

TRANSMISIUNI ANALOGICE ȘI DIGITALE

1. NOȚIUNI GENERALE

1.1 INTRODUCERE

- Omul și mijloacele de comunicație;
 - medii de comunicare: telefonie, radiodifuziunea, televiziunea, presa etc.
 - perfecționarea permanentă a mijloacelor de comunicare
 - tendința: capacitatea indivizilor de a transmite sau de a primi informații de la parteneri aflați la orice distanță.
-
- Elementul comun al celor mai multe dintre actualele sisteme de transmisiune este **electrocomunicația**.
 - premisele apariției și dezvoltării: **1799** când **Volta** a descoperit **pila electrică**.
 - **1837 Morse** descoperă alfabetul care-i poartă numele
 - **1844** se realizează **prima linie pentru transmisiuni telegrafice**.
 - Peste cca. 12 ani, în **1856** se începe instalarea primului **cablu transoceanic**.
 - primă perfecționare remarcabilă a acestor sisteme este adusă în **1875** când **Baudot** concepe **codul cu cinci impulsuri**.
 - Transmisiunile telegrafice sunt simple, destul de fiabile dar informația transmisă este ‘săracă’ deci **transmiterea sunetelor**.
 - Primele încercări: **1870** de către **Graham Bell**.

- patent și înființează întreprinderea Bell Telephone -1877.
- Perfecționarea sistemelor de transmitere telefonică (ca și a altor sisteme de comunicație) - dezvoltarea electronicii.
- descoperirea triodei de către **Lee de Forest (1906)**
- **prima transmisiune telefonică peste ocean (1915).**
- **1960** când firma Bell Telephone introduce **comutarea automată.**
- Comunicațiile fără fir (radio) s-au dezvoltat în paralel cu comunicațiile pe fir (ghidate).
- Bazele lor:
 - **1820 Oersted** - posibilitatea creării unui **câmp magnetic** în apropierea unor conductoare prin care circulă curent;
 - **1831 Faraday** – **inducția electromagnetică.**
- nașterea teoriei comunicațiilor radio: **1864 - Maxwell descoperă (teoretic) undele electromagnetice.**
- experimental peste circa 20 ani - **1887 - Hertz.**
- **1891 - Marconi** - prima transmisiune radio.
- În continuare cele două sisteme evoluează în paralel, interferând permanent.
- Din anii 1920 paralel cu telefonie pe fir se dezvoltă și radiotelefonia de utilitate publică.
- În prezent sistemele de comunicații înglobează în egală măsură rețele fixe și mobile.
- Sistemul global de comunicații devine tot mai complex; din 1962 se adaugă o nouă componentă: comunicațiile prin sateliți.

1.2 STRUCTURA UNUI SISTEM DE COMUNICAȚII

- Conf. figurii 1.1 - sistem de comunicație - trei secțiuni mari:
 - secțiunea de emisie (transmisie);
 - mediul de transmisiune;
 - secțiunea de recepție.

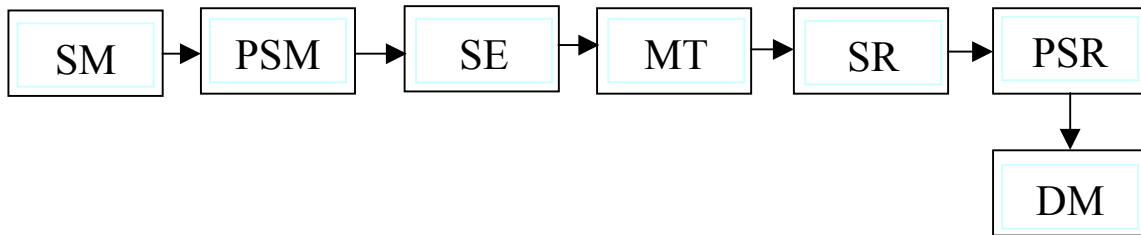


Figura 1.1

- Mesajele generate de sursă: mărimi mecanice, semnale luminoase, sonore etc.
- Indiferent de natura lor aceste semnale sunt aleatoare.
- Traductorul : microfon, fotodiodă, traductor, cameră de luat vederi etc.
- prelucrare în vederea transmisiei; de cele mai multe ori este numai filtrat și amplificat.

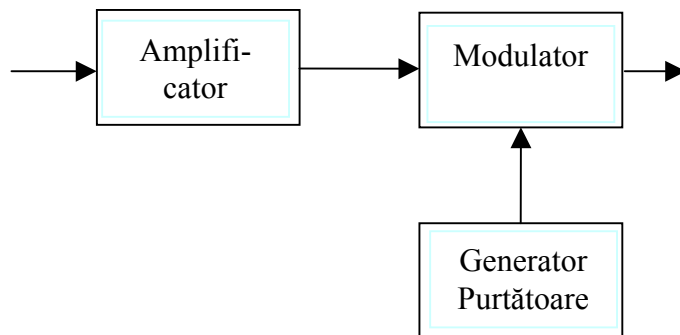


Figura 1.2

- **Modulația** - realizarea un semnal optim în vederea transmiterii și pentru a permite folosirea mediului pentru a transmite mai multe mesaje.
- modificarea unuia sau a mai multor parametri ai unui semnal, numit **semnalul purtător**, în ritmul semnalului de transmis (semnalul modulator);
- Se cunosc două variante de semnale purtătoare:
 - a) *Semnale sinusoidale*

b) *Sucesiune de impulsuri.*

a) **Modulația cu semnal purtător sinusoidal:**

$$s_o(t) = U_o \cos(\omega_o t + \varphi_o)$$

- Acceptă trei variante de modulație:
 - *liniară (de amplitudine)*
 - *exponențială – de frecvență*
 - *exponențială – de fază.*
- aspect comun: transmiterea mai multor mesaje prin folosirea unui singur mediu de transmisiune se face utilizând tehnica cunoscută sub denumirea de **diviziune în frecvență**.

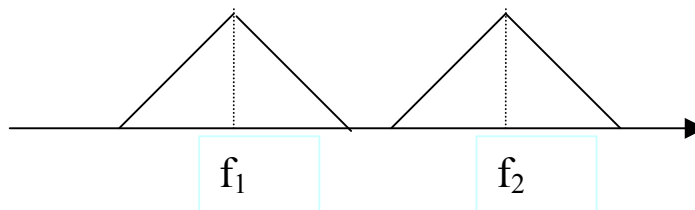


Figura 1.3

- bandă de frecvență nominalizată prin frecvența sa centrală.
- b) **Modulația cu semnal purtător = succesiune de impulsuri;**
- Și în această variantă se pot realiza mai multe tipuri de semnale modulate prin:
 - *modulația impulsurilor în amplitudine (MIA);*
 - *modulația impulsurilor în durată (MID);*
 - *modulația impulsurilor în poziția (MIP);*
 - *modulația impulsurilor în frecvență (MIF);*
 - *modulația impulsurilor în cod (MIC).*
 - aspect comun: pentru a transmite mai multe mesaje folosind un singur mediu de transmisiune: *diviziunea în timp (TD).*

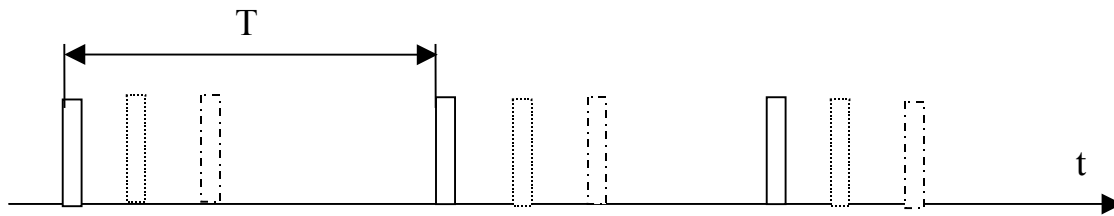


Figura 1.4

- pentru transmiterea valorii extrase dintr-un mesaj dat într-o perioadă de timp (conform teoremei eșantionării) se alocă un segment (slot) temporal.
- Atât în cazul diviziunii în timp cât și în frecvență pentru transmiterea unuia sau a mai multor mesaje se constituie așa numitele **canale de comunicație (transmisiune)**.
- desemnează mediul de transmitere, segmentul alocat din domeniul timp, frecvență sau altă dimensiune împreună cu o parte (mai mare sau mai mică) din echipamentele de emisie și recepție.
- medii de transmitere mai cunoscute: liniile bifilare, cablele coaxiale, fibrele optice, ghidurile de undă, mediul înconjurător etc.
- În procesul de transmisiune semnalul este **modificat**:
 - atenuat
 - întârziat
 - afectat de zgomote dintre care cel mai cunoscut este zgomotul termic.
- **Secțiunea de recepție** are rolul ca, din multitudinea de semnale, afectate de procesul de comunicație, să extragă semnalul dorit, să-l amplifice, să-l demoduleze și să aducă semnalul demodulat la caracteristici convenabile utilizatorului.
- Performanțe: Raportul semnal-zgomot, fidelitatea (distorsiunile etc.)

$$RSZ = P_s / P_z$$

1.3 SISTEME DE COMUNICAȚIE NUMERICE

- Primele sisteme de comunicație au fost analogice.
- caracteristic - amplitudinea semnalului poate lua orice valoare în mulțimea \mathbb{R} .
- Sursele de mesaje clasice sunt de regulă analogice.
- Spre deosebire de sistemele de comunicație analogice, cele numerice nu mai transmit valoarea semnalului ca atare ci după o prelucrare în cursul căreia se reține cea mai apropiată valoare dintr-un set finit;
- acestei valori i se asociază un cod numeric.
- **1938 Alec Reeves - Modulația Impulsurilor în Cod (MIC, PCM)**
- principala variantă de transmitere numerică a semnalelor.
- acest mod de transmisiune, care a devenit din ce în ce mai accesibil, datorită progresului tehnologic are o serie de avantaje remarcabile:
 - *un simbol este refăcut alegând o valoare într-un set finit, deci se poate evalua probabilitatea de a greși (probabilitatea de eroare) și se poate introduce o prelucrare suplimentară (codare) care să permită reducerea la limite extrem de reduse a acestor erori.*
 - *se poate elimina o oarecare cantitate de informație care ar fi transmisă inutil (redundanța).*

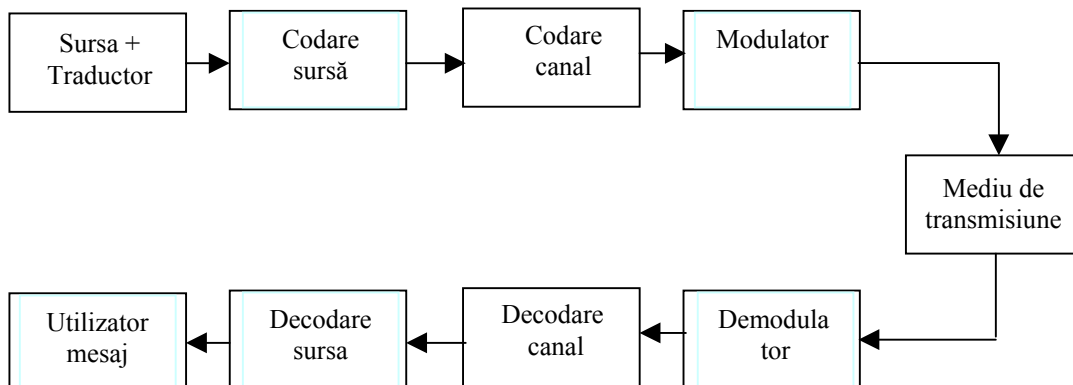


Figura 1.5

- Ieșirea sursei de mesaje poate fi analogică sau digitală.

- Mesajele provenite de la sursele analogice sunt convertite în secvențe de digiți binari.
- De dorit este ca aceste secvențe să fie cât mai scurte.
- **codarea sursei** - se caută o reprezentare cât mai eficientă a datelor rezultate (adică o reprezentare care să reducă la minim redundanța deci cantitatea de date care trebuie transmisă în unitatea de timp).
- **codare de canal** - cunoscând caracteristicile canalului, fluxul de informație va fi prelucrat adăugându-se o redundanță controlată prin care să se poată elimina eventualele erori (k-n, repetiția, întreteserea etc.).
- **Modulația** - secvențelor numerice li se asociază semnale adecvate transmisiei.
- Cea mai simplă variantă: modulația binară, 1 - 'S₁' 0 - 'S₀'.
- varianta cu mai multe nivele - se grupează m biți formând cuvinte cu $M=2^m$ valori posibile.
- setul de semnale conține M semnale diferite.
- Demodulatorul examinează semnalul recepționat și decide care semnal este cel mai probabil să fi fost transmis.
- Decizia este binară în primul caz și m -ară în al doilea.
- Măsura performanțelor acestor sisteme este dată **de probabilitatea de eroare de bit**.
- Aceasta depinde de: semnalele transmise, puterea transmisă, caracteristicile canalului (implicit de RSZ).
- Valoarea acceptată pentru probabilitatea de eroare depinde de scopul transmisiei și de codul folosit.
- Pe baza datelor obținute la ieșirea decodorului de canal se reconstituie fluxul de date
- prin operațiunea inversă codării de sursă se reface semnalul numeric transmis (și în final, dacă este cazul, cel analogic).
- Evoluția comunicațiilor numerice:
 - **Teorema eșantionării, 1924 – Nyquist**
 - **Modulația Impulsurilor în Cod, 1938 – Alec Reeves**
 - **Teoremele lui Shannon - 1948;**

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{P}{BN_0} \right) bps$$

- **Coduri detectoare de erori, 1950 - Hamming.**

1.4 MEDII DE TRANSMISIUNE; CARACTERISTICI

- linii bifilare cu fire paralele ($B < n \times 100 \text{ kHz}$)
- cable coaxiale ($B \approx n \times 1 \text{ MHz}$)
- fibre optice ($B > n \times 100 \text{ MHz}$)
- mediul înconjurător

LBF	CC	Ghid	FO	UL	UV
100kHz	1MHz	1GHz	$n \times 100 \text{ MHz}$		10^{15} Hz

30KHz	100kHz	1MHz	100MHz	1GHz	10GHz	40GHz
Aero Navale militare	RD-MA	RT RD-MF RTV Mobile, navale, militare	Afaceri sateliți mobile, personale radar			

- Structura cursului:
 - Comunicații:** Curs-4, seminar-1, laborator-2
 - Electronică Aplicată:** curs 3 ore, laborator 1 oră
- laboratorul se ține în **A310-A312**
- Aprecierea activității din timpul anului:
 - Comunicații:** Examen parțial 20p, Seminar 15p; laborator 15p - total 50p, Examen final 50p.
 - Electronică Aplicată:** Lucrare pe parcurs 20p, Laborator 30p, Examen final 50p;
 - Prezența la curs poate aduce o bonificație de până la 10 puncte care se acordă celor care au nota 5.
- Lucrarea (examenul parțial) constă din 2 subiecte – o problemă și un subiect format din 5 întrebări;
- Durata: 1oră
- Pentru Comunicații examenul constă din 4 subiecte (1 problemă, 2 subiecte compacte și un subiect cu 5 întrebări) total 50 puncte;
- Pentru EA examenul constă din 5 subiecte (2 probleme, 2 subiecte compacte și un subiect cu 5 întrebări) total 50 puncte;
- Durata: 2.5 ore
- La examen nu se poate participa fără 50% din punctele de laborator;
- La restanță nu se poate participa fără 50% din punctele din timpul anului.

Bibliografie:

- I. Constantin, I. Marghescu: Transmisiuni analogice și digitale, ET 1995.
- II. V. Croitoru, M. Kizik, S. Stoica: Comunicații digitale, Ed. Presa Națională, 1997.
- III. D. Zamfirescu, O. Fratu, S. Halunga, Z. Gheldiu: Transmisiuni Analogice și Digitale, îndrumar de laborator, UPB, 1997.