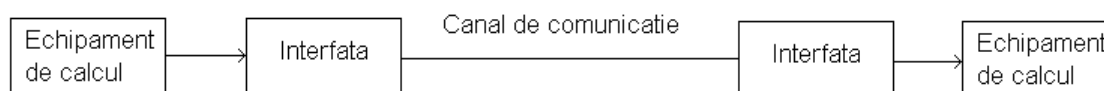


INTERFETE ELECTRICE

Problema comunicatiei post la post

Transmisia datelor intre doua echipamente de calcul se poate realiza prin intermediul transferului **serial** sau **paralel**. Ca exemplu, in cazul unui microprocesor de opt biti, transmisia paralela a datelor inseamna utilizarea a opt cabluri electrice pentru vehicularea informatiei. Daca se utilizeaza tehnica transmisiei seriale, datele si bitii de control sunt grupate in caractere si sunt transmise secvential pe unul si acelasi circuit. Desi transmisia paralela este mai rapida ea are dezavantajul de a fi considerabil mai scumpa si, in consecinta, se utilizeaza numai pentru distante scurte. Din cauza cablurilor electrice, atat la emitator cat si la receptor este nevoie sa existe dispozitive de interfata electrica: la emitator circuitele de interfata electrica vor realiza conversia semnalelor TTL in semnale care sa permita realizarea transmisiei, iar la receptor circuitele de interfata vor efectua conversia inversa (de la semnalul receptionat in nivel TTL). In cazul transmisiei paralele a datelor astfel de circuite trebuie asigurate pentru fiecare fir ceea ce conduce la costuri de realizarea mai mari. Iata de ce transferul paralel al datelor este utilizat numai pentru distante scurte si rate ridicate de transmisie a datelor. Prin comparatie, transmisia seriala este considerabil mai lenta dar si mai ieftina.

Prezentam in continuare schema bloc a legaturii seriale dintre doua echipamente de calcul:



Circuitele de interfata electrica sunt necesare la ambele capete ale liniei, ele asigurand urmatoarele functiuni:

- conversia formatului datelor (serial/paralel sau paralel/serial);
- convertirea nivelurilor TTL (0 si 1 logic) in nivele electrice adecvate pentru transmisia in canal si invers

Exista trei moduri posibile pentru efectuarea transmisiei seriale a datelor:

- **simplex** - datele sunt transmise intotdeauna in acelasi sens
- **semiduplex** - datele pot fi transmise in ambele sensuri, alternativ
- **duplex** - datele sunt transmise simultan in ambele sensuri; aceasta necesita existenta a doua canale de comunicare.

Transmisia seriala a datelor poate fi **asincrona** sau **sincrona**. In cazul sistemelor care utilizeaza transmisia asincrona, datele nu sunt transmise continuu ci numai atunci cand sunt disponibile. Transmisia este initiata la formarea unui caracter la emitator. in intervalele de pauza linia este mentinuta in starea corespunzatoare lui 1 logic. In cazul unui sistem ce utilizeaza transmisia seriala sincrona de date, emitatorul si receptorul folosesc pentru interpretarea datelor un acelasi ceas de transmisie, ceas a carui frecventa impune si rata de transfer a datelor. Daca lungimea liniei este mare, semnalele de ceas se genereaza independent la emitator si receptor, iar emitatorul transmite periodic un semnal de sincronizare asigurandu-se astfel identitatea ceasului de la receptie cu cel de la emisie.

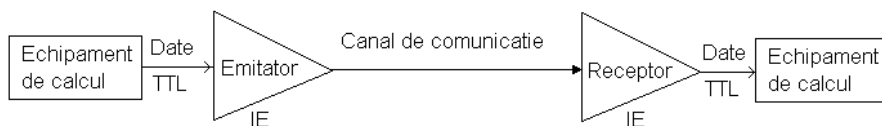
Alt parametru important in ceea ce priveste transmisia seriala este rata de transmisie, masurata in biti/secunda (bps). Ratele de transmisie utilizate de regula sunt urmatoarele (in bps): 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200.

Interfete electrice pentru transmisia la distanta

In cazul unor distante de transmisie reduse (sub un metru), portile TTL standard pot asigura transmisia semnalului. Lucrurile se schimba daca distanta dintre emitator si receptor creste. Existenta zgomotului in canalul pe care se face transmisia, poate conduce la coruperea datelor si implicit la erori de transmisie. Trebuie mentionat si faptul ca nivelul redus al semnalelor pentru 0 si 1 logic furnizat de circuitele TTL sporeste riscul coruperii datelor.

Din aceste motive, intre echipamentul de calcul si linie se intercaleaza un circuit de interfata electrica. La emisie, circuitul de interfata electrica realizeaza conversia semnalelor TTL in nivele electrice care sa permita efectuarea transmisiei pe linii lungi, iar la receptie se realizeaza conversia inversa, din semnalul receptionat in nivele TTL utilizabile in echipamentul de calcul.

Schema bloc a legaturii seriale prin intermediul circuitelor de interfata electrica este urmatoarea:



Cu cât lungimea liniei crește, va trebui să se acorde mai multă atenție metodei de conectare utilizată. Trebuie reținut că, pe măsură ce distanța pe care se face legătura crește, rata maximă de transmisie a datelor se micșorează. Rata maximă de transfer este influențată direct de calitatea liniei pe care se face transmiterea, mai precis de parametrii electrici ai cablului (R , L , C), tipul de interfață electrică folosită și nivelul zgomotului din canal.

Vom trece în revistă pe scurt efectul modificării parametrilor enumerați anterior. Capacitatea electrică a cablului C crește pe măsură ce se mărește lungimea liniei și devine o sarcină suplimentară pentru dispozitivul de emisie. În consecință, se va reduce amplitudinea semnalului recepționat. În mod similar, rezistența electrică R crește liniar o dată cu lungimea cablului, producând o cadere de tensiune pe linie și, drept consecință, reducerea amplitudinii semnalului la receptor și deci posibilitatea interpretării greșite a lor. Datele pot fi alterate și de zgomote electrostatice sau electromagnetice, care pot cauza astfel erori la recepție.

Este posibil ca, prin sumarea efectelor descrise anterior, la un moment dat rata maximă de transmitere a datelor pe un canal serial să scadă la zero. În acest caz, pentru a se putea face totuși transmiterea, va trebui să utilizați modem-uri. Acestea convertesc semnalul numeric (impulsuri dreptunghiulare) în semnale posibile de transmis pe un canal analogic. Modem-ul de la recepție va converti apoi semnalul analogic în semnal numeric. De regulă, pentru distanțe rezonabile (zeci de metri) și medii neperturbate, se poate renunța la folosirea unui modem.

O altă problemă care poate apărea la transmiterea semnalelor numerice prin canal o constituie apariția la receptor de reflexii ale semnalului transmis în linie. Pentru a minimiza reflexiile semnalului emis, impedanța de intrare a receptorului prin care se închide linia va trebui să fie egală cu impedanța caracteristică a liniei.

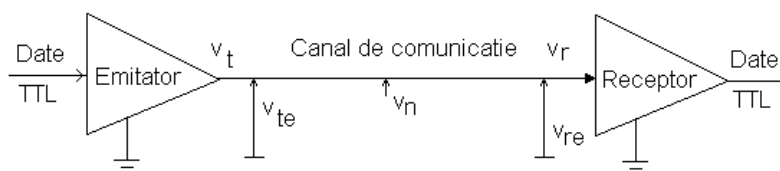
În fine, este posibil ca dispozitivele de emisie și recepție să aibă circuite de împănțare diferite. Acest lucru va avea ca efect apariția unei diferențe de potențial între emițător și receptor, datorată valorii finite a rezistenței dintre cele două puncte de împănțare. Diferența de potențial, care poate fi semnificativă uneori, acționează ca o tensiune de offset aplicată la receptor și poate conduce la interpretarea incorectă a nivelului semnalului recepționat.

Metodele uzuale pentru realizarea legăturii seriale între două echipamente de calcul sunt următoarele:

- single-ended
- unbalanced differential
- balanced differential

Structura, avantajele și dezavantajele fiecărei metode de conectare în parte vor fi detaliate în cele ce urmează.

În cazul conexiunii **single-ended** legătura dintre emițător și receptor se realizează printr-un singur fir. Sistemul de transmisie este ilustrat în figura de mai jos.



Circuitele de împănțare de la emițător și receptor nu sunt conectate între ele. Din acest punct de vedere, conexiunea **single-ended** are avantajul utilizării unui singur fir pentru fiecare canal serial. Cu toate acestea, performanțele sistemului sunt scăzute din următoarele cauze:

- influența zgomotului din canal (v_n)
- influența tensiunii de offset dintre împănțările emițătorului și respectiv receptorului (v_g)

Tensiunea de la receptor este:

$$V_r = V_t \pm V_g \pm V_n$$

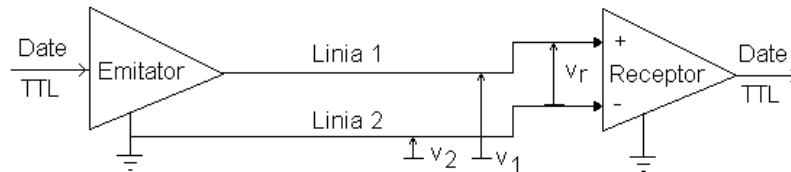
unde:

V_t - nivelul semnalului la emisie

V_g - diferenta de potential dintre cele doua puncte de impamantare

Prezenta zgomotului si a diferentei de tensiune dintre impamantarile celor doua circuite cauzeaza o reducere importanta a nivelului semnalului receptionat, care conduce la posibilitatea interpretarii incorecte la receptor a semnalului binar din linie. Acest tip de interfata este acoperit de standardul RS 232.

Conectarea de tip **unbalanced differential** se realizeaza pe doua fire, asa cum este prezentat in figura urmatoare:



La receptor se primește un semnal diferential, reprezentand diferenta dintre tensiunile celor doua fire ale canalului. Tensiunea parazita indusa de zgomot in cele doua fire este aproximativ identica din punct de vedere al valorii si polaritatii (firele traverseaza acelasi mediu) si, din cauza rejectiei semnalului de mod comun la receptor, efectul zgomotului asupra semnalului este eliminat. Similar, se poate demonstra ca este inlaturat si efectul tensiunii de offset datorate impamantarilor diferite.

Consideram potentialele celor doua linii:

$$V_1 = V_t \pm V_n$$

$$V_2 = \pm V_n$$

Semnalul la intrarea receptorului va fi:

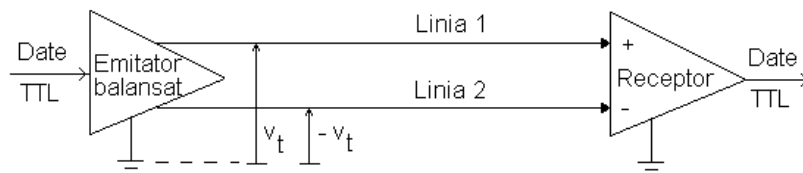
$$V_r = V_1 - V_2 = V_t \pm V_n - (\pm V_n)$$

ceea ce conduce la

$$V_r = V_t$$

In concluzie, conexiunea de tip diferential la receptor conduce la eliminarea atat a efectelor zgomotului din canal cat si a tensiunii de offset asupra semnalelor binare vehiculate in canal. Din acest punct de vedere conexiunea **unbalanced differential** este superioara conexiunii **single-ended**. Standardul RS 423 lucreaza in acest mod.

Cea mai buna solutie de interconectare pe linie seriala a doua echipamente este **balanced differential**. Conexiunea se realizeaza pe doua fire pentru fiecare canal. Schema de conectare este prezentata in continuare:














Emitatorul prezinta doua iesiri simetrice, $+V_t$ si $-V_t$. In consecinta, diferenta de potential dintre cele doua fire este $2V_t$. In aceste conditii o atenuare mai mare a semnalului poate fi tolerata si in concluzie, distanta dintre emitator si receptor poate sa creasca. De regula, pentru a reduce efectele tensiunii de zgomot induse cele doua fire sunt rasucite unul in jurul celuilalt (linie torsadata). Din aceleasi considerente ca si in cazul metodei de conectare **unbalanced differential** (rejectia semnalelor de mod comun), zgomotul de mod comun si tensiunea de offset sunt rejectate la receptor. Un standard corespunzator acestui tip de interfata este RS 422.

In tabelul urmatoar sunt prezentate, comparativ, principalele standarde de interfete electrice:

Standard IE	RS 232C	RS 243A	RS 422A	RS 485
Caracteristica				
Mod de operare	unipolar	unipolar	diferential	diferential
Lungime maxima	15 m	600 m		1200 m
Debit de informatie maxim	20 kbit/s	300 kbit/s	10 Mbit/s	10 Mbit/s
Tensiune de iesire (in gol)	+/-25 V max	+/- 6 V max	6 V max	6 V max
Tensiune de iesire (in sarcina)	+/-5..+/-15	+/-3.5 V min	2 V min	2 V min
Rezistenta de iesire (nealimentat)	300 Ω min	100 μ A intre -6 V si 6 V	100 μ A intre -6 V si 6 V	100 μ A intre -6 V si 6 V
Curent de scurtcircuit	\pm 500 mA	\pm 150 mA	\pm 150 mA	\pm 150 mA
Viteza de crestere front	max 30 V/ μ s	ajustabil	indiferent	indiferent
Rezistenta de intrare	3..7 K Ω	\geq 4 K Ω	\geq 4 K Ω	\geq 12 K Ω
Prag de sensibilitate la receptie	-3..3 V	-0,2..0,2 V	-0,2..0,2 V	-0,2..0,2 V
Tensiune de intrare maxima	-25..25 V	-12..12 V	-7..7 V	-7..12 V
Tensiune de intrare nominala	+15 V	+12 V	+6 V	+6 V
Impedanta de sarcina terminala	3..7 K Ω	min 450 Ω	1000 Ω	54 Ω
Numar de emitatoare (E) si receptoare (R) pe linie	1 E, 1 R	1 E, 10 R	1 E, 10 R	32 E, 32 R

Conectarea cu modemul

Standardul RS 232 are standardizate o serie de semnale care pot fi schimbate intre calculator (portul serial) si modem. In continuare sunt prezentate aceste semnale, precum si asignarea pinilor in cazul unui conector cu 25 de pini.

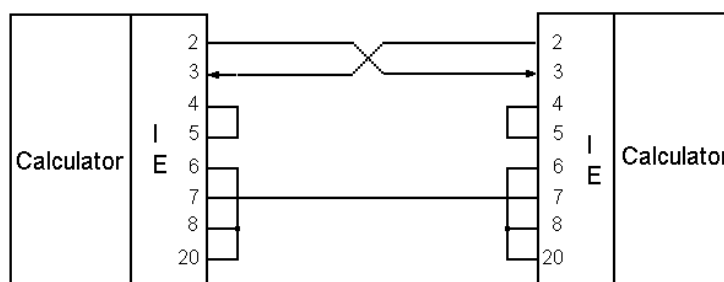
Pin	Cod	Denumire	Sens (DTE - DCE)	Tip circuit
1	PG	Masa de protectie		masa
2	TxD	Date emise		date
3	RxD	Date receptionate		date
4	RTS	Cerere de emisie		comanda
5	CTS	Gata de emisie		comanda
6	DSR	Post de date gata		comanda
7	SG	Masa de semnalizare		masa
8	DCD	Detectie purtatoare		comanda
15	TxC	Ceas emisie ETPD		sincronizare
17	RxC	Ceas receptie ETPD		sincronizare
20	DTR	Terminal gata		comanda
22	RI	Indicator de apel		comanda
24	ETC	Ceas emisie extern		sincronizare

Este posibil ca portul serial utilizat sa fie prevazut cu un conector cu noua pini. Prezentam asignarea pinilor in acest caz:

Pin	Cod	Denumire	Echivalent conector cu 25 de pini
1	DCD	Detectie purtatoare	8
2	RxD	Date receptionate	3
3	TxD	Date emise	2
4	DTR	Terminal gata	20
5	SG	Masa de semnalizare	7
6	DSR	Post de date gata	6
7	RTS	Cerere de emisie	4
8	CTS	Gata de emisie	5
9	RI	Indicator de apel	22

In cazul realizarii unei legaturi seriale intre doua calculatoare prin intermediul modemului cuplarea intre portul serial si modem se va realiza astfel (s-au considerat conectoare cu 25 de pini).

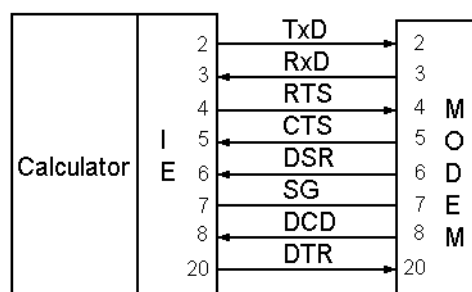
Pentru transmisii pe linie seriala pe distante scurte (aproximativ 15 m) legatura intre cele doua



calculatoare se poate face direct. In acest caz putem realiza o legatura pe trei fire (TxD, RxD, SG), asa numita conexiune cu "modem orb". Semnalele de comanda a modemului vor trebui scurtcircuitate astfel:

- RTS cu CTS
- DCD cu DTR si DSR

In figura urmatoare este prezentata o astfel de conexiune:



Protocolul de comunicatie

Pentru asigurarea comunicatiei datelor trebuie implementat un set de reguli dupa care sa se desfasoare transmisia, adica un protocol. Exista doua posibilitati: se alege unul din protocoalele de comunicatie standardizate sau se creaza un set de reguli specifice aplicatiei particulare care se doreste a fi realizata. La inceputul acestui capitol s-a tratat problema clasificarii protocoalelor de comunicatie. In cele ce urmeaza se prezinta unul dintre cele mai vechi si mai des folosite protocoale de comunicatie, protocolul X-MODEM.

Protocolul X-MODEM (cu variantele sale Y-MODEM si Z-MODEM) este unul dintre cele mai raspandite. El face parte din clasa protocoalelor ARQ (Automatic Repeat Request – in care un pachet eronat sau neconfirmat este automat retransmis), subclasa Emite si Asteapta (Send and Wait).

Datele utile sunt impachetate in cadre, fiind inconjurate cu unele campuri de serviciu (control). In timpul transmiterii unui pachet nu se face controlul fluxului. Fiecare pachet trimis trebuie confirmat. Receptorul primeste pachetul si dupa ce verifica numarul de secventa alocat pachetului calculeaza suma de control locala pentru partea de date. Daca aceasta este identica cu cea sosita se emite o confirmare pozitiva - ACK (pachet acceptat), in caz contrar se emite confirmare negativa NAK (pachet rejectat). La receptia unui ACK emitatorul va emite urmatorul pachet, iar la receptia unui NAK va fi retransmis pachetul anterior. Aceasta se intampla pana se transmit toate datele.

Trebuie tinut cont de faptul ca si confirmarile pot fi afectate de erori, astfel ca daca un pachet nu a fost confirmat intr-un anumit timp el este retransmis; receptorul va ignora pachetele duplicate, dar le va confirma de fiecare data.

Protocolul X-MODEM transmite pachete de date de lungime fixa. Varianta initiala folosea pentru controlul erorilor o suma aritmetica de control pe un singur octet. Variantele noi au introdus CRC si transfer multifisier, cu pastrarea compatibilitatii cu varianta initiala. Structura unui pachet de date este urmatoarea:

SOH	Nr. secventa	Nr. secventa negat	Date	Suma de control
-----	--------------	--------------------	------	-----------------

unde:

SOH:	1 octet (Start-Of-Header) e primul octet din pachet
Nr. secventa:	Numarul pachetului curent, modulo 256 (primul pachet are numarul 1)
Nr. secventa negat:	Complementul fata de 1 al campului precedent
Date:	128 octeti de date, care pot contine orice
Suma cotel:	1 octet in cazul sumei aritmetice 2 octeti in cazul CRC

Emitatorul are o functionare mai simpla decat receptorul, care de fapt conduce fluxul de date. In continuare este prezentat modul de lucru al emitatorului:

1. Asteapta primire NAK de la receptor
2. Daca s-au terminat pachetele continua de la pasul 3
 - 2.1. Formeaza un pachet de date
 - 2.2. Emite pachetul
 - 2.3. Asteapta confirmare
 - 2.4. Daca s-a primit ACK trece la pachetul urmator
 - 2.5. Daca s-a primit NAK ramane la pachetul curent
 - 2.6. Daca s-a primit CAN continua de la pasul 5.
 - 2.7. Continua de la pasul 2.
3. Emite EOT (End Of Transmission - Sfarsit transmisie)
4. Asteapta confirmare
5. STOP

Modul de lucru al receptorului este descris in continuare:

1. Emite NAK
2. Daca in 10 secunde nu s-a receptionat un pachet emite NAK
 - 2.1. Daca s-a primit SOH
 - verifica numar secventa bine format (campurile 2 si 3)
 - daca numarul nu e bun emite NAK si continua de la pasul 2.
 - verifica numar secventa asteptat
 - daca e numarul precedent:
 - ignora mesaj si emite ACK
 - continua de la pasul 2.
 - daca nu e numarul de secventa asteptat emite CAN si continua de la pasul 4.
 - calculeaza si verifica suma de control
 - daca suma receptionata coincide cu cea calculata: emite ACK, altfel emite NAK
 - 2.2. Daca s-a primit EOT continua de la pasul 3.
3. Emite ACK
4. STOP

Daca se doreste inlocuirea sumei de control cu CRC, receptorul care doreste sa foloseasca CRC va emite in loc de NAK caracterul 'C'. Pentru compatibilitate cu variantele anterioare, daca 10 secunde nu se primeste nimic se va emite NAK pentru a lucra cu suma de control. De regula pentru generarea celor doi octeti ai CRC se foloseste polinomul CCITT: $g(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$. In acest caz CRC este restul impartirii mesajului (la care se adauga 16 biti de 0) la polinomul $g(x)$. Octetul cel mai semnificativ al CRC este transmis primul.

Pentru a se preantampina intrarea in bucla infinite, in asteptarea unor evenimente care nu se vor mai produce orice parte a programului de comunicatie care asteapta ceva din linie trebuie sa aiba prevazut un timeout. In plus se vor memora contoarele cu numarul de timeout-uri pentru a se intrerupe comunicatia daca celalalt post nu raspunde.

Trebuie respectate urmatoarele reguli:

1. Receptorul asteapta 10 secunde sosirea unui pachet, apoi emite NAK daca pachetul nu a sosit.
2. In timpul receptiei unui pachet se asteapta 1 secunda pentru fiecare caracter.
3. Emitatorul nu are timeout cand asteapta inceperea transferului de date.
4. Este de dorit ca emitatorul sa permita receptorului sa efectueze operatiile necesare inainte de a trimite confirmarea; aceasta se face asteptand raspunsul 1 minut.
5. Toate erorile si timeout-urile vor genera cel mult 10 retransmisii.