

Rețele de mare suprafață (WAN)

COMUNICAȚII ÎN REȚELE WAN

Elementul care stă la baza comunicațiilor la distanță este *modemul*. Un *modem* este un dispozitiv care face posibilă comunicarea între calculatoare prin intermediul unei linii telefonice. Într-un mediu de rețea, modemurile servesc drept mijloc de comunicație între rețele sau de conectare cu mediul exterior rețelei locale.

Calculatoarele nu se pot conecta direct la liniile telefonice, deoarece ele comunică prin impulsuri digitale (semnale electronice), iar liniile telefonice pot transporta doar semnale analogice (sunet) .

Un semnal digital este un semnal discret, având 2 valori : 0 și 1 .

Un semnal analogic poate fi reprezentat printr-o curbă continuă, având un domeniu infinit de valori.

Modemul de la calculatorul emițător convertește semnalele digitale emise de acesta în semnale analogice, pe care le transmite pe linia telefonică. Modemul aflat la celălalt capăt al firului (receptor) reconvertește semnalele analogice primite în semnale digitale pentru calculatorul receptor.

MOdem – modulează semnalele digitale în semnale analogice, iar la receptor **DEModulează** semnalele analogice în semnale digitale.

Modemurile sunt echipamente de transmitere a datelor

(DCE – Data Communication Equipments) și includ:

- O interfață de comunicație serială (RS-232)
- O interfață pentru linia telefonică, RJ-11 (priza de telefon cu patru fire)

De ce este modemul o tehnologie de WAN?

Pentru că, folosind infrastructura existentă deja pentru telefonie, poate fi realizată o conexiune pentru transfer de date între orice locații ce au un post telefonic.

Modemurile :

- interne - instalate în calculator ca orice altă placă de interfață
- externe - ca o cutie conectată la calculator prin intermediul unui cablu serial, care face legătura între portul serial al calculatorului și conectorul de interfață serială al modemului.

Standarde de modeme

Tipuri de modemuri – pentru diverse tipuri de medii de comunicație care necesită metode diferite de transmitere a datelor

- asincrone
- sincrone

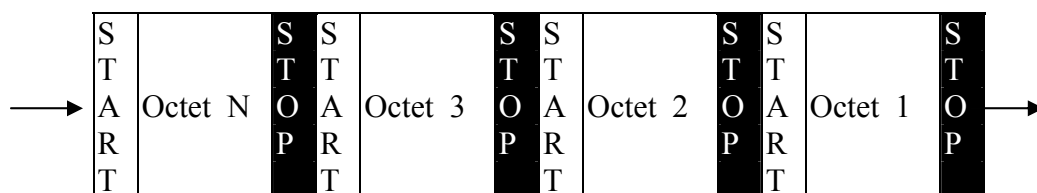
Comunicațiile asincrone – reprezintă cea mai răspândită formă de conectivitate din lume, deoarece a fost dezvoltată pentru a folosi liniile telefonice obișnuite.

Într-un mediu asincron, datele sunt transmise într-un flux serial. Fiecare caracter – literă, număr sau simbol – este transformat într-un șir de biți. Fiecare dintre aceste șiruri este separat de celelalte printr-un bit de start și un bit de stop. Dispozitivele de emisie și recepție trebuie să se pună de acord asupra secvenței de biți de start și de stop. Calculatorul receptor folosește biții de start și de stop pentru a-și planifica funcțiile de sincronizare, astfel încât să fie pregătit să recepționeze următorul octet de date.

Comunicația nu este sincronizată (nu există nici o altă metodă de a coordona transmisia între receptor și emițător). Calculatorul receptor verifică dacă datele recepționale corespund cu cele transmise. În cazul comunicațiilor asincrone, 25% din traficul de date este folosit pentru controlul traficului și coordonare.

Controlul erorilor – pentru a depista eventualele erori, comunicațiile asincrone includ un bit special - numit bit de paritate - care este folosit într-o schemă de verificare și corecție a erorilor, numită schema de verificare a parității – la această verificare, numărul de biți transmiși = numărul de biți recepționați.

Un flux de date asincron



Pentru remedierea erorilor apărute în timpul transmisiilor de date firma Microsoft a dezvoltat propriul standard de control a erorilor și anume **Microcom Network Protocol (MNP)**. În prezent, modemurile furnizate de diverși producători încorporează protocoalele MNP, clasele 2,3 și 4.

Performanța comunicației depinde de două elemente:

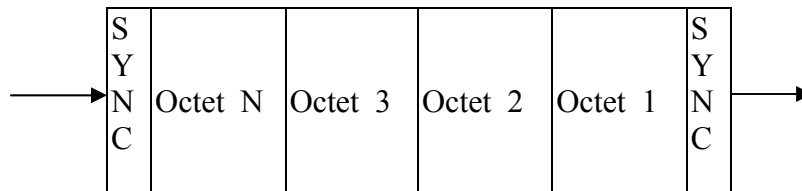
- viteza cu care sunt codați biții pe canalul de comunicație.
- debitul care este o măsură a cantității de informație utilă care este vehiculată prin canal.

Comprimarea reduce intervalul de timp necesar pentru transmiterea datelor eliminând elementele redundante (care se repetă) și porțiunile libere (care nu conțin nimic). Un standard de comprimare folosit în prezent este protocolul MNP clasa 5 al firmei Microcom.

Comunicațiile sincrone se bazează pe o schemă de sincronizare coordonată între două dispozitive, prin care se separă grupuri de biți transmiși sub formă de blocuri, cunoscute sub numele de cadre. Pentru a începe transmisia sincronizată și a verifica periodic acuratețea sa, se folosesc niște caractere speciale.

Deoarece biții sunt transmiși și recepționați de o manieră sincronă, controlată, biții de start și de stop nu mai sunt necesari. Transmisia se oprește la sfârșitul unui cadru și reîncepe la un nou cadru. Această modalitate de începere și de terminare a transmisiei este mult mai eficientă decât transmisia asincronă.

Flux de date sincron



Dacă apare o eroare, schema sincronă de detectare și corecție a erorilor dispune pur și simplu efectuarea unei retransmisii.

Protocoalele sincrone îndeplinesc un număr de sarcini pe care protocoalele asincrone nu le pot realiza. Astfel, protocoalele sincrone :

- Formatează datele în blocuri.
- Adaugă informații de control.
- Verifică informațiile în vederea unui control al erorilor.

Principalele protocoale folosite în comunicațiile sincrone sunt :

- SDLC (Synchronous Data Link Control)
- HDLC (High-level Data Link Control)
- Bisync (Binary Synchronous Communication Protocol)

Comunicațiile sincrone sunt folosite în majoritatea transmisiilor digitale sau de rețea. De exemplu, în cazul în care calculatoarele aflate la distanță sunt conectate prin linii digitale, veți conecta calculatorul la linia digitală prin modemuri sincrone, și nu asincrone. În general, costul ridicat și complexitatea au constituit factori care le-au ținut departe de piața dispozitivelor destinate folosirii lor la domiciliu.

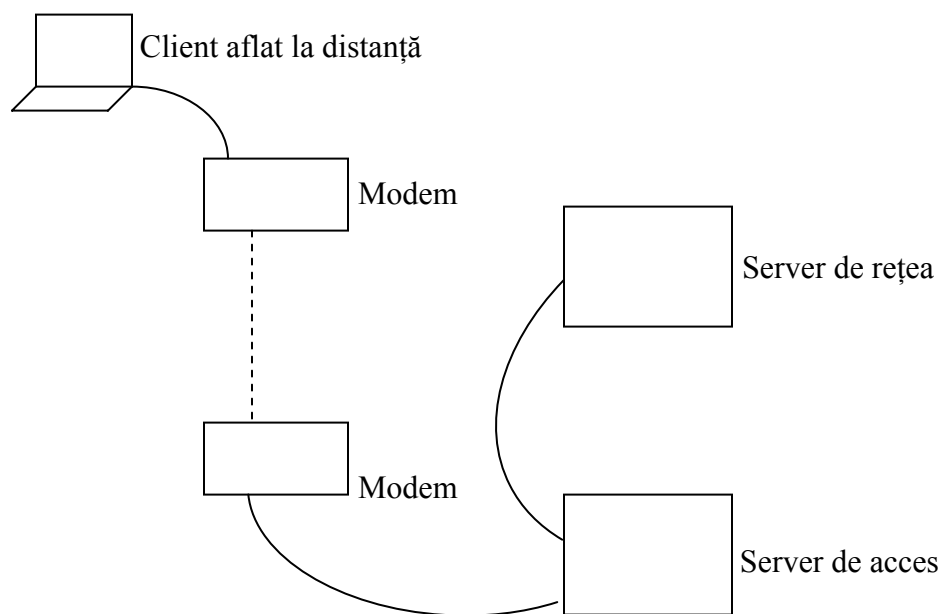
Pentru comunicațiile prin modem există 2 tipuri de linii telefonice :

- a) Linii de comutare sau dial-up (prin rețele telefonice publice comutate)
- b) Linii închiriate (dedicate) → aceste linii oferă conexiuni dedicate non-stop, care nu folosesc comutatoarele din centralele telefonice pentru a stabili legătura

Liniile telefonice cu comutare (prin apel telefonic) pot fi folosite pentru conectarea a 2 rețele. Un modem dintr-o rețea apelează modemul din cealaltă rețea și astfel, cele 2 rețele sunt conectate. Totuși, chiar dacă se folosesc modemuri rapide și protocoale de comprimare a datelor, această metodă determină încărcarea substanțială a facturii de telefon, chiar pentru o conectare temporară. Liniile dedicate, care oferă conexiuni

permanente, reprezintă probabil o soluție mai bună pentru firmele în care este nevoie de o comunicare permanentă între rețele.

Majoritatea rețelilor oferă facilități de acces la distanță pentru utilizatorii care doresc să se conecteze la rețeaua proprie atunci când se află departe de ea. De exemplu, Microsoft Windows NT Server oferă serviciul RAS (Remote Access Service) – permite conectarea prin apel telefonic a 256 de clienți aflați la distanță. Serviciul RAS conectează utilizatorii prin linii telefonice, stabilind legătura între un server de acces și o rețea cu WNT. Când utilizatorul a realizat conexiunea, liniile telefonice devin transparente, iar utilizatorul obține accesul la resursele rețelei ca și cum ar folosi un calculator conectat direct în rețea.



Transmisia datelor în rețele WAN

Majoritatea rețelelor WAN sunt combinații de rețele LAN și alte componente de comunicație, legate prin conexiuni WAN. Conexiunile WAN pot include: rețele cu comutare de pachete, cabluri de fibră optică, legături prin satelit, sisteme cu cablu coaxial TV. Conexiunile WAN cum ar fi conexiunile telefonice pe distanțe mari sunt prea scumpe și complexe pentru a putea fi achiziționate, implementate și întreținute de aceea ele sunt în general închiriate de la furnizorii de servicii.

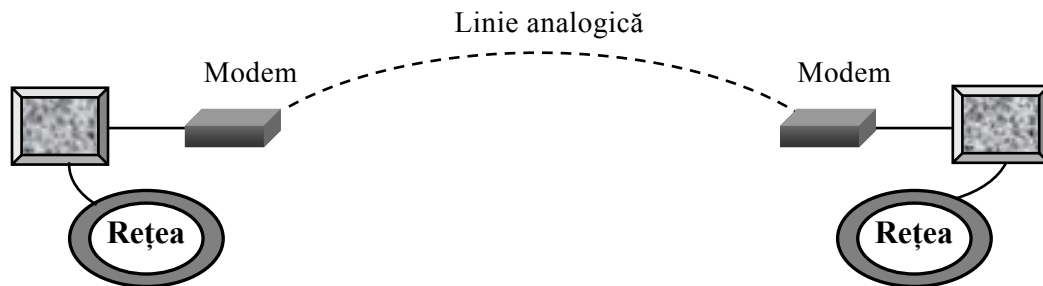
Comunicațiile LAN se bazează pe una din următoarele tehnologii de transmisie:

- Transmisie analogică
- Transmisie digitală
- Comutare de pachete

Rețele cu transmisie analogică

Rețeaua telefonică poate fi folosită și pentru conectarea calculatoarelor, ea fiind cunoscută sub numele de rețea telefonică publică cu comutare (PSTN- Public Switched Telephone Network). Această rețea, prin care se realizează transmisiile analogice, poate fi considerată o conexiune WAN. Liniile telefonice pot fi:

-*linii comutate (dial-up)* sunt linii telefonice obișnuite. Utilizatorii trebuie să realizeze manual conexiunea pentru fiecare sesiune de comunicare. Deoarece rețeaua PSTN este o rețea cu circuite comutate, conexiunile nu au aceeași calitate. O anumită sesiune de comunicație va avea succes în măsura în care circuitele conectate pentru realizarea acestei sesiuni sunt de calitate. Pe distanțe mari pot exista circuite de calitate diferite de la o sesiune la alta.



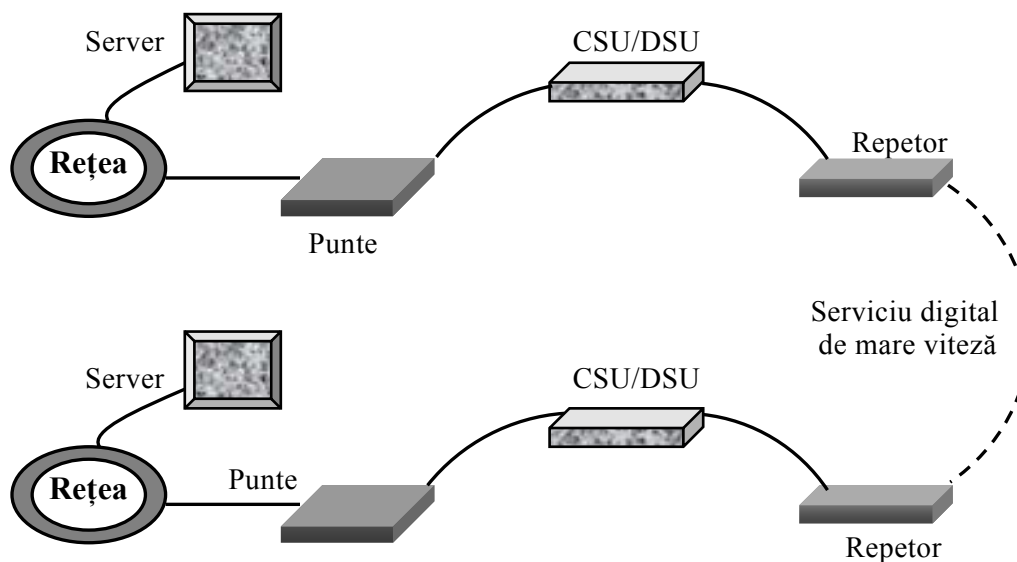
Linie analogică poate conecta două calculatoare prin modemuri.

-*linii analogice dedicate (închiriate)*. Spre deosebire de liniile cu comutare (dial-up), în cazul cărora trebuie efectuat un nou apel la fiecare folosire, liniile analogice dedicate (închiriate) oferă o conexiune gata pregătită pentru comunicație. O linie analogică dedicată este mai rapidă și mai fiabilă decât o conexiune dial-up.

Rețele cu transmisie digitală

Atunci când se generează un volum mare de trafic în rețeaua WAN iar conexiunea analogică devine inefficientă și scumpă se poate opta pentru **liniile de date digitale (DDS – Digital Data Service)**. Liniile DDS oferă comunicații sincrone, punct-la-punct. Circuitele digitale punct-la-punct sunt circuite dedicate, puse la dispoziție de mai mulți furnizori de servicii de telecomunicații. Furnizorul garantează lățimea de bandă full-duplex, configurând o legătură permanentă la fiecare capăt al conexiunii.

Motivul principal pentru care se folosesc liniile digitale este faptul că acestea asigură transmisiuni cu un procentaj de eroare sub 1%. Liniile DDS asigură comunicații digitale deci nu necesită modemuri. În schimb ele transmit date de la o punte la un router printr-un dispozitiv numit **CSU/DSU (Channel Service Unit / Data Service Unit)**. Acest dispozitiv convertește semnale digitale standard generate de calculator în tipul de semnale digitale folosit în mediul de comunicație sincron și conține circuite electronice care protejează rețeaua furnizorului de servicii DDS.



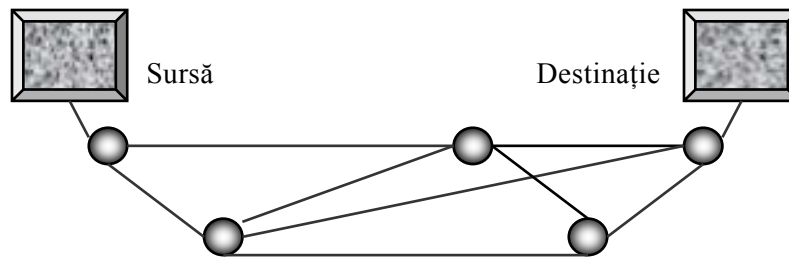
Linie digitală (DDS) ce conectează două rețele la distanță

Rețele cu comutare de pachete

Rețelele care transmit pachete provenite de la mai mulți utilizatori, pe diferite căi se numesc *rețele cu comutare de pachete* datorită modului în care împachetează și direcționează datele. Rețelele cu comutare de pachete reprezintă o modalitate rapidă și eficientă de a transmite date pe distanțe mari. La rețelele cu comutare de pachete, blocul de date este împărțit în pachete, fiecare pachet de date poate fi transmis separat în rețea.

În tehnologiile de bază cu comutare de pachete, pachetele sunt direcționate în rețea prin intermediul unor stații, pe cea mai bună rută disponibilă între sursă și destinație. Fiecare pachet este comutat separat. Două pachete provenite din același bloc de date inițial pot urma căi complet diferite pentru a ajunge la același destinatar. Traseul parcurs de fiecare pachet este ruta optimă disponibilă la un moment dat. Chiar dacă pachetele care compun un mesaj parcurg trasee diferite și ajung la momente diferite și în altă ordine decât cea în care au fost transmise, calculatorul receptor poate să reasambleze mesajul original. Comutatoarele direcționează pachetele pe conexiunile și căile posibile.

Aceste rețele sunt numite și rețele cu conexiuni any-to-any (oricare-la-



Rețea simplă cu comutare de pachete

oricare). Comutatoarele din rețea citesc fiecare pachet și îl retransmit pe cea mai bună rută disponibilă în momentul respectiv. Dimensiunea pachetului este mică. Dacă apare o eroare de transmisie, retransmisia unui pachet de dimensiuni mici este mai simplă decât cea a unui pachet mare. De asemenea, pachetele de dimensiuni mici solicită comutatoarele pe perioade scurte de timp.

Rețelele cu comutare de pachete sunt rapide, eficiente și sunt convenabile pentru că folosesc liniile de mare viteză pentru transferuri tranzacționale și nu pe baza unei taxe fixe.

Servicii de acces la distanță

Serviciile care permit utilizatorilor să aibă acces la rețea de la mare distanță se numesc ***servicii de acces la distanță (Remote Access Services – RAS)***.

Protocoale de conectare RAS

► Protocolul TCP/IP

TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol) este suita de protocoale utilizată pentru a transmite datele prin conexiune. TCP/IP este un protocol combinat, format din TCP - un protocol orientat pe conexiune, fiabil, putând oferi conexiuni logice între perechi de procese și IP – un protocol neorientat pe conexiune ce oferă suport pentru a transfera date de la un sistem aflat într-un LAN la un alt sistem aflat în același LAN sau în LAN-uri diferite.

Când TCP/IP este implementat într-o conexiune RAS utilizator-gazdă, toate programele la care au acces utilizatorii în rețelele LAN de la biroul lor de lucru pot fi utilizate și de la PC-urile aflate la distanță. Browsere Web ca Netscape și Internet Explorer, programe pentru e-mail ca Eudora, programe FTP ca WS-FTP și altele pot fi implementate în calculatoarele utilizatorilor aflați la distanță. TCP/IP are și limitări, dar este protocolul numărul unu folosit pentru deplasarea datelor și este implementat în toate conexiunile RAS. După stabilirea unei conexiuni RAS, TCP/IP este implementat și activat de către procesele peer din sistemele de calcul utilizator și gazdă.

Principalul mecanism de transport ce mută datele în lumea TCP/IP este pachetul IP. IP este protocolul Internet fără conexiune ce mută pachetele TCP și UDP (User Data Protocol) dintr-un loc în altul. Orice conexiune cu apel telefonic care poate transporta pachete IP trebuie să fie configurată pentru a transmite toate caracterele din pachetul IP. Principalele protocoale de acces pentru sesiunile cu apel telefonic dintre un PC și un server RAS sunt SLIP și PPP.

- **SLIP (Serial Line Internet Protocol)**, care realizează un pachet IP și îl transmite de la un capăt la altul.

Acest protocol este ușor de implementat deoarece **nu furnizează adrese, nu identifică tipul pachetului, nu realizează controlul erorilor sau comprimarea**. După ce modemul realizează apelarea și stabilește conexiunea cu modemul calculatorului gazdă, protocolul SLIP permite trecerea pachetelor IP prin această conexiune utilizator-gazdă.

Aceasta înseamnă că fiecare calculator (utilizator și gazdă) trebuie să știe adresa celuilalt pentru ca pachetele să ajungă efectiv la ele. Aceasta depinde întotdeauna de software-ul SLIP folosit de PC-ul utilizator și software-ul SLIP al sistemului gazdă. Deși nu a devenit niciodată un protocol Internet standard, numeroase programe proiectate pentru conectivitatea la Internet au o opțiune SLIP. Datorită faptului că SLIP nu poate realiza comprimarea, adresarea sau controlul erorilor, s-a introdus un alt protocol de conectare mai bun numit PPP.

- **PPP (Point-to-Point Protocol-protocol punct-la-punct)** este un protocol proiectat pentru a furniza o legătură între două dispozitive peer prin porturi seriale.

PPP poate fi utilizat la conectări utilizator-gazdă, gazdă-gazdă sau gazdă-router. PPP a fost standardizat ca un protocol Internet adevărat. El grupează pachetele IP în cadrele sale și setează o sesiune de control al legăturii între utilizator și gazdă, iar această legătură este controlată de **LCP (Link Control Protocol)**. Pachetele LCP sunt transmise între utilizator și gazdă. Aceste pachete configurează și testează efectiv legătura stabilită.

Există trei clase de pachete LCP ([Link Control Protocol](#)) :

-pachete de stabilire a legăturii - utilizate pentru a stabili și a configura o legătură.

-pachete de terminare a legăturii - utilizate pentru a termina o legătură.

-pachete de menținere a legăturii - utilizate pentru a administra și a depana o legătură.

LCP se asigură de faptul că legătura este funcțională și stabilă și transmite apoi aceste informații protocolului PPP principal pentru a declara legătura activă. După aceasta, PPP trimite un pachet NCP (Network Control Protocol – protocol de control al rețelei) către inițializatorul legăturii PPP (de obicei utilizatorul care a apelat gazda). Acest pachet este specific tipului de date care urmează a fi transmise prin legătura PPP. Pachetul NCP spune gazdei ce tip de trafic urmează să treacă prin legătura PPP.

Numele protocolului NCP pentru datagramele IP este *IP Control Protocol* (IPCP) și acesta răspunde de configurarea, activarea și dezactivarea funcționalității IP la ambele capete ale legăturii. Pachetele IPCP nu au permisiunea de a fi transmise până când LCP nu a terminat faza de negociere a configurației. După finalizarea acesteia, protocolul IPCP va semnala că este gata să înceapă expedierea pachetelor și datagramelor IP. După aceasta utilizatorul și gazda au posibilitatea de a transmite și a recepționa pachete și datagrame IP.

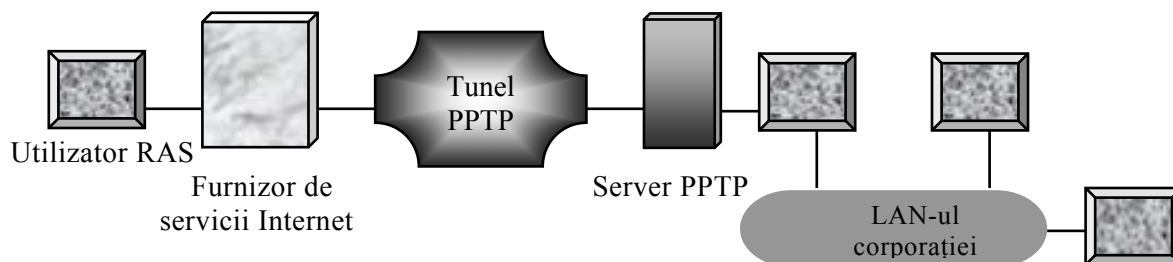
SLIP și PPP sunt folosite de toți utilizatorii serviciilor la distanță.

► Protocolul PPTP

PPTP (Point-to-point Tunneling Protocol – protocol punct-la-punct de trecere prin tunel) este un protocol ce permite utilizatorilor de servicii de la distanță să se conecteze la un sistem gazdă care poate fi la mare distanță de celălalt capăt al unei rețele TCP/IP. Cu alte cuvinte un utilizator RAS poate apela telefonic un sistem gazdă, iar acesta din urmă poate transfera apoi un alt sistem gazdă foarte îndepărtat, de pe același TCP/IP, datele utilizatorului RAS.

PPTP permite corporațiilor să configureze *rețele particulare virtuale* (VPN Virtual Private Network) prin Internet. Utilizatorii RAS pot folosi protocolul PPTP pentru a se conecta în siguranță la o rețea particulară ca un client cu acces de la distanță prin Internet.

PPTP dă posibilitatea utilizatorilor să seteze și să desființeze, la cerere, rețele particulare virtuale prin Internet. Procesul începe când utilizatorul începe să se conecteze cu un modem la un furnizor de servicii Internet local. Această conexiune utilizează protocolul PPP pentru a stabili legătura și pentru a cripta pachetele de date. După stabilirea de către PPP a unei conexiuni la Internet, intervine protocolul PPTP și crează o conexiune de control de la utilizatorul RAS la serverul PPTP îndepărtat de pe Internet numită *tunel* PPTP. Apoi protocolul PPTP crează datagrame IP ce conțin pachete PPP criptate, care sunt trimise prin tunelul PPTP serverului PPTP.



Rețele PPTP și VPN

Serverul PPTP dezassemblează datagramele IP, decriptează pachetele PPP și rutează apoi pachetele decriptate către VPN, care este de obicei o rețea LAN de pe cealaltă parte a serverului PP. În acest mod PTP crează o conexiune de rețea particulară prin Internet. Realizarea unei rețele WAN utilizând PPTP este mult mai ieftină decât achiziționarea și instalarea de sisteme gazdă cu apelare telefonică.

Alte tehnologii de WAN pentru transmisii de date.

ISDN

ISDN - Integrated Services Digital Network - este un sistem digital ce oferă numeroase servicii, cum ar fi transport de date și voce. ISDN-ul funcționează peste aceleași linii telefonice pe care funcționează și telefonie clasică, doar că semnalele sunt digitale (și pe o anumită linie, ISDN-ul înlocuiește telefonie clasică, nu le putem avea pe amândouă pe aceeași legătură). ISDN-ul este văzut ca răspunsul la problema unor utilizatori care au nevoie de o legătură la Internet mai rapidă decât modemul, însă nu permanentă.

Pentru a avea ISDN, este nevoie ca centrala telefonică la care utilizatorul este legat să suporte acest lucru (să aibă echipamente de ISDN), iar acasă este nevoie de un echipament ISDN. La fel ca la telefonie clasică, când avem nevoie, sunăm, iar când terminăm convorbirea (sau download-ul), închidem.

ISDN-ul folosește două tipuri de canale, și anume B și D. Canalul D (delta) este folosit pentru semnalizare, iar canalele B sunt folosite pentru date sau voce. Semnalizarea făcută

pe un canal separat se numește "out-of-band signaling". În cazul telefoniei clasice, dacă dorim să sunăm pe cineva, formăm câte un număr, apoi se stabilește conexiunea în centrală, apoi vorbim, toate acestea având loc pe același canal. Semnalizarea și stabilirea conexiunii (call setup) pe un canal separat are numeroase avantaje, după cum vom vedea în continuare. Canalele B, folosite pentru date sau voce, au fiecare câte 64 kbps și sunt independente între ele.

DSL (Digital Subscriber Line)

Serviciile tradiționale de telefonie (numite și POTS - Plain Old Telephone Service) folosesc cabluri de cupru torsadate (relativ torsadate, sau cel puțin așa ar trebui) pentru a transmite vocea umană. Aceste sisteme de telefonie au fost gândite pentru voce, drept care sunt optimizate pentru frecvențe între 300 și 3000Hz. Cu toate acestea, cablurile în sine permit și implementarea unor soluții mai performante, astfel că a apărut o nouă tehnologie numită DSL (Digital Subscriber Line). Ideea de bază este ca prima bandă de frecvență (până în 20KHz) să fie în continuare folosită pentru telefonie, însă restul frecvențelor pe care cablul de cupru în sine ar putea să le transporte să nu mai fie tăiate, ci folosite pentru date. În acest fel, pe același cablu de telefon putem avea și telefonie normală, iar pe frecvențele de la 25KHz în sus putem avea DSL. Avantajele majore sunt că această conexiune DSL este activă în permanență (nu este nevoie să sunăm ca la dial-up) iar partea de telefonie o putem folosi ca și până atunci (când vrem să vorbim, sunăm, când terminăm închidem). Alt avantaj este viteza relativ mare (de ordinul a câțiva Mbps) comparativă cu o conexiune dial-up. Din păcate, dezavantajul este că abonatul trebuie să fie aproape de centrala telefonică. De ce? pentru că în cele două capete ale liniei (la client și la centrala telefonică) se află câte un modem DSL care funcționează la frecvențe mari, care, după cum știți, limitează distanțele la care pot funcționa. Atunci când sunt pornite aceste două modemuri, ele negociază între ele viteza la care pot comunica. Deși în cazul ADSL viteza teoretică este în jur de 8Mbps, practic viteza reală negociată depinde de distanța la care se află cele două modemuri (o viteză obținută foarte frecvent și cu ușurință este 1Mbps). Din păcate, un alt dezavantaj este faptul că viteza la care se sincronizează modemurile depinde mult de calitatea liniei telefonice (ceea ce la noi este o mare problemă).

HDLC (High-level Data Link Control)

O metodă clasică de acces la WAN este și interfața serială. În general, comunicația serială poate fi de două tipuri:

- *Asincronă* - viteze mai mici, însă echipamente mai ieftine; un exemplu bun este interfața serială a unui calculator;
- *Sincronă* - transmisia se realizează pe câte un impuls de ceas. Unul dintre cele două echipamente se numește DCE (data communications equipment) și are rolul de a "da" acest ceas care stabilește viteza de comunicație (se transmite numai pe această bătaie de ceas). Celălalt echipament se numește DTE (data terminal equipment) și "primește" ceasul de la DCE. Acest tip de comunicație serială este mai performantă, permite viteze mai mari de comunicație, însă datorită faptului că hardware-ul este mai complex, echipamentele sunt mai scumpe.

Interfețe seriale sincrone, folosesc "încapsularea". Acest termen reprezintă de fapt un protocol de nivel 2 (pe stiva OSI) care încapsulează date pe o interfață serială sincronă.

Una dintre primele încapsulări standardizate și una dintre cele mai folosite este HDLC, care a fost definită de OSI în 1979 ca fiind încapsularea standard pentru seriale sincrone. Specificațiile HDLC nu sunt însă foarte precise, sunt mai mult niște specificații de bază de la care se pleacă, urmând ca diferiți producători de echipamente cu interfețe seriale sincrone să implementeze HDLC-ul în mod diferit. Dacă se dorește interconectarea mai multor echipamente produse de firme diferite, atunci se optează de multe ori pentru folosirea încapsulării PPP.

➤ PPP

PPP - Point-to-Point Protocol - este un protocol de nivel 2 folosit pentru a încapsula date pe interfețele seriale sincrone.

PPP prezintă numeroase avantaje față de alte încapsulări existente, dintre care menționăm:

- Este standardizată și implementată la fel de toți producătorii de echipamente;
- Permite folosirea pe același ruter a mai multor protocoale de nivel 3;
- Poate fi folosită pe interfețele seriale sincrone, pe cele asincrone (atunci când facem dial-up folosind un modem), și pe interfețe ISDN;
- Suportă autentificare.

Acesta are o structură ierarhică, conținând două sub-protocoale:

- **LCP - Link Control Protocol** - pentru stabilirea conexiunii punct la punct;
- **NCP - Network Control Protocol** - folosit pentru configurarea anumitor protocoale de nivel 3 (de exemplu, cu ajutorul NCP-ului primim automat un IP -o adresă de nivel 3 - atunci când facem dial-up).

Una dintre cele mai importante facilități ale PPP-ului o reprezintă autentificarea. Atunci când se încearcă conectarea (fie prin dial-up, fie două rutere între ele prin serială sincronă) se folosește un protocol de autentificare care verifică dacă acea conectare este autorizată. Cele două metode de autentificare suportate de PPP sunt:

- **PAP (Password Authentication Protocol)** - Clientul (dial-up sau ruter) trimite combinația user/parolă, necriptate, până când serverul îl acceptă (dacă combinația e corectă) sau până când conexiunea se închide (dacă combinația nu e bună). Este o metodă slabă de autentificare, pentru că nu criptează parola și pentru că clientul este cel care trimite când vrea combinația, el este cel care "începe" autentificarea.
- **CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol)** - este folosit atât la stabilirea conexiunii cât și după aceea, periodic, după un timp aleator, pentru a verifica identitatea clientului. Cum funcționează autentificarea: serverul trimite clientului un mesaj de "încercare" numit "challenge". Clientul preia acest mesaj și folosind o funcție hash (de obicei MD5), mesajul primit și parola configurată, trimite un răspuns serverului. Serverul folosește și el funcția hash (MD5) și calculează un răspuns pe baza mesajului trimis și a parolei pe care o are configurată și compară rezultatul cu răspunsul primit de la client. Dacă mesajele hash-uite coincid, înseamnă că parola pe care a folosit-o clientul pentru a genera răspunsul este identică cu parola folosită de server pentru verificare, deci identitatea clientului este verificată și se stabilește conexiunea. Dacă răspunsul nu se potrivește cu hash-ul generat de server, atunci conexiunea este închisă. Pentru a fi sigur că la celălalt capăt se află mereu clientul autentificat inițial (adică ca nu s-a "băgat" nimeni pe fir), serverul trimite din când în când astfel de mesaje de challenge și procedura explicată mai sus se repetă.

➤ **Frame-Relay**

Pe lângă serviciile de acces la Internet, există o cerere mare pentru interconectarea printr-o legătură de date a două sau mai multe puncte aflate la distanță geografică mare. Frame Relay este o tehnologie de nivel doi care asigură astfel de servicii, oferind circuite virtuale punct la punct.

Schema de adresare folosită de frame relay este una plată, în care adresele nu sunt prestabilite, fiind alocate sub forma unor etichete pe fiecare nod (stație sau switch) pentru fiecare circuit virtual; aceste adrese au în consecință o semnificație locală, în sensul că vom putea avea o aceeași adresă (etichetă) pe două noduri diferite din rețea. Numele adreselor de nivel doi folosite este DLCI (DataLink Connection Identifier).

Având în vedere comportamentul predictibil al Frame Relay-ului, acest tip de conexiuni sunt alese de către multe companii, mai ales pentru cazurile în care este nevoie de o lățime de bandă fixă și de o latență mică, cu variații foarte mici. Frame Relay-ul se pretează foarte bine în cazul în care este nevoie de o legătură de date sigură, ce nu va prezenta congestii, pentru aplicații critice. De asemenea, s-au dezvoltat standarde cum ar fi VoFR (Voice over Frame Relay) ca o alternativă pentru transmis vocea în format digital, cu performanțe mult mai bune decât în cazul VoIP (însă și la prețuri mai mari).

➤ **ATM**

Tehnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) este o soluție potrivită în rețelele mixte de date, voce și video.

ATM este o tehnologie completă, în sensul că implementează mecanisme de la echivalentul nivelului 2 ISO-OSI până la nivelul 7. Totuși, abordarea este complet diferită și modelul ISO-OSI nu este urmat în modelul ATM.

Filozofia ATM se bazează pe comutarea de celule, care pot fi văzute ca niște cadre foarte mici de dimensiune constantă (53 de octeți din care 7 antet). Datorită acestei proprietăți de dimensiune fixă, ATM se pretează foarte bine la transportul fluxurilor de date cu comportament predictibil (lățime de bandă puțin variabilă), cum ar fi vocea și video. Pe de altă parte, standardele ATM sunt o lume în sine, la fel de complexă cum este întreaga lume a tehnologiilor IP și Ethernet și chiar mult mai mult decât atât. Există specificații, spre exemplu, pentru interfațarea cu fluxurile digitale video sau cu centralele telefonice

digitale. La acestea se adaugă o abordare complet diferită față de IP și anume aceea a clasificării traficului. Există astfel clase de trafic cu rate de transfer fixe sau variabile. Având în vedere mecanismul de comutare de celule, garantarea ratei de transfer a unui flux de voce, de exemplu, se face la un nivel foarte scăzut, acela al multiplexării în timp a celulelor. Toate acestea au dus la o nouă explozie a rețelelor ATM. Spre exemplu, operatorii de telefonie mobilă din România își bazează întreaga rețea de voce pe tehnologie ATM.

Pe de altă parte, transportul datelor IP peste ATM are dezavantaje cauzate de comportamentul total diferit al celor două tehnologii și mai ales datorită caracterului nepredictibil al tehnologiei IP.