

1. ASPECTE GENERALE

1.1. MODELUL OSI

Comunicația între sisteme digitale cooperante este reglementată de un set de standarde dezvoltate de ISO (*International Standard Organization*) concretizate prin modelul OSI (*Open System Interconnection*). Modelul OSI nu definește interfețe de comunicație particulare, ci doar standardizează următoarele elemente:

- terminologia;
- calea de distincție între diferitele tipuri de activități de comunicație.

Modelul OSI (valabil pentru orice comunicație digitală, inclusiv telefonia digitală, rețele locale de calculatoare, rețele extinse de calculatoare, rețele de servicii integrate ISDN) este structurat în 7 nivele (Fig. 1.1.).

Comunicația între sistemul 1 și 2, cu aplicația în nivelul 7, la cel mai complet sistem, are loc dinspre nivelul 7 spre nivelul 1 al sistemului transmițător (sursa de informație). După transmisia mesajului prin mediul fizic de interconectare, mesajul se propagă de la nivelul 1 spre nivelul 7 la receptor. Trebuie remarcat că doar cele mai complexe sisteme de comunicație cuprind organizarea pe toate cele șapte nivele. În general aplicațiile curente se întind pe doar câteva nivele. De exemplu, comunicația dintre calculatoarele unei rețele locale de calculatoare are loc doar prin utilizarea nivelului 2 (legături de date) și a nivelului 1 (legătura fizică).

Cele șapte nivele ale modelului OSI se pot grupa în nivele orientate pe aplicație (nivelele 7,6 și 5) și nivele orientate pe transport (nivelele 4, 3, 2 și 1). În Fig. 1.1., pe coloana din mijloc, s-a marcat funcția specifică a fiecărui nivel.

Nivelul fizic definește procedurile și convențiile pentru legarea fizică a calculatoarelor cu terminalele și canalele de comunicație și este abordat sub 4 aspecte majore:

- mecanic (poziționare semnalelor și dimensiuni mecanice);
- electric (nivele de tensiuni, limitări de curent, convenții logice);
- funcțional (definiții pentru fiecare circuit, starea liniei, limitări de temporizare);
- operațional (parametrii specifici dispozitivului, coduri, rutine de diagnoză).

Protocolul, ca parte a nivelului fizic, descrie o convenție privitoare la modul concret de comunicare. Protocolul nivelului fizic, numit și interfața nivelului fizic, definește următoarele atribute:

- legătura cablată între dispozitive (dacă se folosește cablu);
- caracteristicile electrice, electromagnetice sau optice ale semnalelor vehiculate între dispozitivele implicate în comunicație;
- caracteristicile mecanice ale conectorilor (dimensiuni, pini, conexiuni);
- semnalele de tact folosite pentru sincronizarea dispozitivelor;
- prevederi pentru masa electrică.

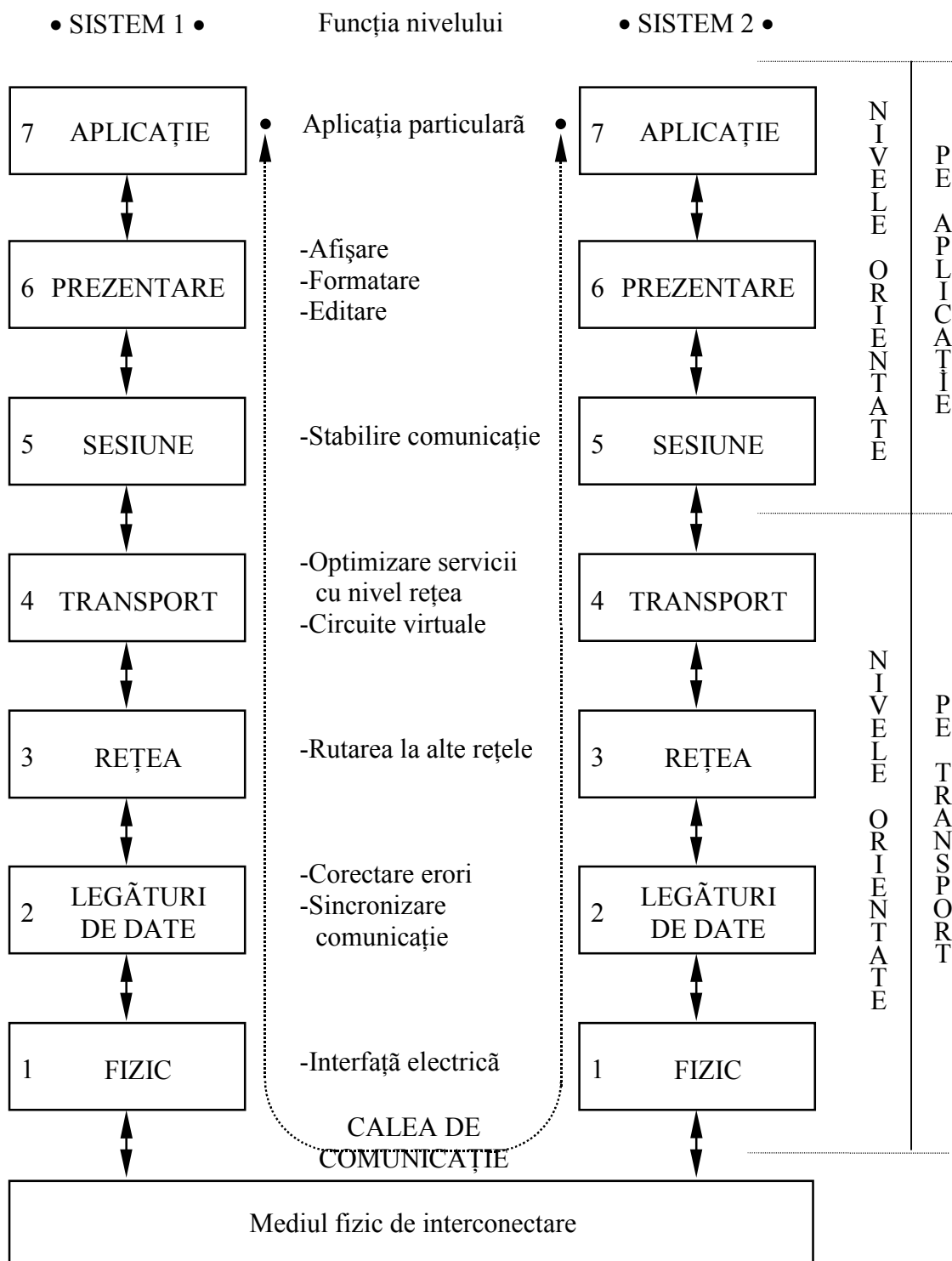


Fig. 1.1. Modelul de referință OSI - Open Systems Interconnection

Fluxul de date între echipamentele care comunică este controlat de nivele superioare nivelului fizic. Discuțiile pe marginea acestui fapt se pot face pe un model simplificat OSI, reprezentat în Fig. 1.2. Echipamentele DTE (Data Terminal Equipment) și DCE (Data Circuit terminating Equipment) vor fi prezentate în capitolul următor.

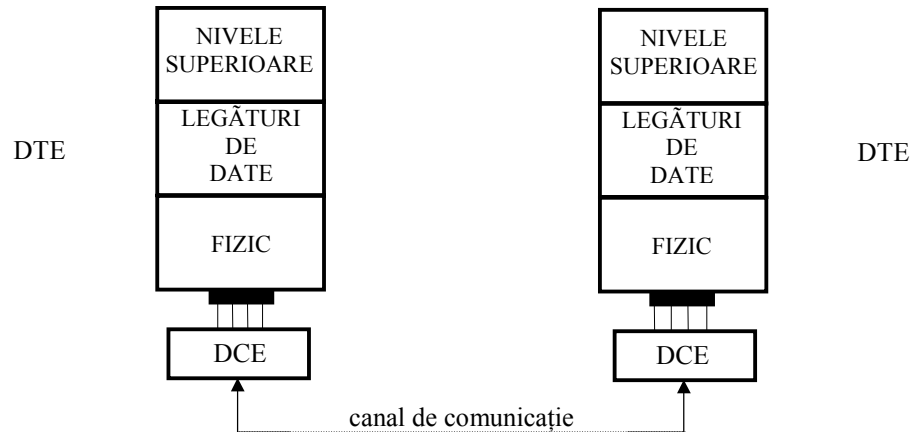


Fig. 1.2. Model OSI simplificat

Nivelul legăturii de date, imediat superior nivelului fizic, este nivelul care este responsabil cu inițierea transferului de date, cu controlul fluxului de date, realizează detecția erorilor și retransmite datele dacă este necesar. Se poate spune că nivelul legăturii de date “conduce” nivelul fizic.

1.2. TERMINOLOGIE ȘI CONCEPTE

1.2.1. Componentele unei comunicații

Componentele unei comunicații de date sunt emițătorul (sursa de informație), receptorul și calea de comunicație. Terminologia adoptată de industrie pentru componentele unui transfer de date este:

- DTE - data terminal equipment;
- DCE - data circuit terminating equipment;
- Link - cale sau circuit de comunicație.

DTE este un dispozitiv de tip end-user; poate fi calculator sau chiar un terminal și poate rula aplicații program, poate gestiona fișiere și baze de date.

DCE conectează dispozitivul DTE în circuitul de comunicație pe la porturile fizice.

Ansamblul DTE, DCE poate fi emițător sau receptor în funcție de momentul transferului sau de tipul sistemului.

Circuitul de comunicație este calea fizică între DCE-uri; mai este numită canal (channel), linie (line), legătură (link) sau trunchi (trunk).

Cele descrise mai sus sunt ilustrate în Fig. 1.3.

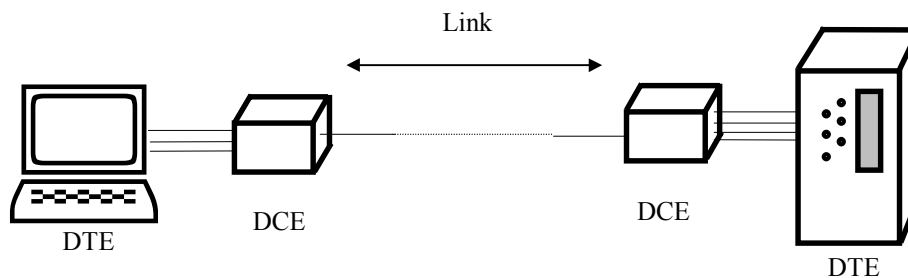


Fig. 1.3. Elementele unui transfer de date

1.2.2. Transfer serial, transfer paralel

Mesajele digitale reprezintă succesiuni sau pachete de biți organizate după reguli bine stabilite, și constituie obiectul comunicației în sistemele digitale. Mesajele pot fi transmise în unul din următoarele moduri:

- *bit serie - cuvânt serie*: mesajul se transmite prin succesiuni temporale de biți. Viteza de transmisie se exprimă în biți pe secundă (bps) sau baud. Acest mod de comunicație este folosit la schimbul de informație între unitățile fizice ale unui sistem plasate la distanță (mai mică sau mai mare).
- *biți paralel - cuvânt serie*: mesajele sunt organizate în cuvinte (un număr de biți formează un cuvânt, de obicei de 8 biți care reprezintă un byte) care se transmit succesiv în timp. Viteza de transmisie se exprimă în bytes pe secundă (Bps). Acest mod de comunicație este specific sistemelor organizate pe magistrală de comunicație (bus).
- *biți paralel - cuvânt paralel (total paralel)*: mesajul de comunicat se transmite simultan pe toți biții.

1.2.3. Baud versus bits-per-second (bps)

Între acești doi termeni se face adesea confuzie în industria comunicațiilor. Ambii termeni reprezintă mărimi pentru exprimarea vitezei cu care se efectuează un transfer de date. Baud, (după numele inginerului francez Emile Baudot) exprimă numărul de schimbări de stare pe secundă a liniei de comunicație. Bps exprimă chiar numărul de biți transmiși într-o secundă.

Dacă linia de comunicație are doar două stări, atunci Baud și bps au aceeași valoare pentru aceeași cantitate de informație transferată în unitatea de timp. Dacă linia de comunicație folosește mai multe stări, atunci Baud nu se mai poate confunda cu bps.

În Fig. 1.4. sunt ilustrate două scheme de codificare pe 4 nivele (a) și pe 8 nivele (b). În cazul (a), o schimbare de stare înseamnă transmiterea a doi biți, iar în cazul (b) o schimbare de stare înseamnă transmiterea a trei biți.

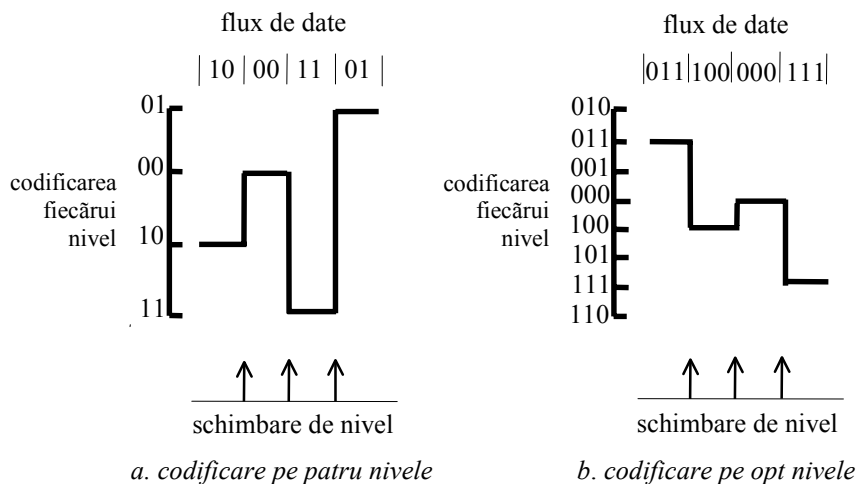


Fig. 1.4. Scheme de codificare pe mai multe nivele

Un calcul simplu arată că la 2400 Baud cu o schemă de codificare pe patru nivele se transmit efectiv 4800 (2400×2) de biți într-o secundă, iar cu o schemă de codificare pe opt nivele se transmit 7200 (2400×3) de biți într-o secundă.

În Fig. 1.5. se arată cum este măsurată rata de transfer la diferite nivele de transfer.

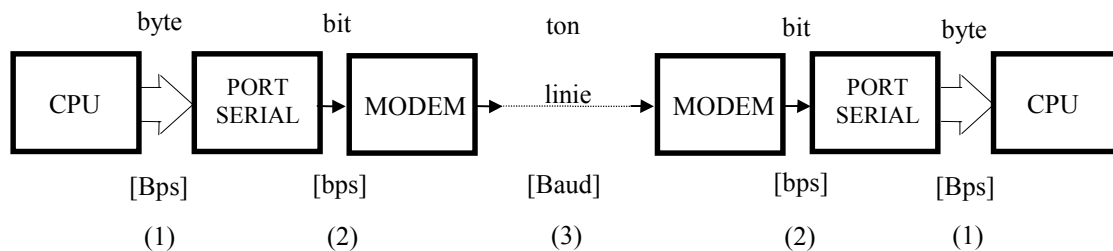


Fig. 1.5. Elementul transferat și măsura vitezei de transfer la fiecare nivel

Portul serial acceptă octeți (byte) de la magistrala sistemului și transferă biți modemului. Numărul de biți la nivelul (2) nu este obligatoriu egal cu $8 \times$ numărul de octeți la nivelul (1), deoarece portul serial poate adăuga sau elimina biți, în funcție de algoritmul folosit pentru compunerea unității de informație transferată (cadru). Numărul de schimbări de stare pe linie nu este obligatoriu egal cu numărul de biți de la (2), depinde de schema de codificare folosită de transmisia pe linie.

1.2.4. MARK și SPACE

Pe linia serială a unui calculator PC se folosesc două stări numite MARK și SPACE. Dacă nu se transmit date, linia este în stare MARK, stare asociată stării binare "1" (HIGH). Starea SPACE este asociată stării binare "0" (LOW).

Observație: HIGH și LOW sunt asociate nivelelor potențialelor convenite în standardul TTL pentru logica pozitivă. În standardul serial MARK este reprezentat de un potențial negativ (-15V, -3V) și starea SPACE este reprezentată de un potențial pozitiv (+3V, +15V).

1.2.5. Sincron și asincron

Timpul este și în cazul transferurilor de date o dimensiune importantă. Există două moduri de desfășurare a unui transfer din punct de vedere al timpului:

- sincron (emițătorul și receptorul folosesc același clock);
- asincron (emițătorul și receptorul folosesc clock-uri diferite).

În mod sincron se transmite pe o linie separată de cea de date un semnal de clock sau se obține clock-ul de temporizare prin transmiterea datelor în așa fel încât să se poată reconstitui la receptor, de pe linia de date, și clock-ul.

În modul sincron un număr de cuvinte sunt grupate într-un bloc și sunt transmise pe linie. Blocul este precedat de unul sau mai multe cadre de sincronizare. Compunerea unui bloc de date pentru transmisia sincronă este reprezentată în Fig. 1.6.

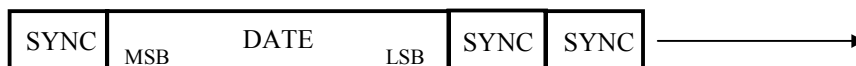


Fig. 1.6. Bloc de date în transmisia sincronă

Observație: În transmisia serială, primul bit din cuvântul transmis pe linie este LSB, iar ultimul este MSB.

În mod asincron se folosesc biți de sincronizare: biți de start și biți de stop.

Bitul de start este folosit pentru a reseta clock-ul receptorului pentru a primi un caracter. În majoritatea sistemelor, durata unui bit de start este dublul unui bit obișnuit.

Biții de stop pregătesc linia pentru următorul caracter aducând-o în stare MARK, prin aceasta indică totodată și sfârșitul caracterului curent. Poate avea valoarea 1 sau 1,5 sau 2 și reprezintă un timp minim convenit pentru menținerea stării MARK pe linie.

Între bitul de start și biții de stop se află biții de date, care pot fi în număr de 5 sau 7 sau 8. Valori obișnuite sunt 7 și 8.

Înainte biților de stop poate să apară și un bit de paritate pentru a face posibilă verificarea integrității transferului de date la receptor. Paritatea poate fi de cinci feluri:

- paritate impară - *odd parity*; bitul de paritate are valoarea "1" dacă numărul de "1" din cuvânt este impar (inclusiv bitul de paritate și exclusiv biții de cadrare);
- paritate pară - *even parity*; bitul de paritate are valoarea "1" dacă numărul de "1" din cuvânt este par (inclusiv bitul de paritate și exclusiv biții de cadrare);
- mark; bitul de paritate este MARK tot timpul;
- space; bitul de paritate este SPACE tot timpul;
- fără paritate - *no parity*; nu există bit de paritate.

Toate aceste elemente, bit de start, biți de stop, biții de date și bitul de paritate, împreună formează un cadru (*frame*) în transmisia asincronă. Succesiunea elementelor în cadru este ilustrată în Fig. 1.7.

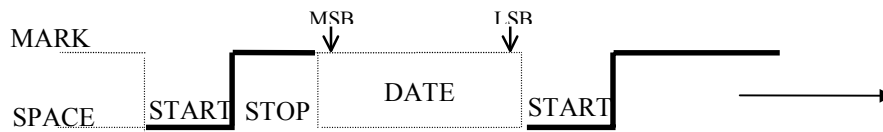


Fig. 1.7. Succesiunea biților într-un transfer asincron

Durata unui bit, lungimea și componența unui cadru sunt clar definite prin parametrii de comunicație programați identic atât la emițător cât și la receptor. Intervalul dintre două cuvinte nu este stabilit, acesta este doar limitat inferior de durata biților de stop, ca element separator între cuvinte.

Protocolul de formare a cadrului pentru transmisia asincronă este reprezentat printr-o succesiune de caractere ca: 8n1 sau 7e2. Acestea au semnificația:

- 8n1: 1 bit de start (nu se regăsește în descriere pentru că acesta există întotdeauna)
- 8 biți de date
- fără paritate
- 1 bit de stop
- 7e2: 1 bit de start
- 7 biți de date
- paritate pară (even)
- 2 biți de stop

1.2.6. Half Duplex (HDX) și Full Duplex (FDX)

Acești termeni se referă la simultaneitatea transferului de date în ambele sensuri între doi parteneri ai unui transfer. Dacă există flux de date atât într-un sens cât și în celălalt, dar nu simultan, atunci transferul este HDX. Dacă există flux de date într-un sens și în celălalt în același timp, atunci transferul este FDX. Pentru a înlătura eventuale ambiguități, în industrie se folosește acum pentru HDX termenul TWA (Two Way Alternate) și pentru FDX termenul TWS (Two Way Simultaneous).

1.2.7. Legături Point-to-Point și Multipoint

O legătură Point-to-Point conectează două dispozitive, iar o legătură Multipoint conectează mai mult de două dispozitive. Aceste legături sunt ilustrate în Fig. 1.8. În legătura Point-to-Point, unul din dispozitive este emițător și celălalt este receptor. În legătura Multipoint, un singur dispozitiv este emițător și dintre celelalte, la un moment dat, unul sau mai multe dispozitive sunt receptoare. Receptorul este activat printr-un mecanism de adresare specific interfeței. Dispozitivele neactivate sunt pentru moment absente din configurație.

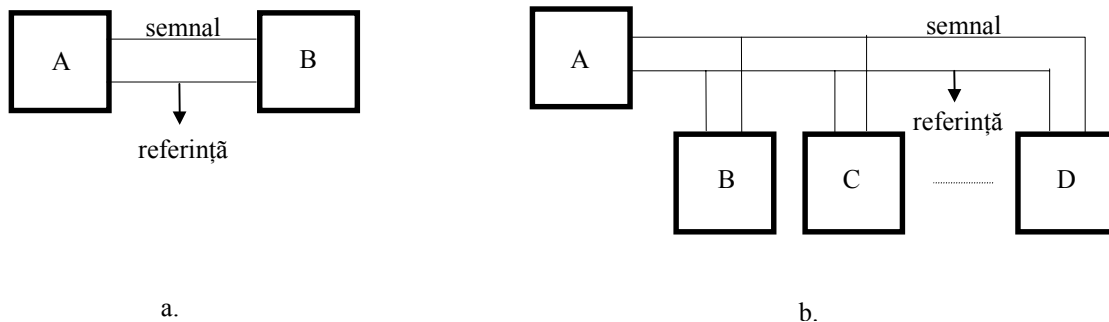


Fig. 1.8. Legătură Point-to-Point (a)
Legătură Multipoint (b)

1.2.8. Pachet de date

Cum am văzut la transmisia asincronă, un cadru corespunde unui caracter. Echivalentul unei propoziții, compusă din mai multe caractere, este pachetul de date. Definiția unui pachet este: un grup standardizat de caractere sau cadre care compune o unitate de informație transmisă.

Pachetul este purtătorul unui mesaj, ca un plic. De cele mai multe ori acesta conține o adresă și o descriere a conținutului. Poate conține, ca și cadrul, date suplimentare pentru a putea verifica integritatea transferului. Constituenții pachetului sunt ca semnificație în general aceiași, iar ca exprimare particulară, depind de protocolul de comunicație. Pot fi amintite următoarele elemente:

- un simbol sau un șir de caractere care permit sistemelor să “asculte” canalul de comunicație;
- o adresă care servește dispozitivelor care “ascultă” canalul să înceapă procedura de conectare dacă și-au “auzit” adresa;
- informații de identificare care indică destinatarului ce să facă cu datele;
- date a căror dimensiune poate să fie între 256B și 2048B;
- informație pentru detectarea și eventual corectarea erorilor rezultate în urma transferului (pentru detecție se include în pachet informație redundantă; în sistemele de comunicație nu se folosesc sisteme complexe de detecție și corecție pentru că există o a doua șansă - se retransmite semnalul).

1.2.9. Legături diferențiale și nediferențiale

Legătura diferențială folosește o pereche de fire pentru fiecare circuit de legătură. Componentele diferențiale de semnal sunt transportate fiecare pe câte un fir. Legătura nediferențială folosește câte un fir pentru fiecare circuit de legătură și referința comună tuturor circuitelor. În Fig. 1.9. sunt prezentate configurațiile diferențiale și nediferențiale posibile. Legătura diferențială presupune atât un generator diferențial (la emițător) cât și un receptor diferențial (la receptor). Legătura nediferențială folosește un singur fir pentru transmiterea semnalului și referința este comună tuturor circuitelor interfeței, astfel atât generatorul cât și receptorul sunt nediferențiale. Mai există o configurație nediferențială în care generatorul este nediferențial și receptorul este diferențial. Receptorul folosește în

acest caz pentru o intrare firul de semnal și pentru a doua, referința comună tuturor receptoarele.

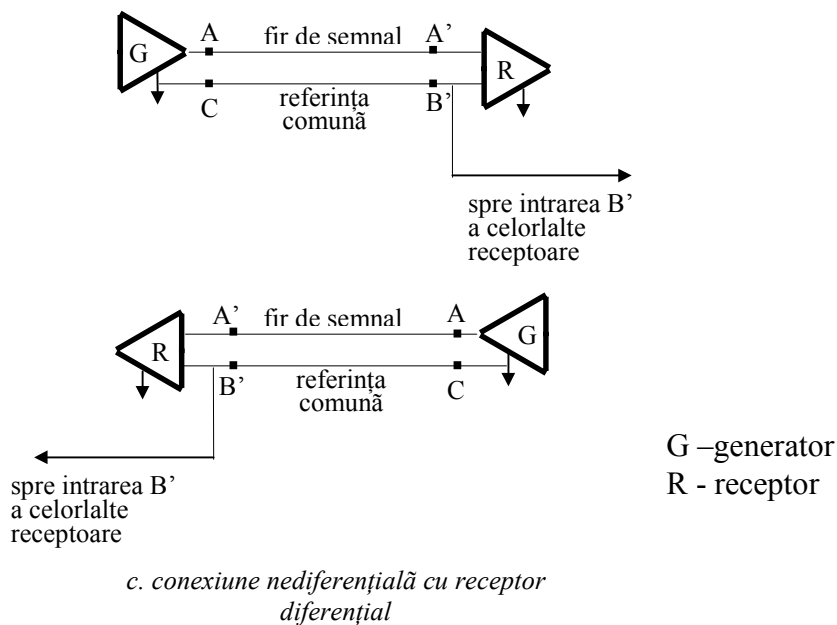
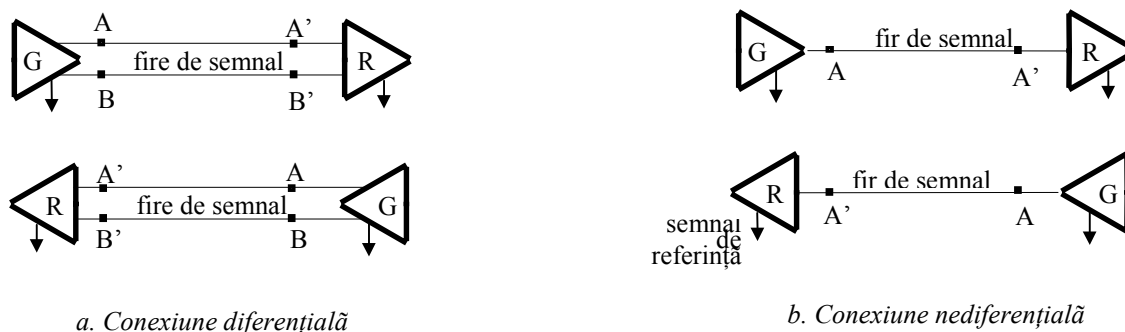


Fig. 1.9. Conexiuni diferențiale și nediferențiale

1.2.10. Masă de protecție, masa circuitului

Interfața DTE/DCE este prevăzută cu câte o masă de protecție (Protective Ground sau Frame Ground) în fiecare dispozitiv. Aceasta este conectată de obicei la carcasă și la borna de masă din cupla de alimentare de la rețea.

Există un circuit separat care dă referința comună semnalelor, masa circuitului (circuit GND), care de cele mai multe ori este scurtcircuitată la masa de protecție.

1.2.11. Controlul traficului de date - hardware sau software

Traficul de date dintre emițător și receptor este controlat printr-un dialog purtat între cele două dispozitive (*flow control*). Între un emițător și receptor poate să apară situația în care receptorul nu poate prelua datele la viteza cu care sunt transmise de emițător. În această situație este necesar un dialog între cele două dispozitive participante la transfer. Dialogul se poate desfășura în principal în două moduri:

- dispozitivele comunică între ele prin nivelul logic al unor linii de control – în această situație dialogul purtat este de tip hardware (*hardware flow control*);
- dispozitivele comunică între ele prin coduri transferate pe liniile de date – în această situație dialogul purtat este de tip software (*software flow control*).

La transferul serial controlul traficului se poate face fie hardware, fie software. Un exemplu este următorul: dacă se folosesc semnalele DTR/DSR, atunci controlul este hardware de tip DTR; dacă se folosesc codurile DC1/DC3 transferate pe liniile transmisie/recepție date, atunci controlul este software de tip XON/XOFF. Asupra acestui aspect particular, amintit aici doar ca exemplu, se va reveni în cadrul capitolului 6.