

## 8.2. Interfața RS-232 C

### 8.2.1. Introducere

Standardul RS-232 C, introdus de Electronic Industries Association (EIA), definește caracteristicile electrice ale unei interfețe dintre un echipament numeric - numit în standard Data Terminal Equipment (DTE) și un modem - denumit de standard Data Communications Equipment (DCE). Denumirea completă a interfeței RS-232 C este : Interface Between Data Terminal Equipment and Data Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange. Litera C vine de la ultima revizie făcută standardului. Recomandarea V.24 a CCITT este aproape identică cu RS-232 C.

Standardul RS-232 C acoperă patru domenii :

1. Caracteristicile mecanice ale interfeței.
2. Semnalele electrice.
3. Funcția fiecărui semnal.
4. Subset de semnale pentru aplicații specifice.

### 8.2.2. Specificațiile mecanice ale interfeței RS 232 C

Prescripțiile mecanice se referă la faptul că pe echipamentul numeric se află dispus conectorul mamă, că lungimea maximă a cablului dintre DTE și DCE este 15 metri și că se admite o capacitate maximă a cablului de 2500 picofarazi. Deși nespecificat în standard, în momentul de față, aproape toate aplicațiile utilizează pentru RS-232 C conectorul cu 25 pini: DB25.

Denumirea semnalelor asociate fiecărui pin aparținând conectorului DB25, precum și sursa și abrevierea fiecărui semnal este dată în tabelul 8.1.

*Tabelul 8.1*

PIN	DENUMIRE SEMNAL	SURS A	PIN	DENUMIRE SEMNAL	SURS A
1	Împământare		14	2-nd TD	DTE
2	Transmitted data (TD),(Tx)	DTE	15	Transm sign timing	DCE
3	Received date (RD), (Rx)	DCE	16	2-nd RD	DCE
4	Request to send (RTS)	DTE	17	Receiv sign timing	DCE
5	Clear to send (CTS)	DCE	18	Neconectat	
6	Data set ready (DSR)	DCE	19	2-nd RTS	DTE

7	Masa semnal (GND)		20	DTE ready (DTR)	DTE
8	Data carrier detect (DCD)	DCE	21	Signal quality detector	DCE
9	Rezervat		22	Ring indicator (RI)	DCE
10	Rezervat		23	Data sign rate selector	
11	Neconectat		24	Transm sign timing	DTE
12	2-nd received sign detect	DCE	25	Neconectat	
13	2-nd CTS	DCE			

Figura 8.7 arată și alte tipuri de conectoare ce pot fi întâlnite în practică. Săgețile indică semnalele de intrare și ieșire pentru DTE. În cazul conectorului DB-25 au fost explicitate doar semnalele pentru canalul principal. Se observă că în cazul celorlalte conectoare, datorită numărului mai mic de pini se poate implementa un singur canal de transmisie.

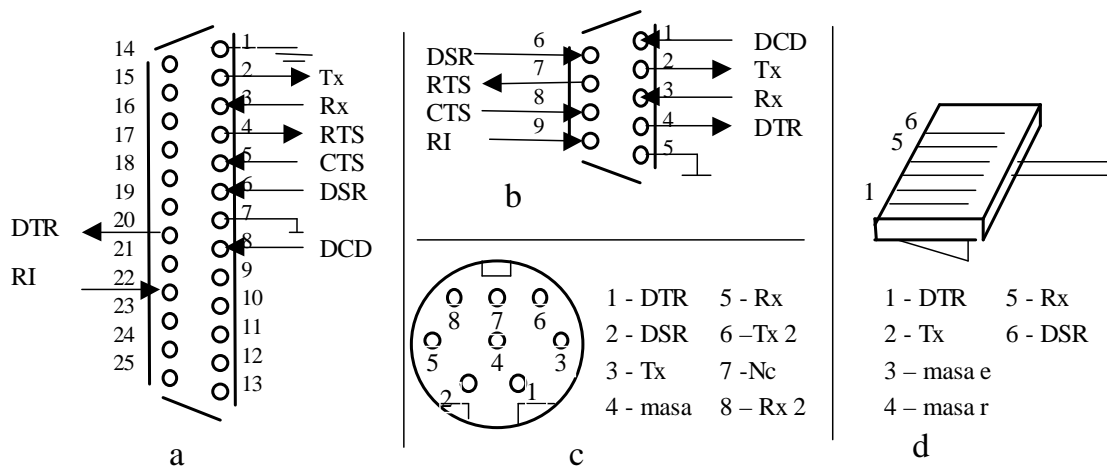


Fig 8.7 Diferite tipuri de conectoare pentru interfața RS 232: a) conector mamă DTE cu 25 pini, b) conector mamă cu 9 pini, montat pe PC, c) conector MINI-DIN 8, dinspre partea cu lipituri - utilizat la calculatoarele Mac-Intosh, d) conector RJ-

### 8.2.3. Specificațiile electrice

Standardul specifică patru tipuri de linii: linii de date (4), linii de control (11), linii de sincronizare (3) și linii de masă (2).

Un semnal de date este considerat pe "1" logic dacă potențialul față de masă al liniei respective este cuprins între - 3 V și - 25 V, (de regulă între - 3 V și - 25 V la recepție și între - 5 V și - 25 V la generare).

Pentru "0" logic potențialul liniei de date este cuprins între +3 V și + 25 V.

Figura 8.8 arată zonele admise și interzise pentru palierele semnalelor vehiculate de către interfața RS 232. Timpul petrecut în zona de tranziție trebuie să fie mai mic de 4% din durata necesară transmiterii unui bit. Această cerință

limitează capacitatea maximă admisă pentru cablu la 2500 pF, deci și lungimea maximă a cablului.

Pentru liniile de control, polaritatea potențialelor asociate lui "1" și "0" logic sunt inversate față de liniile de date. Liniile de control sunt considerate în starea "ON" dacă sunt pe "1" logic (potențial pozitiv) și în starea "OFF" dacă sunt în "0" logic (potențial negativ).

Semnalele electrice sunt astfel generate încât scurtcircuitarea oricăror linii ale interfeței să nu conducă la defectarea echipamentelor. Evident că pe durata scurtcircuitului interfața, funcție de pini scurtcircuitați, este posibil să nu funcționeze, dar o dată cu îndepărtarea scurtcircuitului toate funcțiile de interfață pot fi reluate.

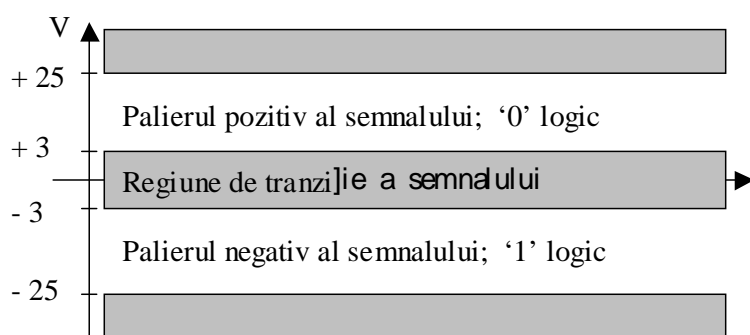


Fig.8.8 Limitele de tensiune admise pentru semnalele interfeței RS 232

Standardul RS-232 C cuprinde două tipuri de canale: un canal primar ce operează la viteze ridicate de transfer și care este dedicat transferului de date și un canal secundar, de viteză redusă, dedicat informației de control. La rândul său, canalul secundar poate fi divizat într-un canal auxiliar pe care se transmit date independent de canalul primar și un canal de răspuns asociat canalului primar. Pe canalul de răspuns, direcția de transmitere a datelor este întotdeauna inversă față de direcția de transmitere a datelor pe canalul primar.

Este de remarcat că majoritatea aplicațiilor folosesc doar canalul primar.

Foarte important este modul de conectare al masei. Există (figura 8.8 a și tabelul 8.1) două legături la masă: pinul 1 este "împământare" și folosește la legarea între ele și la pământ a carcaselor dispozitivelor și pinul 7 care este masa de referință a semnalelor. Neutilizarea ambelor legături poate să fie cauza unor erori: figura 8.9.

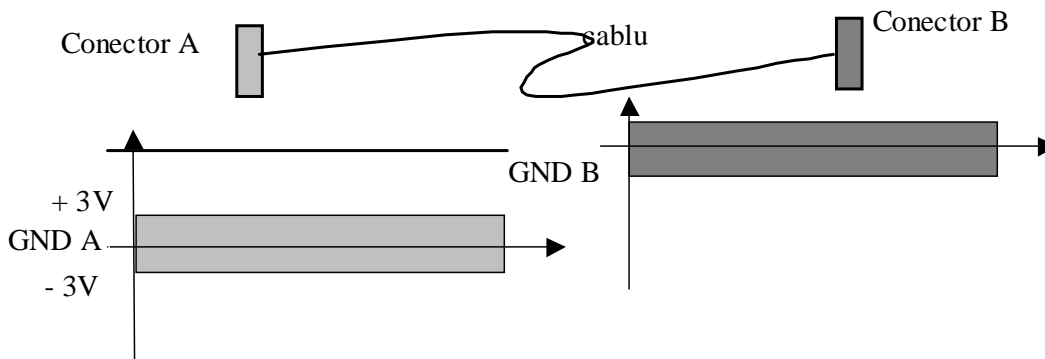


Fig. 8.9 Explicativă pentru erorile cauzate de legarea incorectă a pământării

Carcasele aparatelor neîmpământate corect se pot găsi la diferențe de potențial mare. Utilizarea firului de masă de referință pentru egalarea potențialelor carcaselor conduce la apariția unei căderi de tensiuni pe acest fir, cădere de tensiune ce decalează nivelurile logice transmise și recepționate. Dacă acest decalaj este suficient de mare apare situația din figura 8.9, unde zona nivelurilor pozitive ale aparatului A are o porțiune ce se suprapune cu zona nivelurilor negative ale aparatului B. Faptul conduce la erori de transmisie, mai ales în situația în care nivelurile sunt apropiate de zona de tranziție. Ca să se evite pe cât posibil această situație, majoritatea interfețelor RS 232 lucrează cu niveluri de  $\pm 12$  V (niveluri acceptate de circuitele electronice și în plus aceste tensiuni sunt tensiuni de alimentare într-un PC).

#### 8.2.4. Funcțiile semnalelor

*Semnalele de date* sunt definite din punctul de vedere al DTE și pentru canalul principal sunt două astfel de semnale : *transmisie date (TD)*, (Tx) - pinul 2 și *recepție date (RD)*, (Rx) - pinul 3. DTE trebuie să țină semnalul Tx în starea logică "1" (potențial negativ) atunci când nu se transmit date precum și în intervalul dintre caractere. DTE nu poate activa semnalul Tx dacă semnalele de control RTS, CTS, DSR și DTR nu sunt în starea logică "1" (ON, potențial pozitiv).

Semnalul *recepție date Rx* trebuie ținut pe "1" logic atâta timp cât semnalul de control "*DATA CARRIER DETECT*" (DCD) este OFF. În transmisia "half-duplex" RD este pe "1" atunci când RTS este ON. Canalul secundar are la pinii 14 și 16 semnale de date analoge cu cele prezentate anterior.

Procedura de "handshake" la RS 232 este ilustrată în figura 8.10.

*Semnalele de control* pot fi utilizate în totalitate sau numai o parte dintre ele. Se descrie în continuare funcția fiecărui semnal de control.

- *REQUEST TO SEND (RTS)* (pinul 4) are drept sursă DTE și anunță că există date de transmis. În cazul legăturilor de tip simplex sau duplex punerea pe ON ("1" logic) a liniei RTS determină trecerea modemului (DCE) în modul

"transmite". În legătura de tip half-duplex, starea ON a semnalului RTS pune DCE în modul "transmite" și totodată inhibă modul "recepție". O dată ce semnalul RTS trece în starea OFF el nu mai poate fi readus în starea ON decât cu condiția ca semnalul CLEAR TO SEND (CTS) să fi fost comutat în starea OFF de către DCE.

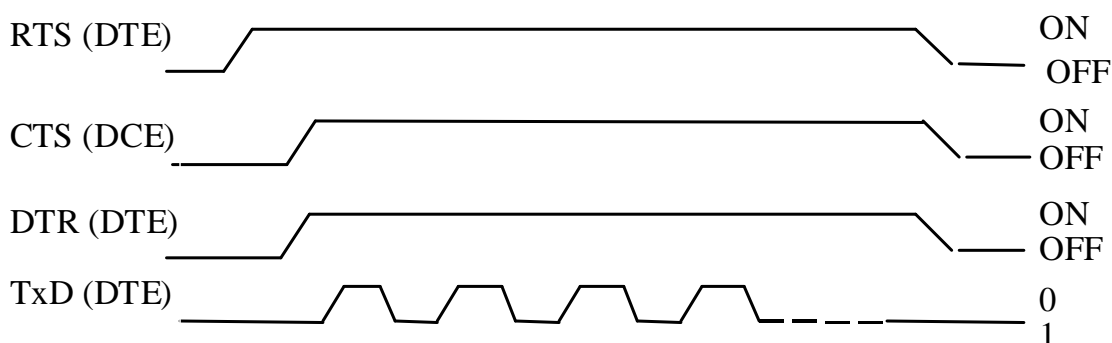


Fig. 8.10 Procedura de "handshake" la RS 232

Semnalul *CLEAR TO SEND (CTS)* (pinul 5) are ca sursă DCE și constituie răspunsul modemului la semnalul RTS. Dacă CTS este în starea ON, transmiterea datelor poate începe. Dacă CTS este în starea OFF, DTE nu poate transmite date. Modemul ține CTS în starea ON numai dacă liniile de control *DATA SET READY (DSR)* și *DATA TERMINAL READY (DTR)* sunt în starea ON.

Semnalul *DATA SET READY (DSR)* (pinul 6) dă informații despre starea în care se găsește modemul în sensul că este pus sub tensiune, este pornit și gata să primească date pentru a le transmite pe linia telefonică. Este un răspuns al modemului la semnalul DTR emis de echipamentul numeric (DTE). Punerea lui DSR în starea ON nu înseamnă că întreg circuitul telefonic este stabilizat, ci doar că modemul local este pregătit pentru utilizare.

Semnalul *DATA TERMINAL READY (DTR)* - pinul 20 - în starea ON anunță că DTE este în funcțiune și se dorește conectarea lui DCE la interfață. Dacă DTR devine OFF, DCE este deconectat din lanțul de comunicație după ce s-a terminat comunicarea aflată în curs de derulare.

Semnalul *RING INDICATOR (RI)* - pinul 22 - este pus în starea ON atunci când DCE anunță DTE că s-a primit un semnal de apel.

Semnalul *DATA CARRIER DETECT (DCD)* - pinul 8 este pus în starea ON atunci când DCE este în măsură să anunțe DTE că pe linia telefonică a fost detectată existența purtătoarei. Dacă nu există purtătoare sau nivelul acestuia este insuficient, DCD trece în starea OFF.

Dacă parametrii purtătoarei se mențin în limitele prescrise un timp mai îndelungat, există o mare probabilitate ca schimbul de informație ce urmează a fi efectuat să se desfășoare fără erori. Acest lucru este semnalizat de către DCE prin punerea în stare ON a liniei *SIGNAL QUALITY DETECTOR* - pinul 21.

Semnalul *DATA SIGNAL RATE SELECTOR* - pinul 22 - este pus în starea ON atunci când se selectează o viteză de transfer mai mare .

Semnalele de control *SECONDARY REQUEST TO SEND*, *SECONDARY CLEAR TO SEND* și *SECONDARY DATA CARRIER DETECT* au pentru canalul secundar același rol cu semnalele RTS, CTS și DCD pentru canalul primar.

Semnalele de sincronizare se utilizează doar în cazul comunicației sincrone, de altfel foarte rar folosită de către interfața RS-232 C.

*TRANSMITTER SIGNAL ELEMENT TIMING (DTE SOURCE)* are ca sursă DTE și marchează mijlocul fiecărui bit transmis.

*RECEIVER SIGNAL ELEMENT TIMING* este folosit de DCE pentru a marca mijlocul fiecărui bit recepționat.

Cel de-al treilea semnal *TRANSMITTER SIGNAL ELEMENT TIMING (DCE SOURCE)* este folosit de DTE pentru a schimba datele ce se transmit pe linia de date (TxD). Data se modifică atunci când semnalul de sincronizare are o tranziție din starea OFF în starea ON.

Semnalele de masă sunt două: împământarea - pinul 1 - ce realizează legarea echipotențială a carcaselor DTE si DCE si masa de semnal - pinul 7 - ce reprezintă potențialul de referință pentru celelalte semnale.

După cum se observă din figura 8.11, aplicația tipică a interfeței RS-232 C presupune o comunicare de tip asincron, utilizează doar canalul primar și acceptă faptul că linia telefonică este într-o stare foarte bună. În plus, aplicația tipică nu utilizează linia RI. În schimb, se utilizează ambele linii de masă.

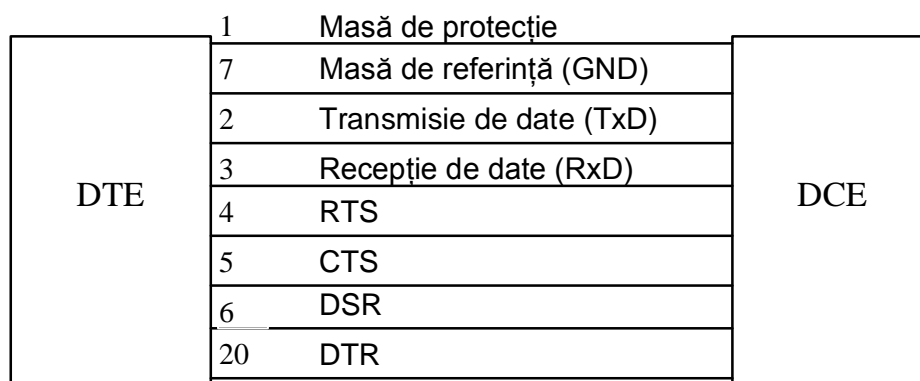


Fig.8.11. Utilizarea liniilor într-o aplicație tipică a interfeței RS-232 C.

În practică se utilizează frecvent un număr minim de legături, ca în figura 8.12.

Trebuie remarcat faptul că interfața RS-232 C a fost proiectată pentru a stabili comunicația la distanță între două DTE prin intermediul liniei telefonice și a modemurilor. Practica a impus utilizarea interfeței RS-232 C și în alte scopuri: spre exemplu, la legarea imprimantei la calculator. Apare problema de a ști care este DTE și care este DCE. Un mod simplu de a le identifica constă în observația că DTE transmite la pinul 2 pe când DCE transmite la pinul 3. Prin urmare, modul de legare a liniilor TxD și RxD trebuie să țină cont de tipul dispozitivelor ce comunică. În figura 8.13.a se arată modul de legare a unui DTE cu un DCE, iar figura 8.13.b ilustrează legarea a două DTE.

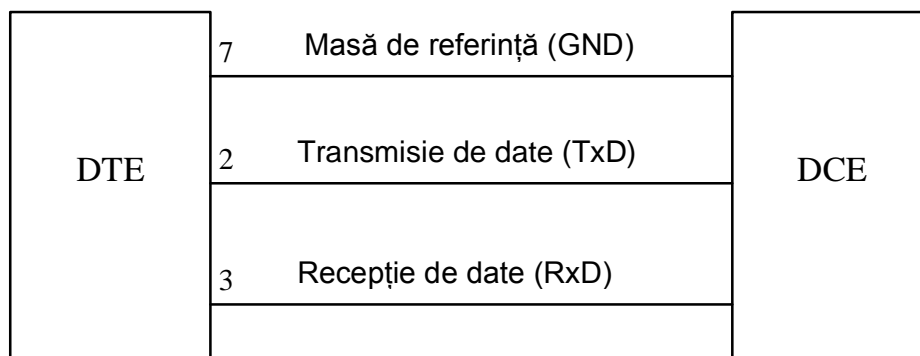


Fig.8.12. Legăturile minim necesare pentru RS-232 C.

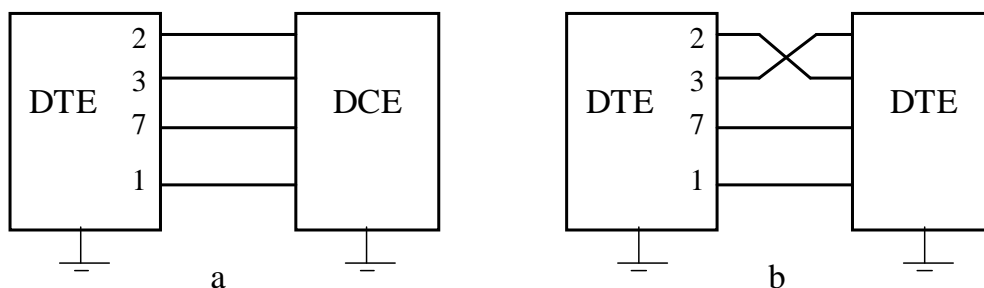


Fig.8.13 Conexiunile la pini pentru legarea între un a) DTE și un DCE b) DTE și un DTE.

Interfața RS-232 C poate funcționa asincron sau sincron. Cel mai adesea se folosește comunicarea asincronă. În acest caz transmițătorul emite mai întâi un bit de start prin care anunță receptorul că urmează un caracter. După bitul de start transmițătorul pune pe linia TxD caracterul, începând cu bitul cel mai semnificativ. Fiecare bit este menținut pe linie o durată bine stabilită de timp. Receptorul eșantionează linia TxD la momente de timp care se situează cât mai aproape de centrul momentului de timp afectat fiecărui bit. Lucrul acesta se întâmplă numai dacă transmițătorul și receptorul lucrează cu aceeași viteză (au

același "baud rate"). Codul folosit pentru caractere este codul ASCII ce folosește 7 biți. După biții caracterului urmează bitul de paritate ce permite receptorului să detecteze dacă un bit a fost greșit recepționat. Bitul de paritate permite detectarea eronării unui singur bit. Ultimii biți transmiși sunt biții de stop care dau timp receptorului să asambleze într-un cuvânt biții recepționați serie și să se pregătească pentru recepționarea noului caracter. Se utilizează 1, 1,5 sau 2 biți de stop.

În cazul în care un calculator transmite unei imprimante, pot apare probleme din cauza vitezei de lucru a acesteia. De aceea se utilizează un protocol de transmisie realizat cu liniile RTS și CTS. Datorită dotării imprimantei cu o memorie tampon, protocolul se realizează pe blocuri de date. Unii producători înlocuiesc CTS cu unul dintre semnalele DTR și DSR.

La comunicarea între două calculatoare, ce folosesc RS-232 C și modul full-duplex, legate direct sau prin intermediul modemurilor, se utilizează frecvent așa- numitul protocol XON / XOFF. Acest protocol folosește două coduri ASCII, numite unul "Device Control 1" (DC1) și celălalt "Device Control 2" (DC2), în modul următor: la primirea caracterului DC1 transmițătorul începe să transmită (XON), iar la primirea caracterului DC2 transmițătorul se oprește (XOFF).

La echipamentele ce lucrează la distanță mare se preferă lucrul în curent. Standardul RS-232 C a fost definit în termeni de tensiune, dar se construiesc dispozitive ce consideră nivel logic "1" atunci când trece un curent de 20...60 mA și nivel logic "0" la absența curentului. La asamblarea unor astfel de dispozitive în vederea comunicării prin RS-232 C apare problema care dintre ele constituie sursa de curent.

Procedura de autotest a interfeței RS 232 presupune efectuarea unor legături provizorii la conectorul interfeței (figura 8.14). În acest mod, echipamentul care transmite și recepționează ceea ce a transmis.

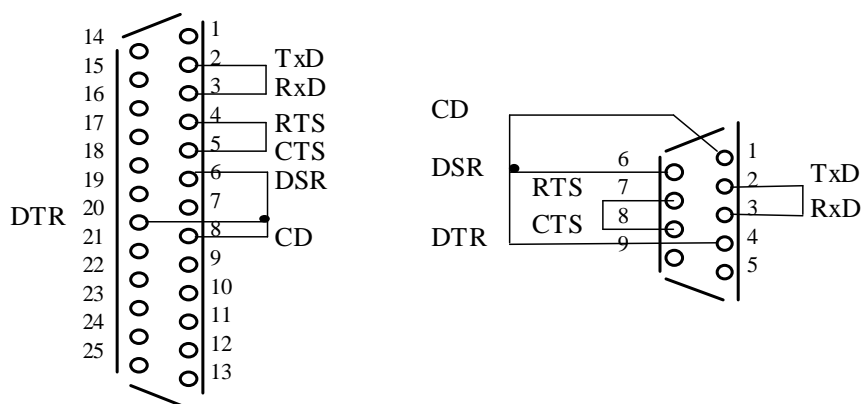


Fig. 8.14 Legăturile ce se fac la conectoare pentru autotest RS 232



#### 8.4. Aplicație. Circuit pentru comunicarea serială asincronă INS8250

Este un circuit ce se găsește în calculatoarele mai vechi sub forma unui integrat cu 40 pini. La calculatoarele de generație recentă, electronica pentru comunicarea serială asincronă se găsește în controlerul I/O, alături de circuite ce guvernează portul paralel sau comunicarea cu discurile.

Circuitul INS8250 realizează conversia serie - paralel (în cazul recepției datelor seriale) și paralel - serie (în cazul transmiterii datelor sub formă serială). În primul caz șterge, iar în al doilea caz adaugă automat și conform programării biții de start, stop și de paritate. Se poate programa numărul de biți ai cuvântului ce se transmite (cuvânt pe 5, 6, 7, sau 8 biți), generarea și detecția bitului de paritate atât pentru paritate pară cât și impară, generarea biților de stop (1, 1 ½, sau 2 biți de stop), precum și rata de transfer, cuprinsă între 0 și 56k Baud/s. De fapt rata de transfer se stabilește funcție de frecvența de tact care se divide cu un număr cuprins între 1 și  $2^{16}$ , număr ce se înscrie în registrul intern "Divisor Latch". Există registre în care se înscriu cuvinte prin care se stabilește modul de transmisie, recepție și de funcționare a întreruperilor.

INS8250 poate fi cuplat direct la magistrala internă a calculatorului (figura 8.17). El realizează întreg protocolul RS 232, doar că mai are nevoie de circuite suplimentare (drive) pentru a converti nivelurile TTL în niveluri de tensiune  $\pm 12$  V, impuse pentru intrări și ieșiri.

Activarea circuitului se face de către PC prin trecerea pe "0" a semnalului chip select CS. Prin intermediul semnalelor MEMR (I/OR) sau MEMW (I/OW), active pe "0", procesorul calculatorului alege dacă scrie sau citește unul dintre cele 10 registre interne ale circuitului INS8250. Care este acel registru, se decide prin conținutul liniilor de adresă A0, A1, A2 și bitul DLAB, cel mai semnificativ bit din registrul de control, conform tabelului 8.2:

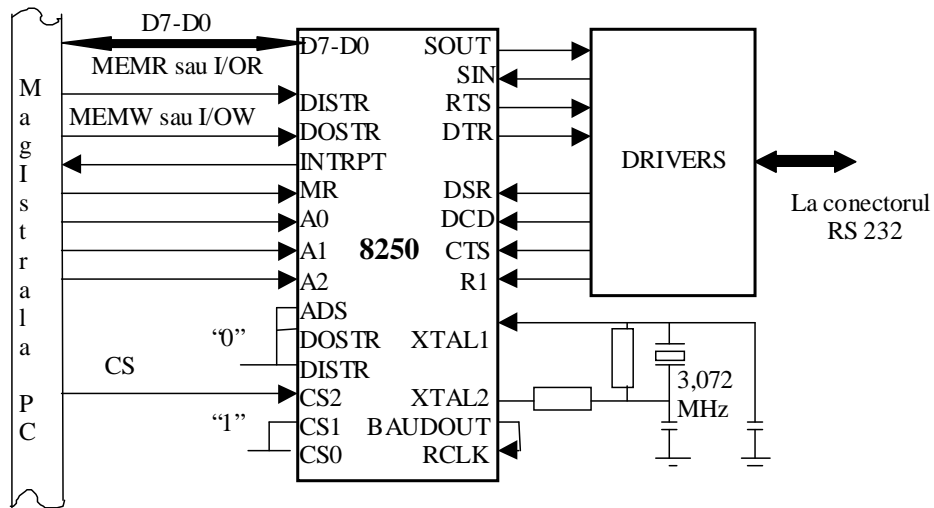


Fig.8.17 Conectarea integratului INS8250

Tabelul 8.2

A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	DLAB	Registrul	Adresa PC
0	0	0	0	Reg. recepție (citește), Reg. Transmite (scrie) (Receiver Buffer, Transmitter Holding Register)	3F8
0	0	1	0	Validare întreruperi (Interrupt Enable)	3F9
0	1	0	x	Identificare întrerupere - poate fi numai citit (Interrupt Identification - read only)	3FA
0	1	1	x	Registrul control (Line Control)	3FB
1	0	0	x	Control MODEM (MODEM Control)	3FC
1	0	1	x	Registrul stare (Line Status)	3FD
1	1	0	x	Stare MODEM (MODEM Status)	3FE
0	0	0	0	Divisor Latch - least significant byte	3F8
0	0	1	0	Divisor Latch - most significant byte	3F9

Datele se vehiculează pe cele 8 linii D0-D7 și ele pot reprezenta cuvânt recepționat, cuvânt ce se va transmite sau cuvinte pentru programarea modului de lucru. INS8250 poate lansa cereri de întrerupere către microprocesor dacă cuvântul său de control (înscris în registrul control), validează lucrul cu întreruperi. Schema bloc internă a circuitului INS8250 este prezentată în figura 8.18.

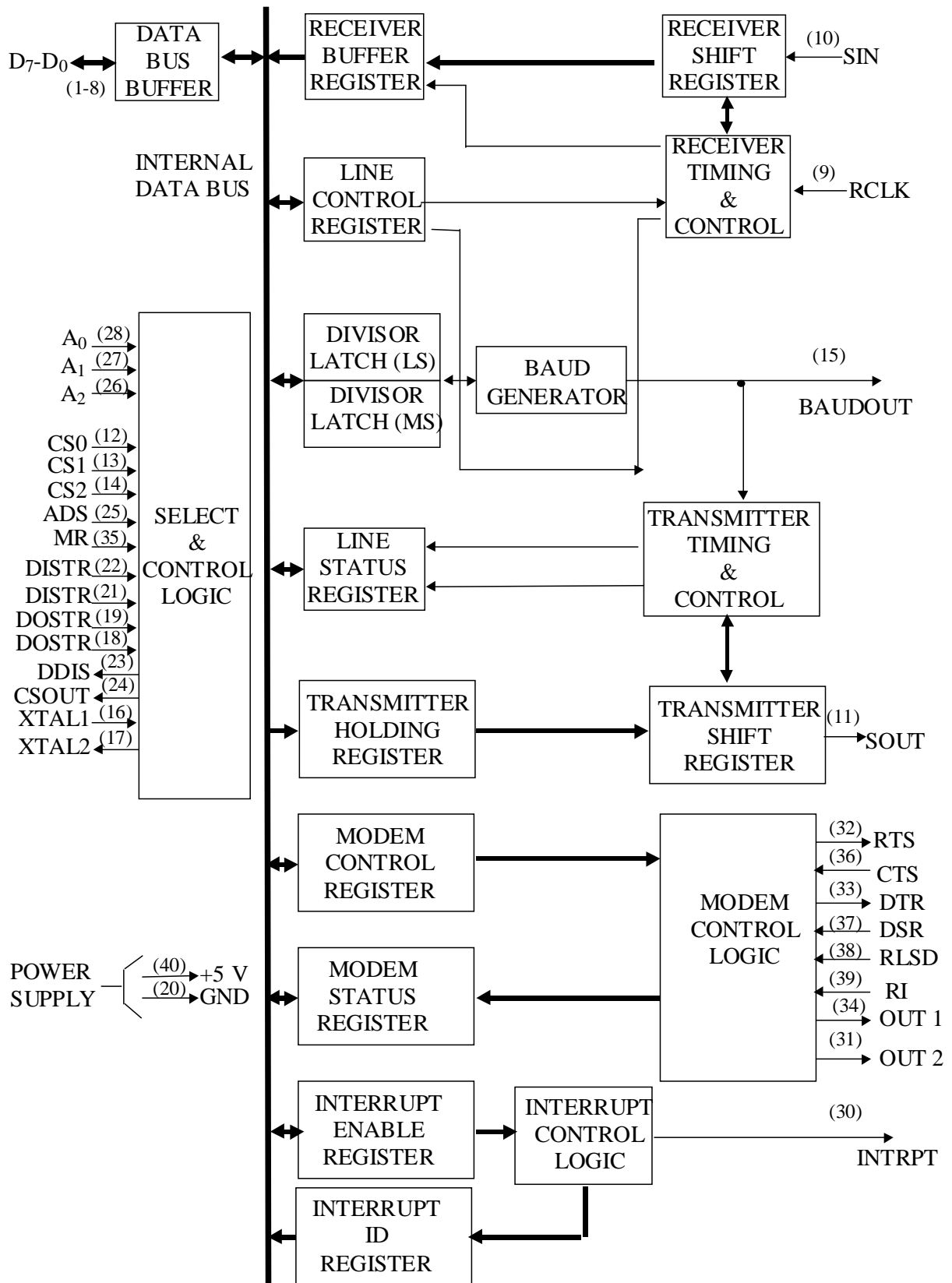


Fig. 8.18 Schema bloc a circuitului INS8250

Circuitul se leagă direct la semnalele ce se găsesc pe magistrala internă a unui PC. Octetul, ce poate reprezenta data ce urmează să se transmită, sau data ce a fost recepționată și se livrează unității centrale (CPU), sau un cuvânt de control ce se citește sau se înscrie într-unul dintre registrele interne, se găsește în registrul tampon al magistralei de date “Data Bus Buffer”. De aici octetul este vehiculat prin intermediul magistralei interne a circuitului INS8250.

Dacă este vorba de un octet ce urmează să se transmită, acesta se transferă în registrul temporar pentru transmisie: “Transmitter Holding Register” și apoi în registrul de deplasare: “Transmitter Shift Register”, unde i se adaugă biții de start, stop și paritate și de unde, funcție de viteza de transmisie, biții cuvântului sunt scoși la ieșirea serială SOUT.

Viteza de transmisie sau recepție este programată în funcție de frecvența de tact și de numărul pe 16 biți înscris în cele două registre de 8 biți: “Divisor Latch”. La ieșirea BAUDOUT se furnizează un semnal cu frecvența de 16 ori mai mare decât viteza de transmisie, semnal ce poate fi utilizat ca intrare de tact RCLK pentru secțiunea de recepție.

Cuvântul recepționat intră serial prin pinul SIN în registrul de deplasare pentru recepție “Receiver Shift Register” de unde, în paralel, trece în registrul tampon pentru recepție “Receiver Buffer Register” unde este curățat de biții de start, stop și paritate și totodată se face verificarea corectitudinii recepției. Dacă este identificată o eroare se poziționează bitul corespunzător din cadrul registrului de identificare a întreruperii “Interrupt ID Register”. Întreruperea este lansată spre CPU la pinul INTRPT numai dacă este validată prin înscrierea corespunzătoare în registrul de validare întreruperi “Interrupt Enable Register”

Funcționarea circuitului este guvernată prin cuvântul înscris în registrul de control “Line Control Register” și este monitorizată prin cuvântul pe care CPU îl citește în registrul “Line Status Register”.

Funcționarea liniilor de MODEM este programată prin cuvântul înscris în registrul control MODEM: “MODEM Control Register” și este monitorizată prin citirea registrului de stare MODEM: “MODEM Status Register”.

Cuvântul de 8 biți ce programează modul de lucru se înscrie în **registrul de control (Line Control Register)**. Biții *B0* și *B1*, mai puțin semnificativi, determină numărul de biți ai cuvântului ce se recepționează sau se transmite, conform tabelului 8.3:

*Tabelul 8.3*

Bit 1	Bit 0	Lungimea cuvântului transmis sau recepționat
0	0	5 biți
0	1	6 biți
1	0	7 biți



*Bitul B2* specifică numărul de biți de stop: pentru valoarea 0 este generat sau verificat un bit de stop la transmisie, respectiv recepție, iar pentru valoarea 1 sunt generați sau verificați 1 ½ biți de stop (pentru cuvinte de 5 biți lungime) și 2 biți de stop (pentru cuvinte de 6, 7 sau 8 biți).

*Bitul B3* validează (pentru valoare 1) verificarea, respectiv generarea biților de paritate situați între ultimul bit al cuvântului și bitul de stop.

*Bitul B4* stabilește tipul de paritate: pentru B4 = 0 se verifică, respectiv se transmite un număr impar de valori "1" a cuvântului recepționat, respectiv transmis, iar pentru B4 = 1 se verifică, respectiv se transmite un număr par de valori "1" a cuvântului recepționat, respectiv transmis.

*Bitul B5* este indicator logic de paritate; dacă B3 = 1, B4 = 1 și B5 = 1, atunci bitul de paritate care se transmite sau se verifică la recepție are valoarea logică "0"; dacă B3 = 1, B4 = 0 și B5 = 1 atunci bitul de paritate care se transmite sau se verifică la recepție are valoarea logică "1".

*Bitul B6* folosește pentru introducerea unei pauze în transmisia serială a datelor. Dacă B6 = 1, ieșirea serială SOUT este forțată pe "0" și rămâne acolo până B6 se pune pe "0".

*Bitul B7* este bitul DLAB, de acces la cele două registre 'Divisor Latch' care păstrează numărul ce stabilește viteza de transfer. Valoarea pe 16 biți ai numărului înscris, se calculează împărțind cu 16 câtul obținut prin divizarea frecvenței de tact la viteza de transfer dorită. Dacă DLAB = 1, registrele se pot citi sau scrie, funcție de semnalele Read, respectiv Write ate CPU. Dacă DLAB = 0, accesul este permis la registrele: "Receiver Register", Transmitter Holding Register", sau "Interrupt Enable Register".

Registrul de control poate fi scris sau citit (inspectat) de către unitatea centrală (CPU).

**Registrul de stare ("Line Status Register")** furnizează CPU informații privind derularea transferului de date.

*Bitul 0* este un indicator "Data Ready (DR)" pentru recepție. El primește valoarea "1" atunci când recepția unui caracter este completă, iar caracterul este în registrul de recepție ("Receiver Buffer"). Este automat pus pe "0" atunci când CPU citește registrul de recepție. Valoarea "0" poate fi și scrisă de CPU.

*Bitul 1* este un indicator de eroare de depășire ("Overrun Error" - OE) și indică faptul că registrul de recepție nu a fost citit de CPU, iar un nou caracter a fost recepționat și a alterat valoarea ce se găsea în registrul de recepție. Indicatorul OE este șters la citirea registrului de stare de către CPU.

*Bitul 2* este indicatorul de eroare de paritate ("Parity Error" - PE) și valoarea 1 a lui arată faptul că numărul de "1" din cuvântul recepționat nu

îndeplinește condiția de paritate. PE este pus pe “0” după citirea registrului de stare de către CPU.

*Bitul 3* este indicatorul de eroare de format (“Framing Error” - FE) și este pus pe “1” atunci când valoarea bitului de Stop nu este corectă; adică se detectează “0” pe poziția corespunzătoare bitului de stop.

*Bitul 4* este indicatorul de pauză (“Break Interrupt” - BI). la valoarea 1 de fiecare dată când se recepționează la intrare valoarea 0 un timp mai lung decât cel corespunzător recepției unui cuvânt; (timpul necesar transmiterii bitului de start + biții de date + bitul de paritate + biții de stop).

*Observație.* Biții 0, 1, 2, 3 sunt biți de eroare și valoarea 1 a oricăruia determină lansarea unei cereri de întrerupere către CPU. Cei patru biți formează așa-numitul registru de stare a recepției.

*Bitul 5* este un indicator al faptului că registrul temporar pentru transmisie este gol (“Transmitter Holding Register Empty” - THRE). Valoarea 1 indică CPU (prin lansarea unei cereri de întrerupere către CPU, dacă întreruperea este validată) că INS8250 este gata să accepte un nou caracter pe care să-l transmită. THRE este pus pe “1” în momentul în care cuvântul a fost transferat din registrul temporar în registrul de deplasare pentru transmisie (“Transmitter Shift Register”). La înscrierea unei noi valori în registrul temporar, THRE ia valoarea “0”.

*Bitul 6* este un indicator al faptului că registrul de deplasare pentru transmisie s-a golit și este în așteptare (“Transmitter Shift Register Empty” - TSRE). TSRE se pune pe “0” la fiecare transfer din registrul temporar în registrul de deplasare pentru transmisie. TSRE poate fi doar citit.

*Bitul 7* are totdeauna valoarea “0”.

**Registrul de identificare a întreruperii (IIR)** clasifică întreruperile în patru nivele de prioritate: 1) prioritatea cea mai mare este acordată registrului de stare a recepției, 2) prioritatea 2 faptului că există un caracter recepționat în registrul tampon recepție (“Receiver Buffer Register”), 3) prioritatea 3 se acordă faptului că registrul temporar pentru transmisie este gol, 4) cea mai mică prioritate o are registrul de stare MODEM.

*Tabelul 8.4*

<i>Bit</i> 2	<i>Bit</i> 1	<i>Bit</i> 0	Nivel de prioritate	Tipul de întrerupere	Sursa de întrerupere	Anularea cererii de întrerupere
0	0	1	-	-	-	-
1	1	0	1)	registrul de stare a recepției	OE sau PE sau FE sau BI	citind registrul de stare
1	0	0	2)	cuvânt recepționat în registrul tampon	s-a recepționat un cuvânt	citind reg. Tampon de recepție

0	1	0	3)	este gol reg. temp. pt. transmisie	reg. temporar pt. transmisie	citind IIR, scriind în reg. temp.
0	0	0	4)	stare MODEM	CTS, DSR, RI, DCE	citind reg. stare MODEM

*Bitul 0* poate fi folosit la realizarea unei întreruperi hard sau în procesul de interogare a întreruperii. Valoarea "0" a bitului 0 indică faptul că este în derulare un proces de cerere de întrerupere, iar conținutul IIR poate fi folosit ca pointer pentru subrutina ce tratează întreruperea. Valoarea 1 indică faptul că INS8250 nu cere întrerupere, iar procesul de interogare poate continua.

Biții 1 și 2 sunt utilizați pentru identificarea întreruperii după cum se arată în tabelul 8.4.

**Registrul de validare întreruperi ("Interrupt Enable Register")** permite validarea separată a celor patru niveluri de întrerupere, scriind "1" în bitul corespunzător, după cum urmează:

*Bitul 0* valiează întreruperea de nivel 2,

*Bitul 1* valiează întreruperea de nivel 3,

*Bitul 2* valiează întreruperea de nivel 1,

*Bitul 3* valiează întreruperea de nivel 4. *Biții 4 până la 7* sunt mereu pe "0".

**Registrul de control MODEM ("MODEM Control Register")** stabilește valorile logice TTL pentru liniile MODEM:

*Bitul 0* stabilește valoarea pentru "Data Terminal Ready" Valoarea "0" pune DTR pe "1" și invers.

*Bitul 1* stabilește valoarea pentru "Request to Send" Valoarea "0" pune RTS pe "1" și invers.

*Bitul 2* stabilește valoarea pentru ieșirea "Output 1 - OUT1", o ieșire la dispoziția utilizatorului Valoarea "0" pune OUT1 pe "1" și invers.

*Bitul 3* stabilește valoarea pentru ieșirea "Output 2 - OUT2", o altă ieșire la dispoziția utilizatorului Valoarea "0" pune OUT2 pe "1" și invers.

*Bitul 4* permite un autotest al funcționării INS8250. Punerea bitului 4 pe "1" are următorul efect: ieșirea serială SOUT se pune pe "1", iar intrarea serială se deconectează. În interiorul circuitului, ieșirea registrului de deplasare pentru transmisie se leagă la intrarea registrului de deplasare pentru recepție. Concomitent cele patru intrări de control MODEM (CTS, DSR, RLSD și RI) se deconectează spre exterior, iar spre interior se leagă la cele patru ieșiri de control MODEM (DTR, RTS, OUT1 și OUT2). Astfel se realizează o buclă, recepționându-se ceea ce se transmite.

În modul autotest, sistemul de întreruperi poate fi complet testat, prin faptul că întreruperea testată se poate activa prin înscrierea unui "1" pe poziția corespunzătoare din "Line Status Register" sau "MODEM Status Register".

Revenirea la funcționarea normală se face prin reprogramarea corectă a tuturor registrilor după care se pune pe "0" bitul 4 din registrul de control MODEM. *Biții 4 până la 7* sunt mereu pe "0".

**Registrul de stare MODEM** monitorizează liniile de intrare MODEM. Biții acestui registru se pun pe "1" atunci când intervine o schimbare a stării logice a liniei monitorizate. Resetarea se face la fiecare citire de către CPU a registrului de stare MODEM.

*Bitul 0* se pune pe "1" atunci când linia Clear to Send (CTS) schimbă starea logică.

*Bitul 1* se pune pe "1" atunci când linia Data Set Ready (DSR) schimbă starea logică.

*Bitul 2* se pune pe "1" atunci când linia Ring Indicator (RI) schimbă starea logică din "1" (On) în "0" (Off).

*Bitul 3* se pune pe "1" atunci când linia Received Line Signal Detector (RLSD) schimbă starea logică.

Observație: De fiecare dată când unul dintre biții 0, 1, 2, 3 se pune pe "1", se generează o cerere de întrerupere de tip "stare MODEM".

*Biții 4 până la 7* servesc în procedura de autotest. Dacă bitul 4 din registrul de control MODEM are valoarea 1 atunci, în cadrul registrului de stare MODEM, bitul 4 este echivalent liniei CTS, bitul 5 liniei DSR, bitul 6 liniei OUT1, iar bitul 7 liniei RLSD.