

Curs 5

Cap 2. Arhitecturi Stratificate ale Rețelelor

2.1. Introducere Nevoia de arhitecturi stratificate

- Exemplu: Transferul de fișiere
 - Sursa activează calea de comunicație sau informează rețeaua asupra destinației
 - Sursa verifică dacă destinația este pregătită de recepție
 - Aplicația pentru transfer de fișiere a sursei verifică dacă aplicația de transfer de fișiere destinație acceptă și stochează fișierul
 - Poate necesita translație de format
- Funcția e spartă în subfuncții
- Implementate separat în nivelele din stivă
- Există funcții necesare în ambele sisteme
- Nivelele pereche comunică între ele

2

5

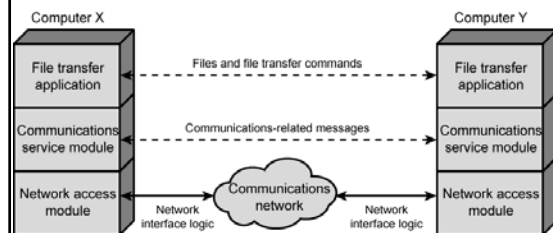
Arhitectura stratificată

- Fiecare element de rețea – colecție de nivele ierarhizate
- Funcțiile de comunicație se sparg în module
- Pentru transferul de fișiere se pot utiliza trei module:
 - Aplicația de transfer de fișiere
 - Modulul de servirea a sistemului de comunicație
 - Modulul de acces al rețelei

3

5

Arhitectura simplificată a transferului de fișiere



4

5

Elementele cheie ale unui protocol

- Sintaxă
 - Formatul datelor
 - Nivele de semnal
- Semantică
 - Informația de control
 - Manipularea erorilor
- Timing
 - Sincronizarea vitezei
 - Secvențierea

5

5

2.1.1. Model de comunicație pe trei nivele

- Nivel de acces la rețea
- Nivel de transport
- Nivel de aplicație

6

5

Nivelul de acces la rețea

- Network Access Layer
- Schimbul de date între calculator și rețea
- Calculatorul sursă asigură adresa destinație
- Poate fi suficient de complex pentru a presupune mai multe nivele de serviciu
- Depinde de tipul de rețea folosită (LAN, comutație de pachete)

7

5

Nivelul de transport

- Transport Layer
- Transfer sigur a datelor
- Independent de rețeaua folosită
- Independent de aplicație

8

5

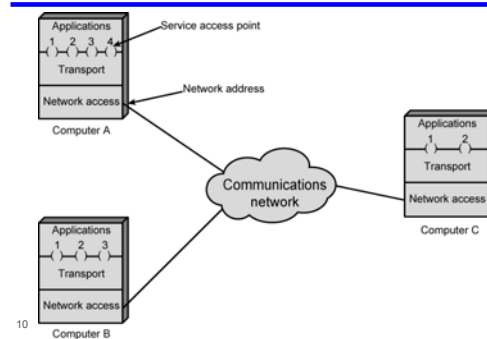
Nivelul de aplicație

- Application Layer
- Asigură suport pentru diferite aplicații utilizator
- Ex: e-mail, transfer de fișiere

9

5

Modelul de comunicație în rețea



10

7

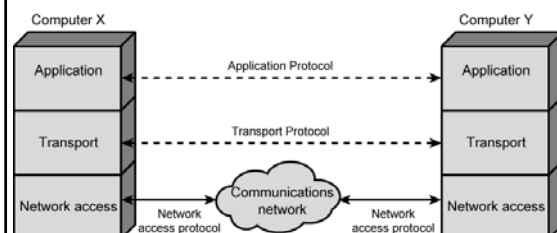
Cerințe pentru adresare

- Două nivele de adresare
- Fiecare calculator are nevoie de o adresă de rețea unică de rețea
- Fiecare aplicație dintr-un calculator (multi-tasking) are nevoie de o adresă unică în cadrul calculatorului
 - "service access point" sau SAP
 - Porturile pentru stiva TCP/IP

11

5

Protocoloale în arhitectura stratificată



12

5

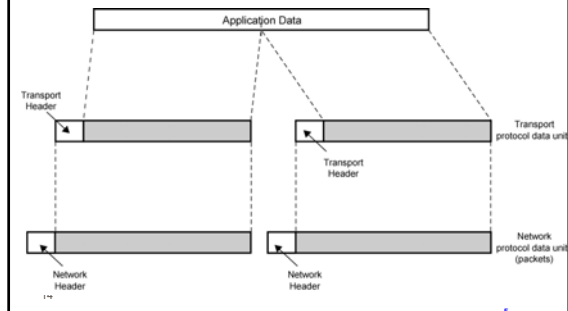
2.1.2. Protocol Data Unit (PDU)

- Protocoalele sunt folosite pentru comunicație pe fiecare nivel
- Informație de control e adăugată la fiecare nivel
- Nivelul de transport poate fragmenta datele utilizator
- La fiecare fragment se adaugă un header de transport care conține:
 - SAP destinație
 - Numărul secvenței
 - Codul de detecție al erorilor
- Astfel se generează "transport protocol data unit"

13

5

Protocol Data Units



5

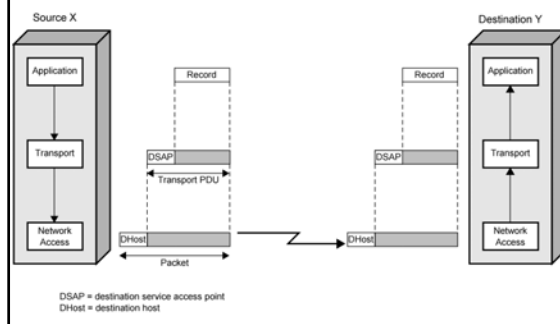
PDU rețea

- Se adaugă header de rețea
 - Adresa de rețea pentru calculatorul destinație

15

5

Modul de operare a arhitecturii stratificate



2.2. Modelul stratificat de referință OSI-RM

Proceduri stratificate standardizate

- Cerute de terminale pentru comunicație
- Producătorii au produse care se vând
- Clienții vor echipament standardizat
- 2 standarde:
 - OSI Reference model
 - Model teoretic
 - TCP/IP protocol
 - Cel mai utilizat
- Alte tipuri: IBM Systems Network Architecture (SNA)
- Sisteme deschise

17

05

2.2.1. Modelul de referință OSI

- Open Systems Interconnection
- Dezvoltat de International Organization for Standardization (ISO)
- 7 nivele
- Sistem teoretic, apărut prea târziu!
- TCP/IP este standard de facto

18

05

Modelul OSI

- Model pe nivele
- Fiecare nivel realizează un subset cerut de funcții de comunicație
- Fiecare nivel se bazează pe nivelul inferior pentru a realiza funcțiile primitive
- Fiecare nivel asigură servicii pentru nivelul superior
- Schimbările din cadrul unui nivel nu necesită schimbări la alte nivele

19

5

Nivelele OSI

Application Provides access to the OSI environment for users and applications; provides distributed information services.
Presentation Provides independence to the application processes from differences in data representation (syntax).
Session Provides the control structure for communication between applications; establishes, manages, and terminates connections (sessions) between cooperating applications.
Transport Provides reliable, transparent transfer of data between end points; provides end-to-end error recovery and flow control.
Network Provides upper layers with independence from the data transmission and switching technologies used to connect systems; responsible for establishing, maintaining, and terminating connections.
Data Link Provides for the reliable transfer of information across the physical link; sends blocks (frames) with the necessary synchronization, error control, and flow control.
Physical Concerned with transmission of unstructured bit stream over physical medium; deals with the mechanical, electrical, functional, and procedural characteristics to access the physical medium.

20

1

Sisteme reale

- Diferă de nivelele OSI
- Există rețele reale care respectă cele 7 nivele OSI
- Pot lipsi straturi sau pot fi compactate
- Ex. Stiva internet (TCP/IP):
 - Aplicație
 - Transport
 - Internet
 - Rețea
 - Fizic

21

5

Nivele OSI (1)

1. Fizic (Physical)

- Interfețe fizice între dispozitive
 - Mecanice
 - Electrice
 - Funcționale
 - Procedurale
- Depinde esențial de mediul de transmisie folosit

22

5

Nivele OSI (2)

2. Legătura de date (Data Link)

- Se ocupă de transferul de informație pe legătura de date
- Nivel logic
- Organizarea datelor în cadre
- Transport al datelor garantat/negarantat
- Control de erori
- Model de comunicație cu orientare pe conexiune/ fără conexiune
- Alte funcții (control de flux)
- Nivelele superioare pot presupune că comunicația este fără erori

23

5

Nivele OSI (3)

3. Rețea (Network)

- Alegerea rutelor prin rețea
- Adresarea entităților din rețea
- Nu necesită legături directe
- Nivelele superioare nu trebuie să cunoască tehnologia folosită la nivel inferior

24

5

Nivele OSI (4)

4. Transport (Transport)

- Ascunde caracteristicile rețelelor folosite
- Este un nivel capăt la capăt
- Date fără erori
- În secvența corectă
- Fără pierderi
- Fără duplicări
- Quality of service

25

Nivele OSI (5)

5. Sesiune (Session)

- Organizarea și sincronizarea dialogului între entități (aplicații)

6. Prezentare (Presentation)

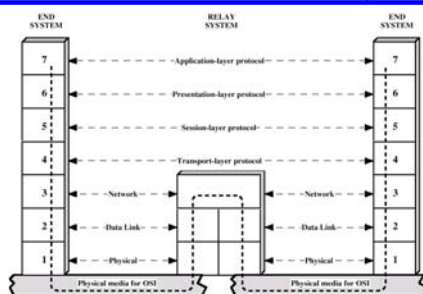
- Sintaxa informației
- Probleme de securitate
- Compresie

7. Aplicație (Application)

- Proceduri comune pentru anumite aplicații

26

Folosirea unui releu de rețea



27

2.2.2. Arhitecturi reale. Exemple

- Asemănătoare OSI
- Nu conțin mereu 7 nivele
- Anumite funcții lipsesc sau sunt comprimate

28

Internet – TCP/IP

- Nu este un model oficial, dar este funcțional
- Dezvoltat de US Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) rețeaua cu comutare de pachete (ARPANET)
- Utilizat în Internet
- 5 nivele (straturi):
 - Aplicație
 - Transport
 - Internet
 - Rețea
 - Fizic

29

Physical Layer – Nivelul fizic

- Asemănător cu OSI
- Definește interfețele fizice
- Caracteristicile mediului de transmisie
- Nivele de semnal, rate de transfer, etc.

30

Network Access Layer – Nivel de acces la rețea

- Schimb de date între terminal și rețea
- Controlează accesul multiplu la un mediu fizic
- Depinde parțial de mediul fizic
- LLC
- MAC

31

5

Internet Layer (IP) – Nivelul Internet

- Alegerea rutelor
- Dirijarea unităților de date în rețea
- Nivel fără coexistență (CL)
- Implementat în terminale și rutere
- Există și protocoale auxiliare care ajută IP

32

55

Transport Layer – Nivelul transport

- Asigură livrarea datelor
- Ordonează livrarea datelor
- TCP (Transmission Control Protocol)
 - Transport mai fiabil
 - Connection oriented
 - PDU numit segment
- UDP (User Datagram Protocol)
 - Mai simplu și mai rapid
 - Nu oferă garanții

33

5

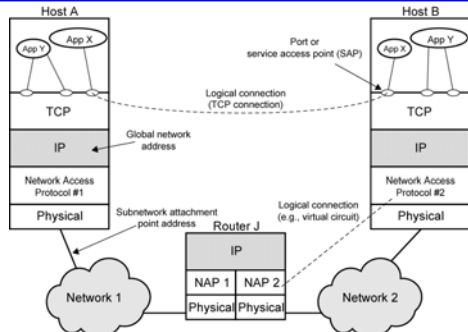
OSI v TCP/IP

OSI	TCP/IP
Application	Application
Presentation	
Session	
Transport	Transport (host-to-host)
Network	Internet
Data Link	Network Access
Physical	Physical

3

5

Concepte TCP/IP



35

5

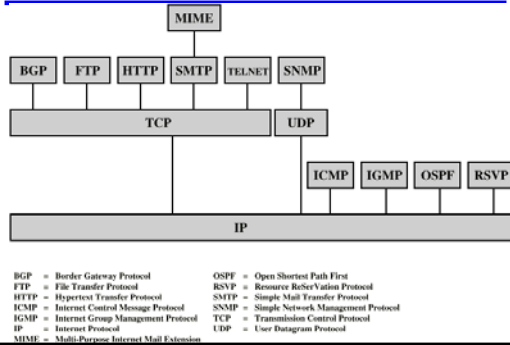
PDU în TCP/IP



36

5

Protocoloale auxiliare TCP/IP



2.3. Modelul general al arhitecturilor stratificate

- Sisteme reale
- Sisteme deschise

2.3.1. Principii de structurare pe nivele

- Nivel – conține subsisteme de rang N
- Entitatea de nivel N oferă servicii nivelului (N+1)
- SAP
- Protocol N
- Conexiune N

2.3.2. Comunicația între entități omoloage

- Cu conexiune
 - Simplex
 - Semiduplex
 - Duplex
- Fără conexiune

2.3.3. Identificarea elementelor și adresarea

- Entitate – nume
 - Local
 - Global
- OSI nume global = identif_local.nume_domeniu
- Identificatori
 - Puncte de serviciu
 - Conexiune
 - Capete de conexiune într-un SAP

Rutare

- Nume-entitate → itinerar (rută)
- Corespondența unei adrese de nivel N al unui SAP cu elementele situate sub el:
 - Ierarhică
 - Oarecare

Principii de construcție a adreselor

- Numere cu organizare particulară
- Server de nume
- Probleme de identificare

43

5

Concatenarea adreselor

- $(N+1)_{SAPa} = (N+1)_{SAP}.NSAPa$
- Rețele interconectate:
 - $NSAPa = \text{selector_local}.NSAPag$
 - $NSAPag = A_statie.A_retea.A_domeniu$
- TCP/IP

44

65

Clase de adrese IP

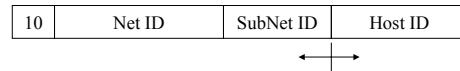
A	0	Net ID (7)	Host ID (24 bit)
B	10	Net ID (14 bit)	Host ID (16 bit)
C	110	Net ID (21 bit)	Host ID (8)
D	1110	Adresă multicast	
E	1111	Rezervat	

45

5

Mascarea adreselor

- Masca binară



46

5

Arhitecturi Stratificate ale Rețelelor

2.3.4. Unități de date

- PDU(N) – protocol data unit – pentru nivelul N
 - Contin informație propriu-zisă și de control
 - Transferate între 2 unități de protocol
- SDU(N) – service data unit – pentru nivelul N
 - Identitatea se pastrează la extremitățile unei conexiuni sau la interfețele de serviciu

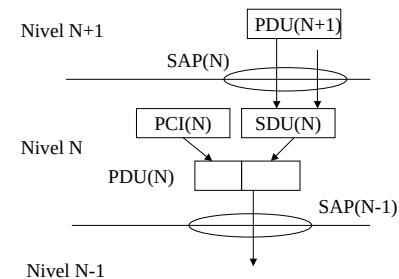
2

Relația între PDU(N) și SDU(N)

- În sens descendent
 - Se adaugă informații de control
- În sens ascendent
 - Se elimină informațiile de control

3

Relația între PDU(N) și SDU(N)



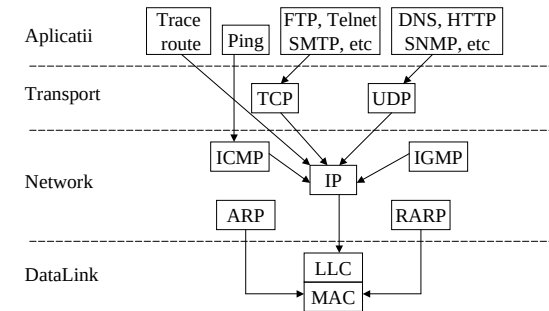
4

2.3.5. Elemente de funcționare ale unui nivel

- Operații:
- multiplexare – demultiplexare
 - CO – connexion oriented
 - CL – connection less
 - Elemente de identificare
 - Control de flux
- Distribuie – recombinaie

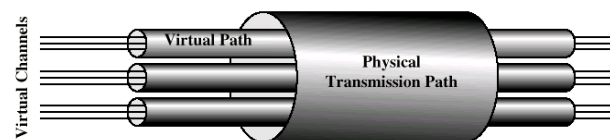
5

Exemplu multiplexare – TCP/IP



6

Exemplu multiplexare – ATM



7

Distribuie – recombinaie

- Operație duală multiplexării
- De obicei pentru CO
- Conexiunile se stabilesc la inițiativa nivelului superior
- Conexiunile se eliberează la inițiativa nivelului superior sau inferior

8

2.3.6. Primitive de serviciu

- Se folosesc pentru specificarea formală a unui serviciu, alături de parametri
- Primitiva specifică funcțiile de executat
- Parametrii transmit datele și informațiile de control

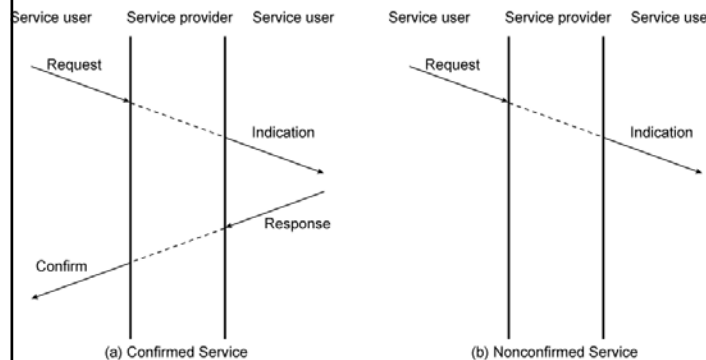
9

Tipuri de primitive

REQUEST (CERERE)	Activată de un utilizator de serviciu pentru a invoca un serviciu (acțiune) Însoțită de parametri care specifică complet serviciul cerut
INDICATION (INDICAȚIE)	Activată de un producător de serviciu. Indică apariția unui eveniment (o procedură a fost invocată de un utilizator)
RESPONSE (RĂSPUNS)	Activată de un utilizator de serviciu privind recunoașterea sau terminarea unei proceduri invocate anterior
CONFIRM (CONFIRMARE)	Activată de un producător de serviciu privind recunoașterea sau terminarea unei proceduri invocate anterior

10

Reprezentare temporară a primitivelor de serviciu



11

Tipuri de comunicație

- Unul sau mai multe servicii
- CO – connexion oriented
 - Conectare
 - Transfer de date
 - Eliberare
- CL – connection less
 - Transfer de date

12

Tipuri de servicii

- Cu 4 primitive
- Cu 3 primitive
- Cu 2 primitive
- Cu 1 primitiva ???

13

Tipuri de servicii - exemple

- Connexion oriented
 - Stabilirea conexiunii
 - Transfer de date
 - Eliberarea conexiunii
 - Negociere QoS
 - Transfer date urgente
 - Serviciu de resincronizare
 - Set minimal de servicii
- Connexion less
 - Servicii tranzacționale
 - Servicii datagrame
 - Cu confirmare
 - Fără confirmare

14

Problemă

Fie un sistem care colectează date de măsură privind deplasările unui teren și le transmite unui procesor de prelucrare.

Datele se transmit periodic cu o perioadă mult mai mică decât valoarea medie a unui interval de timp în care terenul suferă deplasări

Este strict necesar:

- a) Un serviciu cu 4 primitive
- b) Un serviciu cu 3 primitive
- c) Un serviciu cu 2 primitive
- d) Un protocol cu conexiune pentru garantarea fiabilității

15

Problema 2

Dar pentru un bancomat?

16

Notăția primitivelor

- X_TipPrimitivă.req[(parametri)]
- X_TipPrimitivă.ind[(parametri)]
- X – nivelul în stiva OSI
- TipPrimitivă – nume sugestiv care arată ce face primitiva
- Req, ind, resp, conf
- Parametrii – specifică detalii ale primitivei
 - pot exista sau nu

17

Independența relativă serviciu-protocol

- Flexibilitate
- Libertatea de a implementa protocoale diferite pentru același serviciu
- Funcționalitatea rămâne aceeași dacă se fac modificări în stiva de protocol
- Exemplu: serviciu fiabil, dar fără confirmare

18

Capitolul 2 - sumar

Modele simplificate de comunicație
Modelul OSI-RM
Modelul TCP/IP
Modelul general al arhitecturilor stratificate

- Principii de structurare
- Comunicația între entități analoage
- Adresarea, construcția adreselor
- Unități de date
- Elemente de funcționare ale unui nivel
- Primitive de serviciu

19

CAPITOLUL 3

NIVELUL FIZIC

3.1. Caracteristicile nivelului fizic

3.1.1. Terminologie

- Transmițător
- Receptor
- Mediul
 - Medii directive (guided medium)
 - ex: perechi torsadate, fibră optică
 - Medii nedirective (unguided medium)
 - ex: apă, aer, vid

21

Terminologie

- Legătură directă
 - Nu există puncte intermediare
- Punct la punct
 - Legătură directă
 - Doar 2 dispozitive (terminale) utilizează legătura
- Multipunct
 - Mai mult de 2 dispozitive (terminale) utilizează legătura

22

Terminologie

- Simplex
 - O singură direcție
 - ex. Televiziunea
- Half duplex
 - Orice direcție, dar numai una la un moment dat
 - ex. Stații radio poliție
- Full duplex
 - Ambele direcții în același timp
 - ex. Telefonul

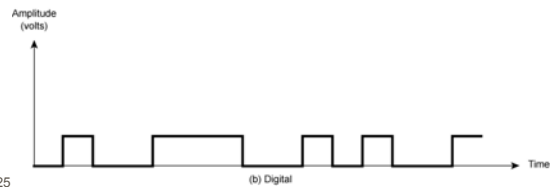
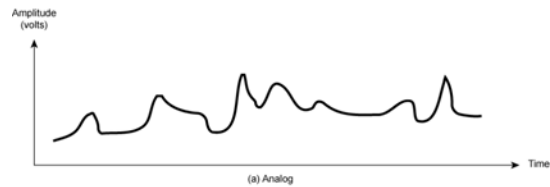
23

3.1.2 Frecvență, spectru, bandă

- Domeniul timp
 - Semnale analogice
 - Variaza continuu în timp
 - Semnale digitale
 - Mențin un nivel constant apoi se schimbă la alt nivel constant
 - Semnale periodice
 - Model repetitiv în timp
 - Semnale neperiodice
 - Model nerepetitiv în timp

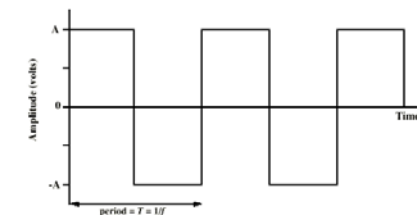
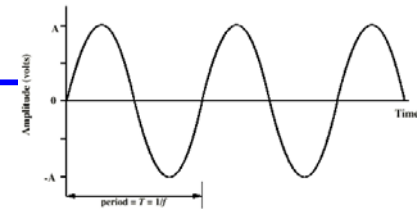
24

Semnale analogice și digitale



25

Semnale periodice



26

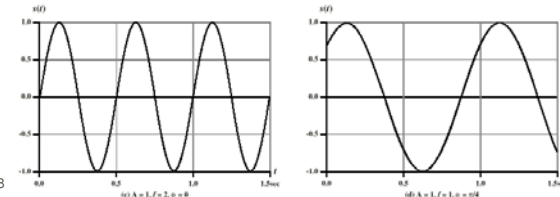
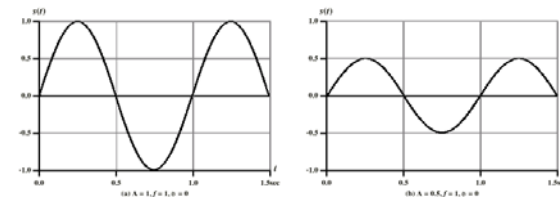
Caracteristicile semnalelor sinusoidale

- Amplitudinea de vârf - Peak Amplitude (A)
 - Amplitudinea maximă a semnalului
 - volți
- Frecvența - Frequency (f)
 - Viteza de repetare a semnalului
 - Herți (Hz) sau cicli pe secundă
 - Perioada = Timpul pentru o repetiție (T)
 - $T = 1/f$
- Faza - Phase (ϕ)
 - Poziția relativă în timp

27

Semnale sinusoidale

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \Phi)$$



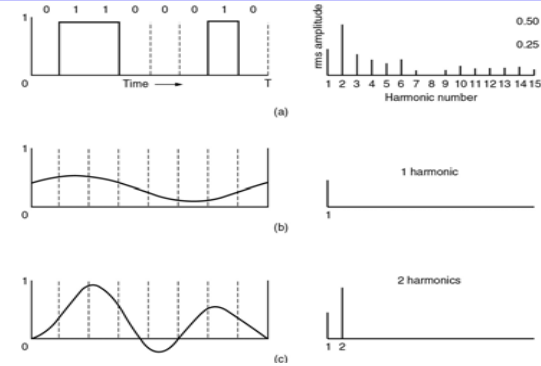
28

Domeniul frecvență

- Un semnal e compus din mai multe componente de frecvență
- Componentele – semnale sinusoidale
- Descompunerea semnalului din domeniul timp în domeniul frecvență – analiză Fourier
- Pot fi trasate funcțiile în domeniul frecvență

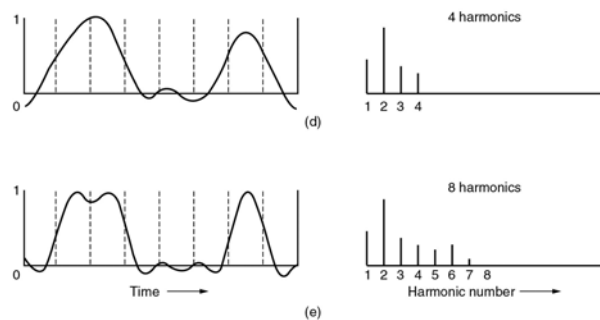
29

Analiza Fourier – exemplu (1)



30

Analiza Fourier – exemplu (2)



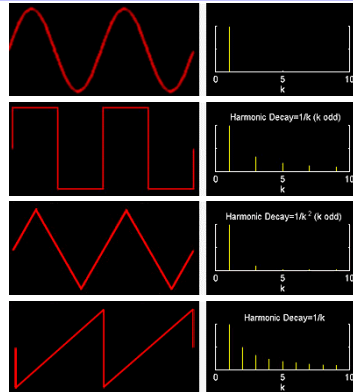
31

Analiza Fourier – exemplu (3)

- <http://www.jhu.edu/~signals/fourier/index.html>

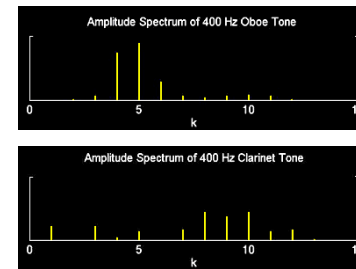
32

Analiza Fourier – exemplu (4)



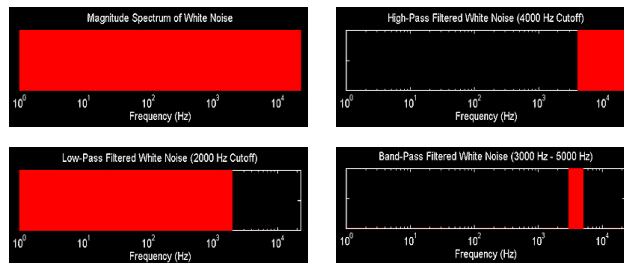
33

Analiza Fourier – exemplu (5)



34

Analiza Fourier – exemplu (6)



35

Spectrul și lățimea de bandă

- Spectrul
 - Frecvențele conținute de semnal
- Banda absolută
 - Lățimea spectrului
- Banda efectivă
 - Numită bandă, lățime
 - Cea mai apropiată bandă de frecvențe care conține majoritatea energiei semnalului
- Componenta de curent continuu (DC)
 - Componenta de frecvență zero

36

Rata de transmisie și lățimea de bandă

- Orice sistem de transmisie are o lățime de bandă limitată
- Aceasta limitează rata de transmisie suportată

37

3.1.3. Transmisiuni de date analogice și digitale

- Date
 - Entități cu sens
- Semnale
 - Reprezentări electrice sau electromagnetice ale datelor
- Transmisiune
 - Comunicație de date prin propagarea și procesarea de semnale

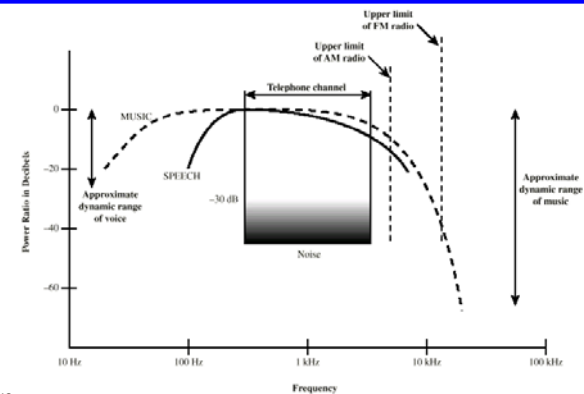
38

Date analogice și digitale

- Analogice
 - Valori continue în cadrul unui interval
 - Ex. Sunet, video
- Digitale
 - Valori discrete
 - Ex. text, numere întregi

39

Spectrul audio - analogic



40

Semnale analogice și digitale

- După datele care se propagă
- Analogice
 - Variație continuă
 - Medii diferite: sârmă, fibră optică, spațiu
 - Banda voci umane: 100Hz la 7kHz
 - Banda telefonică: 300Hz la 3400Hz
 - Banda video: 4MHz
- Digitale
 - Folosesc 2 nivele de curent continuu

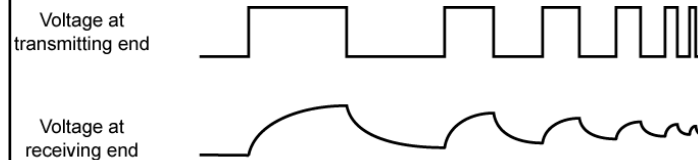
41

Avantaje și dezavantaje ale semnalelor digitale

- Ieftin
- Puțin afectat de zgomot
- Atenuare mare
 - Duce la pierdere de informație

42

Atenuarea semnalelor digitale



43

Ex. Componentele vocii umane

- Banda de frecvențe (ale auzului) 20Hz-20kHz
 - vocea 100Hz-7kHz
- Conversie facilă în semnale electromagnetice de transmis
- Frecvențele sunetului cu variație în volum sunt convertite în frecvențe electromagnetice cu variație în tensiune
- Limita de frecvență pentru canale de voce
 - 300-3400Hz

44

Ex: Componentele video

- NTSC – 483 linii scanate cu 30 cadre/sec.
 - În total sunt 525 linii
- Rezuultă 525 linii x 30 cadre = 15750 linii pe secundă
 - 63.5 μ s pe linie
 - 11 μ s pentru trasa inversă, deci 52.5 μ s pentru linia video
- Frecevența maximă este 4.2MHz

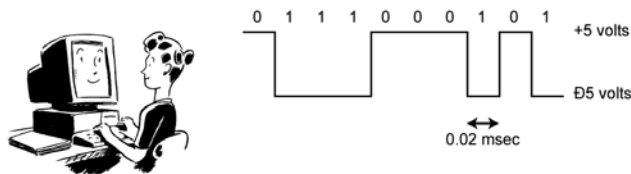
45

Ex. Date digitale binare

- De la calculatoare, etc.
- Au 2 nivele DC
- Rata de transfer depinde de banda de frecvențe

46

Conversia intrării de la PC în semnal digital



User input at a PC is converted into a stream of binary digits (1s and 0s). In this graph of a typical digital signal, binary one is represented by 5 volts and binary zero is represented by 0 volts. The signal for each bit has a duration of 0.02 msec, giving a data rate of 50,000 bits per second (50 kbps).

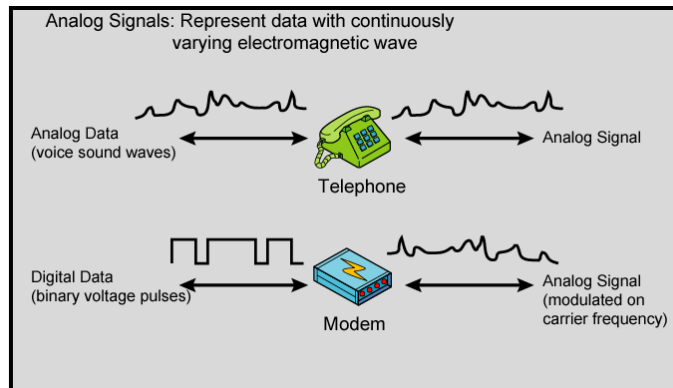
47

Date și semnale

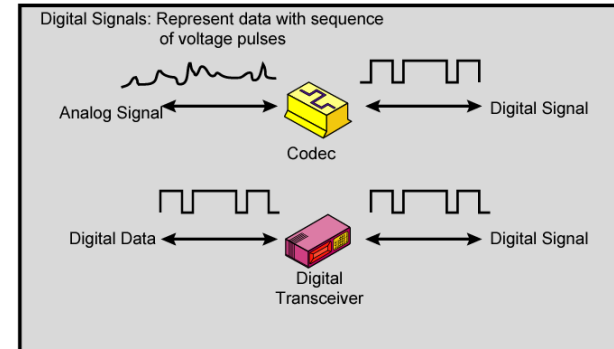
- De obicei semnalele digitale sunt folosite pentru date digitale
- Se pot folosi semnale analogice pentru date digitale
 - Modem
- Se pot folosi semnale digitale pentru date analogice
 - Compact Disc audio

48

Semnale analogice pentru date analogice si digitale



Semnale digitale pentru date analogice si digitale



50

Transmisiuni analogice

- Semnale analogice la care nu contează conținutul
- Pot fi date analogice sau digitale
- Atenuare în funcție de distanță
- Folosire de amplificatoare
- Amplifică și zgomotul

51

Transmisiuni digitale

- Conținutul are semnificație
- Integritatea e afectată de zgomot, atenuări, etc.
- Folosire de repetoare
 - Recepționează semnalul
 - Extrag formatul de bit (bit pattern)
 - Retransmisie
 - Atenuarea e eliminată
 - Zgomotul nu e amplificat

52

Avantajele transmisiunilor digitale

- Cost scăzut al tehnologiei
 - LSI/VLSI
- Integritatea datelor
 - Distanțe mai mare pe linii de calitate scăzută
 - Longer distances over lower quality lines
- Capacitatea
 - Conexiuni economice pentru bandă largă
 - Posibilitatea de multiplexare mai simplă
- Securitate și protecție
 - criptare
- Integrare
 - Pot trata date digitale sau analogice similar

53

Sfârșit curs 5

- Despre ce am discutat:
 - Arhitecturi stratificate
 - Nivelul fizic – Caracteristici ale mediilor de transmisie
 - notiuni de bază

54