

Informatica Aplicata

(Utilizarea Calculatoarelor si Servicii Internet)



Rețele de calculatoare, Internet (C5)

sl.dr.ing. Șerban OPRIȘESCU

1

Interconectarea calculatoarelor



- Calculatorul este privit ca o “unealtă” folosită zilnic de milioane de oameni
- Îmbunătățirea resurselor calculatorului cumulată cu răspândirea lui pe scară largă au fost premisele care au dus la apariția rețelelor de calculatoare.
- Interconectarea calculatoarelor are următoarele avantaje:
 - Rezolva necesitatea comunicării (între utilizatori sau calculatoare)
 - Punerea în comun a resurselor (HW și SW)
 - Sprijină globalizarea tehnică și economică

2

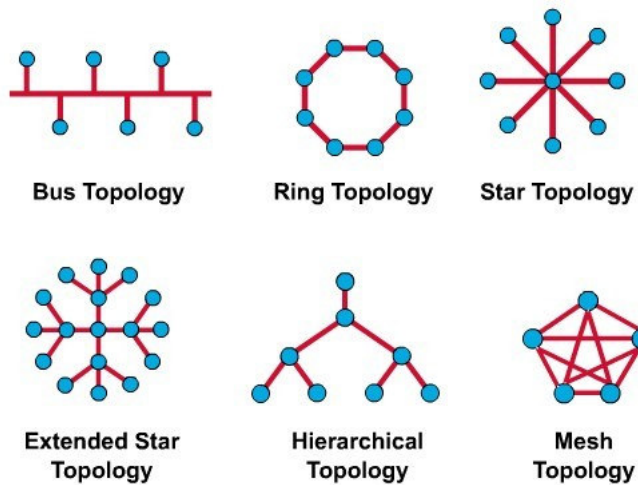
Retele de calculatoare

- O rețea de calculatoare este caracterizată de:
 - Topologie – modalitatea de conectare
(tip magistrala , tip stea, tip inel)
 - Protocol/Stiva de protocoale folosit(a) pentru realizarea
conectării și transmiterii datelor între membrii rețelei.

3

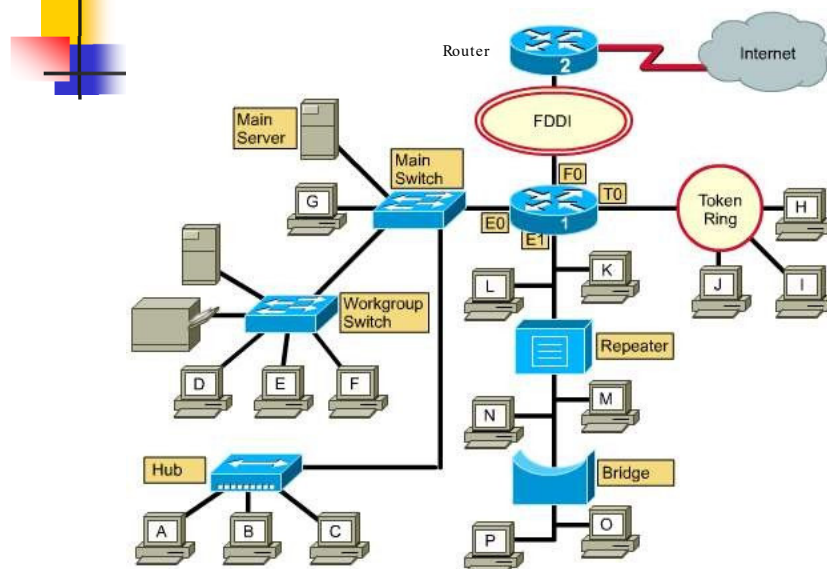
Retele de calculatoare

Physical Topologies



4

Retele de calculatoare



5

Echipamente de retea - Calculator

- Echipamentul de rețea se împarte în 2 categorii
 - Echipament specific calculatorului și conectării acestuia
 - Echipament legat de infrastructura unei rețele
- Suportul fizic pentru transmiterea datelor:
 - Cablu coaxial ecranat (coax)
 - Perechi torsadate ne-ecranate (UTP – Unshielded Twisted Pair)
 - Perechi torsadate ecranate (STP – Shielded Twisted Pair)
 - Fibra Optică
- Periferece specializate pentru conectare la rețea – placa de rețea (NIC – Network Interface Card)

6

Cablul torsadat



Fig. 2-3. (a) Cablu UTP cat. 3. (b) Cablu UTP cat. 5.

Cablul torsadat sau “twisted pair” (TP) = doua fire de cupru izolate, de grosime in jur de 1mm, împletite sub forma unei molecule de ADN.

Împletind firele: se anulează tensiunile induse in buclele succesive (curenții induși vor avea sensuri opuse in 2 bucle succesive).

Cea mai veche aplicație: sistemul telefonic. Cablurile torsadate se pot întinde pe câțiva kilometri (nu se mai folosesc in prezent pe distante lungi).

Lărgimea de banda: direct proporțională cu grosimea firului si invers proporțională cu distanța.

Categoria 3 (CAT3) – fire răsucite cu pas mare (telefonie), max 16MHz

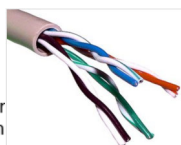
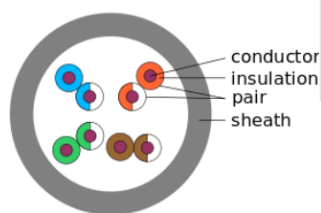
CAT5 – 1998 pasul de răsucire este mai mic, max. 100MHz, denumire: UTP

CAT6 maxim 250MHz, CAT7 maxim 600MHz – sunt ecranate (STP etc.)

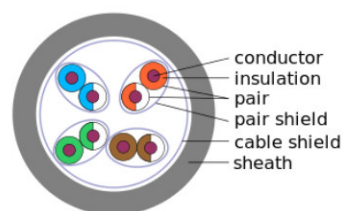
7

Cablul torsadat

UTP



S/STP



Nume vechi	Nume nou ISO/IEC 11801	Ecran cablu	Ecran perechi
UTP	U/UTP	Nu	Nu
STP	U/FTP	Nu	Folie
FTP	F/UTP	Folie	Nu
S-STP	S/FTP	Tresa	Folie
S-FTP	SF/UTP	folie, tresa	nu
SFTP		Folie	Ecran

8

Cablul torsadat

Nume	Tip	Banda	Aplicatii	Observatii
Cat3	UTP	16 MHz	10BASE-T, 100BASE-T4	Nu > 16 Mbit/s.
Cat5	UTP	100 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T	LAN
Cat5e	UTP	100 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T	LAN, testat
Cat6	UTP	250 MHz	10GBASE-T Ethernet	SFS-EN 50173- 1
Cat6a		500 MHz	10GBASE-T Ethernet	ISO/IEC 11801:2002
Class F	S/FTP	600 MHz	CCTV, 10GBASE-T	ISO/IEC 11801
Class Fa		1000 MHz	CATV, 10GBASE-T	ISO/IEC 11801

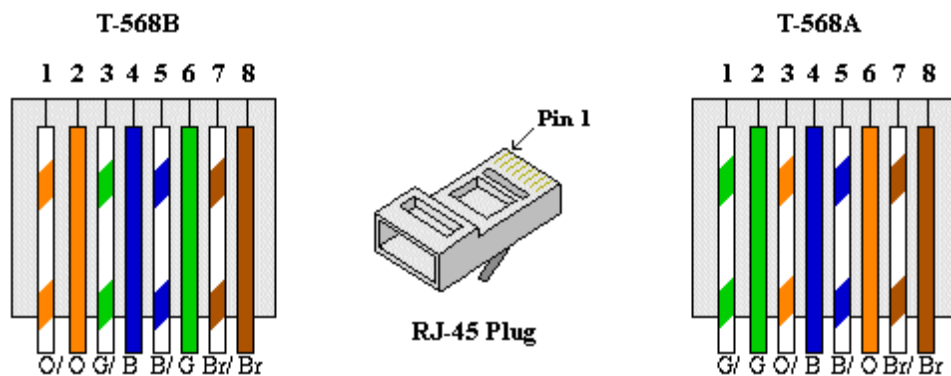
Lungime maximă CAT5, CAT5e, CAT6: 100 metri

9

Cablarea UTP

Exista 2 tipuri de cablări (de conectare a celor 8 pini):

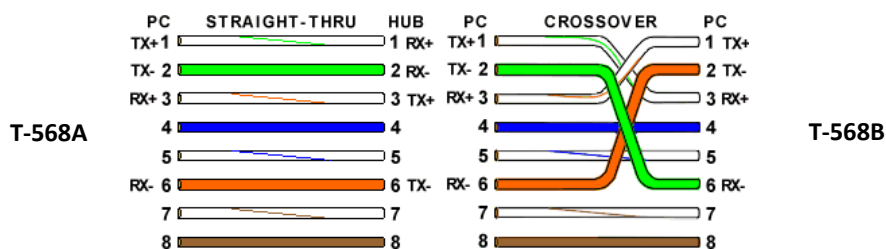
- 1) Direct (T-568B – T-568B) pentru conectare PC-SWITCH (cablul uzual)
- 2) Cross (T-568A – T-568B) pentru conectare intre 2 echipamente identice (PC-PC, SWITCH-SWITCH etc.)



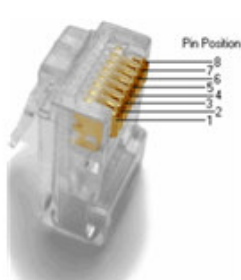
10

Cablarea UTP

pinout pentru 10BASE-T si 100BASE-TX (doar 2 perechi de fire):



pinout pentru 1000 BASE-T (Gigabit LAN) – toate 4 perechile:



Pin	Name	Description	Cable Color
1	TX_D1+	Tranceive Data+	white/green
2	TX_D1-	Tranceive Data-	green
3	RX_D2+	Receive Data+	white/orange
4	BI_D3+	Bi-directional Data+	blue
5	BI_D3-	Bi-directional Data-	white/blue
6	RX_D2-	Receive Data-	orange
7	BI_D4+	Bi-directional Data+	white/brown
8	BI_D4-	Bi-directional Data-	brown

T-568A

11

Exemplu: Fast Ethernet pe Cat5 UTP (100BaseTX)

Base = banda de baza. Folosește codare 4B/5B si MLT-3

Codarea 4B/5B înlocuiește fiecare ½ octet (4 biti) cu 5 biti.

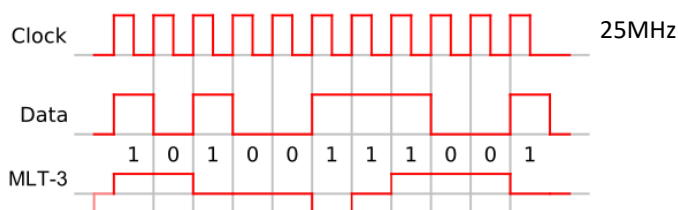
Secvența: 1010-0010-0000-0000-0000-0000 este înlocuită cu:
10110-10100-11110-11110-11110-11110

Motivație: transmiterea unor șiruri lungi de 0 desincronizează ceasul receptorului

=> încercăm sa avem cat mai multe tranziții.

Codarea MLT-3 (Multi-Level-Transmit)

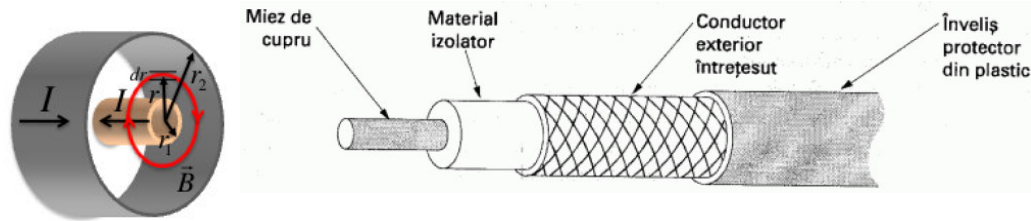
MLT-3 transmite ciclic nivelurile: -1, 0, +1, o schimbare fiind declanșată de un bit 1; 0 păstrează starea curentă:



4-bit data	5-bit symbol
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011
1110	11100
1111	11101

12

Cablul coaxial



Ecranare mult mai buna => distante mult mai mari decât cablul torsadat.

Structura asigura o imunitate excelenta la zgomot, fara diafonie.

B este zero in afara cablului.

Exista 2 tipuri de cabluri in funcție de impedanță: 50Ω si 75Ω.

Lărgimea de banda maxima: aprox. 1GHz.

Larg răspândit in rețelele de TV cablu.

13

Echipamente de retea - Infrasctructura

- **Hub** sau concentrator este folosit pentru a conecta mai mulți clienți împreună formând un segment. Înlocuiește segmentul de cablu coaxial – specific Ethernet. Este folosit si ca repetor.
- **Bridge**-ul este folosit pentru a conecta 2 segmente de rețea fără a realiza funcții suplimentare.
- **Switch**-ul poate conecta segmente heterogene de rețea (Ethernet, TokenRing) realizând o conexiune full-duplex între calculatoare. Elimina coliziunile specifice hub-ului prin realizarea conexiunilor punct la punct.
- **Router**-ul realizează transmiterea pachetelor între rețele pe baza adresei de destinație si a protocoalelor de rutare. Routerele fac posibila comunicarea între rețele.

14

Hardware-ul rețelei

Exista doua tipuri de tehnologii de transmisie:

- **Legături cu difuzare**

Rețelele cu difuzare au un singur canal de comunicație partajat de toate mașinile din rețea. Orice mașină poate trimite mesaje (**pachete**) care sunt primite de toate celelalte. Dar, pachetul conține o adresa destinatar => este ignorat de cele cărora nu li se adresează.

- **Legături punct-la-punct**

Rețelele punct-la-punct dispun de numeroase conexiuni între perechi de mașini individuale. Pentru a ajunge de la sursa la destinație, un pachet trece prin mai multe mașini intermediare. Exista mai multe trasee posibile, iar descoperirea drumului minim e foarte importanta.

Rețelele mari (cum e Internetul) sunt rețele punct-la-punct.

15

Hardware-ul rețelei

Clasificarea rețelelor in functie de raspandirea geografica:

a) Rețele locale (LAN)

LAN = Local Area Network
Sunt rețele private localizate într-o singura cladire/campus. Au dimensiuni restrânse, ceea ce simplifica proiectarea si administrarea.
Conectarea se face in general prin cablu Ethernet, sau fibra optica (>100 metri).

Distanța între procesoare	Procesoare localizate în același (aceeași)...	Exemplu
1 m	Metru pătrat	Rețea personală
10 m	Cameră	Rețea locală
100 m	Clădire	
1 km	Campus	
10 km	Oraș	Rețea metropolitană
100 km	Țară	Rețea larg răspândită geografic
1000 km	Continent	
10.000 km	Planetă	Internet-ul

16

Hardware-ul rețelei

Clasificarea rețelelor în funcție de răspândirea geografică:

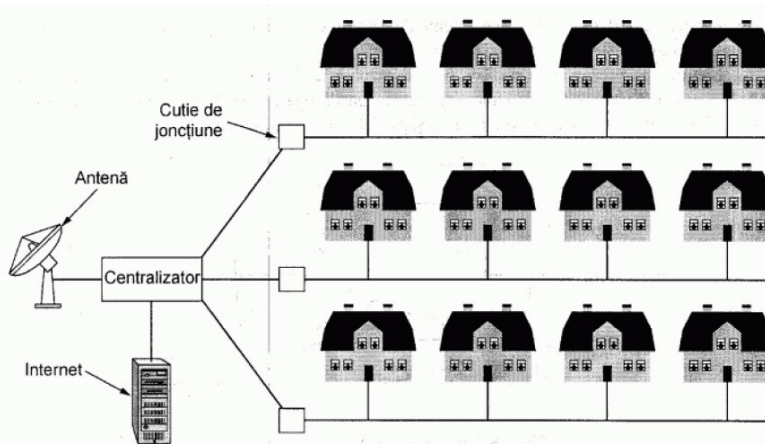
b) Rețele metropolitane (MAN)

MAN = Metropolitan Area Network

E o rețea care deservește un oraș. Exemplu: rețeaua de TV prin cablu.

Oferă servicii de Internet în părțile nefolosite ale spectrului.

Există și rețele fără fir MAN (ex: IEEE 802.16)



17

Hardware-ul rețelei

Clasificarea rețelelor în funcție de răspândirea geografică:

c) Rețele larg răspândite geografic (WAN)

WAN = Wide Area Network

E o rețea care acoperă o arie geografică întinsă.

Rețeaua e o colecție de **gazde** (mașini pe care rulează aplicații).

Gazdele sunt conectate printr-o **subrețea**.

Sarcina subrețelei = să transporte mesajele de la gazda la gazda.

Rețeaua e formată din: linii de transmisie și elemente de comutare.

Linii de transmisie = cabluri, legături radio etc. care transportă biți.

Elemente de comutare = calculatoare specializate care conectează două sau mai multe linii de transmisie. Când sosesc date pe o linie, trebuie să decidă pe ce linie le trimit mai departe spre destinație. Denumire folosită: **router** sau **ruter**.

18

Hardware-ul rețelei

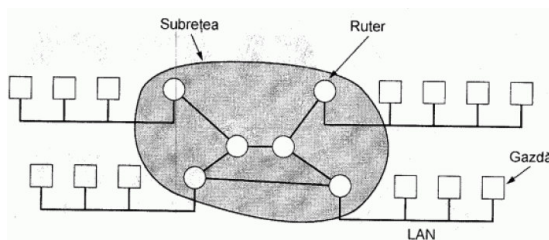
Clasificarea rețelelor în funcție de răspândirea geografică:

c) Rețele larg răspândite geografic (WAN)

Dacă două rutere nu împart același cablu, dar doresc să comunice, trebuie să facă acest lucru indirect, prin intermediul altor rutere.

Când un pachet este transmis de la un ruter la altul, prin rutere intermediare, el așteaptă în fiecare ruter intermediar eliberarea liniei => o rețea de tip **memorează și retransmite**, sau **subrețea cu comutare de pachete**.

Un mesaj e de obicei spart în mai multe pachete ce sunt transportate individual prin rețea, apoi sunt depozitate și reasamblate de către gazda receptoare, și furnizate procesului receptor.

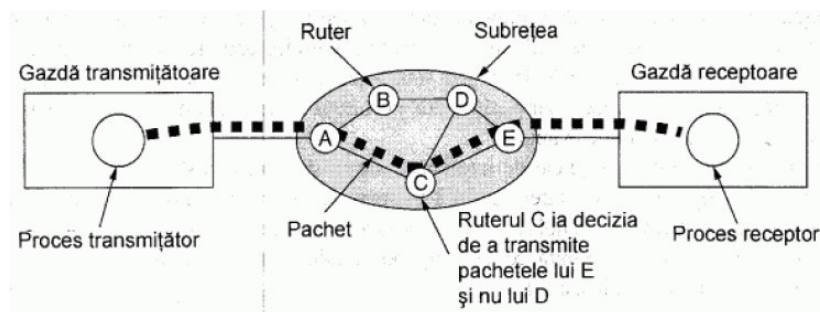


19

Hardware-ul rețelei

Clasificarea rețelelor în funcție de răspândirea geografică:

c) Rețele larg răspândite geografic (WAN)



Deciziile de dirijare a pachetelor se iau la nivelul local al ruterului. Când un pachet ajunge la ruterul A, este de datoria lui să decidă dacă îl trimite către B sau către C. Modul în care ruterul A ia această decizie se numește **algoritm de rutare**.

Nu toate WAN-urile sunt cu comutare de pachete; există și WAN-uri cu difuzare, de exemplu un sistem de sateliți.

20

Hardware-ul rețelei

Rețele fara fir

Exista trei categorii:

- Interconectarea componentelor unui sistem (a)
- LAN-uri fara fir (b)
- WAN-uri fara fir

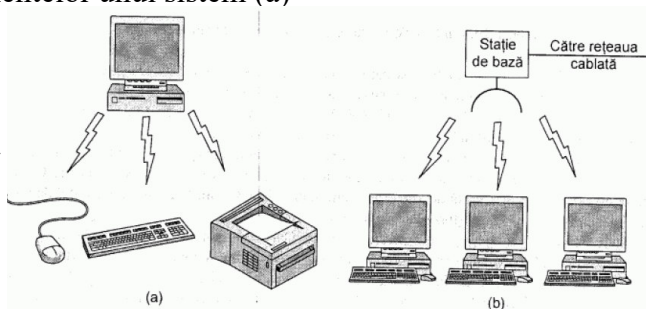
Interconectarea – doar raza mica de acțiune (metri).

LAN-uri fara fir: PC-urile dispun de modemuri radio (ex: 802.11), prin care

comunica cu o stație fixa sau direct intre ele.

WAN-uri fara fir: exemplu: rețeaua radio a telefonie mobile (GPRS/3G/4G), largimea de banda este in general redusa.

Recent au apărut: rețele casnice fara fir (interconectare PC, telefon, TV, DVD, camera video, printer, frigider, contoare si alarme etc.)



21

Internet

- “The Internet is a global system of interconnected computer networks that use the standard Internet protocol suite (TCP/IP) to link several billion devices worldwide.” [<http://en.wikipedia.org/wiki/Internet>]
- “Substantivul propriu „Internet” (scris cu majusculă) desemnează o rețea mondială unitară de calculatoare și alte aparate cu adrese computerizate, interconectate conform protocoalelor (regulilor) de comunicare „Transmission Control Protocol” și „Internet Protocol”, numite împreună „stiva TCP/IP”...
- Substantivul comun „internet” (scris cu minusculă) desemnează rețele speciale ce interconectează 2 sau mai multe rețele autonome aflate la mare depărtare unele față de altele...
- Termenul Internet provine din împreunarea artificială și parțială a două cuvinte englezești: interconnected = interconectat și network = rețea.” [<http://ro.wikipedia.org/wiki/Internet>]

22



Internet

- oferă o capacitate de comunicare globală, un mecanism pentru răspândirea, partajarea informației precum și un mediu de colaborare și comunicare între persoane și calculatoarele lor indiferent de locația lor geografică.

23



Internet - Istoric

- SUA formează în cadrul Departamentului Apărării (DoD - Department of Defense) grupul ARPA (Advanced Research Projects Agency) - a menține SUA în fruntea evoluției tehnologice, în special în domeniul apărării.
- în 1962 prima însemnare oficială despre o rețea globală (J.C. Licklider – coordonator grup DARPA) = rețea globală de calculatoare interconectate în care oricine poate accesa rapid date de oriunde.
- 1966 – conceptul unei rețele de conectare a tuturor calculatoarelor ARPA = >ARPANET (Larry Roberts – coordonator)
- Paul Baran, cercetător în cadrul organizației non-profit RAND:
 - crearea unei rețele de calculatoare distribuite
 - o tehnică de transmitere a datelor, care ulterior a fost denumită comutare de pachete

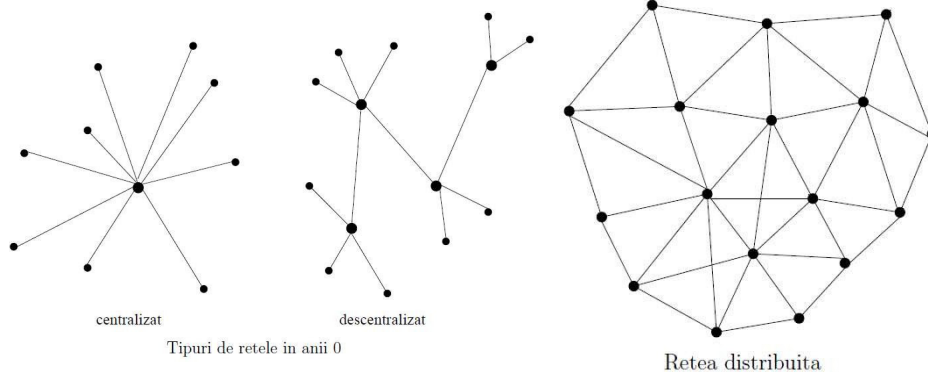
24



Internet - Istoric

□ Topologii existente

□ Solutie dorita



25



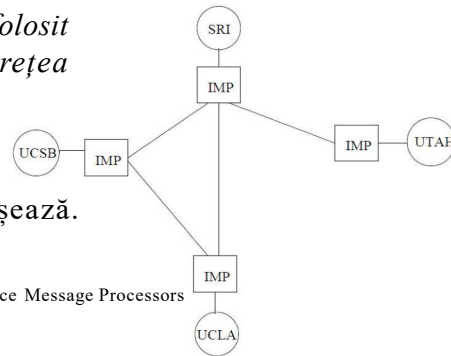
Comutarea de pachete

- Transmiterea datelor
 - impartirea mesajului original in mai multe blocuri de mesaje scurte
- Donald Davies, cercetator britanic, s-a gandit la un sistem foarte similar, in care a numit blocurile pachete, termen care a fost adoptat in final.
- transmitere eficienta a datelor – prin pachete, deoarece transmiterea se face in rafale.
- o retea de noduri, comutatoare, ce transmit (ruteaza) pachetele de la un nod la altul pana la destinatie - utilizeaza metoda de memorare-retransmisie.
- noduri calculatoare digitale => comutare rapida=>transmisie aproape in timp real.
- Pe baza de statistici constant actualizate despre retea si nodurile ei alegere ruta ce mai buna

26

Internet - Istoric

- In 1969 prima rețea UCLA, Stanford Research Institute (SRI), University of Utah și UC Santa Barbara
- 1970 s-a introdus protocolul NCP (Network Control Protocol) pentru comunicarea între noduri
- **Protocol** = *set de reguli și convenții folosit pentru a transmite informația într-o rețea de calculatoare*. Definește modul în care sunt trimise datele în rețea și ce fel de informație de control (adrese, lungime) se mai atașează.



IMP - Interface Message Processors

Arpanet la început în 1969

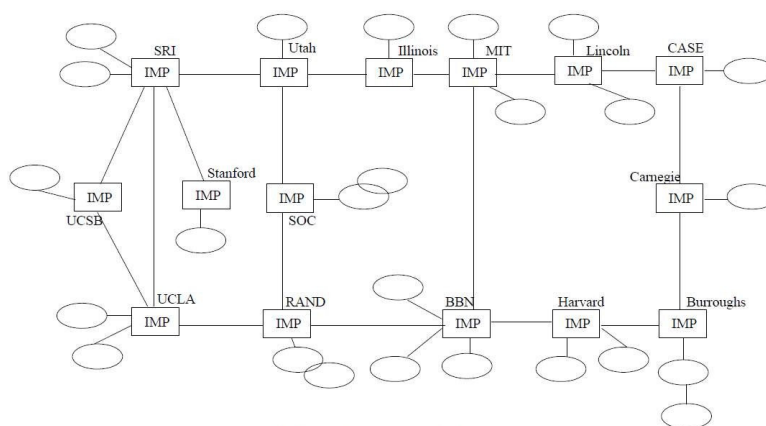
27

Internet - Istoric

- În continuare se adaugă calculatoare la ARPANET
- Apar alte rețele BITNET și CSNET (pentru comunitatea academică și industrială)
- Fiecare calculator conectat în aceste rețele se numește gază (host).
- 1971 în rețea existau 15 noduri și 23 hosturi și a apărut un program de poșta electronică
- 1972 s-a început dezvoltarea unui nou protocol care ulterior s-a denumit Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP) (prima versiune în 1973)
- 1973 au fost conectate la rețea primele noduri internaționale, aflate în Anglia și Norvegia.
- În 1974 numărul hosturilor a crescut la 62

28

Internet - Istoric



Reteaua Arpanet in 1971

29

Internet - Istoric

- 1 ianuarie 1983 rețeaua ARPANET a trecut complet de la NCP la TCP/IP
- Noua rețea s-a numit INTERNET
 - In 1982 rețeaua s-a extins la 235 de hosturi.
- In 1984 este introdus sistemul DNS si in rețea erau aproximativ 1000 de hosturi.
- In 1986 este creata rețeaua NSFNET fondata de NSF (National Science Foundation) cu un backbone (coloana vertebrala) la 56kbps
- Backbone-urile sunt in general trunchiuri de fibra optica, având mai multe linii de fibra optica combinate pentru a crește capacitatea liniei de transmisie.
- Urmează o explozie de conectări de la aproximativ 2000 hosturi in luna februarie la 5000 in luna noiembrie.
- In 1987 se mărește viteza backbone-ului la 1,544Mbps si apoi in 1991 la viteza de 45Mbps

30



Internet - Istoric

- 1990 ARPANET se desființează pe data de 1 iunie
- 1992 apare serviciul World Wide Web. In rețea sunt peste 2 milioane de hosturi, in fiecare 30 de secunde adaugandu-se un nou calculator (host) la Internet
- In 1995 sunt peste 4 milioane de hosturi in retea
- In Romania Internetul si-a făcut apariția timid, abia prin 1993 apărând primul furnizor comercial de servicii Internet.

31



Moduri de conectare la Internet

- Conectare prin LAN
 - Calculatorul face parte dintr-o rețea locala de calculatoare (LAN - Local Area Network), care este deja conectata la Internet, atunci vorbim de o conexiune Internet permanenta.
 - In acest caz se folosesc linii închiriate sau alte modalități de conectare: prin antena radio sau antena satelit pentru conectarea la un **ISP** (Internet Service Provider) pe baza unui abonament.

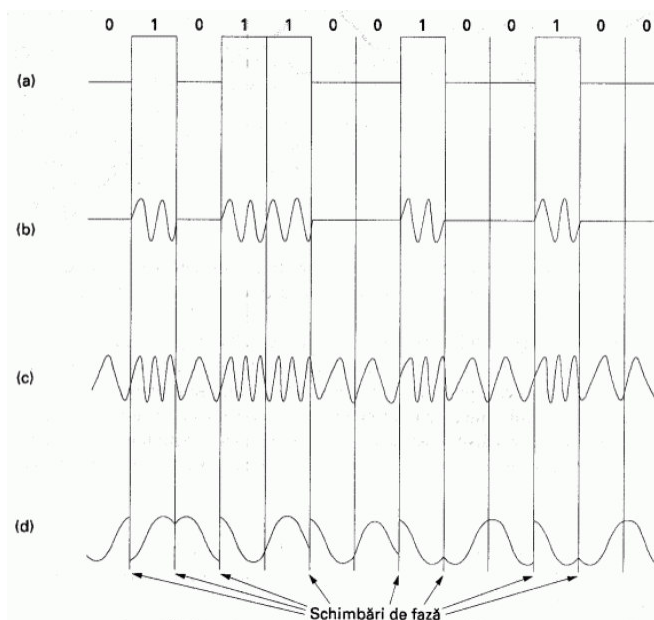
32

Modemurile

Se dorește evitarea unui domeniu larg de frecvențe în semnal (nu putem transmite pe distanțe lungi un semnal dreptunghiular sau în banda de bază).

Se folosește o undă purtătoare sinusoidală (ex: 1000 – 2000 Hz) a cărei amplitudine (b), frecvența (c) sau faza (d) poate fi modulată.

Modem = modulator / demodulator: convertește semnalul binar în semnal analogic modulat și invers.



33

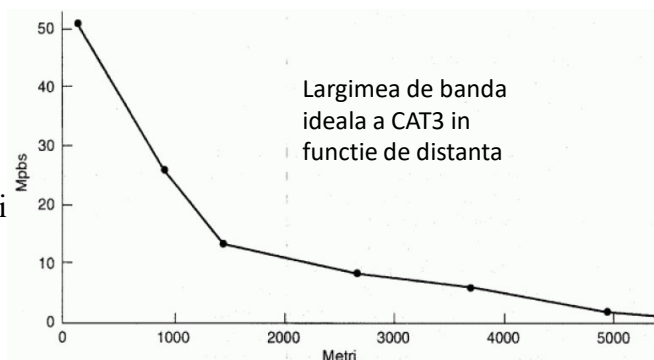
Linii digitale pentru abonat (xDSL)

xDSL = Digital Subscriber Line.

Exemplu: ADSL, VDSL

ADSL = Asymmetric DSL

Ideea: linia clientului nu mai are în centrul filtrul (300-3400 Hz) și putem folosi întreaga bandă de aprox. 1.1 MHz a CAT3.



Serviciile xDSL trebuie să funcționeze prin buclele locale de cabluri torsadate CAT3 existente.

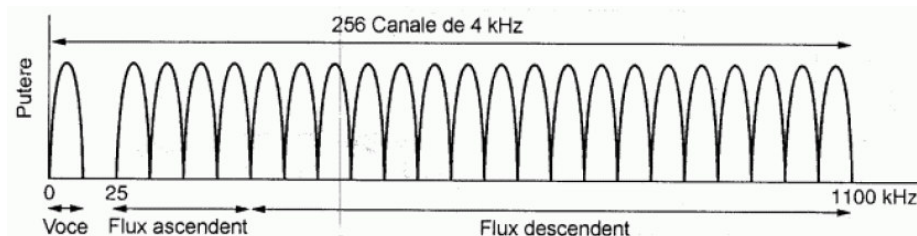
Nu trebuie să afecteze telefoanele și faxurile clienților.

Trebuie să fie mai rapide decât modemurile de 56 kbps.

Trebuie să funcționeze tot timpul, contra unei taxe lunare și nu a unei taxe pe minut.

34

Linii digitale pentru abonat (xDSL)



Soluția (idee AT&T): divizarea spectrului în 3 benzi de frecvență: 0-4kHz canalul de voce standard, canalul ascendent (de la utilizator la centrală) și canalul descendent (de la centrală la utilizator).

DMT = Discrete MultiTone

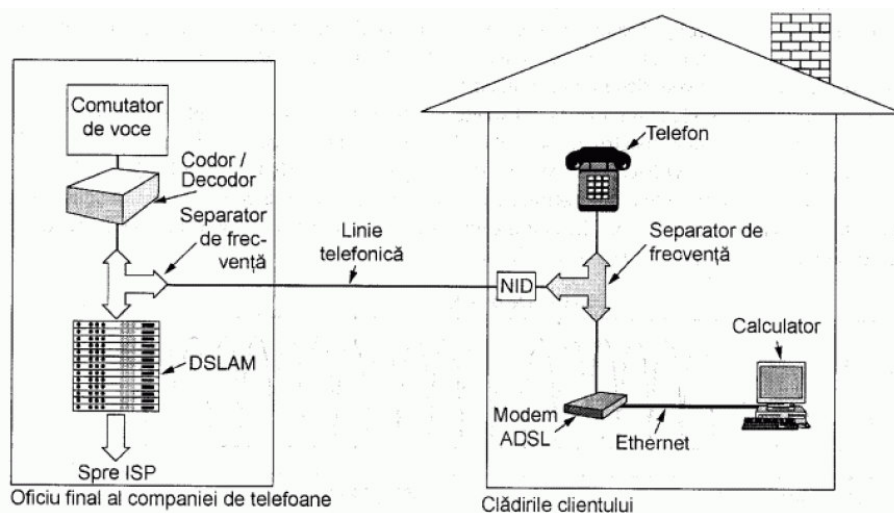
Spectrul disponibil (1.1MHz) este divizat în 256 canale independente de 4312.5 Hz fiecare.

Canalul 0 = voce, canalele 1-5 nefolosite, canalele 6-255 pentru date.

Alocarea flux ascendent / flux descendent este asimetrică (ADSL).

Pentru fiecare canal se folosesc diverse modulații, de exemplu V.34 (QAM)

35



NID (Network Interface Device) sau splitter este un filtru (FTJ) 4000Hz care nu lasă ca semnalul de înaltă frecvență să afecteze telefoanele / faxurile. Modemul ADSL (extern) este un procesor de semnal digital configurat să funcționeze ca ~250 modemi QAM ce operează în paralel pe frecvențe diferite. PC-ul este conectat prin interfața Ethernet sau USB. DSLAM = Digital Subscriber Line Access Multiplexer (în centrală).

36



Conexiuni radio - fara fir

Modem radio

- ușor de a instala si întreține o conexiune Internet
- nu sunt disponibile legături terestre
- este de tipul punct-la-punct
- funcționează în doua benzi libere de frecvente, 2.4 si 5 GHz
- distanța maxima a legăturii este de aproximativ 4km.

Frequency	Theoretical Speed	Real-World Speed
2.4 GHz (802.11b)	11 Mbps	2-3 Mbps
2.4 GHz (802.11g)	54 Mbps	10 -29 Mbps
2.4 GHz (802.11n)	300 Mbps	150 Mbps
5 GHz (802.11a)	6-54 Mbps	3 - 32 Mbps
5 GHz (802.11ac)	433 Mbps - 1.7 Gbps	210 Mbps - 1 G
5 GHz (802.11n)	900 Mbps	450Mbps

37



Conexiuni radio - fara fir

□ Legatura satelit

- utilizata unde legăturile terestre nu sunt disponibile
este necesara o antena cu un receptor si un transmițător si un IDU (InDoor Unit) ce permite comunicarea cu echipamentul existent (PC)
- Echipamentul este numit VSAT (Very Small Aperture Terminal) datorita dimensiunii reduse a antenei (intre 0.55 si 1.2 m)
- Echipamentul VSAT folosește 2 benzi de frecventa:
 - banda C ce operează în frecvențele 4 si 6 GHz (necesita antene mai mari, dar este mai puțin influențat de ploii torențiale - ecranare).
 - banda Ku se refera la funcționarea în frecvențele 11-12 si 14 GHz.
- VSAT oferă rate de transmisie de pana la 52.5 Mbps la legătura de ieșire (de la hub la VSAT) si 307.2 Kbps la legătura de intrare (de la VSAT la hub).

38

VSAT (Very Small Aperture Terminals, terminale cu deschidere f. mica)

Sunt micro-statii de cost redus pentru comunicatii cu sateliti GEO.

Antene cu diametru de 1m sau mai mici, si putere de aprox. 3W.

Legatura ascendenta, de ex: 33kbps – 6Mbps; descendenta: 512kbps – 18Mbps.

Utilitate: zone rurale izolate, vapoare, masini de reportaj TV etc.

Timpul de propagare: tipic pentru sateliti GEO (250 – 300ms).

Satelitii fiind sisteme cu difuzare, criptarea informatiei este esentiala.



39

Conexiuni prin telefonie mobilă

- De tip wireless
- Viteza depinde de provider:
 - 3G, 4G, 5G
 - 3G- generația a treia a rețelei celulare
 - 4G generația a patra etc.

Second generation (2G) from 1991:

Speeds in kbit/s	down	up
• GSM CSD	9.6 kbit/s	
• CDPD	up to 19.2 kbit/s	
• GSM GPRS (2.5G)	56 to 115 kbit/s	
• GSM EDGE (2.75G)	up to 237 kbit/s	

Third generation (3G) from 2001:

Speeds in Mbit/s	down	up
• UMTS W-CDMA	0.4 Mbit/s	
• UMTS HSPA	14.4	5.8
• UMTS TDD	16 Mbit/s	
• CDMA2000 1xRTT	0.3	0.15
• CDMA2000 EV-DO	2.5–4.9	0.15–1.8
• GSM EDGE-Evolution	1.6	0.5

Fourth generation (4G) from 2006:

Speeds in Mbit/s	down	up
• HSPA+	21–672	5.8–168
• Mobile WiMAX (802.16)	37–365	17–376
• LTE	100–300	50–75
• LTE-Advanced:		
• moving at higher speeds		100 Mbit/s
• not moving or moving at lower speeds		up to 1000 Mbit/s
• MBWA (802.20)		80 Mbit/s

40



Moduri de conectare la Internet

- Alte tipuri de conexiuni la Internet sunt prin cablu TV, ce necesita un modem special, sau prin telefon.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_access
- http://www.webopedia.com/quick_ref/internet_connection_types.asp
- <http://www.makeuseof.com/tag/types-of-internet-access-technologies-explained-and-what-you-should-expect/>