



UNIVERSITATEA TEHNICĂ CLUJ-NAPOCA

DEPARTAMENTUL ELECTROTEHNICĂ ȘI MĂSURĂRI

Cursul 2 INTERFEȚE SERIALE

Introducere curs	În acest curs sunt prezentate interfețele seriale.
Obiective curs	• Prezentarea evoluției în timp a interfețelor seriale; • Prezentarea noțiunii de port serial; • Prezentarea interfeței de bază RS-232C; • Formatul cadrelor de date, „Marca” și „Spațiul”; • Semnale de stare și de control.
Durată medie de studiu individual	Durata medie de studiu individual: 100 minute. Acest interval de timp presupune parcurgerea conținutului cursului și rezolvarea testelor de autoevaluare

Cuprins:

2.1.	Introducere.	1
2.2.	Prezentarea noțiunii de port serial.	2
2.3.	Unități Asincrone de Recepție și Transmisie (UART).	2
2.4.	Interfața de bază RS-232C.	3
2.5.	Formatul cadrului cu date.	5
2.6.	Semnale de stare și de control.	8
2.7.	Conectarea a două echipamente DTE prin cablul „Null Modem”.	9
	TESTE DE AUTOEVALUARE	10
	RĂSPUNSURI	12
	Bibliografie.....	12

2.1. Introducere.

Pentru transmisia de semnale digitale, între echipamente terminale de date, sunt răspândite interfețele seriale **EIA/TIA(RS)-232C**, **RS-422**, **RS-423** și **RS-485**. Dintre acestea, prima este frecvent utilizată pentru conectarea unor echipamente de intrare/ieșire (imprimante, video terminale, mouse), sau aparate de măsură și de achiziție a datelor. Deși, datorită performanțelor sale modeste, acest tip de interfață este tot mai puțin folosit, principiile care descriu funcționarea sa sunt valabile și pentru alte interfețe. Motivul pentru care **EIA/TIA232** face obiectul de studiu al acestui curs este largă sa răspândire în dotarea calculatoarelor personale și a unor aparate de măsură sau echipamente de laborator [1, 2].

La elaborarea standardelor de comunicație au contribuit, de-a lungul timpului, organisme internaționale și asociații profesionale nord-americane, a căror activitate se află în sfera sistemelor de telecomunicație. Cele mai reprezentative dintre acestea sunt:

ITU - International Telegraph Union, apărută în 1865 Statele Unite;

CCITT - Comité Consultatif International Téléphonique et Télégra-phi-que, înființat la Geneva în 1956 și transformat în **ITU-T**;

ITU-T - International Telegraph Union Telecommunications în 1993;

EIA - Electronic Industries Alliance, cunoscută până în 1997 ca Electronic Industries Association, apărută în 1956;

TIA - Telecommunications Industry Association,
 Specificația de bază este **RS-232C** (RS - *Recommended Standard*) publicată de asociațiile **EIA** și **TIA** în anul 1969, care descrie componentele comunicației seriale, conectorul, nivelele de tensiune ale semnalelor și protocolul de comunicație. În 1986 apare **EIA 232** versiunea **D**, iar în prezent sunt valabile reglementările **TIA 232** versiunea **F**.

2.2. Prezentarea noțiunii de port serial.

Pentru a înțelege ce este un port serial trebuie mai întâi analizate situațiile în care se poate afla un echipament de date în raport cu restul echipamentelor din jurul lui [1, 3].

Pentru a conecta un calculator la un alt tip de echipament este nevoie de un mediu fizic, prin care să se transmită semnalul destinat transferului. Dispozitivul care conține datele, sau dispozitivul la care acestea trebuie să ajungă, se numește echipament terminal de date **DTE** (*Data Terminal Equipment*).

Un calculator personal, un server, sau un ruter sunt considerate, din punctul de vedere al comunicației, **DTE**. Pentru a le conecta pe acestea la mediul fizic este nevoie de câte un dispozitiv specific mediului de propagare, prin care echipamentul terminal de date (DTE) să poată fi conectat la acesta.

Cel din urmă se numește **DCE** (*Data Circuit-Terminating Equipment* - echipament de terminare a circuitului de comunicație) și permite conectarea terminalelor, la distanțe mari, prin intermediul unui alt **DCE** și a două, trei, sau patru conductoare. Un **modem** pentru linie telefonică analogică, sau un **terminal de rețea ISDN** (ISDN-NT) sunt considerate, din punctul de vedere al comunicației, **DCE**. Un model al acestei soluții se poate vedea în **figura 2.1**.

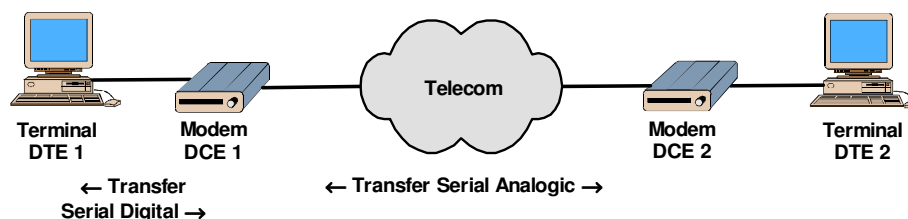


Fig. 2.1. Conectarea a două terminale (DTE) prin intermediul echipamentelor de comunicație (DCE).

Reglementarea modului în care se face legătura dintre aceste două tipuri de echipamente face obiectul unor standarde și nu depinde de tipul echipamentelor.

Deoarece datele transmise pot avea un număr variabil de biți, acesta depinzând de mulți factori, soluția adoptată a fost **transmisia serială** a datelor [1].

2.3. Unități Asincrone de Recepție și Transmisie (UART).

Unitățile Asincrone de Recepție și Transmisie - **UART** (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) sau **USART** (*Universal Synchronous / Asynchronous Receiver Transmitter*) sunt componente *hardware* integrate în aproape toate echipamentele de prelucrare a datelor, de la terminalele simple (video terminale, imprimante, echipamente de măsurare etc.) până la calculatoarele personale. La echipamentele mai vechi aceste unități se pot întâlni sub forma unor circuite de sine stătătoare, iar la cele moderne pot fi integrate în structuri complexe, alături de alte circuite cu funcțiuni diferite.

Scopul utilizării acestor circuite este conversia șirurilor de date în biți și transferarea lor de la un echipament spre altul. La origine, această familie de circuite a fost concepută pentru transferarea caracterelor **ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*) între teleximprimatoare, sau terminale asemănătoare cu ele. Din această cauză, dimensiunea „cuvântului” de date este limitată la maxim un octet (8 biți), dimensiune potrivită pentru video-terminale alfanumerice, dar insuficientă pentru transferul fișierelor, sau a altor formate binare de date.

La origine, aceste componente au fost concepute pentru transferul datelor în regim sincron, utilizând semnale de sincronizare transmise de sursă pentru a mări probabilitatea de discriminare a

recepției, în condiții de zgomot. Din motive legate de reducerea gabaritului elementelor de conectare, mai târziu s-a renunțat la aceste semnale, ceea ce a făcut ca în ultimul timp să se vorbească doar despre **UART** și foarte rar despre **USART**.

S-au dezvoltat două tipuri de **UART**: simple fără stivă de stocare a datelor, așa cum sunt circuitele **Intel 8250** și **16450**, sau cu stivă de stocare **FIFO** (*First In = First Out* – „primul care intră este primul care iese”), așa cum sunt circuitele din seria **16550A**. Diferența dintre ele se poate vedea dacă se analizează funcționarea lor alături de procesor.

O unitate de recepție și transmisie are rolul de a prelua datele și de a le transmite mai departe. Ca în cazul oricărui periferic cuplat direct la magistrala unui sistem microprogramat, procesorul primește o cerere de întrerupere oricând o interfață **UART** dorește să transfere un octet spre, sau dinspre procesor.

Circuitele **8250** și **16450** nu pot păstra în memorie decât un octet, ceea ce înseamnă că este nevoie de câte o cerere de întrerupere pentru fiecare octet transferat, micșorând viteza de operare a sistemului și pierderea datelor prin suprascriere. Din această cauză, circuitele din familia **16550A** au fost concepute cu stivă de stocare a datelor (tampoane) **FIFO** de 16 octeți, din care se pot transfera 14 octeți, la o singură cerere de întrerupere. Avantajul unei stive mărite la 16 octeți, din care se folosesc 14, asigură și diminuarea riscului de pierdere a datelor, în cazul depășirii dimensiunii de stocare. Pentru aplicații simple, sau care nu necesită rate de transfer mari (până la 38.400 bps), se pot utiliza și circuite 8250 sau 16450.

Interfețele complexe, sau multiport, pot fi echipate cu circuite suplimentare pentru extinderea capacității de memorare. Din punctul de vedere al compatibilității externe, toate aceste circuite sunt compatibile și pot fi interconectate direct. Unele tipuri de echipamente pot avea interfețe seriale, doar parțial compatibile cu cele standard. Astfel, la unele micro-controlere se pot întâlni interfețe seriale cu rată de transfer, sau lungime a cuvântului de date, fixe și control al fluxului de date *software*, sau chiar fără controlul fluxului. Acestea pot fi interconectate cu alte echipamente dacă se vor alege opțiunile potrivite, descrise în documentația specifică fiecăruia.

2.4. Interfața de bază RS-232C.

În continuare se va prezenta standardul **EIA/TIA 232** apărut mai întâi ca standard recomandare (*Recommended Standard RS-232*). De-a lungul timpului această recomandare a suferit câteva modificări. Deși importante, aceste modificări se referă doar la parametrii electrici ai semnalelor [1, 2].

Evoluția dispozitivelor semiconductoare a influențat pragurile de tensiune corespunzătoare nivelelor logice. Interfața **RS-232** a fost mult timp singura interfață electrică dintre un **DTE** și un **DCE**. A apărut sub mai multe “forme” RS 232-C, RS 232-D, V.24, V.28 sau V.10, dar toate sunt practic interoperabile. Diferă doar pragurile de tensiune care fac discriminarea între nivelele logice, interfața **V24** având semnalele „în oglindă” față de **RS-232**.

Ca suport pentru prezentare se va folosi conectorul **DB25** (utilizat în general pentru **COM2**., în cazul calculatoarelor personale). Semnificația pinilor se poate vedea în **tabelul 2.1**. [1, 2]

Tabelul 2.1

DB-25 Nr. Pin	DB-9 Nr. Pin	Nume Semnal	Sens de transfer		Funcțiuni
			DTE	DCE	
1	-	FGND	↔		Frame GND Masă de protecție (carcasă)
2	3	TxD	→		Transmit Data Data este transmisă de la DTE la DCE (de exemplu, de la PC la modem)
3	2	RxD	←		Receive Data Data este recepționată de la DCE la DTE (de la modem la PC)
4	7	RTS	→		Request To Send DTE cere permisiunea de a trimite date la modem
5	8	CTS	←		Clear To Send DCE acordă permisiunea unui DTE să trimită

DB-25 Nr. Pin	DB-9 Nr. Pin	Nume Semnal	Sens de transfer		Funcțiuni
			DTE	DCE	
6	6	DSR	←		Data Set Ready DCE indică unui DTE că este operațional (modemul este pornit)
7	5	SGND	↔		Signal Ground Nul de semnal (de referință)
8	1	CD sau DCD	←		Data Carrier Detected DCE indică unui DTE că recepționează purtătoarea (<i>carrier</i>) modemului de la celălalt capăt
9	-	Rez.			Rezervat pentru testare
10	-	Rez.			Rezervat pentru testare
11	-	NC			Neconectat (nedefinit)
12	-	SDCD	←		DCD Secundar
13	-	SCTS	←		CTS Secundar
14	-	STxD		→	TxD Secundar
15	-	DB sau TxClk		→	Transmit Clock Semnal de sincronizare-transmisie (ieșire)
16	-	SRxD		→	RxD Secundar
17	-	DD sau RxClk	←		Receive Clock Semnal de sincronizare-recepție (intrare)
18	-	LL	-		Local Loop Buclă locală
19	-	SCTS	←		CTS Secundar
20	4	DTR		→	Data Terminal Ready DTE indică unui DCE că este operațional (pornit)
21	-	RL / SC		→	Remote Loop / Signal Quality Detector Închidere buclei la distanță / Indicator de calitate a semnalului
22	9	RI	←		Ring Indicator DCE indică unui DTE că are loc un apel pe linie (sună telefonul)
23	-	CH / CI		→	Data Signal Rate Selector Selector rată de transmisie
24	-	DA sau TxClk		→	Transmit Clock Semnal de sincronizare-transmisie (ieșire)
25	-	NC			Neconectat
Notă: Semnalele de sincronizare de la pinii 15, 17, 24 se folosesc rar, doar pentru transmisii sincrone (în cazul utilizării interfeței ca USART).					

Deși rar utilizată în acest scop, interfața **EIA/TIA (RS) 232** permite și **transmisii seriale sincrone**, care sunt posibile dacă între interfața sursă și cea destinație sunt transferate **semnale de referință (ceas)**.

Semnalele de referință (ceas) (time signals) sunt prezente pe pinii **DB**, **DD** și **DA**, permițând atât **sincronizarea** transmisiei datelor cât și a recepției lor. Pentru aceasta este nevoie, în afara firilor pentru transmisia propriu zisă, a unei perechi de fire pentru transmisia semnalelor de referință.

În cazul transmisiilor asincrone, aceste semnale sunt eliminate, rolul lor fiind înlocuit de **biți de start** și de **stop** care încadrează **biții de date** propriu ziși. **Bitul de start** este adăugat la începutul fiecărui cuvânt care trebuie transmis. Rolul său este de a anunța interfața receptoare că urmează să primească date și de a sincroniza ceasul acesteia cu cel al interfeței emițătoare. Cele două ceasuri trebuie să fie sincronizate ca fază și să aibă aceeași frecvență, cu o variație mai mică de 10% pe toată durata transmisiei unui cuvânt.

Pentru conectarea unui **PC** cu un **modem**, conexiune **DTE** la **DCE**, se folosește un cablu de tip **DTE-DCE**, sau **cablu de modem**. Dacă se dispune de un conector **DB25** pentru portul de la **PC** (**DTE**) este nevoie de un cablu direct („1 la 1”), adică legăturile sunt făcute pin la pin între un conector mamă (*F-female*) și unul tată (*M-male*). Pentru capătul dinspre **DTE** se va folosi un conector **DB25** mamă, iar pentru modem un conector **DB25** tată.

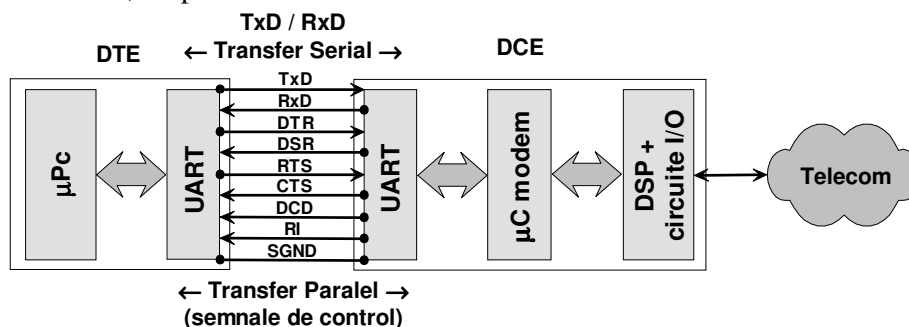


Fig. 2.2. Configurația semnalelor de I/O a interfeței serială EIA/TIA-232.

La această interfață, semnalele sunt definite printr-o tensiune măsurată față de masa comună de semnal **SGND**. Acest tip de interconectare se consideră **asimetrică** (*unbalanced*), spre deosebire de conexiunea **simetrică diferențială** (*balanced*), specifică interfeței **RS-422**.

Se presupune că două echipamente **DTE** și **DCE** sunt pornite și conectate, prin intermediul unui cablu direct cu 9 fire (conector cu 9 pini), așa cum se poate vedea în **figura 2.2**. În această situație, interfața serială se poate folosi doar în regim asincron (**UART**), semnalele de sincronizare nefiind accesibile (acestea sunt accesibile doar pentru conectorul cu 25 pini). Semnalele schimbate între cele două echipamente se împart în trei grupe:

- Semnale de transfer prin serializare - **TxD** și **RxD**;
- Semnale de stare - **DTR**, **DSR**, **DCD** și **RI**;
- Semnale de control – **RTS**, **CTS**.

Semnalele de transfer al datelor prin serializare.

Datele propriu-zise se transmit, prin serializare, dinspre **DTE** spre **DCE** pe pinul **TxD** (*Transmit Data*), iar recepția se face pe pinul **RxD** (*Receive Data*). Prin **RxD**, **DCE** transmite datele spre **DTE**, în același format cu cele primite prin **TxD**. De fapt, rolul lor este același, denumirea fiind dată din punctul de vedere al echipamentului **DTE** [2, 3].

2.5. Formatul cadrului cu date.

Convenția de transmisie a biților: “Marca” și “Spațiul”.

Deoarece biții din componența unui cadru de date au diferite semnificații, valoarea lor binară, de 0 sau 1, nu poate fi asociată, la fel pentru toți, cu valoare tensiunii de ieșire a interfeței sursă. Pentru aceasta, se definesc două noțiuni “intermediare”: “Spațiul” pentru tensiune de ieșire pozitivă și “Marca”, pentru tensiune de ieșire negativă.

În perioada în care interfața nu transmite date, ieșirea este în starea “Marcă”. “Spațiul” este definit, de interfața care transmite, printr-o tensiune pozitivă cuprinsă între +12V și +15V, iar “Marca” prin una negativă (-12V - -15V), așa cum se poate vedea în **figura 2.3**.

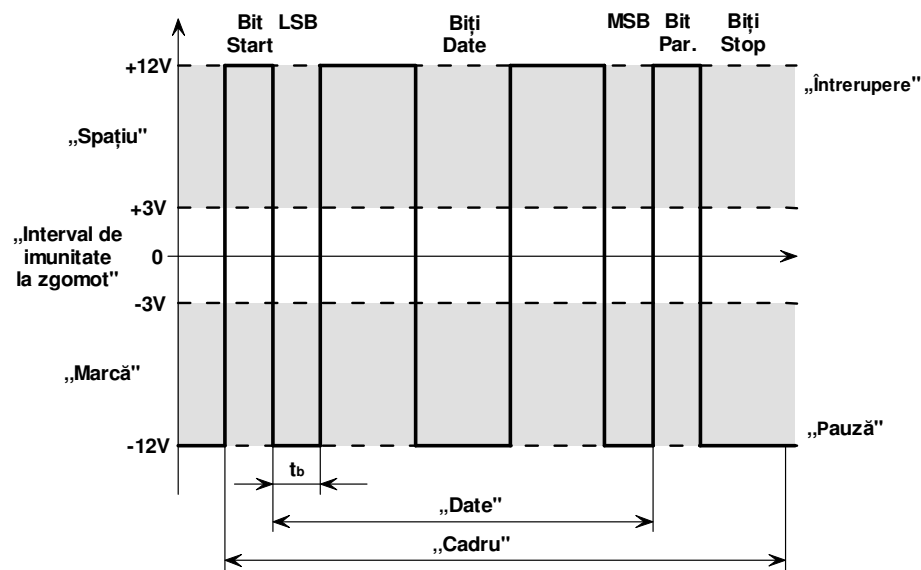


Fig. 2.3. Forma semnalului TxD, reprezentând cadrul cu date.

În cazul unor echipamente portabile, sau proiectate pentru un consum redus de energie electrică, se acceptă și valori de +5V și -5V. Pentru interfața receptoare, se consideră „Spațiu” o tensiune de intrare cuprinsă între +3V și +25V, iar pentru „Marcă” una cuprinsă între -3V și -25V. Intervalul cuprins între -3V și +3V are rolul de a îmbunătăți imunitatea la zgomot a transmisiei. Tranziții ale tensiunii de intrare, în interfața receptoare, cuprinse între -3V și +3V nu sunt luate în considerare [1, 2].

Bitul „Start”

Bitul de start este activ în starea „Spațiu”, cadrul de date începe printr-o tranziție din starea „Marcă” în starea „Spațiu”, folosită pentru sincronizarea semnalelor de ceas.

Biții „Date”.

Biții de date și cel de paritate sunt activi, adică au valoarea 1, pe „Marcă”. După bitul de start se transmite, unul după altul, începând cu bitul cel mai puțin semnificativ (**LSB** - *Least Significant Bit*), biții reprezentând cuvântul de date.

Toți biții având aceeași durată, interfața receptoare „caută pe fire”, la un moment care se potrivește aproximativ la jumătatea acestei perioade, dacă nivelul semnalelor este 0 sau 1. De exemplu, dacă durata unui bit transmis este de 2ms, interfața receptoare va citi starea intrării după 1ms, apoi va aștepta 2ms și va citi din nou starea și tot așa până la sfârșit.

După ce se transmite întregul cuvânt, interfața care transmite poate adăuga un bit de paritate. Acesta se poate folosi, de interfața receptoare, pentru a face o verificare sumară a integrității datelor transmise.

După bitul de paritate se transmite cel puțin un bit de stop pentru a anunța sfârșitul transmisiei unui cuvânt de date. Dacă bitul de stop nu apare în timpul estimat, se consideră că întregul cuvânt este trunchiat sau degradat și va fi abandonat. În acest caz, interfața va trimite sistemului de calcul un mesaj de eroare (*Framing Error*), în locul datelor citite. Cauza unei astfel de erori poate fi întreruperea legăturii fizice, sau apariția unor vicii de sincronizare.

În cazul unei recepții corecte, cuvântul de date va fi extras și transmis sistemului de calcul, iar dacă există și alte date de transmis acestea vor fi transmise imediat după primirea bitului de stop.

Detecția erorilor. Funcția și bitul de paritate.

Pentru verificarea integrității cadrelor de date, interfața serială folosește un mecanism simplu, dar nu foarte eficient, bazat pe o funcție de paritate.

În componența unui cadru de date este prevăzut un bit, de paritate, care va avea valoare 0 sau 1 în funcție de tipul parității alese (pară sau impară) și de numărul de biți egali cu 1 din componența cuvântului de date. Utilizarea funcției și a bitului de paritate nu este obligatorie.

Când se folosește tipul de paritate pară, numărul biților egali cu 1 în cuvântul de date plus bitul de paritate, trebuie să fie par. Dacă numărul biților de date este par, valoarea bitului de paritate se pune 0, în caz contrar când numărul biților de date egali cu 1 este impar, bitul de paritate se pune egal cu 1.

În cazul tipului de paritate impară, problema este asemănătoare, cu diferența că valoarea bitului de paritate se alege în așa fel încât suma biților egali cu 1, din câmpul de date plus cel de paritate, trebuie să fie un număr impar.

Bitul „Stop”

Bitul de stop este activ în starea “Marcă”, sfârșitul cadrului fiind anunțat prin tranziția între “Spațiu” și “Marcă”. Perioada de așteptare, dintre bitul de stop și cel de start al cadrului următor, poate să aibă orice valoare, chiar diferită de cea a unui multiplu al perioadei de ceas. Deoarece transmisia se face asincron, dacă nu mai sunt date de transmis, după transmiterea bitului de stop, interfața poate să intre într-o stare de așteptare.

Semnalul de întrerupere (*Break Signal*).

Există situații în care este nevoie de întreruperea forțată a transmisiei, sau de reinițializarea echipamentelor. Pentru aceasta se folosește un semnal de întrerupere care se obține prin transmiterea continuă a unei tensiuni pozitive („Spațiu”), cu o durată mai mare decât cel mai lung cadru de date. Dacă durata este mai scurtă de 1,6 secunde, semnalul se folosește pentru întreruperea datelor (*Data Break*). Dacă durata este mai lungă de 1,6 secunde, în cazul utilizării unui modem atașat interfeței seriale, acest semnal întrerupe transferul datelor prin acesta (*Modem Break*).

Rate de transfer baud și bps.

baud

Rata de **baud** (*baud rate*) reprezintă numărul de tranziții în același sens, între nivelele „Marcă” și „Spațiu”, ale semnalului generat de o interfață de comunicație serială (pe pinul TxD), efectuate într-o secundă. Legătura dintre durata unui bit t_b și rata de baud este dată de relația:

$$t_b = \frac{1}{\text{baud}}$$

Denumirea „**baud**” a fost dată în onoarea lui **Jean-Maurice-Émile Baudot** (1845 – 1903), telegrafist și inginer francez, care a pus bazele codării caracterelor cu număr fix de semne, numite abia mai târziu biți. Convenția sa, numită cod Baudot, folosea 5 biți și a fost precursorul (ca principiu) codului de reprezentare a caracterelor (**ASCII**), din ziua de azi. A fost conceput pentru transmisiile telegrafice și, mai apoi, de teletipimare (**tty** – Tele Type).

Întreaga comunicație serială moștenește multe dintre conceptele și soluțiile de principiu, dezvoltate de Baudot, înainte de 1880. Termeni ca „*tty*”, caracter, „*shift key*” (cheie de comutare – caracter transmis pentru comutarea între caracterele mici și cele mari), „*line feed*” (avansul hârtiei cu un rând, „*carriage return*” (întoarcerea la începutul unui rând), împreună cu „spațiul” și „marca”, utilizate la calculatoarele moderne, au fost introduși în vocabularul de specialitate în acea perioadă.

bps

Rata de **bit** (*bit rate*), sau rata de transfer a biților de date, este unitatea de măsură pentru viteza de transfer, în biți pe secundă (bps). Această unitate se folosește pentru caracterizarea componentelor aparținând nivelului OSI 1 și reprezintă fluxul datelor transferate la acest nivel. O interfață care transmite date utilizând tehnici de modulare-demodulare (modem), analogică sau digitală, poate transmite mai mulți biți la o tranziție a semnalului între cele două stări. Se spune că, între două tranziții consecutive, se transmite un „simbol”. Un simbol poate reprezenta mai mulți biți odată. Deoarece interfața serială nu utilizează tehnici de modulație, **rata de baud** este egală cu **rata de bit**, numărul de biți / simbol fiind egal cu 1.

De exemplu, pentru măsurarea vitezei cu care se transmit datele între DTE și DCE se va folosi rata de baud, iar pentru cea dintre două DCE, rata de bit. Aceasta din urmă, datorită tehnicilor de modulare folosite (*PSK – Phase Shift Keying*, *QPSK - Quadrature Phase Shift Keying*, *QAM – Quadrature Amplitude Modulation*) poate să fie de câteva ori mai mare, la o tranziție putându-se transfera un număr mare de biți.

2.6. Semnale de stare și de control.

În afară de funcțiile de bază, conversia datelor dintr-un cuvânt paralel într-unul serial, transmisia lui, recepția și conversia inversă, interfața serială poate opera și alte funcții legate de echipamentele cu care poate să fie interconectată. De exemplu, dacă se conectează un modem, interfața serială va putea controla anumite opțiuni cerute de acesta. Pentru controlul modemului, sau determinarea stării acestuia, se folosesc semnale auxiliare, sub forma unor tensiuni continue, transmise prin pini separați. Valoarea **0 logic** este caracterizată printr-o tensiune de ieșire pozitivă ($+3V \div +12V$), iar valoarea **1 logic**, prin una negativă ($-3V \div -12V$).

Semnalele de stare DTR și DSR.

Un echipament terminal **DTE** anunță un echipament de comunicație **DCE**, că este pornit și pregătit pentru transfer de date, aplicând o tensiune pe pinul **DTR** (*Data Terminal Ready*). În mod asemănător, un echipament de comunicație **DCE**, care este pornit și în stare de așteptare a unui transfer de date dinspre **DTE**, aplică o tensiune pe pinul **DSR** (*Data Set Ready*). Echipamentul terminal **DTE** poate astfel să știe că, la celălalt capăt, **DCE** este activ.

Semnalele de control a fluxului de date RTS și CTS.

Pentru controlul fluxului de date se folosește o pereche de semnale, transmise sub forma unei tensiuni continue, **RTS** (*Request To Send* - cerere pentru transmisie) respectiv **CTS** (*Clear To Send* – stivă pregătită pentru recepție). De fapt, aceste semnale sunt folosite în același mod, de ambele echipamente, rolul lor fiind același, de cerere și confirmare a transmisiei.

Astfel, când un **DTE** este pregătit să transmită date activează **RTS** și așteaptă confirmarea, de către **DCE**, a transmisiei. În acest moment **DCE** începe să genereze purtătoarea de date (*Data Carrier*), iar când acesta este pregătit să primească date, activează **CTS**. Când **DTE** sesizează acest lucru, începe să transmită datele pregătite înainte.

În același mod, înainte de a transmite spre **DTE**, datele primite de la „partenerul” său, aflat la capătul celălalt al liniei, **DCE** va activa **CTS** și va aștepta confirmarea de primire, transmisă de **DTE** prin semnalul **RTS**. Aceste două semnale se folosesc pentru a se evita situațiile de transmitere a unui volum mai mare de date decât capacitatea de recepție a interfețelor. Prin aceasta se permite reglarea dinamică a fluxului de date (*Hardware Flow Control*) între echipamente.

Semnalele DCE și RI.

În cazul în care **DCE** este cuplat direct cu un echipament, aflat la celălalt capăt al liniei, cu care stabilește o purtătoare analogică (*Data Carrier*), va anunța **DTE** despre acest lucru prin activarea unui semnal numit **DCD** (*Data Carrier Detect*).

În cazul utilizării liniilor telefonice comutate, prin centrale telefonice, conectarea dintre două **DCE** se face prin apel telefonic. Apelul va fi detectat de către **DCE** care va anunța **DTE** printr-o tensiune aplicată pe pinul **RI** (*Ring Indicator*). Astfel, aplicația care operează pe terminalul de date va decide dacă este sau nu cazul să accepte apelul și, implicit, conectarea.

Când un **DTE** decide încetarea transferului de date, dezactivează semnalul **DTR** și **RTS**. **DCE** confirmă aceasta, anulând simultan **CTS** și **DCD**, după care închide conexiunea cu echipamentul **DCE** aflat la capătul celălalt al liniei.

2.7. Conectarea a două echipamente DTE prin cablul „Null Modem”.

Există situații în care două echipamente de tip **DTE** se află la distanță mai mică de 15 - 20 metri și utilizarea echipamentelor de tip **DCE** nu se justifică.

Pentru a conecta între ele două echipamente de tip **DTE**, prin interfața serială, se apelează la un artificiu simplu, dar eficient. Pentru aceasta este nevoie de un cablu de tip “**null-modem**”, asincron și control *hardware* al fluxului (cu 6 fire), a cărui configurație se poate vedea în **tabelul 2.2** [2].

Tabelul 2.2

DB9 Pin	DB25 Pin	Nume Semnal	Nume Semnal	DB25 Pin	DB9 Pin
DTE 1			DTE 2		
-	1	Ecran (Frame GND)	Ecran (Frame GND)	1	-
2	3	RxD	TxD	2	3
3	2	TxD	RxD	3	2
4	20	DTR	DSR, DCD	6,8	6,1
6,1	6,8	DSR, DCD	DTR	20	4
7	4	RTS	CTS	5	8
8	5	CTS	RTS	4	7
5	7	Masă de semnal SGND	Masă de semnal SGND	7	5
9	22	RI	RI	22	9

Analizând legăturile dintre pinii corespunzători celor două terminale, se poate vedea cum artificul “păcălește” semnalele de control. **TxD** se leagă la **RxD** și reciproc, iar masa de semnal este comună, ca și în cazul unei conexiuni asincrone cu controlul *software* al fluxului, care folosește doar trei fire. Semnalul **DTR**, generat de către **DTE 1** (pinul 20-DB25), activează intrările **DSR** (pinul 6-DB25) și **DCD** (pinul 8-DB25) al lui **DTE 2**, simulând prezența unui modem activ în stare de așteptare (*Data Set Ready*) și prezența purtătoarei de date **DCD** (*Data Carrier Detect*) a unui **DCE** (modem). În mod simetric este “păcălit” și **DTE 1**, fiecare dintre cele două echipamente “văzând” astfel, la capătul celălalt al firului, câte un **DCE** pregătit să transfere date.

Acest lucru este posibil doar când rata de transfer, a portului serial, este mai mică decât cea a dispozitivului **DTE** și în cazul distanțelor mici, când defazajele între semnalele de control sunt neglijabile. În timpul transmisiei, fluxul de date este controlat de perechea de semnale **RTS** și **CTS** (control *hardware* al fluxului), așa cum se întâmplă și în cazul conectării **DTE-DCE**.

Conexiunea “**null-modem**” este practică doar în cazuri de rezervă deoarece rata de transfer (viteza de comunicație) este mică, între 50 bps și 115,2 kbps, în comparație cu alte tehnologii, cum este **Ethernet** care permite rate de transfer mai mari de 100 Mbps.

O astfel de soluție poate fi folosită la conectarea a două calculatoare, a unei console-terminal la un calculator dintr-o rețea Unix, într-o conexiune **PPP** între două calculatoare, precum și a unor echipamente industriale, în faza de configurare a acestora.

TESTE DE AUTOEVALUARE**I. Alegeți varianta de răspuns corectă:**

1. Care din afirmațiile de mai jos este adevărată?
 - a) Când se folosește tipul de paritate pară, numărul biților egali cu 1 în cuvântul de date plus bitul de paritate, trebuie să fie par.
 - b) Când se folosește tipul de paritate pară, dacă numărul biților de date este par, valoarea bitului de paritate se pune 0.
 - c) Când se folosește tipul de paritate pară, când numărul biților de date egali cu 1 este impar, bitul de paritate se pune egal cu 1.
 - d) Toate cele de mai sus.
2. Un echipament terminal DTE anunță un echipament de comunicație DCE, că este pornit și pregătit pentru transfer de date, aplicând o tensiune pe pinul:
 - a) DSR;
 - b) TxD;
 - c) DTR.
3. Identificați care dintre afirmațiile următoare este falsă:
 - a) Conexiunea “**null-modem**” are o rată de transfer (viteza de comunicație) mai mare comparativ cu alte tehnologii (de exemplu, Ethernet);
 - b) Pentru a conecta între ele două echipamente de tip DTE, aflate la distanță mai mică de 15 - 20 metri, prin interfața serială, se apelează la un cablu de tip “null-modem”, asincron și control hardware al fluxului (cu 6 fire);
 - c) În timpul transmisiei printr-un cablu de tip “null-modem”, fluxul de date este controlat de perechea de semnale **RTS** și **CTS** (control *hardware* al fluxului).
4. Interfețele seriale au fost concepute pentru a permite interconectarea a două echipamente astfel:
 - a) DTE la DTE prin cablu direct;
 - b) DTE la DTE prin cablu „Null-Modem”;
 - c) DTE la DCE prin cablu direct;
 - d) DCE la DCE prin cablu direct;
 - e) DTE la DCE prin cablu „Null-Modem”.
5. Interfețele seriale aparțin nivelului OSI:
 - a) Transport;
 - b) Legătură;
 - c) Fizic;
 - d) Aplicație;
 - e) Conexiune.
6. Semnalele DTR, DSR și DCD sunt:
 - a) Semnale de control;
 - b) Semnale de date;
 - c) Semnale de stare;
 - d) Semnale de sincronizare.
 - e) Nu se folosesc pentru transmiterea informațiilor.

II. Alegeți răspunsul corect:

1. Un echipament terminal **DTE** anunță un echipament de comunicație **DCE**, că este pornit și pregătit pentru transfer de date, aplicând o tensiune pe pinul **DTR** (*Data Terminal Ready*).

☐ adevărat ☐ fals

-
2. Semnificația pinului 3 al conectorului DB25 este TxD - Transmit Data (Data este transmisă de la DTE la DCE).
☐ adevărat ☐ fals
 3. Rata de **baud** (*baud rate*) reprezintă numărul de tranziții în același sens, efectuate într-o secundă, între nivelele „Marcă” și „Spațiu” ale semnalului generat de o interfață de comunicație serială (pe pinul TxD):
☐ adevărat ☐ fals
 4. Semnalele RTS și CTS sunt semnale de control a fluxului de date:
☐ adevărat ☐ fals
 5. În cadrul de date, ordinea biților este: întâi MSB și apoi LSB:
☐ adevărat ☐ fals
 6. Bitul de paritate are rolul de a menține întotdeauna paritatea pară a datelor din componența cadrului:
☐ adevărat ☐ fals

RĂSPUNSURI**I. Varianta de răspuns corectă:**

1. d
2. c
3. a
4. b, c
5. c
6. c

II. Răspunsul corect:

1. adevărat
2. fals
3. adevărat
4. adevărat
5. fals
6. adevărat

Bibliografie

1. **Lawyer, D., Hankins, G.**, „*Serial HOWTO*”, v2.23, Distribuție Linux, 2004.
2. http://www.data-connect.com/RS-232_Info_page.htm
3. http://www.moxa.com/Zones/Serial_Communication/Serial_Technology.htm