

✦ IP pur sau cu rețea de transport ATM, pe baza protocoalelor RTP și RTCP (*Real Time Control Protocol*).

Pentru semnalizarea în rețea, se utilizează o **poartă de aplicații de semnalizări** (SG - *Signaling Gateway*) care interfațează sistemul telefonic de semnalizare (SS7) cu rețeaua de transport VoP.

Compatibilitatea cu sistemul telefonic actual este asigurată de un **server de aplicație** care adaptează semnalul transmis la serviciile telefonice standard de clasă 4 și clasă 5.

În concluzie, serviciul de transmisie a vocii în pachete (VoP), se poate implementa în diferite sisteme (VoIP bazat pe MPLS, VoATM etc), compatibile cu rețelele telefonice existente de tip TDM și cu cele de transport a datelor (IP, ATM, FR, DSL etc), pe baza standardelor organizațiilor acreditate, folosind diverse echipamente cu performanțe apreciate prin indicii de calitate a serviciului QoS și prin alți indici de evaluare a calității semnalului vocal recepționat.

### VII.3 ISDN

Rețeaua digitală cu servicii integrate (ISDN - *Integrated Services Digital Network*) este definită de ITU-T într-o serie de recomandări, ca serviciu oferit în WAN pentru transportul fluxului din rețelele IsoEthernet, principiile de bază ISDN fiind expuse în recomandarea I.120 din 1988. Conform acesteia, ISDN oferă în aceeași rețea, servicii simultane de voce și date. ISDN se poate implementa fie în rețele digitale cu circuite de comutație, fie în cele cu comutare de pachete, fie în structuri fără comutație, cu circuite alocate semipermanent.

Elementul fundamental al ISDN este **calea primară** de 64 kbps.

Accesul clienților la rețeaua ISDN se poate realiza prin diferite metode, dintre care cele mai utilizate sunt:

1. **BRA** (*Basic Rate Access*) - cu două canale B de 64 kbps și un canal D de 16 kbps.
2. **PRA** (*Primary Rate Access*) - cu până la 30 de canale B de 64 kbps și un canal D de 64 kbps.

**Canalele ISDN de tip B** (*B channel*) sunt canale alocate utilizatorilor, pentru transport de date, voce codată PCM, eventual fluxuri de date provenind de la mai multe surse cu debite informaționale relativ mici, mixate.

Toate fluxurile informaționale care se transferă pe un anumit canal B au aceeași destinație, dar fiecare canal B poate avea o destinație diferită de a celorlalte canale.

Pe un canal B se pot stabili trei tipuri de conexiuni:

- ✦ cu circuite de comutație, semnalizările fiind transmise pe canalul adiacent de tip D.

- ✦ cu comutare de pachete, conform standardului X.25 al CCITT.
- ✦ semipermanentă, oferită de furnizorul de servicii ISDN.

**Canalele ISDN de tip D** sunt utilizate fie pentru semnalizări, fie pentru comutare de pachete cu viteze mici.

### VII.3.1 INTERFEȚE BRI

O conexiune ISDN prin metoda BRA se realizează conform schemei din figura VII.10.

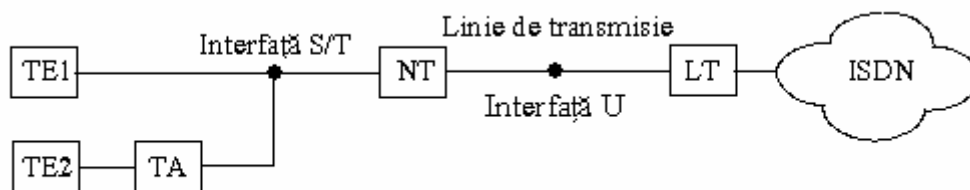


Fig. VII.10 Schemă de conexiuni BRA

Routerele prevăzute cu interfețe BRI (*Basic Rate Interface*) sunt considerate, în rețeaua ISDN, **echipamente terminale de tip 1** (TE1 - *Terminal Equipment 1*).

Routerele care nu sunt direct compatibile ISDN sunt considerate **echipamente terminale de tip 2** (TE2 - *Terminal Equipment 2*), și necesită un **adaptor de terminal** (TA - *Terminal Adapter*) pentru conectare la rețeaua ISDN.

Mai multe echipamente TE1 și/sau TE2 împart resursele (*sharing*) unei linii S/T (recomandarea ITU-T I.430) de lungime limitată și se conectează la un bloc unic de terminare de rețea (NT - *Network Termination*), separat sau integrat în echipamentul utilizatorului (standard ANSI T1.601-1992).

Interfața BRI folosește o conexiune de tip 'magistrală' (*bus*) care permite accesul multiplu pe linia S/T, mai precis accesul mai multor echipamente de utilizator (routere, telefoane etc), adresate prin **identificatori de terminal** (TEI - *Terminal Endpoint Identifier*).

Comunicația dintre terminația de rețea NT și cea de linie LT (*Line Termination*) se realizează pe o linie de transmisie care poate avea lungimi de ordinul kilometrilor.

Interfața U se utilizează numai dacă terminația NT este inclusă în blocul utilizatorului (valabil în Statele Unite ale Americii).

Conectarea unui TE la bucla S/T se face cu conectori RJ-45 cu 8 pini care asigură atât transmisia și recepția datelor, cât și alimentarea circuitelor.

TE și NT comunică prin cadre de 48 de biți, cu durata de 250 ms, care transportă 4 biți de pe canalul D și câte 16 biți de pe fiecare canal B.

Viteza de transmisie globală prin metoda BRA, cu canale 2B+D, nu este de numai 144 kbps corespunzător debitelor canalelor, ci de 192 kbps, deoarece în cadrele transmise se adaugă antete și câmpuri de sincronizare.

Pe canale suplimentare de 80 bps (cinci canale S dinspre NT spre TE și un canal Q pentru comunicația în sens invers), se transmite informația de sincronizare în mai multe cadre, operație denumită **transmisie de cadre multiple** (*multiframeing*).

### **Observații**

1. Trebuie făcută distincția între cadrele folosite pentru comunicația dintre un TE și NT și cadrele transmise pe linia S/T, conform protocolului HDLC.

2. Protocolul ISDN prevede alocarea la nivelul terminației de rețea a unui canal B pentru un singur TE la un moment dat. Această constrângere permite evitarea coliziunilor în circuitul S/T. Dar această problemă nu este soluționată la nivelul TE, fiind necesară implementarea unui mecanism pentru evitarea coliziunilor, capabil să detecteze o coliziune, să finalizeze transmisia pentru unul dintre echipamentele TE implicate în coliziune și să aplice o schemă de priorități dinamică. Prioritatea unui TE este minimă imediat după încheierea unei transmisii și crește pe durata intervalului de așteptare. Informațiile de semnalizare au prioritate maximă.

Între NT și LT, datele se transmit în cadre de 240 de biți, cu durata de 1,5 ms. Un astfel de cadru include câte 96 de biți de pe fiecare canal B, 24 de biți de pe canalul D și biți suplimentari de sincronizare, detecție de erori (cu polinoame CRC), de control a stării interfetelor etc.

Interfața BRI a ruterului funcționează conform modelului OSI pe mai multe nivele.

Modulul software corespunzător nivelului fizic (*Layer 1*) al interfeței nu necesită în regim normal ISDN configurații speciale din partea utilizatorului, ci numai dacă se folosesc conexiuni semipermanente, cu multiplexare în timp (TDM - *Time Division Multiplexing*).

Pentru nivelul legăturii de date (*Layer 2*) se poate atașa un modul software care implementează un protocol de comunicație de nivel OSI 2 (de exemplu, PPP - *Point-to-Point Protocol*), adecvat configurat pentru alocarea unui canal B denumit și **slot ISDN** (B1 sau B2) din canalul ISDN BRA. Transmisia datelor pe acest nivel al BRI se face conform protocolului HDLC.

## **VII.3.2 INTERFEȚE PRI**

Pentru comunicații în rețeaua ISDN cu viteze superioare celor oferite de metoda BRA, se utilizează o structură de canale ISDN definită de metoda PRA, în două variante:

◆ 2048 kbps - interfață E1 cu 30 de canale B și un canal D de 64 kbps (utilizată în Europa, Australia și Noua Zeelandă);

- 1544 kbps - interfață T1 cu 23 de canale B și un canal D (utilizată în S.U.A și Japonia).  
Schema de conexiuni PRA este prezentată în figura VII.11.

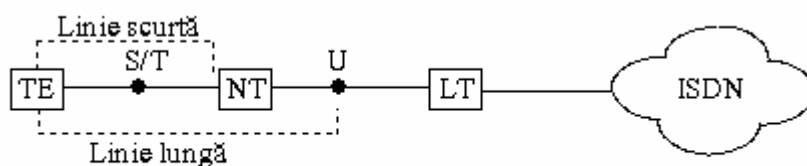


Fig.VII.11 Schemă de conexiuni PRA

Routerul TE comunică în rețeaua ISDN prin interfața PRI (*Primary Rate Interface*) de tip E1, cu NT separat și linie S/T scurtă (maximum 200 metri), sau de tip T1, cu NT inclus în echipamentul utilizatorului și linie S/T lungă (maximum 1800 metri) conform recomandărilor ITU-T I.411 și I.431.

Conexiunea dintre TE și NT este de tip 'punct-la-punct' și nu admite accesul multiplu. Doar un singur echipament terminal se poate conecta la o interfață PRI. Caracteristicile fizice și electrice ale conexiunii sunt prezentate în recomandarea ITU-T G.703 (cablu coaxial de 75 Ohmi sau cablu simetric în perechi de 120 Ohmi).

Comunicația dintre TE și NT se face prin cadre de 256 de biți, cu 32 de intervale (sloturi) de 8 biți.

Slotul 0 este rezervat pentru transmisia informațiilor de sincronizare și încapsulare iar slotul 16 este alocat canalului D. Numai 30 de sloturi sunt oferite utilizatorilor pentru comunicații în rețeaua ISDN.

Dacă interfața PRI nu este utilizată pentru aplicații ISDN, atunci slotul 16 nu mai este rezervat și se oferă utilizatorului un canal dedicat de 2 Mbps, mai precis cu un flux de 1984 kbps, corespunzător celor 31 de sloturi. Slotul 0 este în continuare rezervat.

Deci, primii 8 biți ai fiecărui cadru sunt rezervați și au semnificații distincte, repetitive pe mai multe cadre (*multiframeing*), conform Tabelului VII.4. Un cadru multiplu este format din 16 cadre succesive.

Conexiunea PRA are trei stări posibile:

1. pauză de transmisie (*no signal*).
2. regim normal de transmisie
3. regim de alarmare, pe durata căruia NT transmite unui TE un semnal de alarmă AIS (*Alarm Indication Signal*) atunci când apar erori în rețeaua ISDN și sunt afectate datele recepționate de NT având ca destinație acel TE.

**Tabel VII.4** Semnificațiile și valorile biților din sloturile 0  
ale unui cadru multiplu transmis prin PRI

	Subcadru multiplu	Numărul cadrului	Numărul de ordine al bitului							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Cadru multiplu	I	0	C1	0	0	1	1	0	1	1
		1	0	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
		2	C2	0	0	1	1	0	1	1
		3	0	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
		4	C3	0	0	1	1	0	1	1
		5	0	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
		6	C4	0	0	1	1	0	1	1
		7	0	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
	II	8	C1	0	0	1	1	0	1	1
		9	1	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
		10	C2	0	0	1	1	0	1	1
		11	1	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
		12	C3	0	0	1	1	0	1	1
		13	E	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
		14	C4	0	0	1	1	0	1	1
15		E	1	A	S4	S5	S6	S7	S8	

C1, C2, C3, C4 - biți de control a erorilor de transmisie, deduși pe baza polinomului CRC-4.

E - biți de semnalizare a erorilor de transmisie pe baza polinomului de control CRC

A - biți de alarmare la distanță (RAI - *Remote Alarm Indication*) care indică prin valoare logică '1', fie pierderea sincronizării, fie a unor biți de date.

S4 ... S8 - biți suplimentari sau naționali, cu semnificații specifice fiecărei țări. Dacă nu sunt utilizați, au toți valoarea logică '1'.

**Observații:**

1. Interfața PRI de tip E1 se configurează într-un modul software alocat acesteia, cu comenzi specifice și parametri impuși de utilizator.

2. Pentru transmisii pe linii lungi, cu interfațe PRI de tip T1, datele sunt codate folosind diverse coduri de linie bipolare:

- AMI (*Alternate Mark Inversion*) - biții '1' sunt codați alternativ prin impulsuri de polarități +/-, iar biții '0' se transmit neschimbați.
- B8ZS (*Binary Eight Zero Substitution*) - fiecare grup de opt zerouri este înlocuit cu secvența 00110011, după care se aplică legea de codare bipolară (B), cu violarea polarității (V) la fiecare al doilea bit din perechea 11, conform schemei de codare 00BV00BV.
- B7ZS (*Bipolar 7 Zero Supression*) - biții '1' se codează AMI iar fiecare al șaptelea bit '0' dintr-o secvență de 8 zerouri este înlocuit cu un bit '1' și codat prin violarea legii bipolare, respectiv prin păstrarea ultimei polarități din secvența codată.

Detalii referitoare la modul T1 de transmisie PRA se găsesc în recomandările ANSI T1.403, T1.408, T1.231 și altele.

3. În rețelele de arie largă, se utilizează sisteme de transmisie sincrone (SDH - *Synchronous Digital Hierarchy*), cu multiplexarea căilor E1 în grupuri de bandă largă, E2 de 8,192 Mbps, E3 de 32,768 Mbps și E4 de 131,072 Mbps. Similar se definesc grupurile T2, T3 și T4, de multiplexare a căilor în standardul american. Acestea sunt oferite prin serviciul ISDN de bandă largă (B-ISDN - *Broadband ISDN*).

### VII.3.3 LAPD

Protocolul de acces pe canal ISDN de tip D, LAPD (*Link Access Protocol for D channel*) este un protocol de nivel OSI 2 și este descris în recomandarea ITU-T Q.921.

LAPD este utilizat în procesul de comunicație dintre TE și NT, pe nivelul legăturii de date, pentru:

- adresare;
- controlul fluxului;
- detecția erorilor de transmisie.

LAPD admite stabilirea de conexiuni logice multiple pe același canal de tip D, între echipamente de rețea de nivel OSI 3.

LAPD dispune de un modul propriu de management a conexiunilor realizate la nivelul interfețelor BRI, pentru gestionarea identificatorilor de terminal (TEI).

Din considerente de compatibilitate cu alte rețele ISDN, acest modul funcționează și în cazul interfețelor PRI deși acestea nu permit accesul multiplu.

LAPD asigură controlul apelurilor efectuate pe linie, în faza de inițiere și de încheiere a acestora, conform recomandării ITU-T Q.931 (*Q.931 Call Control*). De aceea, pe canalul D există spațiu suficient și pentru transferul unor pachete de date conform standardelor Q.931 (*Q.931 Packet Mode*) sau X.25 (*X.25 Packet Mode*).

LAPD se configurează pentru fiecare interfață BRI sau PRI, specificându-se modul de operare pe canalul D, la nivelul de rețea, prin **identificatorul de serviciu** (SAPI - *Service Access Point Identifier*) (Tabel VII.5).

**Tabel VII.5**

Valori SAPI tipice

SAPI	Mod de operare
0	Controlul apelului conform Q.931
1	Transfer de pachete conform Q.931
16	Transfer de pachete conform X.25
63	Management LAPD

### VII.3.4 AODI

Serviciul de rețea AODI (*Always On/Demand ISDN*) realizează o conexiune permanentă între furnizorul de servicii Internet (ISP - *Internet Service Provider*) și utilizatorul unei rețele ISDN, cu transmisie de pachete pe canalul ISDN de tip D, conform standardului X.25.

Serviciul AODI nu reprezintă un protocol distinct, ci oferă o bandă de transmisie de lățime relativ mică dar și cu costuri reduse, pentru servicii de poștă-electronică, transmisiile de știri în rețea și altele, eventual navigare în WWW cu creștere a benzii prin utilizarea de conexiuni pe canale B ISDN, cu circuite de comutare.

Componentele oferite de serviciul AODI sunt următoarele:

- ✦ transfer de pachete în mod X.25 pe canal D ISDN, prin conexiuni de tip 'legătură de date' (DLC - *Data Link Connection*);
- ✦ serviciu X.25 pentru protocoalele de pe nivelele OSI superioare, prin conexiuni PPP (MIOX - *Multiprotocol Interconnect Over X.25*);
- ✦ conexiuni PPP pe canalele B ISDN;
- ✦ suport pentru conexiuni PPP multiple, pe canale B și D ISDN, grupate logic într-o singură legătură PPP multiplă (*PPP Multilink Bundle*) care permite creșterea benzii disponibile pe o interfață PPP prin aplicarea protocolului de alocare a benzii (BAP - *Band Allocation Protocol*).

Interconectarea unei rețele ISDN cu o rețea TCP/IP prin intermediul serviciului AODI impune dubla identificare a fiecărui echipament (router al utilizatorului sau al ISP), atât ca adresă IP, cât și din punct de vedere la rețelei ISDN, printr-un număr ISDN alocat ISP respectiv un identificador de utilizator (TEI).