, filtrind in acelasi timp o parte din perturbatiile suprapuse. Ulterior, prin demodulare, se extrage semnalul util, dar atentie, acesta este inseparabil de zgomotul intern care la contaminat la nivelul emitorului. Mai rau, fiecare etaj din receptor prin care semnalul trece adauga propriul zgomot.

Nimic nu poate fi intreprins pentru a elimina zgomotul intern adaugat semnalului util. Singurul grad de libertate al inginerului ramine proiectarea de circuite cu zgomot mic, mai ales la nivelul receptorului, unde semnalul ajunge cu o amplitudine foarte

mica. Intelegem astfel importanta pre-amplificarii si necesitatea de a dispune la acest nivel nu numai de circuite cu zgomot intern mic, dar si de o buna protectie a acestora contra parazitilor prezenti in jur.

In consecinta, in toate sistemele de comunicatii, evaluarea zgomotului global este o sarcina importanta, din doua motive:

- Zgomotul determina limita inferioara a nivelului de semnal care poate fi prelucrat de system.
- Capacitatea canalului depinde de raportul semnal/zgomot existent la iesirea sa. Shannon a demonstrat ca un system ideal are o capacitate proportionala cu logaritmul raportului $(S+N)/N$, unde S reprezinta puterea medie a semnalului si N este puterea efectiva a zgomotului.

Cazul aplicatiilor industriale



Fig. 0.2

Aplicatia industrial tipica comporta un sensor care transforma un parametru ne-electric (presiune, temperature, debit, etc.) intr-un semnal electric slab. Acest semnal adus la intrarea unui amplificator (fig.0.2) prin intermediul unei retele de cuplaj., care efectueaza o adaptare intre cele doua etaje. La iesirea amplificatorului, semnalul sufera o conversie analog-numeric, care permite ulterior efectuarea unui tratament digital si afisarea valorii.

In principiu, orice sensor furnizeaza un semnal electric care corespunde stimulului aplicat, avind doua categorii de deformatii:

- 1) Distorsiuni sistematice care provin de la functia de transfer neliniara a sensorului, de la dinamica sa limitata, etc. Originea lor este in principiul de functionare, in fabricatia, in calibrarea sau in imbatrinirea sensorului. Toti acesti factori sunt bine definiti si specificati de fabricant, prin urmare ei sunt usor de luat in considerare in procesul de proiectare a circuitelor in vederea compensarii lor.
- 2) Perturbatiile aleatorii suprapuse peste semnal, care sunt descrise doar prin proprietatile lor statistice. Este vorba, in fapt, de ceea ce numim zgomot electric care este determinat, in principal, de sensor si primul etaj al amplificatorului. Contributiile etajelor care urmeaza sunt adesea neglijabile, presupunind ca primul etaj al amplificatorului are un cistig important.

In aceste conditii, semnalul care apare la intrarea convertorului este afectat de zgomotul sensorului si de zgomotul adaugat de amplificator.

Pentru a avea o precizie ridicata in afisarea valorii numerice corespunzatoare amplitudinii semnalului analogic furnizat de sensor, proiectantul este predispus sa aleaga un convertor cu rezolutie foarte buna, caracterizat printr-un *pas de progresie* (valoarea bitului cel mai putin semnificativ – *LSB*) foarte mic.

De exemplu, pentru o iesire maxima de 5V el poate alege intre un convertor pe 10 biti (LSB = 5mV) si un convertor pe 16 biti care ofera un LSB = 77 μ V. Presupunind ca zgomotul total a semnalului analogic este de 180 μ V, este evident ca este inutil sa facem apel la un convertor pe 16 biti !

In realitate, semnalul analogic al senzorului este departe de a fi de 5V, ci mai degraba este de ordinal milivoltilor. Pasul de progresie se va micșora , in acest caz, pina la valori de ordinal a citiva zeci de nanovolti, ceea ce justifica necesitatea unui amplificator cu cistig foarte ridicat si in acelasi timp de zgomot mic. Aceste doua obiective sunt constringeri dificil de impus in proiectare.

In consecinta, de cite ori se impune o mare precizie a conversiei analog-numerica, toate sursele de zgomot trebuie evaluate riguros, atit cele interne cit si cele externe.

Concluzie

“Zgomotul este ca o boala: niciodata imposibila, tot ce putem face este sa o prevenim. Odata aparuta, este imposibil sa o vindecam; tot ce putem face este sa usuram suferinta, sau sa ne obisnuim sa traim cu ea. Alegerea depinde de natura bolii, de amploarea sa si, mai ales, de costul tratamentului” – Sheingold.