

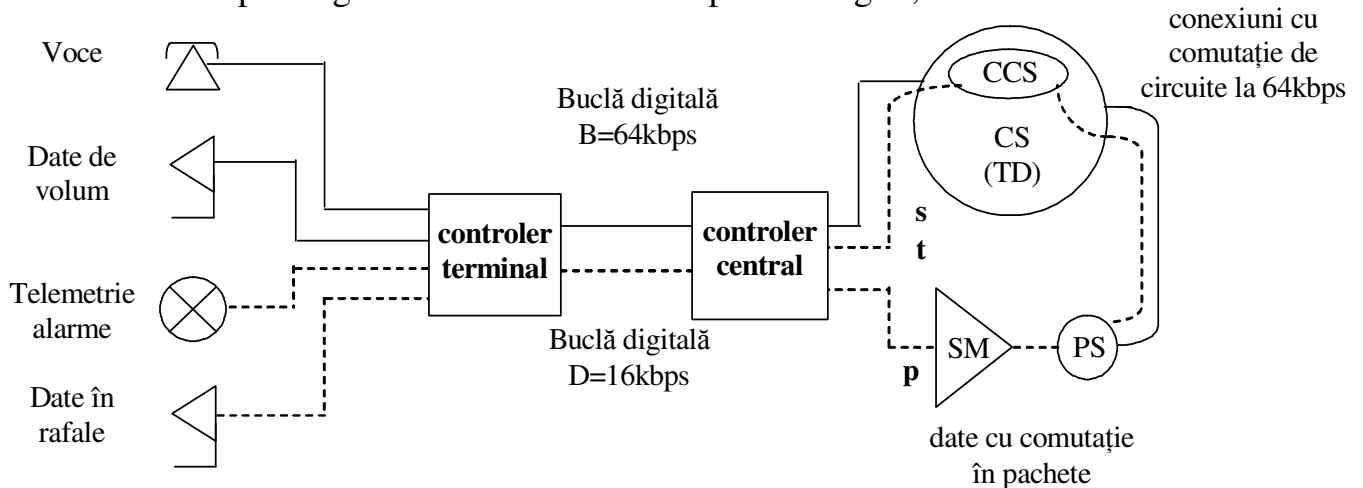
Curs 7

Tehnici de acces digitale în rețeaua telefonică. ISDN de bandă îngustă

- probleme legate rețelele digitale telefonice (rețele IDN telefonice):
 - comutație de circuite – corespunzător pentru transmisii de voce și date de volum, dar necorespunzător pentru date în rafale;
 - în general acces analogic al utilizatorilor în rețea;
 - rețeaua de acces și de transport proiectată pentru transmisie de voce;
 - tehnici de codare și caracteristici de circuite destinate transmisiei de voce – *cuantizare - neuniformă, caracteristici de frecvență filtre*;
 - echipamente terminale separate pentru transmisii de voce și date; interfețe de echipamente separate;

ISDN de bandă îngustă

- abordarea complet digitală este ilustrată conceptual în fig. 1;



CS – comutație de circuite; PS – comutație de pachete; SM – multiplexor statistic; CCS – semnalizare pe canal comun
CS (TD) – comutație cu diviziune în timp

Fig. 1 Conceptul de arhitectură ISDN

- această abordare asigură capacitate de buclă digitală pentru două tipuri de canale (canale de date efective – canal B și control + canal date – canal D);
- semnalele de informație diferite oferite de accesul digital complet sunt separate în unitatea de intrare a centralei digitale (controler central);
- canale **B** și informația asociată **s** (semnalizare) se trimit către utilitățile CS (comutație circuite) respectiv CCS;
- informația **p** (pachete) este rutată către facilitățile PS prin multiplexorul statistic (SM), care concentrează circuitele virtuale la echipamentele PS (comutație pachete);
- informația de telemetrie **t** poate fi manipulată fie de blocurile CCS sau PS; în primul caz informația este gestionată ca și o datagramă, iar în al doilea caz această informație este transmisă pe circuite virtuale temporare sau permanente.

Principiile ISDN:

- aplicații de voce și de date utilizând un set limitat de facilități standardizate – definește scopul ISDN și mijloacele de realizare – *utilizarea unui set limitat de tipuri de conexiuni și interfețe de rețea cu utilizări multiple*.

- asigură aplicații comutate (comutație de circuite și de pachete) și aplicații ne-comutate (linii dedicate).
 - este bazat pe conexiuni de 64kbps – rată de bază ISDN aleasă datorită faptului că este rata de bază în telefonia digitală.
 - rețea inteligentă: asigură servicii complexe pe lângă o comutație simplă de circuite și un management complex de rețea.
 - protocol cu arhitectură stratificată – protocoale care controlează legătura de abonat – protocoalele de rețea ISDN au o structură stratificată în concordanță cu modelul OSI; accesul unui utilizator poate varia în funcție de serviciul cerut.
 - Configurație variabilă – sunt posibile mai multe configurații posibile pentru implementare ISDN.
- Beneficiile ISDN: flexibilitate și prețuri reduse; transmisiile de voce și date nu necesită tehnici de transmisie separate.
 - Servicii ISDN (pe lângă voce): facsimil, teletex (schimb rapid de mesaje între terminale), videotex (servicii interactive de acces la informații); aceste servicii sunt disponibile la o rată de 64kbps (sau la o rată mai mică).
 - Interfața utilizator – utilizatorul are acces la rețeaua ISDN printr-un canal digital generic („digital pipe”);
 - canale generice sunt disponibile pentru diferite necesități;
 - rata de transfer dintre utilizator și rețea este constantă, dar poate fi partiționată în diferite moduri pentru diferite servicii;
 - semnale de control sunt necesare pentru multiplexarea în timp a datelor de la diferite servicii – semnalele de control sunt multiplexate pe același canal digital; utilizatorul plătește în funcție de capacitatea canalului utilizat.

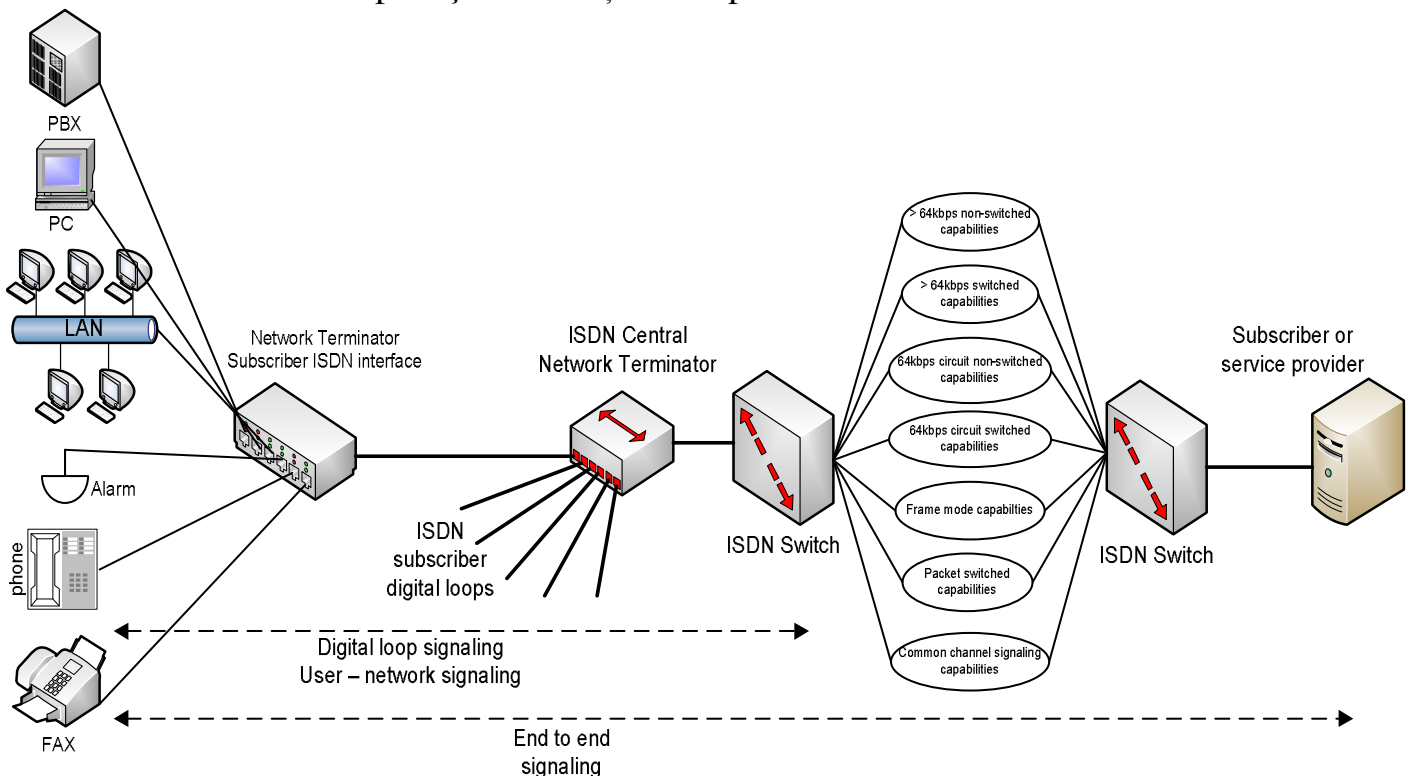
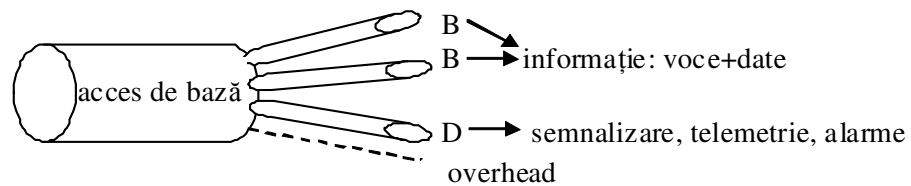


Fig. 1.1 Arhitectură ISDN

- Structura transmisie este următoarea: canalul digital generic între utilizatorul și centrala ISDN are un număr de canale de comunicație care variază de la utilizator în următorul mod:
 - canal B : 64kbps.
 - date digitale, voce codată PCM sau o combinație de trafic de date la rată de 64kbps – transfer de date (fișiere) la viteză medie, facsimil și video cu baleere lentă; sunt posibile conexiuni cu comutație de circuite, cu conexiuni de pachete sau conexiuni semi-permanente.
 - canal D: 16 sau 64kbps.
 - informația de control (CCS) pentru comutația de circuite;
 - transfer de date cu comutație de pachete sau telemetrie la debit redus fără informație de semnalizare.
 - canal H: 384kbps (H_0), 1536kbps (H_{11}), 1920kbps (H_{12}).
 - date la rate de transfer ridicate; aceste canale sunt utilizate ca și canale la debite ridicate sau sunt divizate în mai multe canale de debit redus.
- Accesul de bază este destinat pentru utilizatori casnici sau pentru oficii mici; rata totală (date + overhead) este 192kbps (terminal utilizator – terminator rețea) și 160kbps (pe bucla de utilizator);
 - accesul primar este destinat pentru utilizatori de capacitate mare; pentru LAN sau PBX.

1. Serviciu de bază

Rată: 192 kbps
Structură: 2B + D
+sincronizare



2. Serviciu primar

Rată: 1544/2048 kbps
Structură: 2048kbps:
30B + 1D la 64 kbps
Structură: 1544kbps:
23B + 1D la 64 kbps

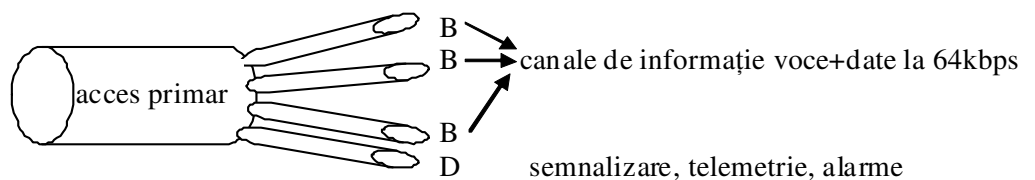


Fig. 2 Clase de acces ISDN și canalele asociate

- Interfața utilizator – rețea este definită de grupuri funcționale (o anumită dispunere (combinație) a echipamentelor) și puncte de referință (puncte conceptuale de separație între grupurile funcționale (a se vedea fig. 3)); este definită prin utilizarea unui model structural; echipamentele trebuie să fie conforme doar cu aceste interfețe.

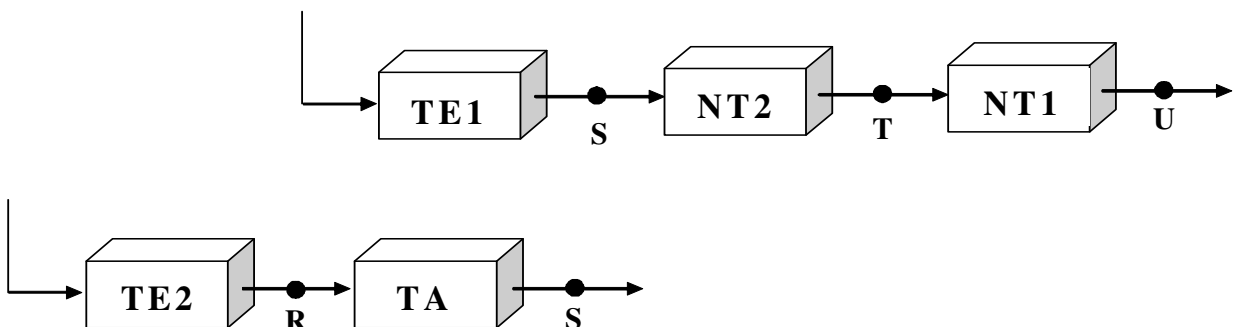
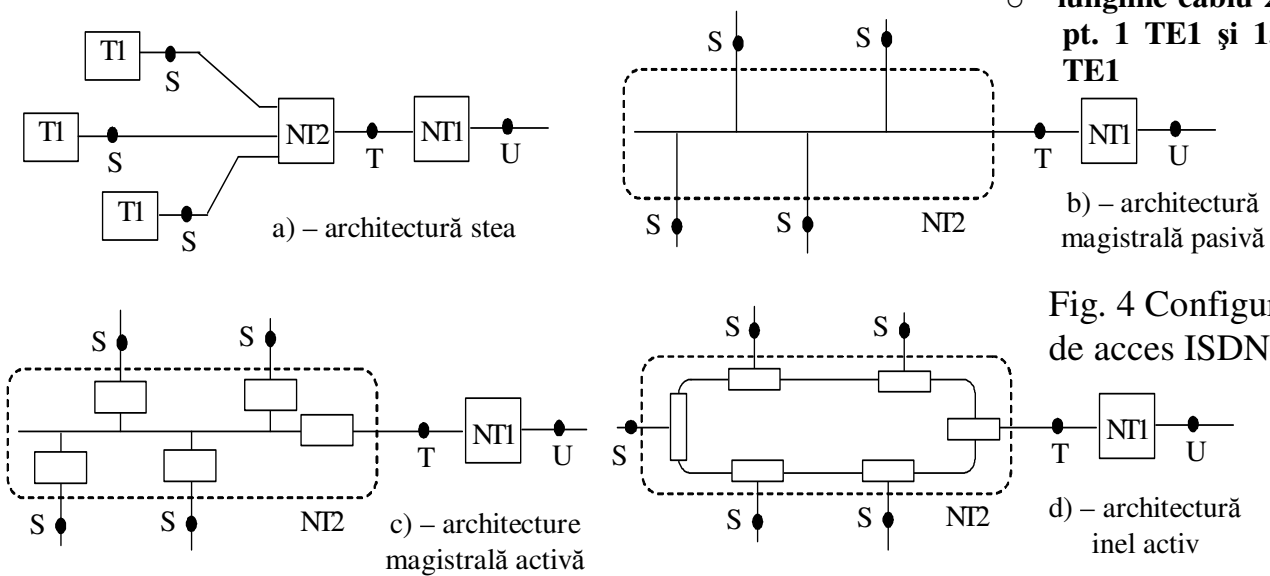


Fig. 3 Grupuri funcționale ISDN și puncte de referință

- Rolul și caracteristicile blocurilor funcționale și ale punctelor de referință sunt următoarele:
 - NT1 – conectarea efectivă la bucla digitală, multiplexarea canalelor logice (de ex. 2B+D) utilizând TDM; NT2 are funcții de comutare; poate fi un PBX digital, un controler terminal sau un LAN;
 - TE1 – echipat cu interfețe ISDN standard (de ex. telefon digital, terminal integrat voce/date, fax digital);
 - TE2 – echipament non-ISDN (de ex. interfețele RS-232 și X.25);
 - punctul de referință T – terminator ISDN la partea utilizatorului; separă echipamentele de rețea față de echipamentele abonatului;
 - punctul de referință S – interfață a terminalului ISDN individual; separă terminalul utilizator de funcțiile de comunicații ale rețelei;
 - punctul de referință R – asigură o interfață non-ISDN între un echipament non-ISDN și un echipament adaptor;
 - punctul de referință U – descrie semnalul de date full-duplex pe bucla de abonat digitală;
- Configurații de acces posibile sunt prezentate în fig. 4

- maximum 8 T1 terminale pentru magistrală pasivă
- lungime cablu 250-1000m pt. 1 TE1 și 150m for 8 TE1



- Interfața de bază utilizator-rețea (accesul primar):

- Funcțiile nivelului fizic în punctele S și T:
 - codarea semnalelor digitale;
 - transmisie full-duplex pe canalele B și D;
 - multiplexarea canalelor pentru alcătuirea accesului de bază;
 - activare – dezactivare a circuitului fizic;
 - alimentarea echipamentului terminal de la modulul NT, identificare terminal;
 - localizare defecte, acces multipunct - management al canalelor D pentru acces;
 - ❖ canalele B sunt alocate în mod ordonat la un utilizator la un moment dat;

- ❖ canalul D controlează accesul pe canalele B; mai multe terminale pot încerca să acceseze aceste canale în același timp; un protocol special este necesar pentru a rezolva conflictele de acces;
- transmisia și codarea liniei la interfețele S și T: transmisie full-duplex pe 4 fire; codare pseudo-ternară (AMI modificat: 1 lipsă tensiune, 0 impuls negativ sau pozitiv – în mod alternativ), rată de transfer: $192\text{kbps} = 2 \cdot 64\text{kbps} + 16\text{kbps} + \text{overhead}$.
- schema conexiunii dintre echipamentele TE și NT este prezentată în fig. 5; se poate observa alimentarea distantă a echipamentului terminal de la echipamentul terminator rețea NT; este posibilă de asemenea alimentarea echipamentului terminal (TE) de la NT pe un circuit separat sau invers alimentarea lui NT de la TE pe un circuit separat.
- Multiplexarea canalelor de bază (2B+D – fig. 6) și alcătuirea cadrelor de bază: multiplexare unui debit de 144kbps pe un canal cu debit 192kbps – capacitatea suplimentară utilizată pentru sincronizare cadru și controla acces canal D;
 - cadre de 48 biți cu durată de $250\mu\text{s}$;
 - cadrul de la TE la NT decalat cu 2 biți;
 - biții F-L sincronizează cadrul la partea de recepție;
 - bitul F_A este bit de sincronizare auxiliar; N este bit de echilibrare pentru F_A ;
 - bitul A activează sau dezactivează TE; bitul M este utilizat pentru alcătuire multicadre;
 - S este rezervat pentru standardizări ulterioare;
 - F este totdeauna +0, primul bit de zero după L inserează o violare a regulii de codare pseudo-ternare (F și L sunt alternante);
 - bitul L are rol de echilibrare în cc; bitul E utilizat în controlul accesului mai multor terminale la canalul D;

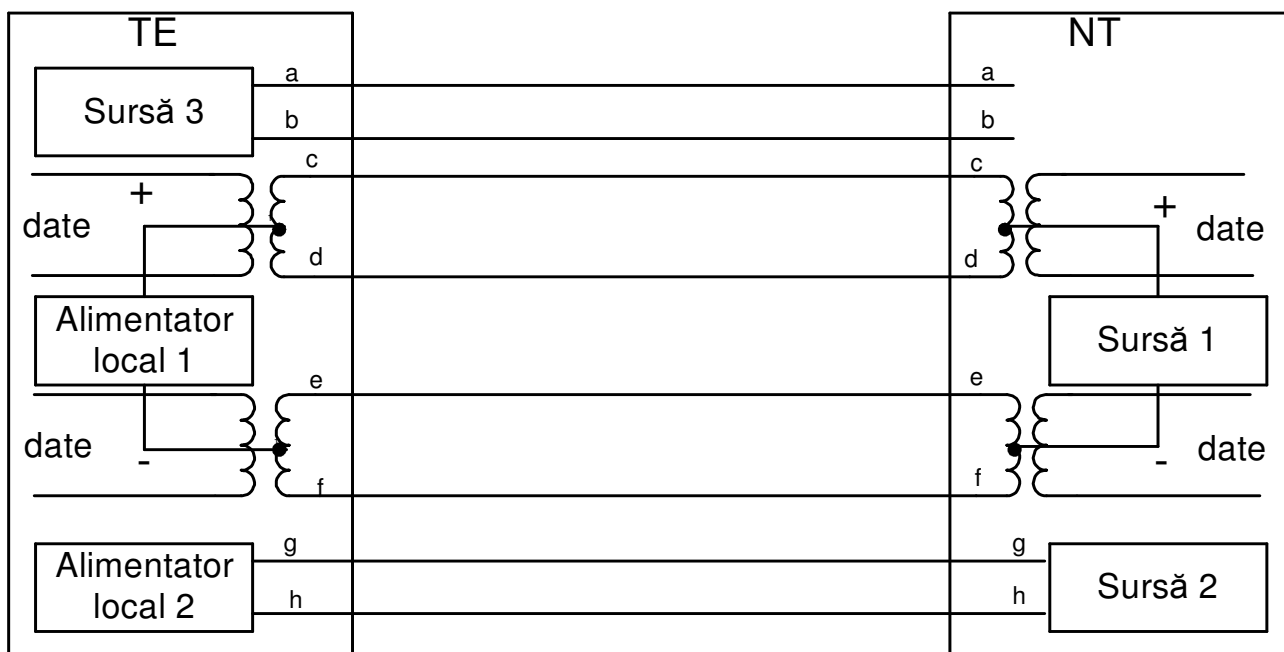


Fig. 5 Schema legăturii dintre echipamentele TE și NT

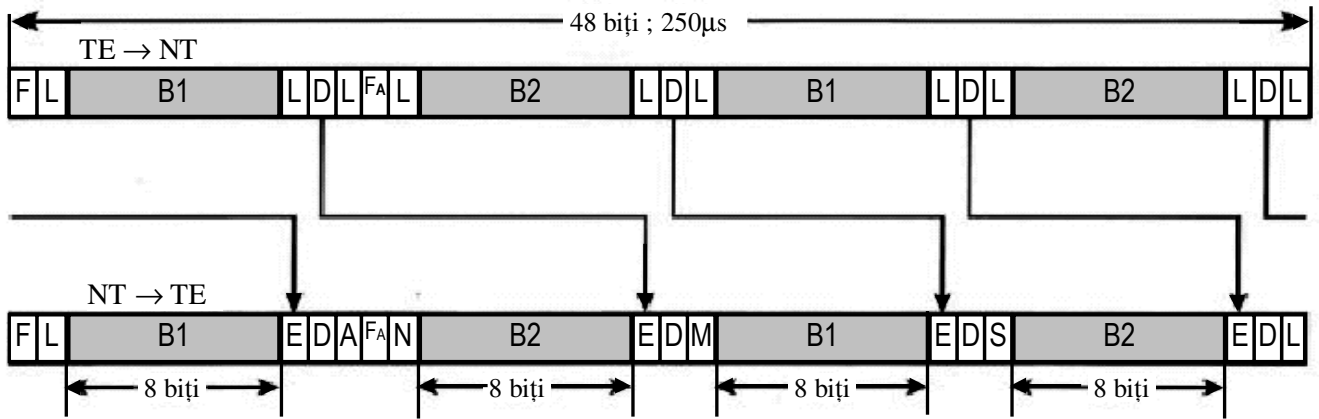


Fig. 6 Structura cadrului de date multiplex la interfețele S și T

- Semnificația biților din cele două cadre este următoarea:
 - F – bit de sincronizare cadru;
 - F_A – bit de sincronizare cadru auxiliar;
 - L – bit de echilibrare în curent continuu;
 - A – bit de activare TE;
 - B1 – biți canal B1;
 - B2 – biți canal B2;
 - D – biți canal D;
 - E – biți de ecou canal D;
 - M – bit multicadru;
 - $N = F_A$ negat;
 - S – biți rezervați pentru standardizări ulterioare;
- Interfața U compune cadre de câte 240 biți și are durată de 1.5ms, rata de transfer fiind de 160kbps;
 - structura cadrelor este următoarea: cuvânt de sincronizare pe 18 bits, 12 grupe de 18 biți cu date de canal B și D, un canal M de 4kbps pentru for management și alte aplicații (vezi fig. 7);
- Codare linie utilizând codul 2B1Q; cod de linie eficient spectral cu 4 nivele; pentru regula de codare tabelul 1;

Bit 1	Bit 2	Simbol quat	Nivel tensiune
1	0	+3	2.5 V
1	1	+1	0.833 V
0	1	-1	-0.833 V
0	0	-3	-2.5 V

Tabel 1. Regula de codare 2B1Q

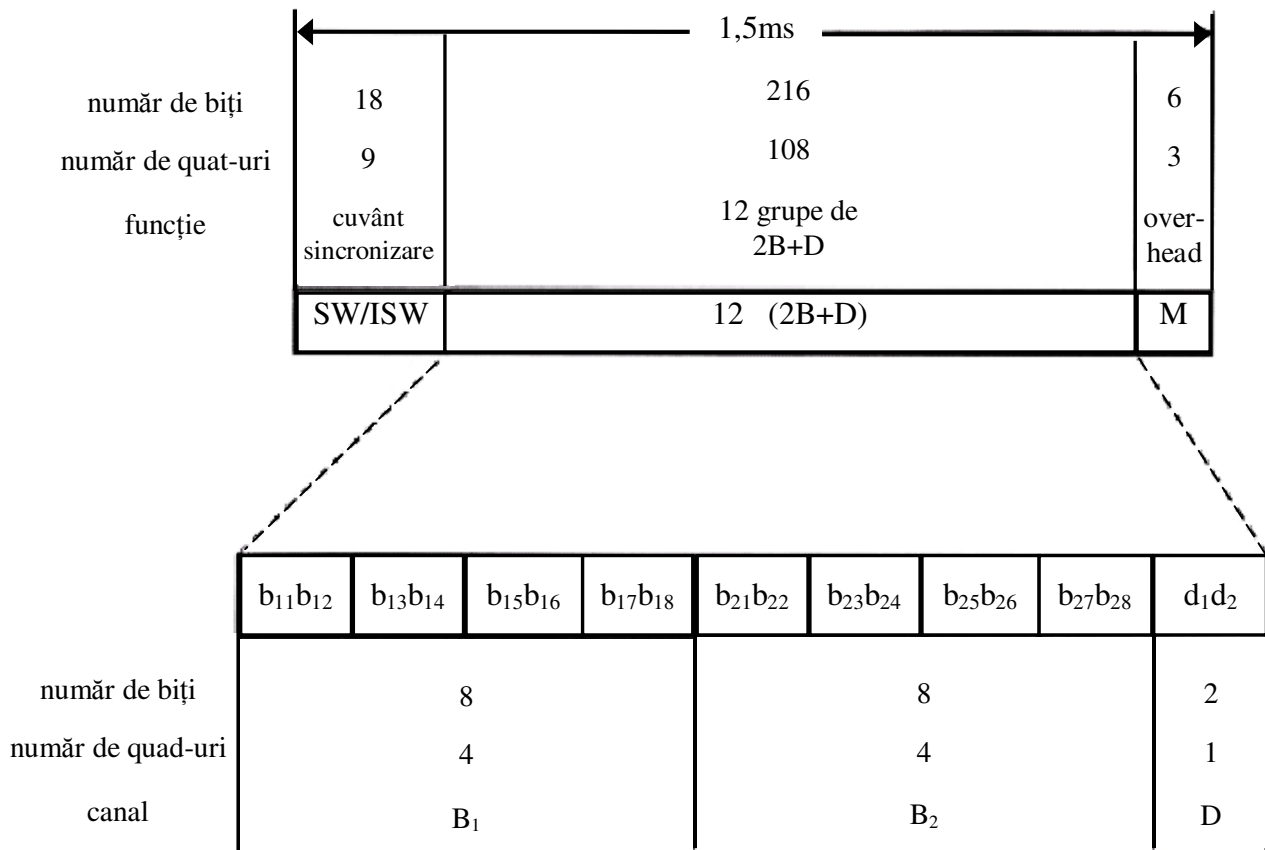


Fig. 7 Structura cadrului de date multiplex la interfața U

- Supercadrul este compus din 8 cadre cu 48 biți M, care includ un CRC pe 12 biți (tab. 2)

		Framing	2B+D	Overhead bits (M ₁ – M ₆)					
Quad positions		1-9	10-117	118	118	119	119	120	120
Bit positions		1-18	19-234	235	236	237	238	239	240
Superframe	Basic frame	Synch. word	2B+D	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
A	1	ISW	2B+D	eoc	eoc	eoc	act	1	1
A	2	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	dea	1	1
A	3	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	1	crc	crc
A	4	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	1	crc	crc
A	5	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	1	crc	crc
A	6	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	1	crc	crc
A	7	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	1	crc	crc
A	8	SW	2B+D	eoc	eoc	eoc	1	crc	crc
B, C, D	-	-	-	-	-	-	-	-	-

act: activation bit; dea: deactivation bit; eoc: embedded operations channel; crc: cyclic redundancy check

Tabel 2 Structura multicadrului de date la interfața U

- O comparație între caracteristicile spectrale ale diferitelor coduri de linie sunt prezentate în fig. 8, fig. 9 și fig. 10; codul 4B3T este un cod ternar cu o regulă de codare relativ complicată – vezi tabelul 3;

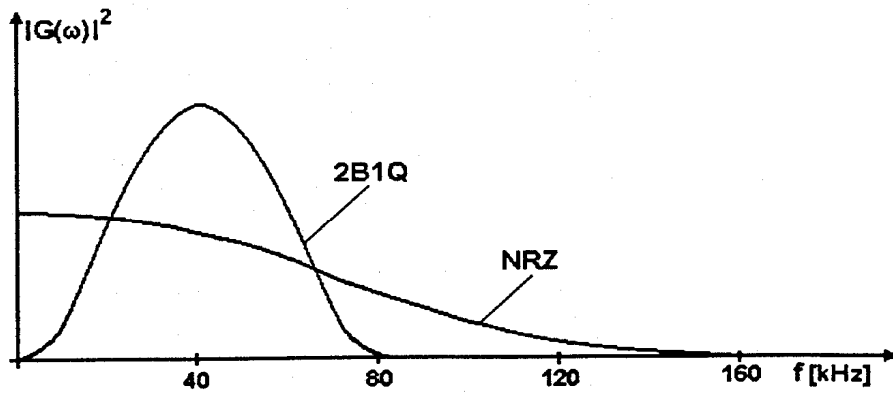


Fig. 8 Distribuția spectrală de putere a semnalelor codate NRZ și 2B1Q la rata 160kbps

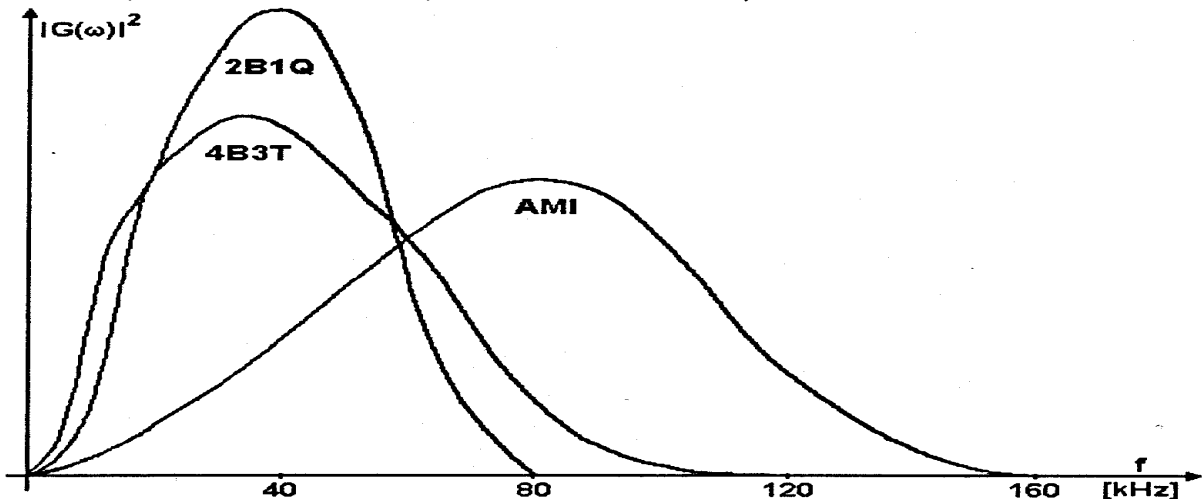


Fig. 9 Distribuția spectrală de putere a semnalelor codate 2B1Q, 4B3T și AMI la un debit de 160kbps

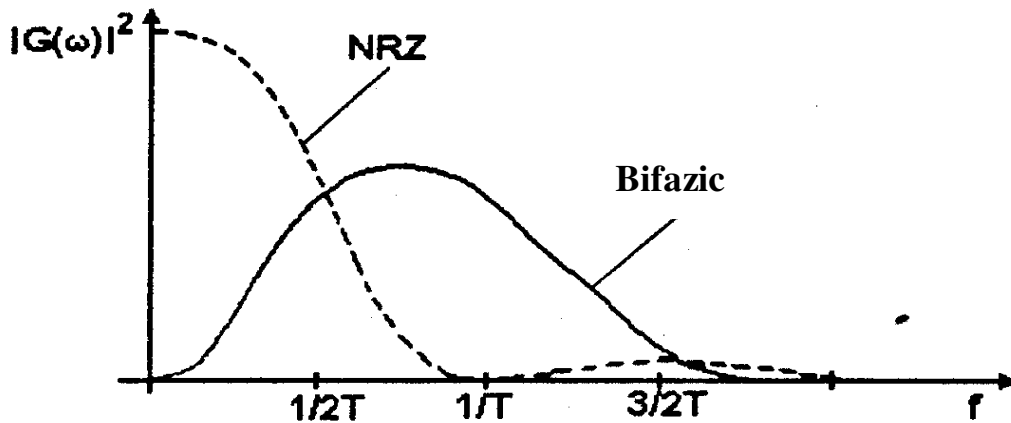


Fig. 10 Distribuția spectrală de putere a codurilor NRZ și bifazic

- Probleme legate de distribuția spectrală de putere, complexitatea decodării, capacitatea de sincronizare a codurilor de linie trebuie considerate când se alege un astfel de cod
- Problemele legate de accesul multiplu pe canalul D trebuie considerate de asemenea – este nevoie de un cod de linie ne-diferențial pentru comunicația TE – NT.
- Terminalul NT trebuie să asigure conversia de la 2 la 4 și invers; există două tehnici de bază și anume:
 - TCM (Time Compression Multiplexing) – multiplexare cu compresie în timp – transmisie în mod rafală sau ping-pong;

- se realizează prin divizarea secvenței de biți pe fiecare sens de transmisie în cadre (rafale) de n biți;
- durata unei rafale este $\Delta=n/D$, unde D este debitul utilizatorului;
- fiecare rafală este transmisă cu un debit D_0 cel puțin dublul debitului utilizatorului D;
- relația dintre D_0 și D depinde de durata Δ a rafalei, de timpul de propagare δ pe linia de lungime l_L și de intervalul de gardă, τ , dintre rafale;
- o schemă bloc posibilă și descrierea metodei de acces este dată în fig.11;
- temporizarea semnalului transmis este prezentată în fig. 12; relația dintre debitele D și

D_0 este dată de:

$$\frac{D_0}{2D} = \frac{1}{1 - \frac{2}{\Delta} \cdot (\tau + \delta)} \quad (1)$$

Stări codor Grup biți	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
0001	0 - + (1)	0 - + (2)	0 - + (3)	0 - + (4)
0111	- 0 + (1)	- 0 + (2)	- 0 + (3)	- 0 + (4)
0100	- + 0 (1)	- + 0 (2)	- + 0 (3)	- + 0 (4)
0010	+ - 0 (1)	+ - 0 (2)	+ - 0 (3)	+ - 0 (4)
1011	+ 0 - (1)	+ 0 - (2)	+ 0 - (3)	+ 0 - (4)
1110	0 + - (1)	0 + - (2)	0 + - (3)	0 + - (4)
1001	+ - + (2)	+ - + (3)	+ - + (4)	- - - (1)
0011	0 0 + (2)	0 0 + (3)	0 0 + (4)	- - 0 (2)
1101	0 + 0 (2)	0 + 0 (3)	0 + 0 (4)	- 0 0 (2)
1000	+ 0 0 (2)	+ 0 0 (3)	+ 0 0 (4)	0 - - (2)
0110	- + + (2)	- + + (3)	- - + (2)	- - + (3)
1010	+ + - (2)	+ + - (3)	+ - - (2)	+ - - (3)
1111	+ + 0 (3)	0 0 - (1)	0 0 - (2)	0 0 - (3)
0000	+ 0 + (3)	0 - 0 (1)	0 - 0 (2)	0 - 0 (3)
0101	0 + + (3)	- 0 0 (1)	- 0 0 (2)	- 0 0 (3)
1100	+ + + (4)	- + - (1)	- + - (2)	- + - (3)

Tabel 3 Regula de codare 4B3T

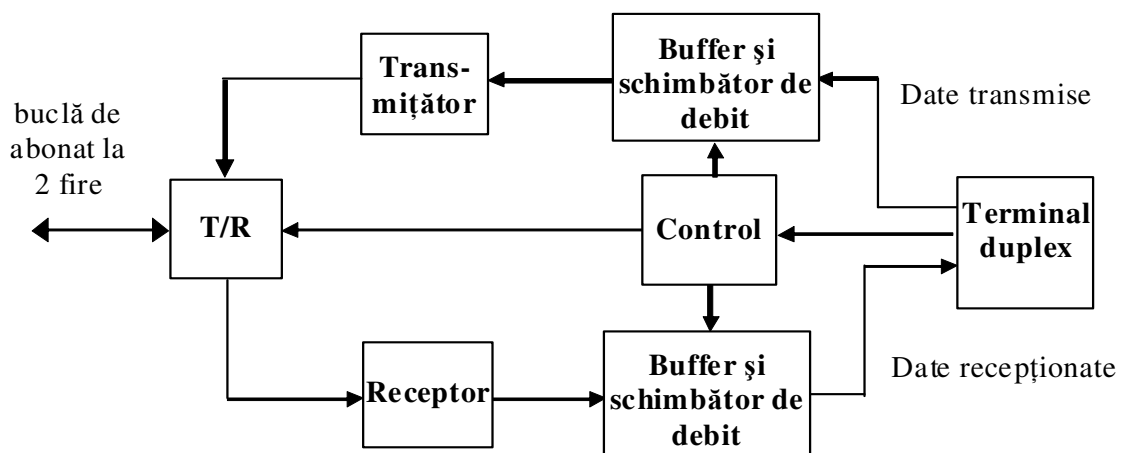


Fig. 11 Schemă bloc a echipamentului de transmisie utilizat în cazul metodei TCM de separare a căilor de transmisie

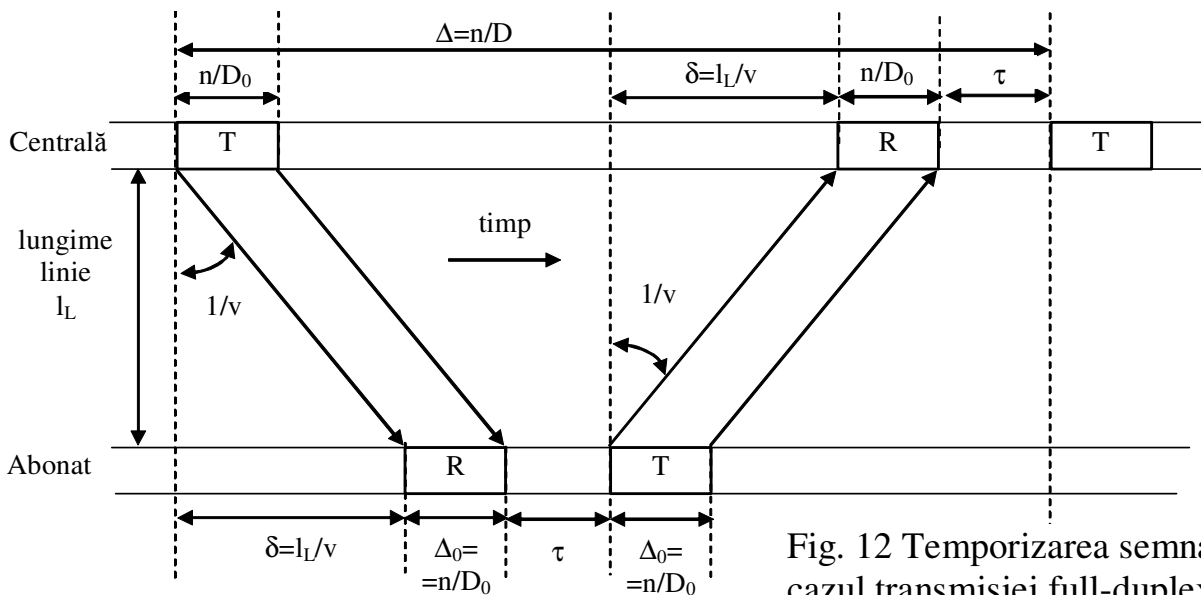


Fig. 12 Temporizarea semnalelor în cazul transmisiei full-duplex tip TCM

- metoda echilibrării utilizând hibrid și compensator de ecou;
 - metoda asigură transfer de date în ambele direcții la aceeași viteză;
 - hibridul asigură o primă separare direcțională, iar compensatorul de ecou asigură o separare mai bună căilor de transmisie;
 - comparativ cu metoda TCM se asigură o scădere a benzii necesare și întârzieri neacumulative pe bucle de acces lungi;
 - este o metodă mai complexă (vezi fig. 13 pentru o schemă bloc posibilă).

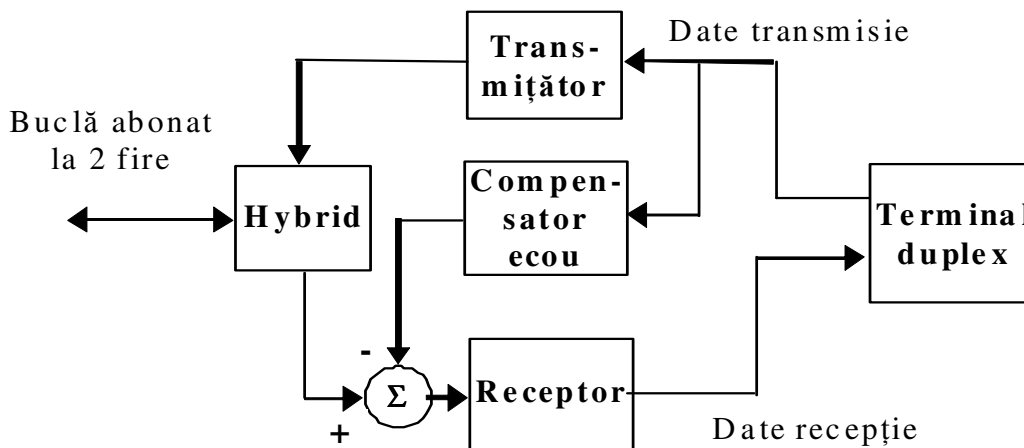


Fig. 13 Schemă bloc a echipamentului de transmisie utilizat în cazul metodei echilibrării de separare a sensurilor de