

Info suplimentare la cursul RC2019, pe subiecte [9]

Lista subiectelor:

1. Noțiuni generale privind rețelele de calculatoare [9].
2. Evoluția sistemelor de calcul de la sisteme locale la rețele de calculatoare [9].
17. Semnale, transformarea mesajelor în semnale, teorema Fourier, teorema Nyquist, formula Shannon [9].
18. Sisteme de transfer date punct-la punct [9].
27. Rețeaua de transfer de date (RTD) – subrețea a rețelei de calculatoare. Structuri topologice (forme) ale RTD: clasificare, esență, caracteristici [9].
28. Rețele de transfer date cu comutare. Analiza comparativă a metodelor de comutare folosite în rețele [9].
29. Rețele cu difuzarea de pachete [1/14; 9].
60. Tehnologiile de rețea ISDN și Frame Relay [9].
61. Tehnologia de rețea ATM [9].
62. Tehnologia de rețea MPLS [9].

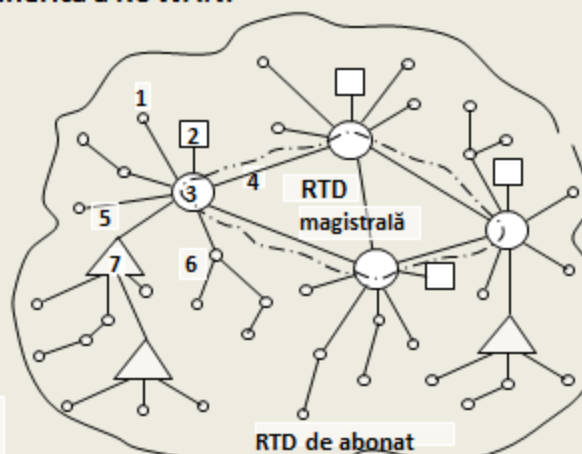
Descrierea subiectelor:

1. Noțiuni generale privind rețelele de calculatoare

Esența rețelelor de calculatoare:

- Informațiile
- Rolul informațiilor
- Acces la informații
- Transferul de informații
- Procesarea informațiilor
- Servicii informaționale
- Calitatea serviciilor informaționale
- Performanțe ale mijloacelor informatice
- Resursele informatice
- Eficiența valorificării resurselor informatice
- Cooperarea resurselor

Structura generică a RC WAN:



Componente funcționale:

1- stație utilizator; 2 – stație server; 3 – nod de comunicație; 4 – trunchi de transfer date al RTD magistrală; 5 - canal de transfer date punct-la-punct; 6 – canal de transfer date multipunct; 7 – concentrator de date.

Componente funcționale RC

Medii de transmisie și noduri fără fir:



Notificare unele
componente RC:

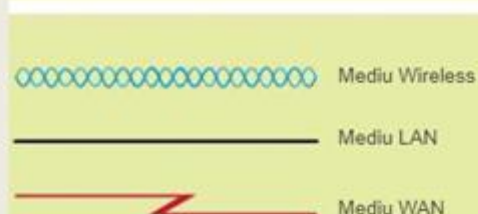
a) noduri
terminale



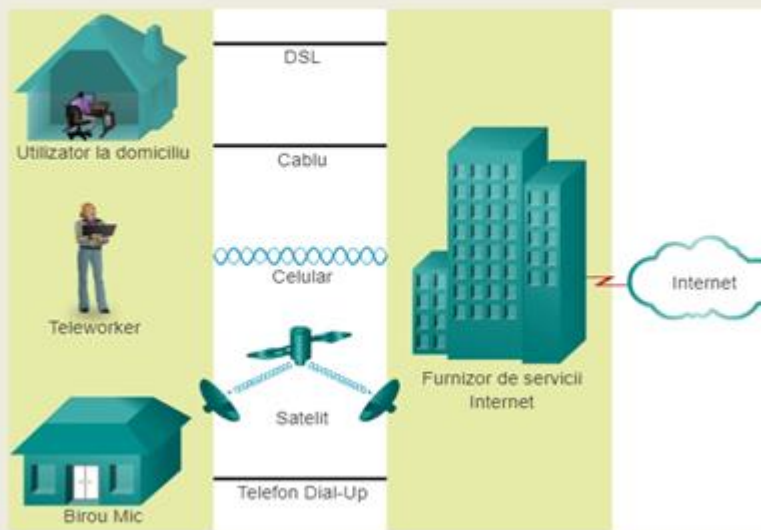
a) noduri
intermediare



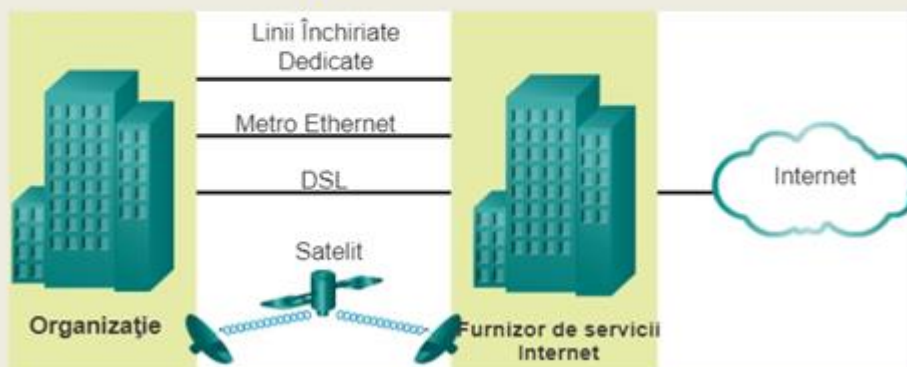
b) medii de
transmisie



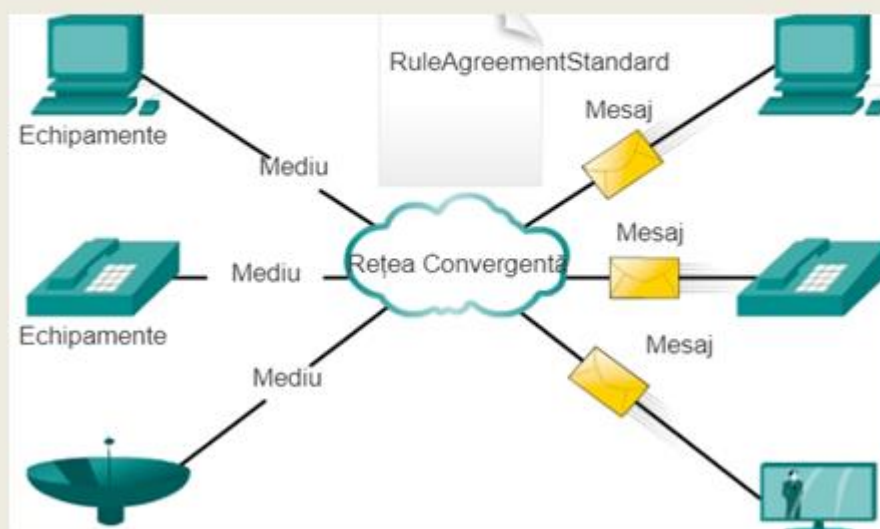
Opțiuni de conectare



Opțiuni de conectare



Rețele convergente (cu servicii integrate)



Rolul rețelelor de calculatoare în societatea informațională:

- 1) Economia informațională
- 2) Comerțul electronic
- 3) VoIP
- 4) TV-IP
- 5) IoT
- 6) Rețelele sociale
- 7) Realitatea augmentată
- 8) Etc.

Confirmare – dinamica dezvoltării RC.

2. Evoluția sistemelor de calcul de la sisteme locale la rețele de calculatoare

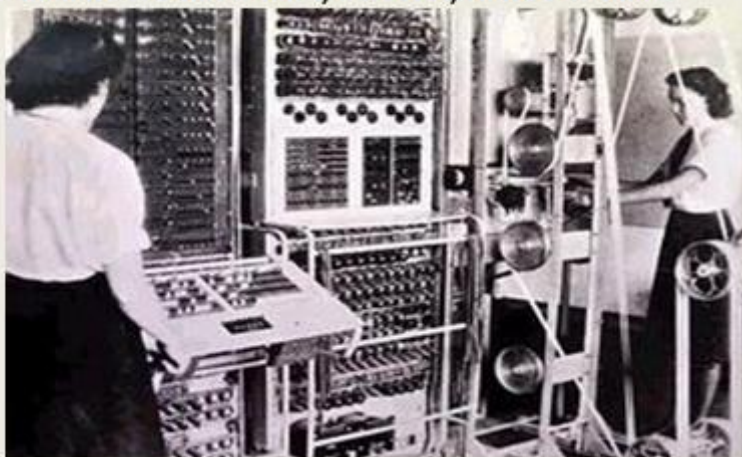
Calculatoare electronice

Etape de cooperare a resurselor:

- 1) Calculatoare autonome (stand alone)
- 2) Complexe de calcul (clustere)
- 3) Sisteme de teleprelucrare a datelor
- 4) Rețele de calculatoare.

Dinamica dezvoltării rețelelor de calculatoare.

▪ Calculatoare electronice, Colossus, Marea Britanie



Etapa 1. Folosirea autonomă (izolată) a calculatoarelor (1943-)



Calculatorul ENIAC

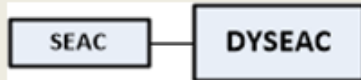


Minicalculatorul PDP 1

Etapa 2. Complexe de calcul multicalculator (clustere) – 1954.

Soluții arhitecturale de sporire a performanțelor sistemelor de calcul.

Clustere: SEAC+DYSEAC (1954, A.M.Leiner, Marea Britanie).



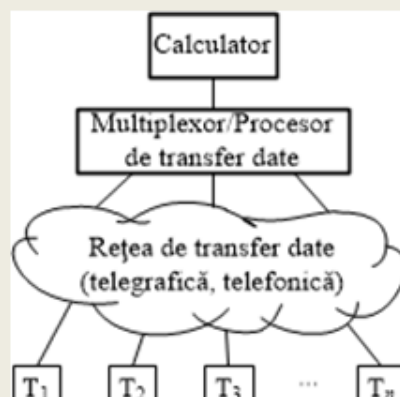
Complexe de calcul multiprocesor: PILOT (1958).

IBM, Summit (OLCF-4), 143.5 petaflops,
2 282 544 nuclee.



Etapa 3. Sisteme de teleprelucrare a datelor – 1958.

- Semi-Automatic Ground Environment (SAGE, 1958).
- Semi-Automatic Business Research Environment (SABRE, 1960).



Etapa 4. Rețele de calculatoare – 1968.

- NPL (1968)
- ARPA (1969)
- CYBERNET (1969)
- SITA (1969)
- TYMNET (1969)
-
- ALOHA (1971)
- Ethernet (1973)
- Internet (1974)
- Abilene (10 Gbps, 1998)
- 100 Gigabit Ethernet (2010)
- 400 Gbps router (Alcatel-Lucent, 2012).

Dinamica dezvoltării rețelelor de calculatoare:

Caracteristica	Anul		Creștere, ori (2018/1969)	Creșterea anuală, ori
	1969	2018		
Productivitatea unui calculator, flops	$12 \cdot 10^6$	$144 \cdot 10^{15}$	$12000 \cdot 10^6$	1,61
Capacitatea de transfer date a unui canal, bps	$56 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^{11}$	$7,1 \cdot 10^6$	1,38
Numărul de stații în rețea, unit.	4	$3 \cdot 10^9$	$750 \cdot 10^6$	1,52
Numărul de utilizatori ai rețelei, pers.	100 ?	$4 \cdot 10^9$	$40 \cdot 10^6$	1,43

17. Mesaje, discretizarea mesajelor continui, cantitatea informației în mesaje

17.1 Mesaje

Informațiile se transmit între stațiile unei rețele prin mesaje (comunicate).

Mesajul este o totalitate de informații cu înțeles finit prezentate într-o anumită formă.

Mesajele pot fi continue și discrete.

Ca exemplu de mesaj discret poate servi cursul valutar al leului R. Moldova. Cursul în cauză poate primi un număr finit de valori, exprimate prin numere.

Un exemplu de mesaj continuu – temperatura într-un anumit punct al mediului înconjurător; ea poate primi o infinitate de valori, deși într-un interval limitat.

Operarea cu mesajele discrete este, de obicei, mai facilă și este considerabil mai facilă la folosirea sistemelor de calcul numerice.

17.2 Discretizarea mesajelor continui

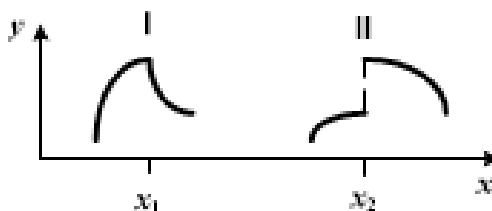
Orice mesaj continuu cu un spectru de frecvențe limitat poate fi transformat, cu orice exactitate necesară dinainte stabilită, într-un mesaj discret. Acest proces se numește discretizare și are la bază teoremele Fourier și Nyquist.

Orice mesaj continuu cu un spectru de frecvențe limitat poate fi transformat, cu orice exactitate necesară dinainte stabilită, într-un mesaj discret. Acest proces se numește discretizare și are la bază teoremele Fourier și Nyquist.

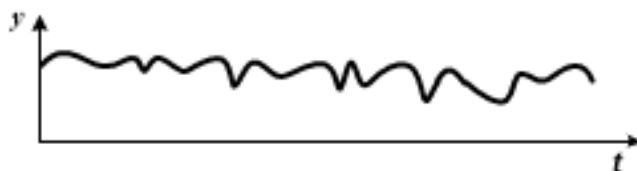
Conform teoremei Fourier (J.-B. Fourier), orice funcție continuă de conduită rezonabilă poate fi reprezentată prin suma unui număr finit de sinusoidă (cosinusoidă). Această sumă este ulterior denumită serie Fourier.

Conduită rezonabilă a funcției – lipsa întreruperilor de gradul I și II.

Exemplu de funcții $y(t)$ cu întrerupere de gradul I și de gradul II:



Exemplu de funcție continuă de conduită rezonabilă $y(t)$:



Una din caracteristicile unei funcții continui de conduită rezonabilă este lățimea F a spectrului de frecvențe.

Valoarea mărimii F se determină ca

$$F = f_s - f_j,$$

unde f_s , f_j sunt cea mai înaltă și, respectiv, cea mai joasă frecvență ale armonicilor prin suma cărora poate fi reprezentată funcția F .

H. Nyquist, în 1924, a demonstrat că funcția de timp cu un spectru de frecvențe limitat, ca mărime, se determină pe deplin (fără careva pierderi de informații) de valorile ei instantanee peste fiecare interval de timp

$$\Delta t \leq \frac{1}{2F}.$$

Valorile respective se numesc ordinate determinante sau eșantioane, intervalul Δt – perioadă de eșantionare, iar momentele corespunzătoare de timp – momente de tact sau de eșantionare (discretizare).

Ulterior acest rezultat a fost denumit teorema Nyquist.

Evident, în loc de timp poate fi și un alt argument.

Reprezentarea mesajelor continue în forma unui șir de valori discrete este numită discretizare. Discretizarea poate fi în timp (eșantionare), în valoare (cuantare) și mixtă (discretizare).

Eșantionarea constă în înlocuirea funcției continue de timp cu un șir de valori ale ei, luate în anumite momente de timp denumite și momente de tact.

Însă eșantionarea nu este suficientă pentru discretizarea propriu-zisă a mesajului, deoarece reprezentarea exactă a unei valori a funcției continue, în caz general, este un număr cu o infinitate de cifre repetate.

De aceea cantitatea de poziții în număr se limitează, astfel stabilindu-se numărul de valori posibile diferite ale funcției.

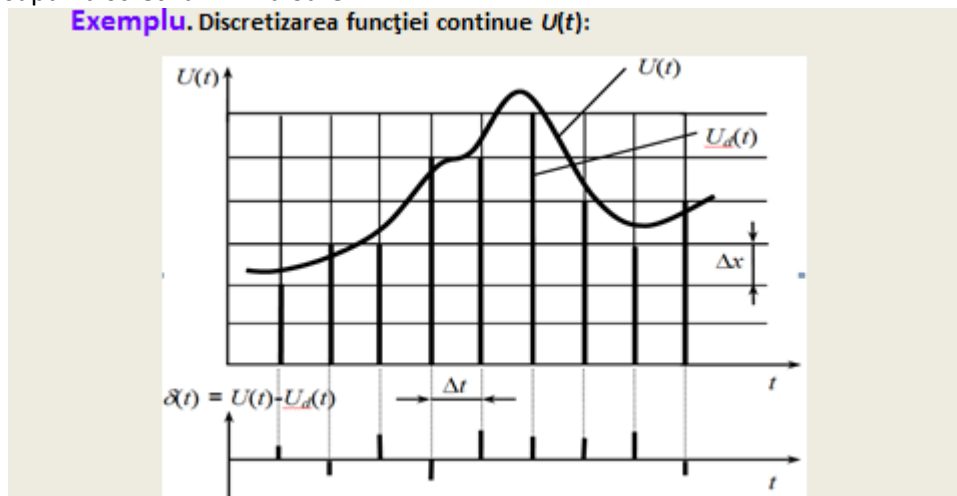
Asemenea valori vecine se deosebesc cu o mărime Δx , denumită interval sau pas de cuantare. Eroarea de cuantare δ depinde de valoarea Δx :

$$\delta \leq \frac{\Delta x}{2\sqrt{3}}$$

Înlocuirea scării continue de valori cu una discretă se numește discretizare în valoare sau cuantare.

Discretizarea mixtă constă în discretizarea în timp a funcției și în momentele de tact valorile funcției se supun discretizării în valoare.

Exemplu. Discretizarea funcției continue $U(t)$:



Un exemplu de discretizare a mesajelor continue este discretizarea vocii umane. Precizia reprezentării vocii depinde de scopul urmărit.

Uzual, în telefonie numerică și rețelele de calculatoare în acest scop se utilizează următoarele valori pentru intervalele discretizării în timp $\Delta t = 1/2F$ și în valoare Δx :

$$F = 4000 \text{ Hz}; \Delta t = 1/2F = 1/8000 \text{ s}; \Delta x = 1/256 \text{ sau } \Delta x = 1/128.$$

În asemenea condiții, capacitatea V (viteza de transfer date) a canalului numeric pentru transmiterea vocii se determină ca

$$V = \frac{1}{\Delta t} \log_2 \frac{1}{\Delta x} = 64000 \text{ bps sau } V = 32000 \text{ bps, în al doilea caz.}$$

A fost descris cazul discretizării unui mesaj continuu, reprezentat printr-o funcție continuă cu o singură variabilă (argument). La fel pot fi discretizate și mesajele continue reprezentate prin funcții de două sau mai multe variabile.

Imaginile sunt percepute de ochiul uman în plan - bidimensionale (2D) și în spațiu - tridimensionale (3D).

17.3 Cantitatea informației în mesaje

În cazul general de mesaje de diferită probabilitate, incertitudinea sosirii unui mesaj anumit M_i se caracterizează prin probabilitatea P_i , iar cantitatea de informații I_i conținută în mesaj este:

$$I_i = -\log_2 P_i.$$

18. Transformarea mesajelor în semnale

18.1 Semnale

În calculatoarele numerice informația este reprezentată în formă numerică. Fiecărui caracter de date îi corespunde un număr. Uzual numerele sunt reprezentate în sistemul de numerație binar, utilizând doar cifrele "0" și "1".

Pentru reprezentarea cifrelor "0" și "1" în mijloacele informatice se folosește un proces fizic anumit. De exemplu, nivel de tensiune înaltă (fie +3 v) pentru cifra "1" și nivel de tensiune joasă (fie 0 v) pentru cifra "0".

Un alt exemplu, stare magnetizată a unei porțiuni de material feromagnetic pentru reprezentarea cifrei "1" și stare nemagnetizată - pentru cifra "0".

Mărimea fizică schimbătoare, care reprezintă datele ce se păstrează sau se transmit în sistemul de calcul se numește semnal. Esența semnalului, ca deținător de informații, constă nu în natura lui fizică (electrică, optică, magnetică, cuantică, etc.), ci în corespunderea întocmai datelor pe care le reprezintă.

Informațiile de ieșire din sistemul de calcul pot fi destinate consultării directe prin afișare la monitor, imprimării pe hârtie la imprimantă, desenării la ploter, redării audio, redării video sau transmiterii către alte sisteme prin intermediul rețelelor de transfer date.

18.2 Etapele transformării mesajelor în semnale

Pentru a fi introduse în sistemele de calcul, mesajele mai întâi se transformă în semnale și doar apoi sunt supuse prelucrării (stocării, procesării propriu-zice, transmiterii, etc.). Transformările necesare depind de caracterul sursei de informații și a destinatarului, amplasarea lor, echipamentele utilizate ș.a.

Majoritatea echipamentelor utilizate în sistemele de calcul funcționează pe bază de semnale electrice, uneori optice, cuantice sau chiar biologice.

În sistemele de transfer date deseori se utilizează și semnale în formă de unde electromagnetice.

Procesul transformării mesajului în semnal uzual include trei operații:

- 1) transformarea propriu-zică (primară);
- 2) codificarea;
- 3) modularea.

Uneori două sau chiar toate trei aceste operații se realizează simultan.

Transformarea propriu-zică constă în conversia datelor sau mărimilor fizice, care reprezintă mesajul, în semnal primar (electric, optic, etc.).

Codificarea

18.3 Modularea semnalelor

Modulare se numește schimbarea parametrului purtătorului semnalului conform funcției, ce reprezintă mesajul care se transmite.

În calitate de purtător poate servi curentul electric continuu, curentul electric alternativ, un șir periodic de impulsuri scurte, inclusiv de natură optică, unde electromagnetice ș.a.

Se utilizează și metode mixte de modulație, la care se modulează concomitent doi sau mai mulți parametri ai purtătorului semnalului.

La transmisia mesajelor discrete fiecare element de cod sau grup de elemente de cod se transmite printr-un element de semnal de durată T .

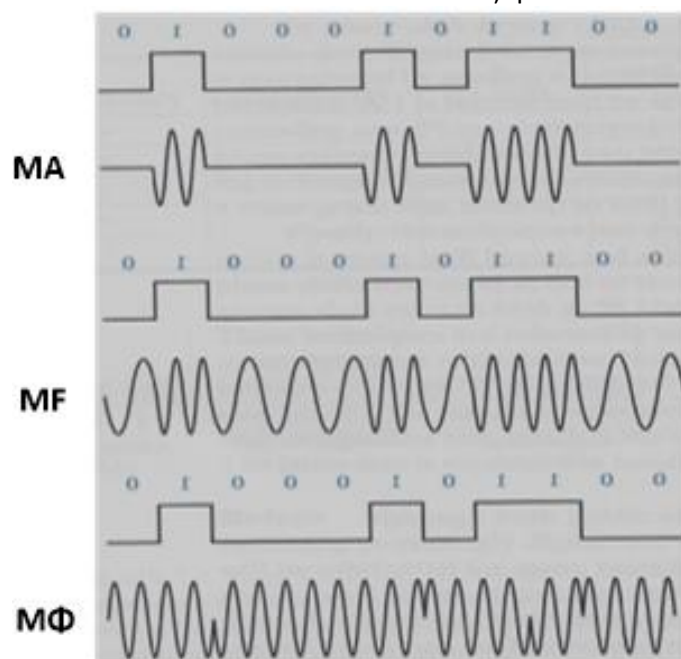
Însuși durata elementului de semnal se numește interval unitar.

La folosirea ca purtător a unei secvențe periodice de impulsuri, ca parametri de modulație se pot folosi: amplitudinea, durata, frecvența impulsurilor sau/și poziția (faza) fiecărui impuls pe axa de timp comparativ cu momentele de tact.

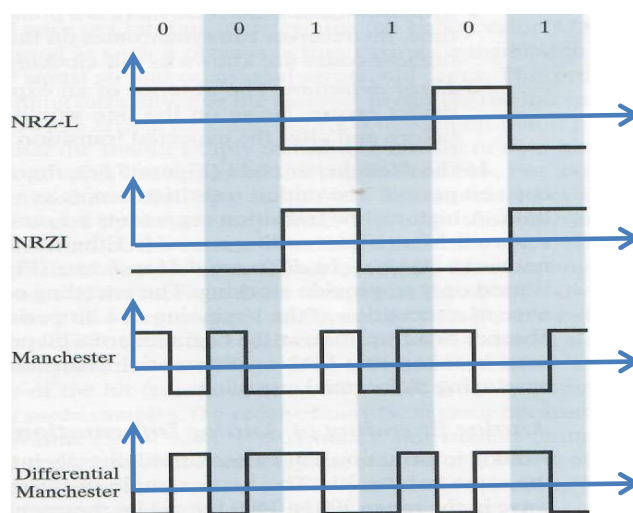
În funcție de aceasta se deosebesc moduri de modulație în impulsuri:

- de amplitudine (MIA);
- de durată (MID);
- de frecvență (MIF);
- de fază (MIΦ).

Metode clasice de modulare în cazul curentului alternativ ca și purtător:



Modularea NRZ (200GbE ș.a.) și Manchester:



Elementele de semnal ale unor metode de modulare clasice la folosirea în calitate de purtător a curentului alternativ:

Metoda de modulare	Numărul de stări ale unui parametru			Numărul de stări ale unui element de semnal, b	I_e	Denumire element de semnal
	A	F	Φ			
MA	2	-	-	2	1	bit
MF	-	2	-	2	1	bit
M Φ	-	-	2	2	1	bit
MAF	2	2	-	4	2	dibit
MA Φ	2	-	2	4	2	dibit
MF Φ	-	2	2	4	2	dibit
MAF Φ	2	2	2	8	3	tribit
MAF Φ	4	4	4	64	6	hexabit

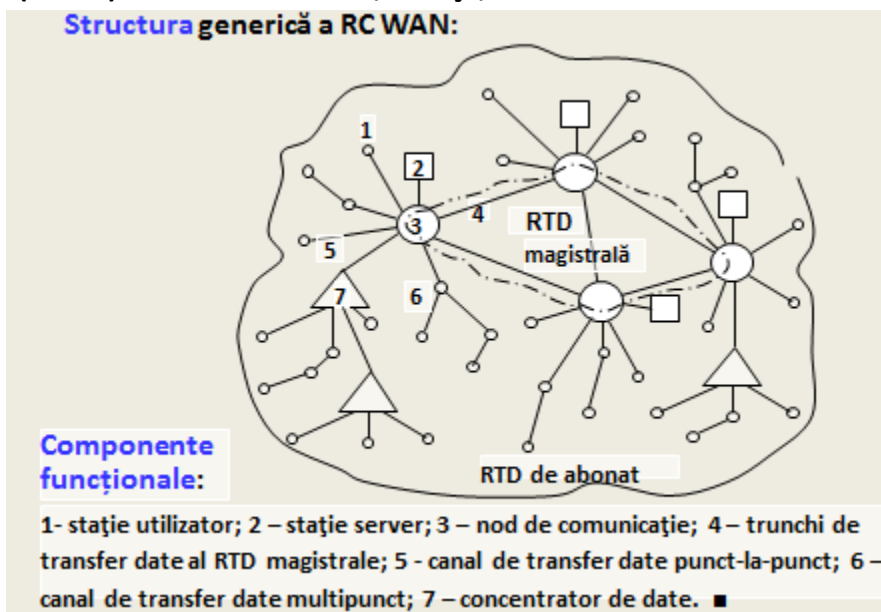
Viteză de modulare B se numește numărul de elemente de semnal ce se generează de ETCD într-o unitate de timp, de obicei într-o secundă, și se determină ca

$$B = \frac{1}{T}; \quad [B] = \text{bod (baud)}.$$

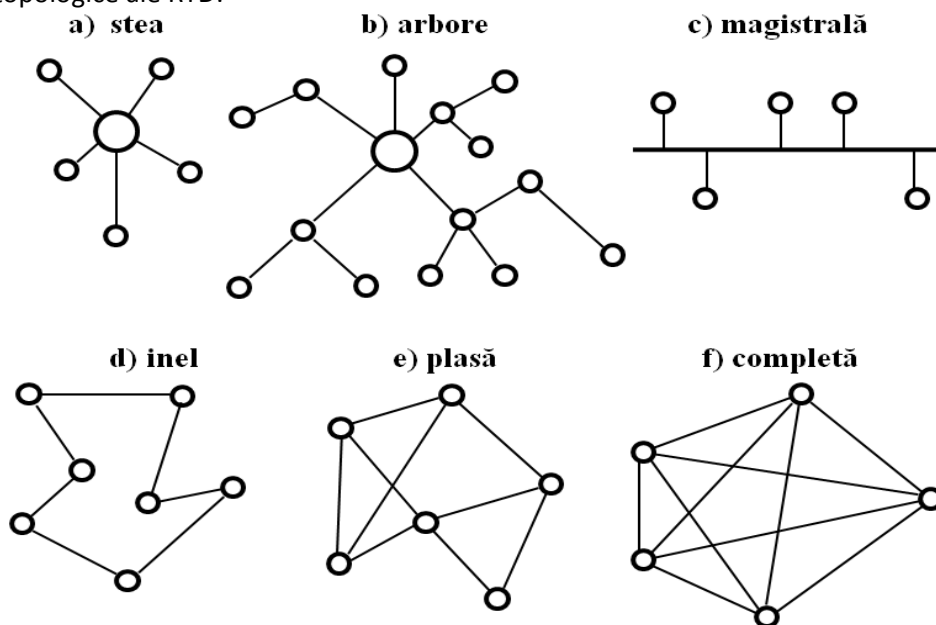
Viteza de transmisie date V a unui modem ce operează cu viteza de modulare B de elemente de semnal cu numărul de stări b se determină ca

$$V = B I_e = B \log_2 b; \quad [V] = \frac{\text{bit}}{\text{s}} = \text{bps}.$$

27. Rețeaua de transfer de date (RTD) – subrețea a rețelei de calculatoare. Structuri topologice (forme) ale RTD: clasificare, esență, caracteristici



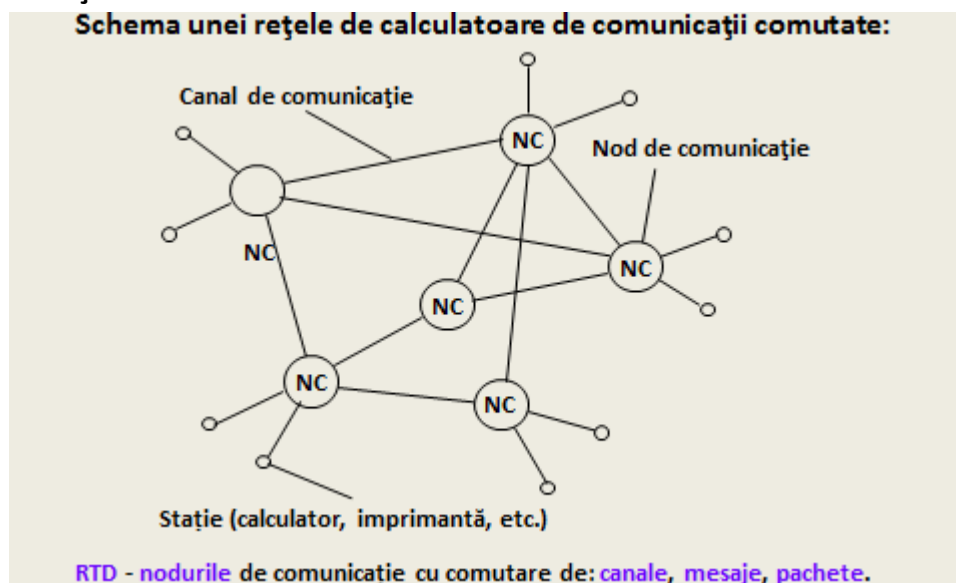
Structuri topologice ale RTD:



Caracteristica structurilor topologice ale RTD

Topologia	Utilizare		Simplitatea	Lungimea canalelor, (costul)	Fiabilitatea
	domeniul	gradul			
Stea	LAN	scăzut	maximă	mică-mare	minimă
Stea	RTD acces	scăzut	maximă	mică-mare	minimă
Arbore	LAN	maxim	întaltă	minimă	joasă
Arbore	MAN	scăzut	întaltă	minimă	joasă
Arbore	RTD acces	maxim	întaltă	minimă	joasă
Magistrală	LAN	deja rar	maximă	mic	joasă
Inel	LAN	deja rar	minimă	mic	medie
Plasă	RTD magistr.	maxim	complexă	mare	întaltă
Completă	RTD magistr.	minim	complexă	maximă	maximă

28. Rețele de transfer date cu comutare. Analiza comparativă a metodelor de comutare folosite în rețele



Rețelele de comunicații comutate constau din noduri de comunicație (NC), interconectate prin canale de transfer date. Nodurile de comunicație sunt destinate comutării canalelor sau a traficului de date între canalele rețelei. Utilizarea lor permite reducerea numărului de canale și, respectiv, a costului rețelei. *În funcție de metoda de comutare implementată*, rețelele de comunicații comutate pot fi:

- cu comutare de canale;
- cu comutare de mesaje (depășite);
- cu comutare de pachete.

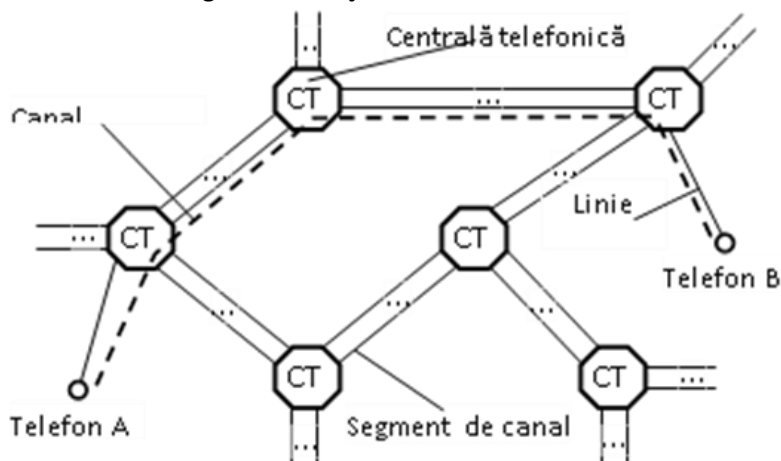
În **rețelele cu comutare de canale** nodurile de comutație, denumite comutatoare de canale, la cerere, stabilesc conexiunile temporare solicitate între canalele de comunicație incidente.

Pentru transferul de date între două stații, mai întâi se stabilește conexiunea între ele via nodurile de comunicație respective. Canalul comutat format are o viteză uniformă de transmisie pe toată lungimea sa.

După transmisia de date, când necesitatea în păstrarea conexiunii decade, conexiunea se desființează, eliberând resursele respective.

Exemplu: RTPC (PSTN).

Schema unui fragment de rețea telefonică:



Comutarea de canale are următoarele particularități de bază:

- ambele stații respondente trebuie să fie disponibile concomitent;
- canalul comutat necesită o viteză uniformă de transmisie pe toată lungimea sa;
- capacitatea canalului este dedicată pe toată durata conexiunii, chiar dacă în unele intervale de timp nu se transferă date;
- stabilirea conexiunii necesită timp, ce uneori duce la o întârziere considerabilă a transferului de date;
- utilizarea canalelor este joasă (până la 10-20%);
- calitatea canalului schimbătoare, etc.

Ca exemplu de tehnologie de rețea de transfer date cu comutare de canale poate servi ISDN (*Integrated Services Digital Network*).

În **rețelele cu comutarea de mesaje**, nodurile de comunicație, denumite comutatoare de mesaje, asamblează fiecare mesaj recepționat, îl înscrie temporar în memorie, determină canalul de ieșire și retransmite mesajul următorului nod din rețea în conformitate cu destinația lui ș.a.

Transmisia unui mesaj către un alt nod se face doar după recepția lui în întregime și analiza respectivă. Exemple

Comutarea de mesaje are anumite avantaje față de comutarea de canale:

- o utilizare mai înaltă a canalelor (de 4-6 ori);
- nu se cere disponibilitatea simultană a stațiilor ce comunică;
- realizarea facilă a difuzării de mesaje mai multor destinatari simultan;
- este posibilă stabilirea unor priorități în transmisia de mesaje;
- pot fi utilizate diferite viteze de transmisie pe canalele dintre diferite perechi de noduri ale traseului de transmisie a unui și aceluiași mesaj.

Dintre dezavantajele semnificative ale comutării de mesaje s-ar putea menționa:

- deseori nu este posibilă oferirea unui răspuns în timp real, deci este neindicată pentru traficul în timp real și interactiv operativ;
- se cere o capacitate relativ mare de memorie la nodurile de comutație pentru păstrarea temporară a mesajelor de tranzit.

Comutarea de mesaje cedează considerabil comutării de pachete.

De aceea asemenea rețele nu se mai construiesc.

Comutarea de pachete este o dezvoltare firească a comutării de mesaje. Ea înlătură în mare măsură neajunsurile mai esențiale ale comutării de mesaje: se reduce durata transmisiei și capacitatea necesară a memoriei nodurilor de comunicație, de regulă este posibilă realizarea dialogului. Pentru aceasta se limitează dimensiunea unităților de date ce pot fi transmise în rețea. Dimensiunile tipice sunt de la zeci de octeți până la câteva mii de octeți.

Dacă mesajul de transmis depășește limita stabilită, atunci el este împărțit, de către stația-sursă, în segmente de o dimensiune stabilită. Ultimul segment poate avea și o dimensiune mai mică. La fiecare

segment sunt adăugate anumite informații de serviciu, inclusiv adresa destinatarului, numărul segmentului în mesaj ș.a., formând unitatea de date denumită pachet.

Fiecare asemenea pachet este transmis prin rețea, de la un nod la altul, până la stația-destinație. În acest scop, fiecare ruter, pe calea transmisiei pachetului, determină canalul rezonabil de ieșire (parte a rutei de transfer a pachetului) pentru pachet. Direcționarea pachetelor pe anumite rute în rețea este denumită rutare. De rutarea eficientă depinde în mod critic funcționarea cu succes a rețelei. La stația-destinație, din pachete aparte este asamblat mesajul corespunzător.

Există două tehnici de transmisie a pachetelor prin rețea: cu circuite virtuale și datagramă.

Tehnica cu circuite virtuale (orientată pe conexiune) prevede stabilirea, mai întâi, a unei conexiuni logice între stațiile ce comunică. Conexiunea logică în cauză stabilește ruta de transmisie a pachetelor și se numește circuit virtual. Pe acest circuit virtual se transmit unul după altul toate pachetele mesajului dat. În acest scop, fiecare pachet conține în antet numărul circuitului logic respectiv, înregistrat și în tabela de rutare a tuturor nodurilor de comunicație pe ruta de transmisie.

Metoda datagramă (neorientată pe conexiune) prevede transferul prin rețea a fiecărui pachet, numit și datagramă, independent de alte pachete ale mesajului, posibil și pe rute diferite. În acest caz, antetul pachetului trebuie să conțină adresa destinatarului. Această adresă are o dimensiune mai mare, decât cea prevăzută pentru numărul de circuit virtual. O altă deosebire esențială, față de metoda cu circuite virtuale, constă în modalitatea asamblării mesajului la stația-destinație. Deoarece, în caz general, diferite pachete ale unui mesaj pot fi transmise pe căi diferite, ele pot și să sosească la destinație în altă ordine, decât ordinea lor în mesaj. Deci este necesară numerotarea pachetelor și ordonarea respectivă a lor, la asamblarea mesajului la stația-destinație. Aceasta complică procesarea pachetelor.

Avantajele principale ale metodei datagramă:

- este mai operativă, nu necesită timp pentru stabilirea conexiunilor logice;
- este mai flexibilă la modificarea stării rețelei;
- asigură o echilibrare de trafic în rețea mai înaltă, datorită posibilității de direcționare a diferitelor pachete pe diferite rute, în funcție de situația curentă în rețea.

Dezavantajele metodei datagramă față de metoda cu circuite virtuale:

- transferul de date este mai puțin sigur;
- complexitate mai înaltă de asamblare a mesajelor la stația-destinație.

La metoda cu circuite virtuale, sunt, de asemenea, mai facile o serie de servicii, inclusiv secvențierea, controlul erorilor, controlul fluxului ș.a.

De regulă, metoda datagramă se folosește în cazurile transmiterii unor mesaje mici, ce nu depășesc lungimea unui pachet.

La tehnica cu circuite virtuale sunt de asemenea mai facile o serie de servicii, inclusiv secvențierea, controlul erorilor, controlul fluxului ș.a.

De regulă tehnica cu datagrame se utilizează în cazurile transmiterii unor mesaje mici, care de obicei nu depășesc lungimea pachetului.

Comparativ cu comutarea de canale, comutarea de pachete are avantaje chiar mai semnificative, decât comutarea de mesaje. Suplimentar se asigură, în majoritatea cazurilor, posibilitatea de operare în timp real, este posibil lucrul interactiv al utilizatorului, dialogul; dimensiunea memoriei, necesare pentru păstrarea temporară a pachetelor de tranzit, este mult mai mică, decât la comutarea de mesaje.

Totuși, la capacități de transfer date joase, comutarea de pachete cedează comutării de canale, în cazul unor transferuri de trafic izocron (audio, video, etc.). Rețelele moderne însă au capacități de transfer date relativ înalt, permit transferul calitativ și de trafic izocron. Astfel, că rețelele cu comutare de canale se înlocuiesc, treptat, de rețele cu comutare de pachete.

Compararea metodelor de comutare în rețele

Criteriu	Comutarea datagramă	Comutarea cu circuite virtuale
Stabilirea circuitului	Nu este necesară	Obligatorie
Adresare	Fiecare pachet conține adresa sursă și adresa destinație	Fiecare pachet conține numărul CV (este mult mai mic)
Informații de stare	Ruterele nu păstrează informații despre conexiuni	Fiecare CV necesită spațiu pentru tabelul ruterului per conexiune
Dirijare	Fiecare pachet este dirijat independent	Calea este stabilită la inițierea CV, toate pachetele o urmează
Efectul defectării ruterului	Nici unul, cu excepția pachetelor în timpul defectării	Toate CV-urile care trec prin ruterul defect sunt terminate
Calitatea serviciului	Dificil	Simplu, dacă pentru fiecare CV pot fi alocate în avans suficiente resurse
Controlul congestiei	Dificil	Simplu, dacă pentru fiecare CV pot fi alocate în avans suficiente resurse

29. Rețele cu difuzarea de pachete

Rețelele cu difuzare au un singur canal de comunicație (mediu de transmisie) partajat între stațiile atașate.

Când o stație (calculator, terminal) transmite, toate celelalte pot recepționa informațiile respective. Destinatarul este indicat printr-un identificator special (în RC – adresă).

În asemenea rețele este necesară coordonarea accesului stațiilor la mediu pentru transmisie.

În funcție de mediul de transmisie utilizat și aria de cuprindere se deosebesc:

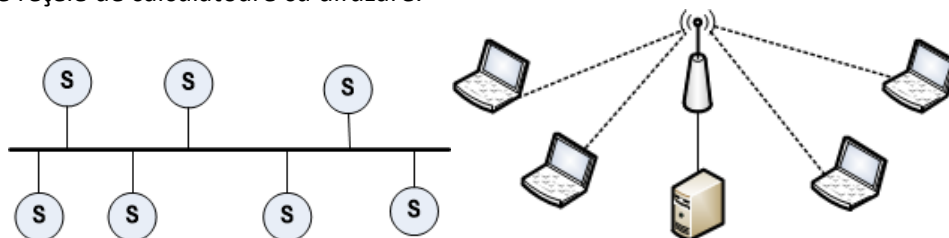
- rețele radio cu difuzare;
- rețele de sateliți cu difuzare (cosmice);
- rețele locale cu difuzare.

Metode acces la mediu, cablat (ghidat), radio,

Ca exemplu de rețea radio cu difuzare poate servi rețeaua ALOHA, lansată la Universitatea din Honolulu în 1971.

La rețele locale cu difuzare se referă rețelele conforme standardului IEEE 802.11.

Scheme de rețele de calculatoare cu difuzare:



60. Tehnologia de rețea ISDN

În scopul integrării serviciilor de transmisie a informațiilor (voce și date), încă în 1965 a fost propusă implementarea Rețelei Numerice cu Servicii Integrate (*Integrated Services Digital Network – ISDN*), odată cu implementare primelor centrale telefonice numerice.

În acest mod toate serviciile respective pot deveni la fel de răspândite ca serviciul telefonic.

Într-o rețea ISDN nodurile de comunicație realizează comutarea de canale, pentru transmiterea vocii și a datelor la distanță, cât și comutarea de pachete pentru transmisia de informații de serviciu.

Astfel, într-o rețea ISDN atât mediul de transmisie cât și nodurile de comunicație sunt integrate fiind polifuncționale.

Conectarea echipamentelor abonaților la rețea (nodul de comunicație adiacent) se face printr-un trunchi de transfer date, denumit tub de biți (bit pipe). Se folosesc următoarele variante de acces – tuburi de biți:

- BRI – acces de bază 2B+D, ce prevede un tub de biți din două canale B de 64 Kbps și un canal D de 16 Kbps;
- PRI – acces primar 30B+D, ce prevede un tub de biți din 30 canale B de 64 Kbps, un canal D de 64 Kbps și un alt canal D de 64 Kbps pentru semnalizare (se folosește în Europa).
- PRI – acces primar 23B+D, ce prevede un tub de biți din 23 canale B de 64 Kbps și un canal D de 64 Kbps (se folosește în SUA, Canada, Japonia);

Într-o rețea ISDN se pot folosi și canale de tip H: H0 de 384 Kbps; H11 de 1536 Kbps și H12 de 1920 Kbps.

Canalele B sunt destinate transferului de voce și date prin comutare de canale, iar cele D – transferului de informații de serviciu prin comutarea de pachete.

Prima rețea ISDN, NUMERIS, a fost lansată în Franța în 1987.

Rețelele de tehnologie ISDN:

- 1) prima implementare – 1987 (rețeaua NUMERIS în Franța);
- 2) sunt conforme modelului OSI ISO;
- 3) cuprinde straturile 1-3 OSI/ISO, în ce privește comutarea de pachete;
- 4) sunt conforme cu setul de protocoale X.25 al ITU-T;
- 5) sunt destinate transmiterii vocii și datelor pe fire de cupru telefonice ordinare;
- 6) în cadrul videoconferințelor, ISDN îmbină serviciile de voce, video și text;
- 7) folosesc comutarea de canale pentru voce și date și comutarea de pachete pentru informații de serviciu;
- 8) pe canalele B și D ale BRI și pe canalele B ale PRI poate fi transmis trafic X.25. X.25 prin canale D este folosit în majoritatea terminalelor POS;
- 9) Frame Relay poate opera prin canale D ale BRI și PRI;
- 10) viteze de transfer date de până la 2 Mbps;
- 11) serviciile relativ scumpe;
- 12) sunt folosite încă larg, dar treptat se înlocuiesc cu rețele de alte tehnologii, îndeosebi ADSL.

61. Tehnologia de rețea Frame Relay

Odată cu creșterea calității canalelor de comunicație, devine irațională corectarea erorilor la nodurile intermediare ale rețelei de transfer date, realizată în rețelele de tip X.25.

În a doua jumătate a anilor '80 a fost propusă tehnologia de rețea Releu de Cadre (*Frame Relay*).

Această tehnologie nu prevede recuperarea ci doar detecția erorilor la nodurile de comunicație; corecția erorilor trebuie să fie suportată de către stații.

Astfel, protocoalele de comunicație Frame Relay sunt mult mai simple decât cele X.25, necesitând mai puține cheltuieli de resurse ale nodurilor de comunicație și, respectiv, reducându-se esențial întârzierile de transmisie a pachetelor.

Dezvoltarea standardelor pentru Frame Relay a început în 1986, ele fiind publicate în formă finală în 1991.

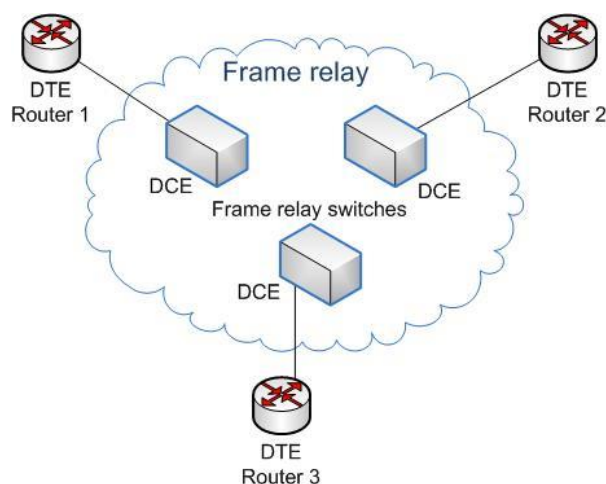
Frame Relay folosește comutarea de pachete cu circuite virtuale DLCI (data-link connection identifier).

O rețea Frame Relay constă din noduri de comunicație Frame Relay, interconectate prin trunchiuri de comunicație.

Stațiile se conectează la o rețea Frame Relay prin intermediul concentratoarelor de date (FRAD) sau direct la nodurile de comunicație.

Rețelele Frame Relay se utilizează și pentru interconectarea de rețele. În acest scop ultimele se conectează la nodurile de comunicație Frame Relay.

Rețelele Frame Relay suportă viteze de acces de 56 Kbps și $n \times 64$ Kbps până la 1,544 Mbps, în SUA, Canada și Japonia, și până la 2,048 Mbps în Europa, dar în rețele magistrale sunt posibile viteze de transfer de până la 45 Mbps.



Rețelele de tehnologie Frame Relay:

- 1) primele implementări – 1989;
- 2) sunt conforme modelului OSI ISO;
- 3) cuprind straturile 1-2 OSI/ISO;
- 4) sunt orientate la folosirea canalelor de calitate înaltă;
- 5) efectuează detectarea de erori, dar nu și corectarea acestora. Cadrele eronate se elimină;
- 6) pot opera prin canale D ale BRI și PRI;
- 7) operează la viteze de transfer date de până la 45 Mbps;
- 8) servicii relativ ieftine, mai ieftine decât cele X.25 și ISDN;
- 9) sunt folosite, de obicei pentru conectarea rețelelor locale la rețele magistrale de transfer date;
- 10) pot fi folosite și ca rețele magistrale de interconectare a stațiilor și rețelelor locale;
- 11) sunt folosite încă larg, îndeosebi în rețele de acces, dar treptat se înlocuiesc cu rețele de alte tehnologii, îndeosebi xEthernet.

62. Tehnologia de rețea ATM

Rețelele Modul de Transfer Asincron - ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) realizează o tehnologie de comutare și transfer date ultrarapidă pentru utilizare și interconectarea transparentă a rețelelor locale și de arie largă.

Suportă viteze de 155 Mbps, 622 Mbps, 2,5 Gbps și 10 Gbps. Este posibilă și operarea la viteze mai joase, de exemplu 45 Mbps, 25 Mbps și 1,544 Mbps, în caz de necesitate.

Standardele pentru ATM au fost aprobate, începând cu 1988, și finalizate în mare parte în 1993.

ATM se bazează pe tehnologia de comutare pachete Releu de celule (*Cell Relay*).

O celulă de date are dimensiunea fixă de 53 octeți, din care 5 octeți conțin informații de serviciu, iar 48 octeți sunt informații utilizator.

Tehnologia ATM suportă și transferul de date în regim izocron, specific comutării de canale pentru transferul de voce și video.

Ca mediu de transmisie în primele realizări (1992-1993) a fost utilizată fibra optică, cablul torsadat și cablul coaxial. La viteze mai mari – 622 Mbps și 2,5 Gbps (1995-1996) și 10 Gbps (1998) se utilizează fibra optică.

Rețelele de tehnologie ATM:

- 1) primele implementări – 1992;
- 2) sunt conforme modelului OSI ISO, parțial (mai puțin stratul AAL);
- 3) cuprind straturile 1-2 OSI/ISO și stratul ATM Adaptation Layer;
- 4) destinate transferului oricărui tip de date, inclusiv trafic izocron (date, voce și video – triple play);
- 5) operează la viteze de transfer date de până la 10 Gbps;
- 6) sunt orientate la folosirea canalelor de calitate înaltă;
- 7) folosesc metoda de comutare cu circuite virtuale;
- 8) folosesc căi virtuale (Virtual path);
- 9) dimensiunea cadrelor (celule) este fixă – 53 octeți, din care 5 octeți pentru antet;

- 10) efectuează corectarea erorii într-un bit al antetului pachetelor;
 - 11) efectuează detectarea de erori în date, dar nu și corectarea acestora. Pachetele eronate se aruncă;
 - 12) calitatea înaltă a serviciilor, inclusiv fiabilitatea de funcționare;
 - 13) servicii relativ scumpe;
- sunt folosite, de obicei pentru rețele magistrale de transfer date.

63. Tehnologia de rețea MPLS

Tehnologia Multiprotocol cu comutare prin etichete (Multiprotocol Label Switching – MPLS) a fost standardizată, inițial, în 1999 (IETF RFC 3031). MPLS îmbină flexibilitatea rețelelor IP cu beneficiile oferite de tehnologiile orientate pe conexiune ca ATM. Îmbinarea acestor două calități se bazează pe separarea funcțiilor principale ale unui ruter tradițional: rutarea și înaintarea pachetelor către un alt nod (destinație) al rețelei.

Alegerea următorului nod pentru transmiterea de mai departe a pachetului constă din două etape. La prima etapă, pachetele se grupează în clase echivalente de înaintare (Forwarding Equivalence Classes – FEC) din punctul de vedere al căii de transmisie. Toate pachetele din cadrul unei clase FEC sunt indistincte între ele.

La a doua etapă, pentru fiecare FEC se determină canalul de ieșire. Toate pachetele, ce aparțin unei clase FEC concrete și pleacă de la același nod (cu aceeași etichetă), vor urma prin rețea aceeași cale comutată prin etichete.

Referirea unui pachet către o clasă FEC anume se efectuează doar o singură dată – la intrarea pachetului în rețea. Clasa FEC, la care este referit pachetul, este reprezentată printr-o valoare de lungime fixă denumită „etichetă” (label).

Eticheta se atașează la pachet și se transmite împreună cu pachetul către următorul nod. La nodurile următoare eticheta este folosită ca un indice într-un tabel care specifică următorul nod. La nodul de ieșire din rețeaua MPLS, eticheta este eliminată și pachetul este expedit.

Rețelele de tehnologie MPLS :

- 1) primele implementări – 1999 (1996);
- 2) sunt relativ conforme modelului OSI ISO;
- 3) sunt create ca și complementare la cele IP;
- 4) cuprind straturile 1-3 OSI/ISO. Se consideră de nivel 2,5 OSI;
- 5) sunt destinate transferului oricărui tip de date, inclusiv trafic izocron (date, voce și video – triple play);
- 6) folosesc metoda de comutare prin etichete (LSP). La necesitate, poate fi folosită o stivă de etichete (încapsulare multiplă, pentru a forma tunele în cadrul altor tunele);
- 7) pot transporta date pentru rețele de diferite tehnologii (multiprotocol);
- 8) oferă calitate înaltă a serviciilor;
- 9) sunt flexibile;
- 10) operează inclusiv cu IP, FR și ATM, fără a necesita modificări în echipamente;
- 11) sunt folosite, de obicei pentru rețele magistrale de transfer date.■