

numai 30 de canale pentru transferul datelor. Pe un canal E1 TDM nestructurat (fără divizarea fluxurilor) se transmit date în toată banda de 2,048 Mbps.

2. Pentru transmisia pe o interfață PRI ISDN în mod T1, slotul 24 este rezervat pentru semnalizări, ceea ce face ca doar 23 de sloturi să fie alocate comunicației de date. Dacă aceeași interfață este configurată ca T1 TDM, toate cele 24 de căi primare sunt utilizate pentru transferul datelor. Nu se efectuează transmisii T1 TDM în mod nestructurat.

3. O interfață PRI ISDN poate fi utilizată pentru transmisii simultane în rețele de tip ISDN și TDM, prin repartiția convenabilă a sloturilor.

4. Mecanismul TDM se poate aplica numai la un capăt al conexiunilor TDM, de exemplu pe o interfață E1, la celelalte capete fiind utilizate porturi sincrone simple, fără divizare în timp a canalului de transmisie (X.21, V.35 etc) (Fig.VII.14).

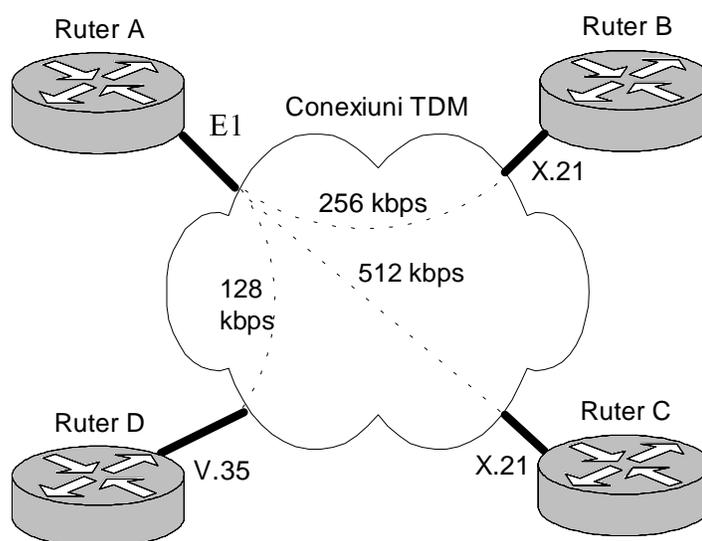


Fig. VII.14 Interconexiuni TDM în WAN cu diverse interfețe sincrone

Configurarea procedurii TDM pe un ruter impune:

- ◆ configurarea portului PRI pentru funcționare în regim TDM (de exemplu, E1);
- ◆ definirea grupurilor TDM;
- ◆ crearea unei interfețe PPP pentru fiecare grup TDM, prin intermediul căreia protocoalele de pe nivelele superioare comunică în WAN folosind mecanismul TDM.

VII.6 PPP

Protocolul de comunicații punct-la-punct (PPP - *Point-to-Point Protocol*) a fost dezvoltat de IETF (*Internet Engineering Task Force*) pentru standardizarea modului de transmisie a datelor cu mai multe protocoale de rețea, pe **legături seriale punct-la-punct** sincrone, ISDN, cu grupuri TDM, asincrone (ACC - *Asynchronous Communication Channel*) etc.

Protocolul PPP are trei componente principale:

- ◆ **metoda de încapsulare** a datelor în datagrame pentru transmisie pe legături seriale;
- ◆ **protocolul de control a legăturii** (LCP - *Link Control Protocol*) pentru stabilirea, configurarea și testarea conexiunilor;
- ◆ **protocoalele de control pe nivelul de rețea** (NCP - *Network Control Protocol*) pentru configurarea protocoalelor de rețea utilizate pentru transmisie.

Protocolul PPP stabilește o legătură între două noduri (puncte) din rețea printr-un scurt schimb de pachete cu opțiuni de transmisie, după care urmează transferul datelor la viteze relativ mari, în cadre nenumerate cu puține antete, fără confirmări de recepție corectă sau retransmisii de cadre.

Interfețele logice PPP sunt create pe interfețele fizice existente (de exemplu, Ethernet). Pentru conexiuni PPP multiple, se creează mai multe interfețe PPP la nivelul unei interfețe fizice.

VII.6.1 ÎNCAPSULAREA DATELOR PRIN PPP

PPP încapsulează datele asemănător protocolului HDLC, în cadre delimitate de caractere speciale (*flags*) de un octet cu valoarea hexazecimală 7E, care se transmit și în intervalele în care nu sunt date de transmis pentru menținerea în sincronism a echipamentelor.

Cadrul PPP include, între caracterele de delimitare, mai multe câmpuri (Fig. VII.15):

- ◆ un **câmp de adresă** de un octet, cu valoarea fixă hexazecimală FF.
- ◆ un **câmp de control** de un octet, în care se înscrie valoarea hexazecimală 03, cu semnificația că se transmit cadre nenumerate.
- ◆ un **câmp de protocol** de doi octeți, prin care se specifică tipul protocolului de rețea utilizat pentru transmisie (Tabel VII.7).
- ◆ un **câmp de date** având formatul impus de protocolul de nivel-rețea.
- ◆ un **câmp de control a erorilor de transmisie** dedus pe baza unui polinom CRC.

Câmp de delimitare 1B	Câmp de adresă 1B	Câmp de control 1B	Câmp de protocol 2B	Câmp de date max.1500 B	Câmp CRC 2B	Câmp de delimitare 1B
7EH	FFH	03H				7EH

Fig. VII.15 Formatul cadrului PPP

Pentru a evita apariția erorilor de încapsulare (*error framing*) provocate de apariția valorii caracterului de delimitare în câmpul datelor, se impune asupra șirului de date transmis constrângerea ca să nu existe mai mult de cinci biți '1' consecutivi. Cel de al șaselea bit dintr-o secvență de biți identici '1' se completează și caracterul modificat se marchează

prin transmisia anterioară acestuia a unui caracter ESC (*escape*), corespunzător valorii ASCII hexazecimală 7D. De asemenea, orice octet de date de valoare 7DH este precedat de un octet identic.

Tabel VII.7

Valori și semnificații ale câmpului de protocol din cadrul PPP

Valoare hexazecimală	Protocol de rețea utilizat
C0.21	LCP
00.21	IP
80.21	IPCP (<i>IP Control Protocol</i>)
00.2D	TCP/IP cu compresie Van Jacobson a antetului IP
00.2F	TCP/IP fără compresie
00.2B	IPX
80.2B	IPXCP (<i>IPX Control Protocol</i>)
00.FD	Compresie de date
80.FD	CCP (<i>Compression Control Protocol</i>)
00.53	Criptarea datelor
80.53	ECP (<i>Encryption Control Protocol</i>)
00.31	<i>Bridging</i>
80.31	BCP (<i>Bridging Control Protocol</i>)
C0.23	PAP (<i>Password Authentication Protocol</i>)
C2.23	CHAP (<i>Challenge Handshake Authentication Protocol</i>)

VII.6.2 PROTOCOALE DE CONTROL

LCP se utilizează pentru negocierea **opțiunilor de configurare** a legăturii PPP:

- ◆ unitatea maximă de date care poate fi recepționată (MRU - *Maximum Receive Unit*)
- ◆ discriminatorul de punct terminal (*Endpoint Discriminator*) - se utilizează în cazul legăturilor PPP multiple (*multilink*) configurate dinamic prin PPP (RFC 1990).

- ◆ discriminatorul de legătură (*Link Discriminator*) utilizat de protocolul de alocare a benzii BAP (*Band Allocation Protocol*) pentru identificarea unei componente dintr-o legătură PPP multiplă (RFC 2125).

- ◆ protocolul de autentificare
- ◆ raportul referitor la calitatea legăturii (LQR - *Link Quality Report*) exprimat, de exemplu, ca număr de pachete pierdute.

- ◆ "numărul magic" este o secvență de patru octeți generată aleator în procesul de negociere prin LCP și utilizată pentru identificarea și eliminarea buclelor de transmisie. Dacă pachetul LQR recepționat conține același număr magic ca cel local, atunci se consideră că a apărut o buclă în rețea și legătura este resetată.

- ◆ valorile caracterelor de control pentru transmisii asincrone (ACCM - *Asynchronous Control Character Map*)

♦ unitatea maximă de date care poate fi refăcută la recepție (MRRU - *Maximum Receive Reconstructed Unit*).

Apelantul transmite nodului de destinație un pachet cu opțiunile sale de configurare a conexiunii. Apelatul răspunde fie prin acceptarea opțiunilor respective, fie modificând unii parametri de configurare, fie rejectând întreg pachetul.

Faza de negociere a modului de configurare a legăturii prin PPP continuă până ce se ajunge la un acord bilateral, marcat prin transmisia unui pachet de confirmare (ACK - *Acknowledge*), după care se consideră deschisă legătura pentru comunicația prin PPP.

Urmează aplicarea procedurilor de autentificare, dacă s-a impus utilizarea lor.

Opțiunile de configurare a legăturii pentru protocoalele de nivel rețea se negociază printr-un protocol NCP (IPCP, IPXCP, CCP, ECP, BCP etc).

VII.6.3 MODALITĂȚI DE ALOCARE A BENZII

Protocolul de alocare a benzii (BAP - *Band Allocation Protocol*) se aplică pentru negocierea lățimii de bandă alocate fiecărei perechi PPP dintr-o legătură PPP multiplă (RFC 2125).

Utilizarea BAP în procesul de transmisie este posibilă numai după aplicarea protocolului de control BACP (*Band Allocation Control Protocol*) pe fiecare legătură din legătura PPP multiplă pentru negocierea opțiunii de "pereche favorită". Această opțiune permite soluționarea conflictelor de transmisie. Când două perechi PPP transmit simultan cererile BAP, perechea cu numărul magic mai mic este considerată favorită și i se alocă prioritar bandă de transmisie. BAP se configurează pe fiecare interfață PPP.

Nu întotdeauna se aplică procedeul BAP. Există și **metoda de alocare la cerere a benzii de transmisie** (*Bandwidth-on-Demand*). Procedeul este deosebit de atractiv pentru creșterea vitezei de transmisie atunci când se dispune de o conexiune pe linie închiriată care în majoritatea timpului este neutilizată sau de conexiuni ISDN multiple (Fig. VII.16). Metoda este utilă și pentru suplimentarea lățimii benzii de transmisie, precum și pentru crearea rezervelor de transmisie (*backup*) utilizabile în cazul în care legătura principală devine nefuncțională.

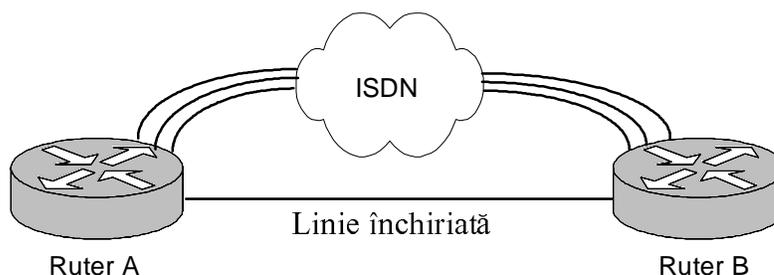


Fig. VII.16 Conexiuni PPP multiple

VII.6.4 LEGĂTURI PPP PRIN MODEMURI TELEFONICE

Interfețele PPP pentru legături sincrone pot fi configurate să controleze câte un modem telefonic conectat la rețeaua de telefonie publică (PSTN - *Public Switched Telephony Network*), pentru interconectarea rutelor pe linie telefonică (Fig. VII.17).

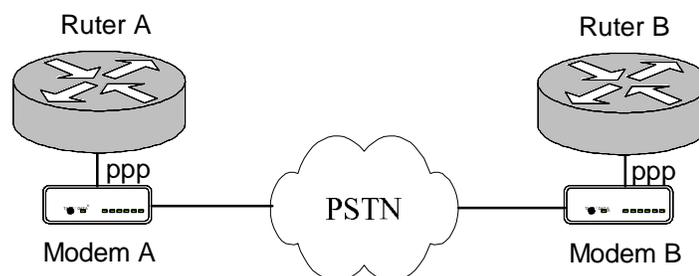


Fig. VII.17 Legături PPP cu modemuri

Controlul modemului se face prin semnalul DTR (*Data Terminal Ready*), conform standardului V.25 bis. Pentru efectuarea unui apel sincron pe linie, ruterul transmite cererea de apel telefonic (*dial-on demand*) resetând pinul DTR al modemului care a fost în prealabil configurat să apeleze un anumit număr telefonic.

Când legătura telefonică cu modemul apelat a fost stabilită, modemul apelant înștiințează ruterul propriu prin intermediul semnalului DSR (*Data Set ready*), că se poate efectua transmisia datelor.

Configurarea conexiunii dintre două rutere prin intermediul unor modemuri telefonice se face mai lent decât în cazul unei rețele ISDN.

În plus, există riscul apariției unei coliziuni atunci când ruterele se apelează simultan. În acest caz, după 15 secunde ambele apeluri sunt anulate urmând a fi reluate după intervale de timp cu durate stabilite pe baza unui algoritm de aleatorizare.

VII.7 TEHNOLOGII xDSL

O linie digitală de abonat (DSL - *Digital Subscriber Line*) constă într-o pereche de modemuri interconectate printr-o linie telefonică, în particular un cablu torsadat în pereche, cu conductoare din cupru.

Transmisia pe o astfel de linie se face în mod duplex, cu viteze de ordinul a 160 kbps, la distanțe maxime de circa 5,6 km fără repetoare, folosind banda de frecvențe [0 ... 80] kHz.

Tehnologiile xDSL permit transferul datelor pe linia telefonică la viteze foarte mari, prin folosirea unor tehnici avansate de modulații digitale cu număr mare de stări (QAM - *Quadrature Amplitude Modulation*; TCM - *Trellis Coded Modulation* etc), a tehnicilor de compresie a datelor și de corecție a erorilor de transmisie, precum și a unor coduri de linie adecvate (Manchester; CMI - *Coded Mark Inversion*; AMI - *Alternate Mark Inversion*; HDBn

- *High Density Bipolar n etc*):

♦ HDSL (*High-Data rate Digital Subscriber Line*) - transmite pe linie un canal E1 de 2,048 Mbps sau T1 de 1,544 Mbps, la distanțe de circa 3,7 km fără repetoare.

♦ SDSL (*Single-line Digital Subscriber Line*) - este o variantă a HDSL, cu transmisie pe o singură pereche de fire, la distanțe de cel mult 3 km. Poate fi utilizată în rețeaua telefonică clasică.

♦ ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) - este creată pentru aplicații multimedia, transmisii video la cerere, acces la Internet sau într-o rețea locală aflată la distanță etc.

Tehnologia ADSL oferă viteze foarte mari de transmisie a datelor pe linia telefonică.

Se folosesc două canale de transmisie a datelor, unul spre client (*downstream*), altul spre furnizorul de servicii (*upstream*), **dimensionate asimetric**. De exemplu, pentru transmisia unui film în format MPEG se utilizează un canal de până la 3 Mbps spre client și unul de ieșire de maximum 64 kbps, cu un raport de asimetrie de circa 50:1. Pentru navigare în Internet, raportul lățimilor de bandă a celor două canale este de ordinul 10:1. Dimensionarea corespunzătoare a celor două canale din sistemul ADSL permite transmisia datelor spre client la viteze foarte mari, cu valori ce depind de lungimea segmentului de cablu (Tabel VII.8).

Tabel VII.8

Vitezele și distanțele maxime de transmisie în sisteme ADSL,
în funcție de dimensiunile cablului utilizat

Viteza de transmisie (Mbps)	Diametrul conductoarelor (mm)	Distanța maximă de transmisie (km)
1,544/2,048	0,5	5,5
1,544/2,048	0,4	4,6
6,192	0,5	3,7
6,192	0,4	2,7

Observatii

1. Limitarea distanței maxime de transmisie, respectiv a segmentului de cablu, este cauzată de atenuările specifice cablurilor din sistemele de comunicație și de încărcarea capacitivă maximă admisă de echipamentele folosite.

2. Unele limitări ale vitezei de transmisie a datelor prin intermediul rețelei telefonice sunt determinate de partea de transport a acesteia (*network core*).