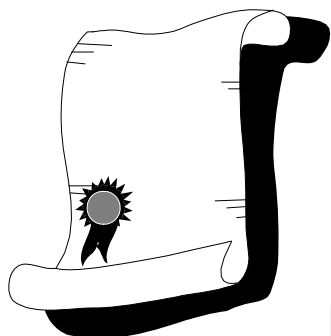


TRANSMISIA DATELOR LA NIVEL FIZIC



Subiecte

- 2.1. Efectele canalelor reale**
- 2.2. Capacitatea canalului**
- 2.3. Codarea electrică a datelor**
- 2.4. Interfețe**
 - 2.4.1. USB**
 - 2.4.2. Wireless USB**
 - 2.4.3. V.24/RS232C**

Evaluare: 1. Răspunsuri la întrebări și aplicații

Succesul receptorului în interpretarea corectă a datelor recepționate depinde de banda de frecvențe a semnalului și a canalului, perturbațiile din canal, tipul de codare electrică, viteza datelor și puterea semnalului transmis.

2.1. Efectele canalelor reale

Canalele reale impun o serie de limitări pentru transmiterea datelor. Semnalele analogice se deformează, iar semnalele numerice pot fi eronate, adică poate apărea transformarea lui „1” în „0” sau invers. Canalele reale afectează capacitatea de transmisie a unei legături. Factorii principali care afectează calitatea semnalului sunt: atenuarea, întârzierea și zgomotele.

Atenuarea semnalului, sau reducerea puterii acestuia odată cu distanța parcursă, se definește ca raportul:

$$A = 10 \log_{10} \frac{P_t}{P_r} \text{ dB}$$

unde P_t este puterea transmisă, iar P_r este puterea recepționată. Pentru medii ghidate, atenuarea este exponențială și de aceea este deseori exprimată în decibeli per unitatea de distanță (dB/km). Pentru medii neghidate atenuarea este o funcție mai complexă care depinde atât de distanță cât și de condițiile atmosferice.

Exemplu

O linie telefonică are pierderi de 20 dB. Puterea semnalului de la intrare este de 0,5 watt, iar puterea zgomotului de la ieșire este de 2,5 μ watt. Care este SNR la ieșirea liniei adică la receptor?

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

$$A = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{intrare}}}{P_{\text{iesire}}}, \quad 20 = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{intrare}}}{P_{\text{iesire}}}, \quad 2 = \log_{10} \frac{P_{\text{intrare}}}{P_{\text{iesire}}}$$

$$\frac{P_{\text{intrare}}}{P_{\text{iesire}}} = 10^2 \Rightarrow P_{\text{iesire}} = \frac{P_{\text{intrare}}}{100} = \frac{0,5}{100} \text{ watt} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ watt}$$

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{iesire}}}{N} \Rightarrow \text{SNR} = 10 \log_{10} \frac{5 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-6}}$$

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} (2 \cdot 10^3) = 30 + 10 \cdot 0,3 \cong 33 \text{ dB}$$

Existența atenuării impune trei condiții de care trebuie ținut cont în ingineria comunicațiilor:

- **semnalul recepționat trebuie să aibă o putere suficientă** pentru ca circuitele electronice ale receptorului să-l poată detecta.
- **nivelul semnalului să fie suficient de mare față de cel al zgomotului**, ca semnalul să poată fi recepționat fără erori, Primele două condiții se rezolvă asigurând semnalului o putere suficientă la emisie și folosind amplificatoare și repetoare; dar trebuie ca puterea să nu fie atât de mare încât să aducă circuitele în zone de neliniaritate, ceea ce ar duce la deformări suplimentare ale semnalului.
- **atenuarea semnalului crește deseori odată cu creșterea frecvenței**. Aceasta problemă se rezolvă prin corectarea atenuării în banda de frecvențe în care se face transmisia, cu circuite pasive (bobine), sau folosirea unor amplificatoare care amplifică mai mult semnalele de frecvențe înalte decât cele de frecvențe joase (egalizare).

În figura 2.1 este prezentată distorsiunea de atenuare pentru o linie telefonică închiriată, măsurată relativ la atenuarea de la frecvența de 1000 Hz. Valorile pozitive de pe ordonată indică o atenuare mai mare decât cea de la 1000 Hz. În canal se emite un semnal sinusoidal sau o purtătoare cu frecvența de 1000 Hz și o anumită putere se măsoară puterea semnalului recepționat P_{1000} . Procedura se repetă pentru purtătoare cu frecvențe diferite, în banda vocală, (300-3400) Hz. Atenuarea relativă, exprimată în decibeli este:

$$N_f = -10 \log_{10} \frac{P_f}{P_{1000}} \text{ dB}$$

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

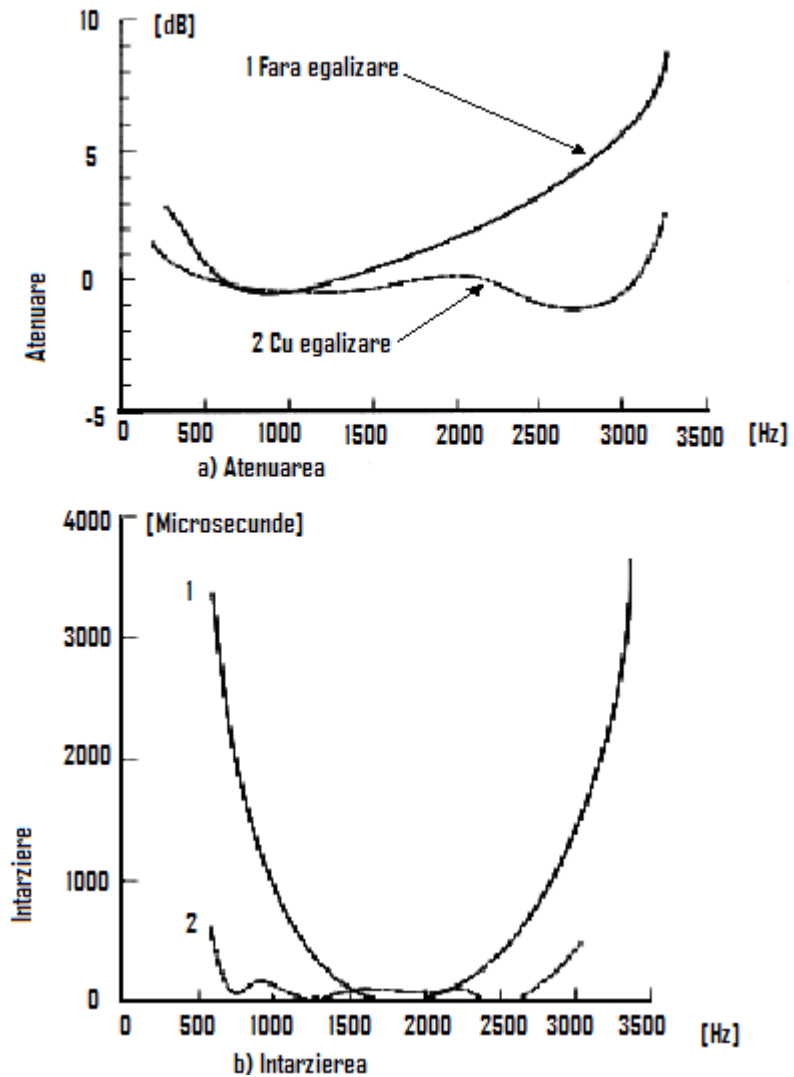


Fig. 2.1. Curbele distorsiunii de atenuare (a) și distorsiunii de întârziere (b)

Cu linie continuă este reprezentată atenuarea fără egalizare; se vede că atenuarea nu este constantă în banda de transmisiune și deci semnalul va fi deformat. De aceea se procedează la egalizarea canalului, ceea ce duce la o aplatizare a atenuării în banda de transmisiune deci la o îmbunătățire a calității semnalului; atenuarea cu egalizare este reprezentată cu linie punctată. La transmisiunea semnalelor numerice, dacă se alege un cod de linie adecvat, majoritatea energiei semnalului este concentrată în jurul frecvenței fundamentale sau a ratei de bit a semnalului, deci în acest caz ele vor fi mai puțin deformate.

Distorsiunea de **întârziere** apare din cauza că viteza de propagare a semnalelor prin medii ghidate depinde de frecvență. Pentru semnalele de bandă limitată viteza maximă este la frecvența centrală și este mai redusă la capetele benzii. Componentele de frecvențe diferite din care este format semnalul numeric, vor fi astfel întârziate diferit, ceea ce duce la o deformare suplimentară a semnalului transmis prin canal. Distorsiunea de întârziere este foarte importantă pentru transmiterea semnalelor numerice. Din cauza ei, componentele spectrale

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

ale unui anumit bit se pot deplasa pe poziția biților învecinați, cauzând interferența intersimbol, ISI (InterSymbol Interference), care determină limitări importante ale vitezei maxime de transmisiune prin canal. Și în acest caz se procedează la egalizare; efectul egalizării se poate vedea în figura 2.1.b.

Zgomotele sunt semnale suplimentare nedorite introduse în semnalul util în timpul propagării prin canal. Există patru categorii de zgomote: zgomotul termic, zgomotul de intermodulație, diafonia și zgomotul în impulsuri.

Zgomotul termic se datorează agitației termice a electronilor din conductoare; este prezent în toate dispozitivele electronice și mediile de transmisiune și depinde de temperatură. El este uniform distribuit în banda de frecvențe folosită de obicei în sistemele de comunicație și de aceea se mai numește și zgomot alb. El nu poate fi eliminat și astfel limitează superior viteza de transmisie a datelor prin canal. Are o importanță deosebită la transmisiunile prin satelit unde puterea semnalului recepționat este foarte scăzută. Dacă densitatea spectrală de putere a zgomotului este:

$$N_0 = kT \text{ (W/Hz)},$$

care reprezintă puterea zgomotului în banda de 1 Hz, unde $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K este constanta lui Boltzmann iar T este temperatura absolută exprimată în grade Kelvin. Deoarece zgomotul nu depinde de frecvență, pentru o bandă B oarecare, puterea zgomotului este:

$$N = N_0 B \text{ (W)} \text{ sau } N = kTB \text{ (W)}$$

sau în decibel-watt:

$$\begin{aligned} N &= 10 \log k + 10 \log T + 10 \log B \\ &= -226,6 \text{ dBW} + 10 \log T + 10 \log B. \end{aligned}$$

Zgomotul de intermodulație este cauzat de neliniaritățile existente la transmițător, la receptor, sau sunt cauzate de mediul de transmisiune. Dacă emițătorul și receptorul sunt liniare, semnalul rezultat în urma amplificării este semnalul de intrare înmulțit cu o constantă. Neliniaritățile sunt cauzate fie de o funcționare incorectă a unor dispozitive, fie de folosirea unor semnale de intrare de putere prea mare, deci de o funcționare în zona neliniară a caracteristicii de transfer a amplificatoarelor. Zgomotul de intermodulație are ca rezultat apariția unor semnale având frecvența sumă sau diferență a frecvențelor originale, sau multipli ai acestora.

Diafonia se manifestă în sistemele telefonice, atunci când un utilizator aude pe linga conversația sa și o altă conversație, și se

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

datorează în principal cuplajului dintre perechile de fire din același cablu. Ea poate apărea și când o antenă pentru microunde captează semnale nedorite; deși antenele sunt direcționate, energia se poate „împrăștia” și ajunge în zona unei alte antene. Rezultatul este că un semnal este recepționat și de altă antenă. Diafonia este de același ordin de mărime sau mai mică decât zgomotul termic. Zgomotul termic, cel de intermodulație și diafonia sunt relativ predictibile și deci se poate ține cont de ele în proiectarea sistemelor de transmisiuni.

Zgomotul în impulsuri este discontinuu și constă din impulsuri sau vârfuri de zgomot de durată mică și amplitudine relativ mare, cu caracter aleatoriu, și provine din surse exterioare sistemului de transmisiune: fulgere sau alte perturbații electromagnetice. Influența lor asupra semnalului depinde de raportul semnal pe zgomot. Dacă, pentru a reduce efectul zgomotelor, se crește puterea semnalului, se poate ajunge în zone de neliniaritate. Sunt mai multe feluri de zgomote în impulsuri:

- zgomotul **de fluctuații**, datorat rețelelor de alimentare cu energie electrică sau stațiilor radio, are spectrul de putere uniform distribuit în banda frecvențelor utile. Pentru transmisiile de date este suficient un raport semnal pe zgomot de maxim 30 dBmo,
- zgomotul **sinusoidal**, datorat rețelelor și echipamentelor de electroalimentare (apar frecvența de 50 Hz și multipli săi, cu $U=100\text{mV}$) și datorat și apelurilor în frecvență (10,12, 16 kHz și $U=7\text{mV}$),
- zgomotul **în impulsuri**, care apare prin diafonie din circuite vecine în care se transmit impulsuri de nivel mare (semnalizări, apeluri, impulsuri telegrafice) sau datorită comutatoarelor din CTA-uri (Centrale Telefonice Automate).

Avizul V.55 recomandă măsurarea unei căi timp de 15 minute, sau cel mai apropiat interval în care încapă un număr întreg de pachete și numărarea impulsurilor care depășesc un anumit prag (maximum 18 impulsuri ce depășesc -15dBmo).

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

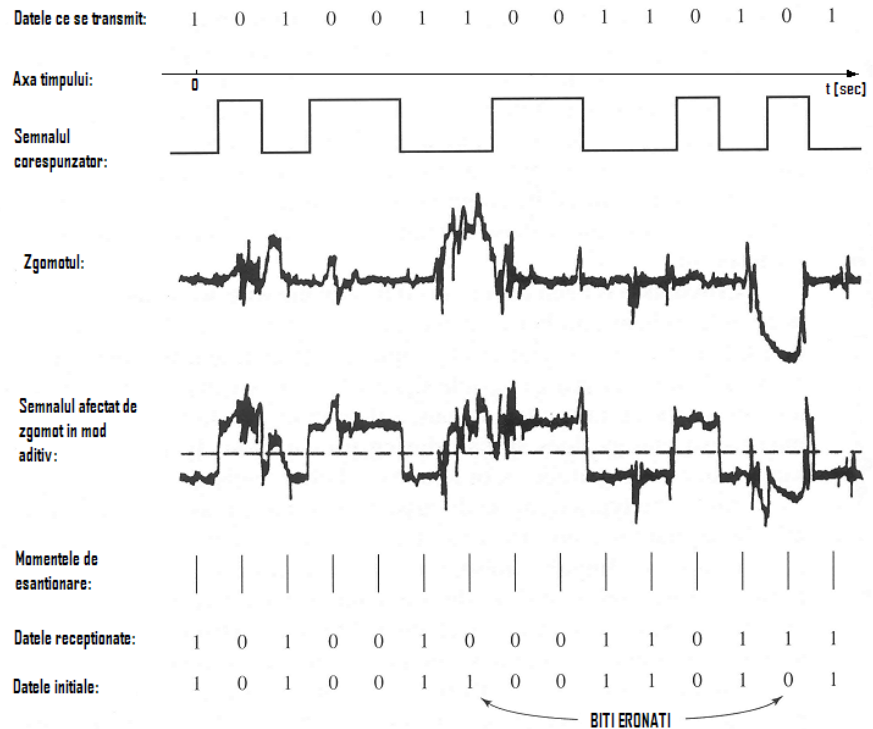


Fig. 2.2. Efectul zgomotelor asupra semnalelor numerice

2.2. Capacitatea canalului

Pentru transmisiunile digitale sau numerice se pune problema cum să fie tratate efectele canalului astfel încât datele să poată fi transmise la o viteză cât mai mare.

Capacitatea canalului este viteza maximă cu care se pot transmite datele printr-o cale de comunicație sau canal, în anumite condiții. Există patru noțiuni care trebuie avute în vedere:

- **Debitul datelor** reprezintă **viteza**, în **biți pe secundă (bps)** la care pot fi comunicate datele. Ea este numită și bandă numerică sau digitală.

- **Banda de frecvențe**, sau lățimea de bandă, reprezintă banda semnalului transmis, impusă de transmițător și de natura mediului de transmisie, exprimată în cicluri pe secundă sau **Hertz-i (Hz)**.

- **Zgomotul** reprezintă nivelul mediu al zgomotului prin calea de comunicație.

- **Probabilitatea erorii** sau **rata erorii** este rata de apariție a erorilor și se calculează ca **raportul dintre numărul de biți eronați receptionați și numărul total de biți transmiși**; prin eroare se înțelege recepționarea unui 1 când s-a transmis un 0, sau invers recepționarea unui 0 când s-a transmis un 1. Pentru probabilitatea de eroare se mai folosește și termenul de **BER** (Bit Error Rate).

Terminalul de date sau calculatorul transmite datele sub forma unor simboluri binare, sau biți. La transmiterea în canal, forma de semnalizare poate fi păstrată sau modificată, de către echipamentul numit **modem**. Numele este o abreviere de la **modulare-demodulare**,

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

deoarece în acest echipament, datele modulează de obicei un semnal sinusoidal, numit purtătoare, modificându-i unul din parametrii care o caracterizează și anume: amplitudinea, faza sau frecvența. Dacă însă, transmisia se face în banda de bază, adică prin niveluri de tensiune continuă, ridicate sau coborâte, atunci nu mai apare operația de modulare a purtătoarei la emisie, respectiv de demodulare la recepție, dar echipamentului i s-a păstrat denumirea de modem. Acesta se numește modem în banda de bază și conține la emițător un codor, care schimbă codarea NRZ a datelor livrate de terminalul de date, într-o codare mai adecvată transmisiei, ca de exemplu codare RZ, Manchester, AMI, HDB3, codare bipolară, codare multinivel, etc. La receptor există decodorul, care reface secvența binară din simbolurile recepționate din canal. Astfel, în canalul de comunicație se pot transmite alte tipuri de simboluri, diferite de simbolurile binare livrate modemului de terminalul de date.

Terminalul de date se numește **DTE** (Data Terminal Equipment), iar viteza datelor sau **debitul D** al datelor livrate la ieșirea sa și la intrarea în modem se măsoară în **biți pe secundă**, sau **bps**. **Modemul** se numește **DCE** (Data Circuit Equipment), iar viteza semnalelor de la ieșirea sa și deci viteza din canal se numește **viteză de semnalizare v**, și se măsoară în număr de **simboluri pe secundă** adică **baud** sau **Bd**. Relația dintre debit și viteza de semnalizare este:

$$D = v \log_2 M,$$

unde M este o putere a lui 2, și reprezintă numărul de simboluri posibile din canal.

Există două **teoreme care stabilesc limitele pentru viteza de transmisie, pentru canale fără zgomot, respectiv cu zgomot**: teorema lui Nyquist și teorema lui Shannon.

- **Capacitatea canalelor ideale.** Considerând un canal fără zgomot sau ideal, singura limitare impusă vitezei datelor este cea dată de banda de frecvențe.

Teorema lui Nyquist pentru canale ideale afirmă că, dacă **B** este banda de frecvențe disponibilă a canalului, echivalent cu un filtru trece-jos ideal, atunci **viteza datelor** prin canal, **pentru codarea cu 2 niveluri**, este:

$$C = 2B$$

Exemplu: considerăm o **cale vocală** ideală, la care transmisia semnalelor binare se face în **banda (300 – 3400) Hz**, deci banda sa este de 3100 Hz. Semnalele numerice se transmit prin intermediul unui modem. Atunci capacitatea canalului este $C=2B=6200$ bps.

Codarea multinivel (M niveluri). În canale, pot fi folosite semnale cu mai mult de două niveluri, astfel încât fiecare element de semnal poate reprezenta sau transporta mai mult decât un singur bit. Dacă, de exemplu, se folosește o reprezentare cu patru niveluri de

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

tensiune, atunci fiecare element de semnal (un nivel de tensiune din cele patru niveluri posibile) va transporta 2 biți ($2^2 = 4$), iar dacă se folosește o reprezentare cu opt niveluri de tensiune atunci fiecare element de semnal (un nivel de tensiune din cele opt niveluri posibile) va transporta 3 biți ($2^3 = 8$). La **semnalizarea multinivel**, și **canale ideale** formula lui Nyquist devine:

$$C = 2B \log_2 M$$

Pentru $M=2$ se regăsește formula lui Nyquist. **Deci, pentru o bandă dată, capacitatea canalului poate fi crescută crescând numărul simbolurilor din canal.** Evident că acest lucru complică sarcina receptorului, care va trebui să facă distincție nu numai între două simboluri ci între mai multe, din cele M posibile. Aceste formule reprezintă valori maxime teoretice pentru canalele ideale. În canalele reale, zgomotul și alte efecte limitează valoarea lui M .

Exemplu. Un sistem numeric operează la 9600bps. Dacă elementele de semnal sunt codate cu 4 biți pe cuvânt, care este banda minimă necesară a canalului?

Soluție:

$$C = 2B \log_2 M, \quad M = 2^4 = 16,$$

$$9600 = 2B \log_2 16, \quad 9600 = 2B \log_2 16$$

$$9600 = 2B \cdot 4, \quad B = 1200 \text{ Hz}$$

• Capacitatea canalelor reale.

Teorema lui Nyquist arată că, păstrând constante celelalte condiții, dublarea benzii permite dublarea ratei datelor.

Să considerăm acum **relația dintre rata datelor, zgomot și rata erorii**. Zgomotul poate corupe unul sau mai mulți biți. Dacă rata datelor crește, atunci fiecare bit va dura mai puțin, astfel că pentru o anumită structură a zgomotului vor fi afectați mai mulți biți. Deci, pentru un anumit nivel de zgomot, creșterea ratei datelor duce la creșterea ratei erorilor. Pe de altă parte, pentru un anumit nivel de zgomot, creșterea puterii semnalului va permite receptorului să detecteze corect un număr mai mare de biți în prezența zgomotului, deci scade rata erorilor. Elementul cheie în acest raționament este **raportul semnal pe zgomot** care este raportul dintre puterea semnalului și puterea zgomotului, notat fie cu **SNR** (Signal-to-Noise Ratio), fie cu **S/N**. Acest raport se exprimă în valori absolute, ca raportul S/N dintre cele două puteri, a semnalului S , și a zgomotului N . Raportul poate fi exprimat în decibeli, și în acest caz se calculează cu formula:

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \frac{S}{N} \text{ dB}.$$

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

Un raport SNR mare înseamnă o calitate bună a semnalului recepționat și un număr redus de repetoare. Acest raport e important în transmiterea datelor numerice, deoarece impune limita superioară pentru rata datelor.

Capacitatea maximă a canalului, în prezența zgomotelor se poate calcula cu formula stabilită de C. Shannon și anume:

$$C = B \log_2(1 + S/N) \text{ bps}$$

Formula aproximativă, în care raportul semnal/zgomot se introduce în decibeli, este:

$$C \cong \frac{B}{3} \cdot SNR|_{\text{dB}} \text{ bps}$$

Puterea zgomotului este proporțională cu B, banda de frecvențe utilizată:

$$N = N_0 B$$

deci la receptor, filtrul de la intrare are ca scop să limiteze banda zgomotului recepționat și deci să limiteze puterea zgomotului.

Exemplu: Care este capacitatea pentru o linie telefonică, având $B = 3100 \text{ Hz}$ și $S/N = 30 \text{ dB}$?

Soluție.

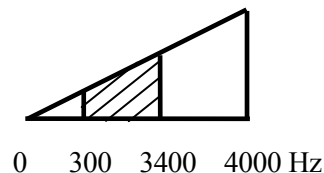
$$10 \log_{10} S/N=30 \Rightarrow S/N = 10^3$$

Capacitatea va fi:

$$C = 3100 \log_2(1 + 1000) = 30894 \text{ bps}$$

sau

$$C \cong \frac{B}{3} \cdot \frac{S}{N}|_{\text{dB}} \text{ bps} = \frac{3100}{3} \cdot 30 = 31000 \text{ bps}$$



Capacitatea indicată de formula lui Shannon e denumită “capacitate fără erori”. Shannon a arătat că dacă informația se transmite prin canal la o rată mai mică decât cea dată pentru capacitatea fără erori, atunci este posibilă codarea informației cu

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

un cod adecvat, pentru a atinge aceasta limită superioară, dar nu a specificat cum trebuie creat acest cod.

Se poate face o **transmisiune în timp real**, doar în cazul în care **debitul sursei este mai mic cel mul egal cu capacitatea canalului.**

Exemplu. O imagine TV se transmite de la o sursa care foloseste o matrice de 480x500 de pixeli (elemente de imagine). Fiecare pixel poate avea una din 32 de intensitati posibile. Se transmit 30 de imagini pe secunda. Care este debitul sau rata sursei R? Dca se foloseste un canal cu banda de 4,5 Mhz si raportul semnal pe zgomot de 35 dB, poaate fi facuta transmisia in timp real?

Solutie:

Pentru codarea celor 32 de intensități sunt necesari 5 biți per pixel, $32 = 2^5$. Rata sau debitul sursei va fi:

$$R = 480 \cdot 500 \frac{\text{pixeli}}{\text{imagine}} \cdot 5 \frac{\text{biti}}{\text{pixel}} \cdot 30 \frac{\text{imagini}}{\text{secunda}} = 36 \cdot 10^6 \text{ bps.}$$

Capacitatea canalului este:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \cong \frac{B}{3} \cdot SNR \Big|_{dB}$$

$$C \cong \frac{4,5 \cdot 10^6}{3} \cdot 35 = 52,5 \cdot 10^6 \text{ bps} \quad ,$$

$$R < C$$

deci transmisiunea poate avea loc în timp real.

2.3. Codarea electrică a datelor

Succesul receptorului în interpretarea corectă a datelor recepționate depinde de **banda de frecvență, tipul de codare electrică, viteza datelor și raportul semnal pe zgomot.**

Elementul de semnal este starea care rămâne nemodificată un interval de timp Δt , de exemplu un nivel de tensiune. Bitul poate fi format din unul sau două elemente de semnal. In figura 2.3 sunt reprezentate un impuls și un bit. Pentru această reprezentare binară a informației, **elementul de semnal** este **impulsul**, iar **bitul** este format din două elemente de semnal, deoarece se folosește o reprezentare a informației de tip retur la zero, RZ (Return to Zero). La semnalizarea NRZ (Non Return to Zero) bitul este format dintr-un singur element de semnal: 1 logic e reprezentat prin nivel ridicat de tensiune, iar 0 logic e reprezentat prin nivel scăzut de tensiune (figura 2.3). La reprezentarea multinivel, cu 4 sau 8 niveluri de tensiune, dacă T este perioada de bit, un element de semnal, adică unul din cele 4 sau 8 niveluri posibile va dura 2T, respectiv 3T, deoarece trebuie să fie grupați 2biti, respectiv 3 biți pentru a coda cele 4 sau 8 niveluri de tensiune posibile.

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

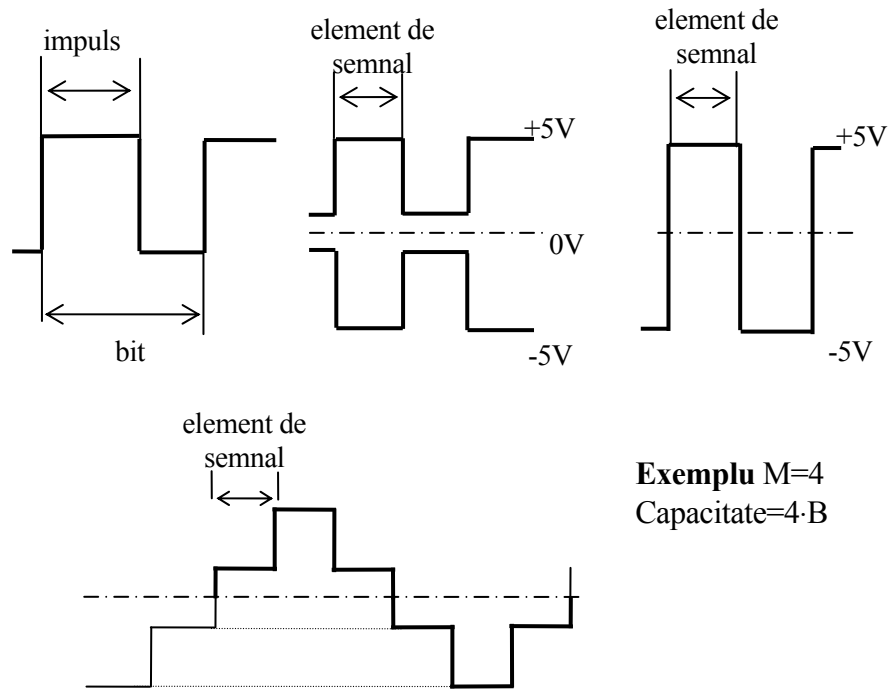


Fig. 2.3. Element de semnal și bit.

Transmiterea datelor binare se face asociind fiecărui bit unul sau mai multe elemente de semnal. În cazul cel mai simplu este o corespondență unu la unu între biți și elementele de semnal. Dar există și alte metode de reprezentare electrică a datelor .

- **Viteza de semnalizare** sau viteza de modulație se măsoară la ieșirea modemului, deci în canal, și arată viteza cu care se schimbă stările semnalului în canalul de comunicație:

$$v=1/\text{durata elementului minim [Baud]}.$$

- **Viteza datelor, rata datelor** sau **debitul terminalului de date** se măsoară la ieșirea terminalului de date deci la intrarea în modem:

$$R=1/T \text{ [biți/secundă] sau [bps]},$$

Exemplu.

Pentru codarea Manchester, perioada bitului este T iar elementul de semnal $\Delta = T/2$, deci $v = \frac{1}{\Delta} = \frac{2}{T} = 2 \frac{1}{T} = 2R$, adică viteza de semnalizare este dubla față de rata datelor. Înseamnă că banda necesară este dubla față de codarea NRZ și deci SNR va fi mai mic cu 3 dB la codarea Manchester față de codarea NRZ. Acest dezavantaj al codării Manchester este compensat cu numărul mare de tranziții existente în semnalul de date (în medie o tranziție pe bit), ceea ce permite o sincronizare bună a bazei de timp a receptorului.

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

S-a afirmat deja că succesul receptorului în interpretarea corectă a datelor recepționate depinde de banda de frecvență, tipul de codare electrică, viteza datelor și raportul semnal pe zgomot. Dacă ceilalți factori rămân constanți, atunci:

- Creșterea vitezei datelor duce la creșterea probabilității de eroare, BER (Bit Error Rate),
- Creșterea S/N duce la scăderea probabilității de eroare, BER,
- Creșterea benzii permite creșterea vitezei datelor.

Alegerea metodei de codare depinde de:

- **Spectrul semnalului:** absența componentelor de înaltă frecvență înseamnă că banda necesară transmisiei este mai redusă; este de dorit să nu existe componentă continuă, ca să poată fi interconectate dispozitivele prin transformatoare, ceea ce permite izolarea electrică și reducerea interferențelor. În plus, caracteristica de transfer a canalului, de atenuare și de fază, este mai bună la mijlocul benzii de trecere și mai dezavantajoasă la capetele benzii, astfel că un semnal „bun” este cel care are energia concentrată la jumătatea benzii de transmisie. În acest caz distorsiunile vor fi minime în semnalul recepționat.
- **Numărul mediu de tranziții pe bit:** pentru o detecție corectă a semnalului la receptor, e necesar să fie stabilit cu precizie începutul și sfârșitul bitului, ceea ce este o problemă dificilă. Ideal ar fi să se transmită o secvență specială de impulsuri de tact care să facă sincronizarea receptorului, soluție care este însă costisitoare. Altă soluție, mai utilizată, este folosirea unei codări electrice, prin care semnalul de date să conțină suficiente tranziții, din care se formează impulsurile care să permită sincronizarea receptorului.
- **Detecția erorilor,** se face de obicei în nivelul legătura de date, superior nivelului fizic, dar este util să existe și în nivelul fizic această posibilitate, astfel încât erorile pot fi mai rapid detectate.
- **Interferența semnalelor și imunitatea la zgomot:** anumite coduri au performanțe superioare în prezenta zgomotelor, care se cuantifică prin probabilitatea ca un bit să fie eronat după detecție, BER (Bit Error Rate).
- **Complexitate și cost:** deși costul logicii cablate numerice scade, acest factor nu poate fi neglijat. Costul crește odată cu creșterea vitezei de semnalizare. Anumite coduri duc la o viteză de semnalizare mai mare decât viteza datelor, ceea ce implică o bandă necesară mai mare, deci costuri mai mari.

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

Sunt descrise mai jos câteva dintre **cele mai utilizate metode de codare electrică a datelor**.

- **Codarea NRZ (Non Return to Zero) sau NRZ-L (Level):** se păstrează același nivel de tensiune pe toată durata bitului; la NRZ unipolar, de exemplu 0 logic e asociat cu absența de semnal, iar 1 logic cu un nivel pozitiv de tensiune. La NRZ-L bipolar, 1 logic e reprezentat cu un nivel de tensiune și 0 logic cu același nivel de tensiune dar de polaritate opusă. Banda ocupată este minimă, apare componentă continuă, iar numărul mediu de tranziții pe bit este insuficient pentru sincronizarea receptorului.
- **Codarea RZ (Return to Zero):** nu se păstrează același nivel de tensiune pe toată durata bitului; banda ocupată este dublă față de NRZ, dar și numărul mediu de tranziții pe bit este dublu față de NRZ
- **Codarea unipolară:** elementele de semnal au aceeași polaritate, fie toate pozitive, fie toate negative; apare componentă continuă
- **Codarea polară:** o stare logică e reprezentată prin nivel pozitiv de tensiune, iar cealaltă stare logică prin nivel negativ de tensiune. Avantajul este absența componentei continue.
- **Codarea cu conservarea fazei** pentru același simbol: NRZ, NRZ-L, Manchester.
- **Codarea fără conservarea fazei** pentru același simbol sau **codarea diferențială:** informația este purtată de schimbarea fazei, nu de faza simbolului, care diferă pentru același simbol. Din această categorie fac parte: NRZ-M (Mark-numai apariția lui 1 duce la schimbare de nivel) sau NRZI (NRZ Invert on One); NRZ-S, (Space- numai apariția lui 0 duce la schimbare de nivel).

Sunt posibile combinații între ele, de exemplu NRZ unipolar, NRZ bipolar, RZ unipolar, RZ bipolar, etc.

Codurile RZ ocupă o bandă dublă față de NRZ, deci au SNR pe jumătate (sau cu 3 dB mai mic) decât NRZ. În schimb crește numărul mediu de tranziții pe bit, deci permit o sincronizare mai bună a receptorului.

La codarea Manchester, unde 1 logic este reprezentat prin nivel ridicat și nivel coborât de tensiune HL (High-Low) în perioada T de bit, iar 0 logic prin nivel coborât și nivel ridicat de tensiune, LH (Low-High) în perioada T de bit, se asigură o tranziție pe bit, deci o sincronizare bună a receptorului, dar banda ocupată este dublă față de codarea NRZ, deci SNR este mai mic cu 3dB, ceea ce poate conduce la creșterea numărului de erori.

- **Codarea AMI (Alternate Mark Inversion):** 1 apare cu polaritate alternantă, iar 0 e reprezentat ca 0 volt sau absență de semnal; se elimină astfel componenta continuă. Deoarece fiecare 1 introduce o

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

tranziție, șirurile lungi de 1 permit o sincronizare bună a receptorului, dar șirurile lungi de 0 nu, deoarece nu apar tranziții suficiente. Nu apare componentă continuă, deoarece pentru 1 alternează polaritatea impulsului. Banda semnalului este considerabil mai mică decât la NRZ. Alternarea polarității impulsurilor oferă o cale simplă de detecție a erorilor, deoarece orice eroare izolată, adăugarea sau ștergerea unui impuls, va genera un viol de bipolaritate.

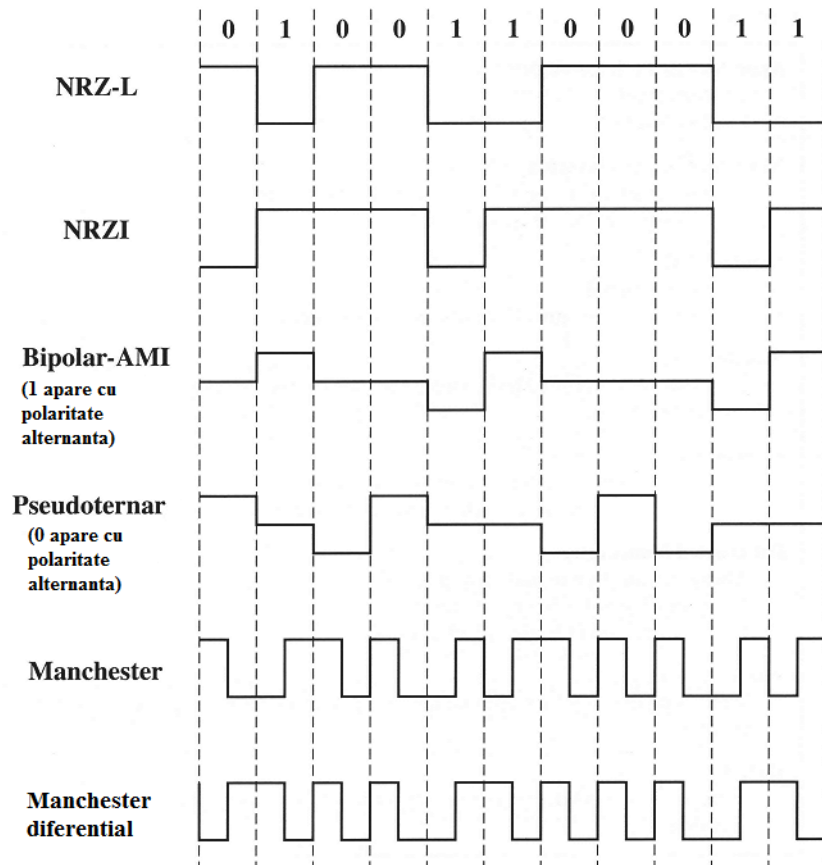


Fig. 2.4. Cateva metode de codare electrica a semnalelor

- **Codul pseudoternar** este asemănător cu AMI, dar 1 e reprezentat prin absență de semnal iar 0 logic prin impuls cu polaritate alternantă. Este de fapt complementarul codului AMI, are aceleași proprietăți cu AMI și fiecare este folosit în diverse aplicații. Dezavantajul este pierderea sincronizării, în cazul unor șiruri lungi de 1 la AMI, sau de 0 la pseudoternar. Pentru depășirea sa, s-a folosit introducerea unor biți suplimentari care forțează o tranziție, cum este în cazul ISDN, la viteză mică. La viteze mari schema nu este folosită, deoarece ar duce la creșterea suplimentară a benzii și de aceea se aplică tehnici de aleatorizare (scrambling) a secvenței de date.

Cele două metode de codare AMI și pseudoternară se mai numesc și de **codare binară multinivel**; față de NRZ, codarea binară multinivel permite o sincronizare mai bună și la absența

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

componentei continue, dar cu trei niveluri de tensiune, (+A, -A, 0) fiecare element de semnalizare ar putea transporta $\log_2 3 = 1,58$ biți de informație și nu doar unul singur. Astfel eficiența e mai scăzută ca la NRZ. La aceeași concluzie se poate ajunge și prin următorul raționament: receptorul trebuie să fie capabil să distingă unul din cele trei niveluri posibile, deci e necesară o putere a semnalului mai mare cu 3 dB decât la NRZ, pentru aceeași probabilitate a erorii. Sau altfel spus, la un raport semnal pe zgomot dat, rata erorii pentru NRZ este semnificativ mai mică decât pentru codarea binară multinivel.

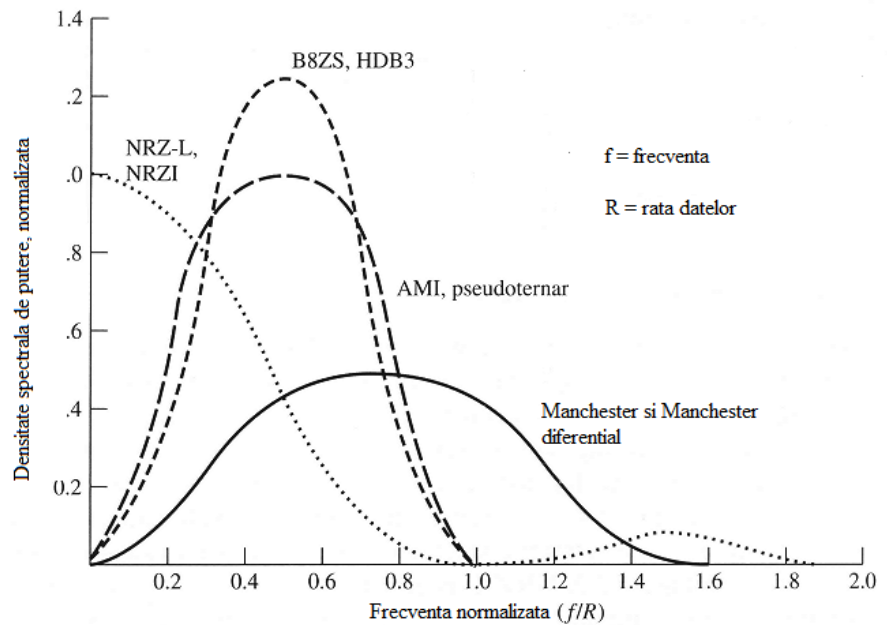


Fig. 2.5. Densitatea spectrală de putere la diferite coduri

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

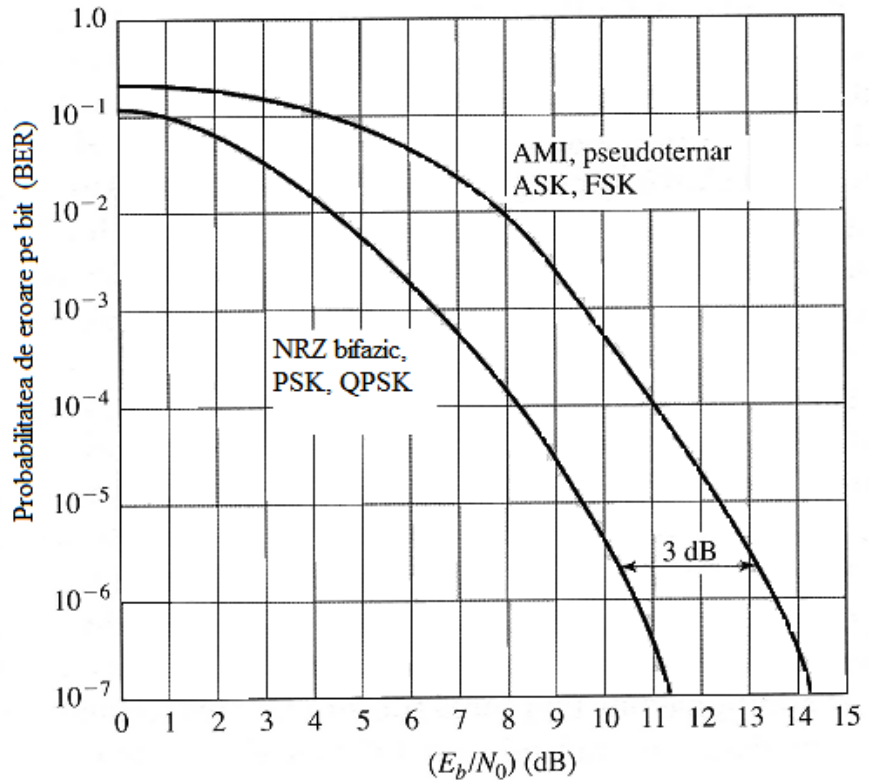


Fig. 2.6. BER (E_b/N_0) (dB) pentru diverse coduri.

Codarea binară multinivel nu trebuie confundată cu **codarea multinivel** unde se grupează 2, 3, sau n biți sosiți de la terminalul de date, și în linie se transmite un nivel de tensiune din cele $2^2; 2^3; \dots; 2^n$ posibile, corespunzător secvenței binare de transmis. Codarea multinivel permite reducerea vitezei de semnalizare de 2, 3, ..., n ori și deci o reducere a benzii semnalului, dar sincronismul este deficitar.

HDB3 (High Density Bipolar 3-zeros substitution) este asemănător cu AMI, dar un șir de 4 zerouri e înlocuit cu un șir cu un viol de bipolaritate.

B8ZS (Bipolar with 8-zeros substitution) asemănător cu AMI, dar un șir de 8 zerouri e înlocuit cu un șir cu două violuri de bipolaritate.

4B5B și **8B10B**: patru, respectiv opt biți sunt codați ca cinci, respectiv zece biți, în același interval de timp, $4T$ respectiv $8T$. Banda de frecvențe crește cu 25%, dar nu se dublează ca la codarea Manchester; crește însă numărul mediu de tranziții pe bit, ceea ce va permite o sincronizare mai bună a receptorului.

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

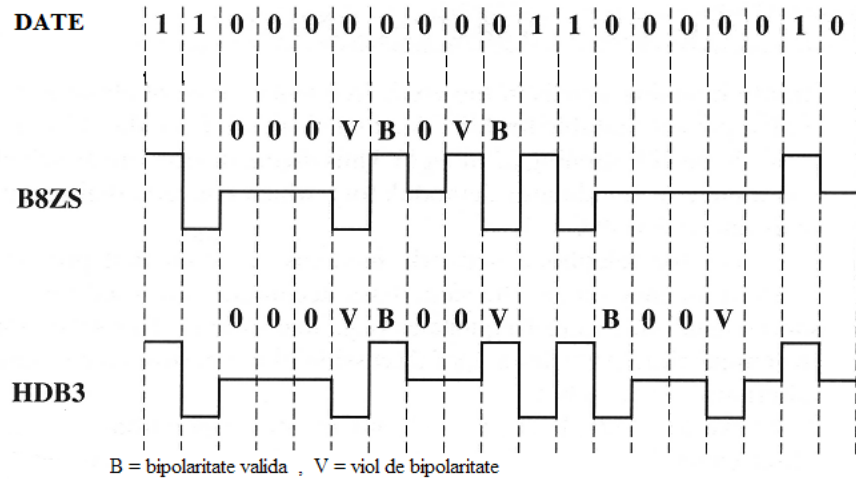


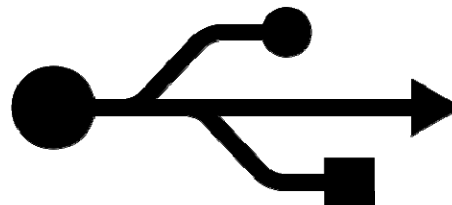
Fig. 2.7. Codarea B8ZS și HDB3

2.4. Interfete

2.4.1. Magistrala serială universală USB

USB (Universal Serial Bus) este un standard de magistrală serială pentru interfațarea dispozitivelor. Inițial creată pentru calculatoare, USB se folosește în prezent și pentru memorii portabile, console pentru jocuri video, PDA-uri (Personal Digital Assistant), DVD-uri portabile (Digital Video Disc), media-player-e, telefoane celulare și chiar televizoare, echipamente stereo fixe (audio-player-e digitale) sau de mașină, mouse-uri, imprimante. Implementarea USB în spectrul radio e numită **Wireless USB**.

USB a fost creată ca să înlocuiască toate porturile seriale și paralele de pe calculatoarele personale, care nu erau standardizate și necesitau o mulțime de drivere. USB are o structură asimetrică cu un controler gazdă „host-controller”, și o mulțime de dispozitive înseriate. În lanț pot fi incluse hub-uri USB suplimentare, permițând bifurcarea într-o structură de arbore, cu maxim cinci niveluri de bifurcare per controler. La un controler gazdă pot fi conectate maxim 127 de dispozitive pe bus. Cablurile USB nu trebuie să aibă terminator. Calculatoarele personale pot avea câteva controlere gazdă, permițând astfel conectarea unui mare număr de dispozitive USB.



Sigla USB (trident)

USB a fost creată în 1996, 1 bit/serial/127 dispozitive per host, viteza maximă 480 Mbps, permițând conectarea și deconectarea dispozitivelor în timpul funcționării calculatorului, fără deconectarea

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

sau reinițializarea acestuia (hotplugging). Primele calculatoare dotate cu porturi USB aveau doar două porturi; acum au minim 6 porturi (dintre care cel puțin 3 frontale), ca să se evite hub-urile USB.

Conectorii USB pot fi de tip A, de tip B, sau hub USB. Sunt disponibile mufe USB (plugs/receptacles) mai mici: Mini-A, sau Mini-B, respectiv Micro-USB.

Standardizarea a fost făcută de **USB-IF** (USB Implementors Forum) format din companii importante producătoare de echipamente de electronică și calculatoare. În anul 2006 a apărut versiunea USB 2.0 pentru a permite rate de transfer mai mari decât versiunea 1.1; noua versiune este compatibilă cu cele mai vechi: 0.9, 1.9 și 1.1.

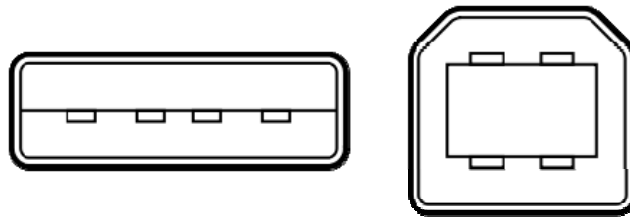


Fig. 2.8. Conectorii USB, de tip A, de tip B.

USB conectează mai multe dispozitive la controlerul gazdă printr-un lanț de hub-uri. Aceste dispozitive se numesc **funcții** deoarece fiecare dispozitiv fizic poate avea câteva funcții: de exemplu un ruter poate avea în plus și un dispozitiv de citire securizat SDC (Secure Digital Card). Hub-urile nu sunt considerate funcții. Există întotdeauna un **hub**, considerat **rădăcină**, care este atașat direct la controlerul gazdă.

Funcțiile și hub-urile au asociate **canale logice** (pipes), sinonime cu fluxurile de octeți, și sunt conexiuni între controlerul gazdă și entitățile logice din punctele finale. Fiecare funcție are asociate 32 de canale logice unidirecționale, câte 16 per sens, numerotate de la 0-15 în fiecare sens. Punctul final 0 este rezervat pentru controlul magistralei, la fiecare sens. Datele sunt grupate în canal în pachete de lungime variabilă: 8, 16, 32, 64, 128, 512 B (byte), deci puteri ale lui 2.

Canalele sunt de 4 tipuri, în funcție de **tipul transferului**:

- 1- **transfer de control**, pentru comenzi simple, scurte, spre dispozitiv, sau pentru raportarea stării (status response) pe canalul 0 de control a magistralei.
- 2- **transferuri isocrone**, la viteză garantată (maximă pe cât posibil), dar cu posibile pierderi de date: de exemplu, traficul de timp real, audio sau video.
- 3- **transferul intreruperilor**, pentru dispozitive la care se garantează răspunsul rapid (cu întârziere limitată), ca de exemplu tastatura sau dispozitive cu care se controlează mișcarea

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

cursorului pe ecran (pointing devices: mouse, trackball, joystick, touchpad, light-pen).

- 4- **transferuri masive de date**, ocazionale, dar fără garanții de viteză sau întârziere, ca de exemplu fișierele, care folosesc banda disponibilă rămasă.

La **atașarea pe bus** la controlerul gazdă a unui dispozitiv, acesta primește o **adresă unică pe 7 biți**, pe magistrală, de la controlerul gazdă. Apoi controlerul gazdă explorează ciclic magistrala (round robin), astfel că fiecare dispozitiv va putea transmite doar în urma unei invitații la emisie (poll) a controlerului gazdă. Punctele finale sunt planificate astfel încât să fie interogate mai des, pentru transferul întreruperilor.

Pentru **accesarea punctelor finale** se folosește o **structură ierarhică**. Un dispozitiv conectat la magistrală are un **descriptor al dispozitivului**, care la rândul său poate avea unul sau mai mulți **descriptori ai configurației**; configurațiile corespund stărilor (de exemplu, modul activ sau de putere redusă). Fiecare descriptor de configurație are unul sau mai mulți **descriptori de interfață**, care se referă la anumite aspecte ale dispozitivului, astfel încât acesta poate fi folosit în scopuri diferite (de exemplu o videocameră poate avea și o interfață audio și una video). Descriptorii de interfață pot avea o **setare implicită a interfeței** (default) și eventual **setări alternative ale interfeței**.

Interfețele cu controlerul gazdă sunt registre sau porturi din calculator. Ele reprezintă interfața dintre programator și controlerul gazdă+hubul rădăcină numit **HCD** (Host Controller Device). Există mai multe variante de interfețe:

OHCI -Open Host Controller Interface, a firmei Compaq, adoptată ca standard USB-IF,

UHCI - Universal Host Controller Interface, a firmei Intel, comandată mai mult prin soft decât OHCI,

EHCI - Enhanced Host Controller Interface, e implementarea USB 2.0 HCD, fiind singura care permite transferuri de viteză mare. Un controler EHCI conține 4 implementări HCD virtuale pentru a suporta dispozitive de viteză mică sau mare.

Clase de dispozitive USB. Dispozitivele atasate pot fi **personalizate**, necesitând drivere personalizate de client, sau pot aparține unor **clase general valabile** cu (**dispozitiv+clasă**) bine definite. Se presupune că un sistem de operare implementează toate clasele. Cele mai utilizate clase sunt: dispozitive USB audio (placa de sunet), dispozitive USB de comunicație (plăci de rețea), dispozitive USB pentru interfața umană (tastatură, mouse), dispozitive USB de captare a imaginilor statice, dispozitive USB de imprimare, dispozitive USB de memorare (flash-drive, portable hard drive, cititoare de carduri de memorie, camere digitale, audio player-e digitale), hub-urile USB, dispozitive USB video (camere video, web-cam), controlere wireless (cheile hard pentru Bluetooth) și dispozitive personalizate de client. Cele mai utilizate clase au ID-urile:

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

0x00 - valoare rezervată în descriptorul dispozitivului care arată că descriptorul de interfață conține identificatorul de clasă a dispozitivului pentru fiecare interfață,

0x01 - clasa dispozitivelor USB audio: placa de sunet;

0x02 - clasa dispozitivelor USB de comunicație folosite pentru modemi: plăci de rețea, conexiuni ISDN, fax;

0x03 - clasa dispozitivelor USB pentru interfața umană, HID (Human Interface Device): tastatură, mouse, etc;

0x06 - clasa dispozitivelor USB de captare a imaginilor statice (identică cu folosirea pe USB a protocolului de transfer a imaginilor, Picture Transfer Protocol);

0x07 - clasa dispozitivelor USB de imprimare: imprimante;

0x08 - clasa dispozitivelor USB de memorare: flash-drive, portable hard drive, cititoare de carduri de memorie, camere digitale, audio player-e digitale. Această clasă de dispozitive se referă la dispozitivele bloc folosite de obicei pentru memorarea fișierelor;

0x09 – hub-urile USB;

0x0E - clasa dispozitivelor USB video: camere video, web-cam, în general dispozitive de captare a imaginilor în mișcare;

0xE0 – controlere wireless: de exemplu cheile hard pentru Bluetooth (dongles);

0xFF – clasa dispozitivelor personalizate de client: pentru cazul când dispozitivul sau interfața nu suportă nici o clasă standard de dispozitive.

Semnalizarea USB: High = (2,8-3,6) V, Low = (0-0,3)V. Semnalele USB se transmit pe cabluri de perechi de fire torsadate, notate cu D+ și D-, care lucrează de obicei împreună și folosesc o transmisie diferențială semiduplex, pentru reducerea efectului perturbațiilor electromagnetice.

Alimentarea se face la **5 V** pe un fir (maxim 5,25V și minim 4,35V între liniile +ve și -ve). Consumul maxim de curent permis inițial a fost de 100 mA, și se mai permite să consume de la dispozitivele din amonte câte 100 mA. Dar în practică, multe porturi generează direct 500 mA sau chiar mai mult înainte de deconectare, chiar dacă dispozitivele nu cer acest lucru. Dacă, conform specificațiilor, un dispozitiv consumă mai mult decât disponibilul, e necesară fie rearanjarea conexiunilor USB, fie surse externe suplimentare.

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

Pin	Funcție
1	V _{BUS} (4,75-5,25)V
2	D-
3	D+
4	GND
Shield	Shield

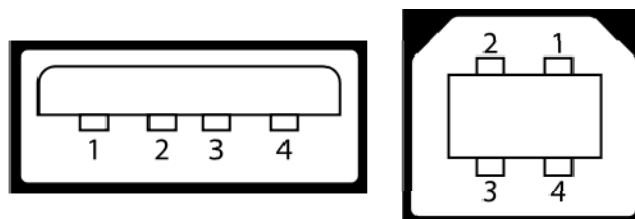


Fig. 2.9. Cupla USB

Vitezele de transfer pot fi:

- Viteza mică** (Low-Speed) până la 1,5 Mbps (187,5 kBps) pentru tastatura, mouse, joystick,
- Viteza medie** (Full-Speed) până la 12 Mbps (1,5 MBps). Viteza mică și viteza medie constituie împreună **viteza de bază**.
- **Viteza mare** (High-Speed) până la 480 Mbps (60MBps).

Hub-urile, care servesc mai multe dispozitive de viteză mică sau medie, le împart acestora banda totală de 12 Mbps, efectul fiind încetinirea lor, cu excepția cazului când hub-ul are un **translator de tranzacție** la fiecare port, care separă pe magistrală traficul de viteză mare de cel de viteză medie și mică.

Dispozitivele USB 2.0 sunt de obicei de viteză mare, dar nu toate. De obicei dispozitivele de viteză mare operează doar la 30 MBps, jumătate din viteza maximă, iar multe dintre ele lucrează la 3 MBps, uneori până la 10-20 MBps. USB-IF certifică și dă licența fie pentru **viteza de bază (mică și medie)**, fie pentru **viteza mare**, după efectuarea unui test de conformitate și plățirea unor taxe. Dacă un dispozitiv de viteză mare e conectat într-un hub de viteză medie, va lucra la viteza mică.

Codarea datelor se face NRZI cu dopare cu biți: apariția lui 1 duce la inversarea nivelului, iar apariția lui 0 nu modifică nivelul. Doparea cu biți (bit-stuffing) prevede ca după 5 de 1 succesivi să fie automat introdus un 0 la emisie, care va fi ignorat de receptor. Acest tip de dopare se face deoarece majoritatea cadrelor de date au prevăzuți delimitatori de început și sfârșit de cadru de forma 01111110; se elimină astfel posibilitatea ca o succesiune asemănătoare apărută în câmpul de date, să fie interpretată ca delimitator, deci se asigură transparența de cod.

2.4.2. Wireless USB

WUSB este o extensie „fără fir” a USB, pentru distanțe scurte și bandă foarte largă, care combină viteza și usurința utilizării USB 2.0 cu comoditatea tehnologiilor wireless. Se folosește uneori abrevierea **WUSB**, deși USB-IF preferă denumirea „**Certified Wireless USB**”, pentru a o diferenția de produsele concurente. Wireless USB se bazează pe platforma radio comună WiMedia Alliance’s Ultra-WideBand, care permite un debit de 480 Mbps pe distanțe până la 3m, sau 110 Mbps pe distanțe până la 10m, în gama de frecvențe (3,1-10,6) GHz, folosind SS (Spread-Spectrum) prin care se face o împrăștiere a semnalului într-o bandă foarte largă.

WUSB se aplică în aceleași domenii ca USB 2.0 dar nu e adecvat pentru transferul paralel al fluxurilor video. Primele produse WUSB au apărut la sfârșitul anului 2005. În 2006 USB-IF a făcut prima demonstrație a unui produs Certified Wireless USB interoperabil. La sfârșitul anului 2006 au fost aprobate soluțiile pentru primul HWA (Host Wire Adapter) și DWA (Device Wire Adapter) pentru utilizare indoor și outdoor.

Specificații. Nu se pot folosi hub-uri. Deși hosturile WUSB acceptă până la 127 de dispozitive, a fost definită și o nouă clasă de dispozitive pentru adaptare (Wire Adapter), numit și HWA (Host Wire Adapter) permite modernizarea PC-urilor existente cu wireless USB. În plus, DWA (Device Wire Adapter) permite dispozitivelor USB cablate să fie conectate fără fir la un host PC.

WUSB mai acceptă și dispozitivele cu dublu rol, care pe lângă funcția de dispozitiv client WUSB, pot funcționa și ca hosturi cu funcții limitate. De exemplu, o cameră digitală apare ca un client când e conectată la un calculator și ca un host când transferă imagini direct unei imprimante.

IEEE 802.15.3a a fost încercarea de a crește viteza **UWB** (Ultra Wide Band) de la **IEEE 802.15.3** pentru aplicații multimedia și imagini, care a eșuat din cauza diferendelor dintre forumul UWB și WiMedia Alliance. Dar ceea ce a rămas a fost consolidarea specificațiilor 23 UWB PHY în două propuneri separate MB-OFDM-UWB (Multi-Band-Orthogonal Frequency Division Multiplexing) de la WiMedia Alliance și DS-UWB (Direct Sequence- UWB) al forumului UWB.

2.4.3. Interfața V.24 / RS232C

Interfața V.24 a fost propusă de CCITT, iar RS232C de către ANSI, dar ele sunt asemănătoare, cu unele mici diferențe.

Caracteristicile interfeței sunt:

- caracteristici mecanice: cupla DB 25 (Data Bus cu 25 de pini)
- caracteristici electrice: $\pm (3-15)V$ la interfața V.24
 $\pm (3-25)V$ la interfața RS232C
- caracteristici funcționale: funcțiile fiecărui circuit/pin
- caracteristici procedurale: cronogramele semnalelor pentru

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

activarea, menținerea și dezactivarea legăturii între entitățile legătură de date.

Interfețele utilizate cel mai frecvent sunt: V.24/RS232C, V.25/RS366, X.21, RS449, RS.422A, RS 423A.

Exemple de conectare DTE/DCE cu V.24/R.S.232C

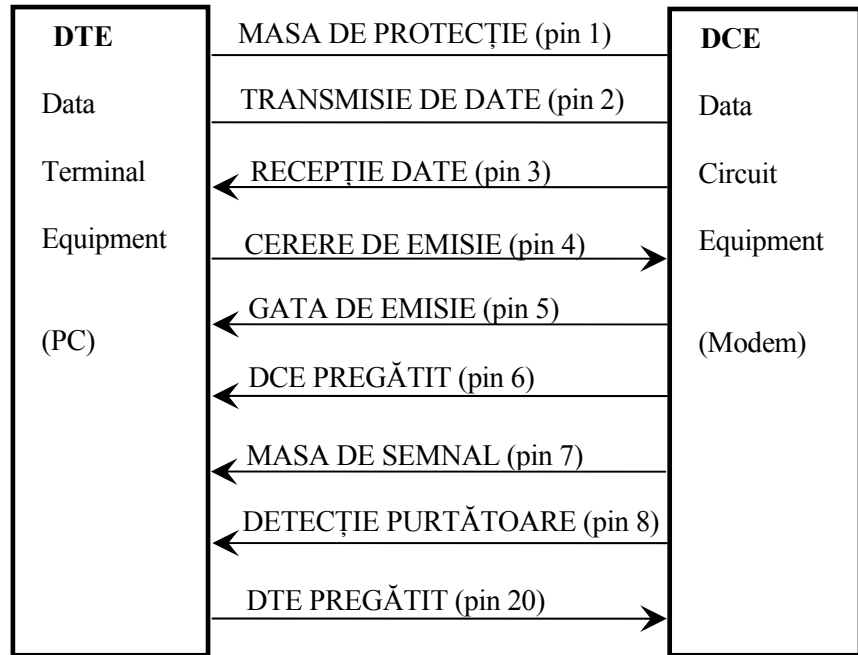


Fig. 2.10. Configurație normală (cupla DB25)

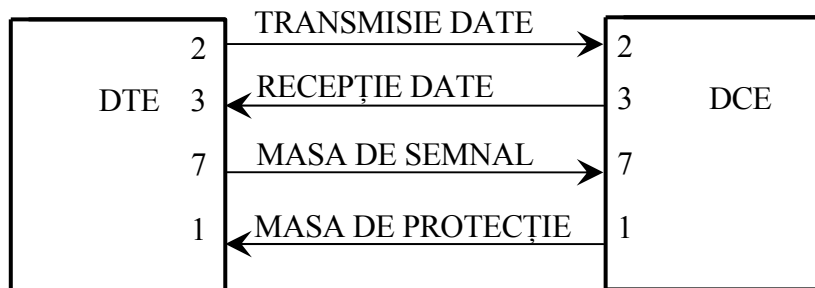


Fig. 2.11. Configurație minimală(cupla DB25)

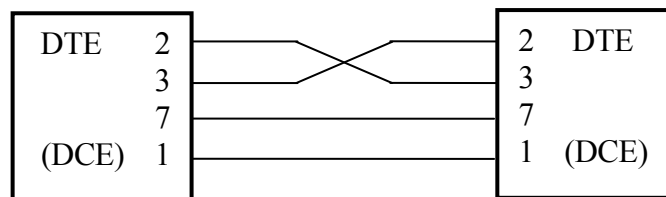
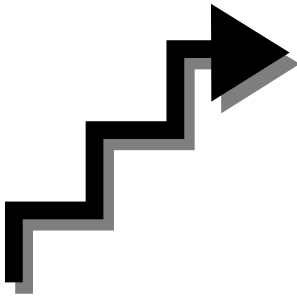


Fig. 2.12 Modem "nul" (DTE/DTE) sau (DCE/DCE) (cupla DB25)

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic



REZUMAT

Canalele reale au o bandă de frecvențe limitată și sunt afectate de distorsiuni, de atenuare, de întârziere și de zgomot.

Calitatea transmisiunii se apreciază prin probabilitatea de eroare, BER, care depinde de raportul semnal pe zgomot, SNR. Calitatea este cu atât mai bună (BER redus) cu cât SNR este mai mare. Puterea semnalului nu poate fi crescută oricât de mult, deoarece se ajunge în zona de neliniaritate a amplificatoarelor și la perturbarea altor transmisiuni, prin diafonie.

Capacitatea canalului este viteza maximă cu care se pot transmite datele prin canal. Formulele capacității canalelor au fost stabilite de Hartley, pentru canale ideale și de Shannon pentru canalele reale. Capacitatea canalului este dictată de banda de frecvențe, de SNR și de codul de linie folosit. Codurile de linie au proprietăți care permit o sincronizare mai bună a receptorului și reducerea vitezei de semnalizare (exemplele sunt în text). Dacă se folosește un cod de linie cu stări multiple se poate reduce necesarul de bandă.

Cele mai răspândite interfețe între modem și terminal sunt RS232C/V.24 și USB. USB reduce doar la 4 necesarul de pini și permite viteze mici medii și mari, până la 480 Mbps

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic

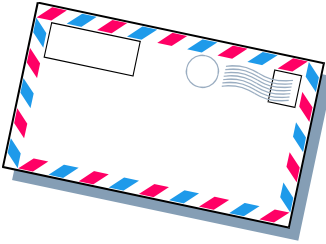


INTREBĂRI

1. Ce se înțelege prin atenuarea canalului?
2. Care este efectul atenuării asupra semnalului de date?
3. Ce se înțelege prin distorsiunea de întârziere?
4. Care este efectul întârzierii asupra semnalului de date?
5. Ce este zgomotul și câte tipuri de zgomot exista?
6. Care sunt zgomotele a căror influență poate fi redusă prin proiectare?
7. Ce este capacitatea canalului?
8. Ce înțelegeți prin DTE și DCE?
9. Care este capacitatea canalelor ideale binare?
10. Care este capacitatea canalelor ideale la o transmisiune multinivel?
11. Care este capacitatea canalelor reale, cu zgomot?
12. Ce înțelegeți prin element de semnal și prin bit?
13. Ce înțelegeți prin viteza de semnalizare și prin debit?
14. Care sunt criteriile de selecție a unei metode de codare pentru transmisiuni?
15. Care sunt avantajele și dezavantajele reprezentării NRZ și Manchester?
16. Ce înțelegeți prin USB?
17. Care sunt vitezele de transfer a informației folosind USB?
18. Ce înțelegeți prin WUSB?
19. Care sunt caracteristicile mecanice și electrice ale interfeței RS232C?
20. Care sunt configurațiile de conectare DTE/DCE prin interfața RS232C?

Modulul 2

Transmisia datelor la nivel fizic



TEMĂ

Un sistem de transmisiune numeric operează la 9600bps. Dacă elementele de semnal sunt codate cu 8 biți pe cuvânt, care este banda minimă necesară a canalului? Dar dacă se folosește o modulație cu 8 faze și câte 2 niveluri de amplitudine pe fiecare fază?

TEMĂ

O sursă are debitul de 20 Mbps și transmisiunea trebuie să aibă loc printr-un canal cu banda de 3 MHz. Care este SNR necesar pentru a permite această viteză de transmisiune?