Nivelul transport

Servicii ale nivelului Transport

- **Servicii furnizate**
  - transfer de date eficient, sigur si cu raport cost performanta bun
  - interfaţa uniforma cu utilizatorii
- **Caracteristici**
  - servicii capăt la capăt (host to host)
  - doua tipuri de servicii:
    - orientate pe conexiune (connection oriented)
    - fără conexiune (connectionless)

Primitivele serviciului de transport ISO-OSI

Orientate pe conexiune

1. T-CONNECT.request (callee, caller, exp, quality, data)
2. T-CONNECT.indication (callee, caller, exp, quality, data)
3. T-CONNECT.response (quality, respondent, exp, data)
4. T-CONNECT.confirm (quality, respondent, exp, data)
5. T-DISCONNECT.request (data)
6. T-DISCONNECT.indication (reason, data)
7. T-DATA.request (data)
8. T-DATA.indication (data)
9. T-EXPEDITED-DATA.request (data)
10. T-EXPEDITED-DATA.indication (data)

Fara conexiune

11. T-UNITDATA.request (callee, caller, quality, data)
12. T-UNITDATA.indication (callee, caller, quality, data)

Întârzierea la stabilirea conexiunii
Probabilitatea de insucces la stabilirea conexiunii
Productivitatea
Întârzierea la transfer
Rata reziduală a erorilor
Protecția
Prioritatea
Reziliența

Model simplificat Serviciu de Transport

Primitiva	Unitatea de date trimisă	Explicații
LISTEN	(nimic)	Se blochează până când un proces încearcă să se conecteze
CONNECT	CON. REQ.	Încearcă să stabilească conexiunea
SEND	DATA	Transmite informație
RECEIVE	(nimic)	Se blochează până când primește date trimise
DISCONNECT	DISCON. REQ.	Trimisă de partea care vrea să se deconecteze
ACCEPT	CON. ACCEPTED	Trimisă de partea care acceptă să se conecteze

Unități de date de transport - TPDU

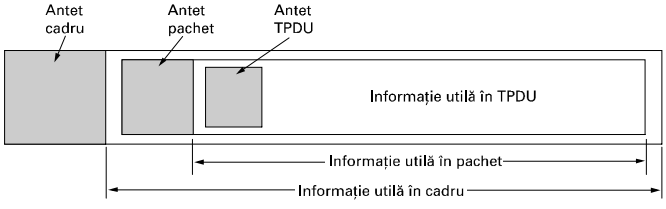
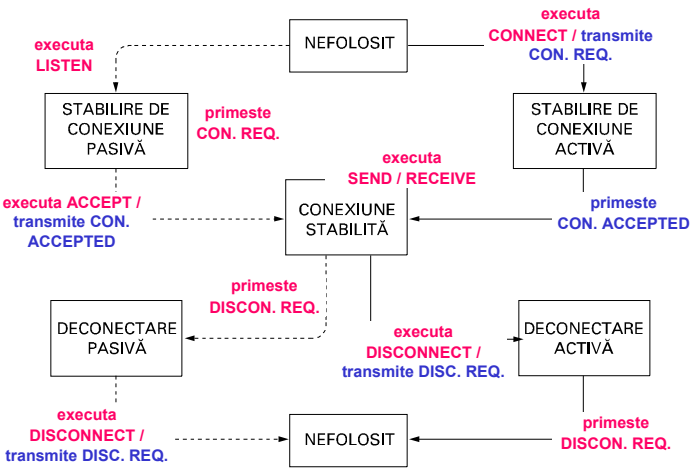


Diagrama de conectare / deconectare



- **Linie continua = secventa de stari client**
- **Linie intrerupta = secventa de stari server.**

Socket API

- Interfata pentru servicii de transport
- Oferit ca biblioteca utilizator sau functii OS
- Foloseste descriptori (ca la fisiere)

- *Socket API* este
  - Originar din Berkeley BSD UNIX
  - Disponibil pe Windows, Solaris, etc.

- Nu e standard de jure ci *standard de facto*

Primitive de serviciu Socket API

- socket_descriptor = socket (protocol_family, communication_type, protocol)
- close (socket_descriptor)
- bind (socket_descriptor, local_address, address_length)
- listen (socket_descriptor, queue_size)
- newsock = accept (original_socket_descriptor, client_socket_address, client_addresslen)
- connect (client_socket_descriptor, server_socket_address, server_sockaddress_length)
- sendto (socket_descriptor, data_address, data_length, flags, dest_address, destaddress_length)
- recvfrom (socket_descriptor, buffer_address, buffer_length, flags, sender_address, sendaddress_length)
- write (socket_descriptor, data_address, data_length)
- read (socket_descriptor, buffer_address, buffer_length)

socket

socket_descriptor = socket (protocol_family, communication_type, protocol)

deschide un socket

intoarce socket_descriptor folosit in apelurile urmatoare

protocol_family selecteaza familia de protocoale:
- PF_INET - protocoale Internet
- PF_APPLETALK - protocoale AppleTalk

communication_type selecteaza tipul de comunicare
- SOCK_DGRAM - fara conexiune
- SOCK_STREAM - orientat pe conexiune

protocol specifica protocolul
- IPPROTO_TCP - TCP
- IPPROTO_UDP - UDP

close

close (socket_descriptor)

Temina utilizarea descriptorului

bind

bind (socket_descriptor, address, address_length)

Leaga soket cu o adresa si un port

Format adresa

Format generic:

```
struct sockaddr { u_char sa_len;        /* total length of address */
    u_char sa_family;                   /* family of the address   */
    char   sa_data[14];                 /* address                 */
}
```

Format TCP/IP:

```
struct sockaddr_in { u_char  sin_len;   /* total length of address */
    u_char  sin_family;                 /* family of the address   */
    u_short sin_port;                   /* protocol port number    */
    struct  in_addr sin_addr;           /* IP address              */
    char    sin_zero[8]                 /* unused                  */
}
```

listen

listen (socket_descriptor, queue_size)

Folosit de server: asteapta cereri de conexiune

queue_size numar maxim cereri in asteptare

accept

newsock = accept (original_socket_descriptor, client_socket_address, client_addresslen)

Folosit de server: accepta urmatoarea cerere de conectare

newsock capatul la server al noii conexiuni

original_socket_descriptor ramane neschimbat si continua sa primeasca noi cereri de conectare

client_socket_address adresa clientului

client_addresslen lungimea adresei

connect

connect (client_socket_descriptor, server_socket_address, server_sockaddress_length)

Folosit de client la conectarea cu serverul

De obicei pe servicii cu conexiune (TCP)

Serverul este implicit la urmatoarele operatii pentru servicii cu conexiune (send, recv)

send, recv

send (socket_descriptor, data_address, data_length, flags)

recv (socket_descriptor, data_address, data_length, flags)

Folosite pentru transmitere/receptie servicii cu conectare

flags indica optiuni speciale

MSG_OOB – trimite/primeste date out-of-band

MSG_PEEK – livreaza date primite, dar trateaza ca necitite

Exemplu client folosind TCP

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int sockfd, portno, n; struct sockaddr_in serv_addr; struct hostent *server; char buffer[256];
// creaza socket client
    portno = atoi(argv[2]);                    // numar de port server dat ca argument
    if( (sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) ) error("ERROR opening socket");
// pregateste adresa IP si port server
    if( (server = gethostbyname(argv[1])) == NULL ) { fprintf(stderr,"ERROR, no such host\n"); exit(0); }
    memset((char *) &serv_addr, 0, sizeof(serv_addr));
    serv_addr.sin_family = AF_INET;
    memcpy((char *)&serv_addr.sin_addr.s_addr, (char *)server->h_addr, server->h_length);
    serv_addr.sin_port = htons(portno);
// conecteaza la server
    if (connect(sockfd,(struct sockaddr*) &serv_addr,sizeof(serv_addr)) < 0) error("ERROR connecting");

//trimit mesajul din buffer
    if( (n = send(sockfd, buffer, strlen(buffer), 0)) < 0) error("ERROR writing to socket");
//astept raspuns
    memset(buffer, 0, 256);
    if( (n = recv(sockfd, buffer, 255, 0)) < 0) error("ERROR reading from socket");
    printf("[SRV]%s\n",buffer);
    close(sockfd);
  return 0;
}
```


Exemplu server folosind TCP

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int sockfd, newsockfd, portno, clilen; char buffer[256]; struct sockaddr_in serv_addr, cli_addr; int n;
    // creaza socket server
    if( (sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) < 0) error("ERROR opening socket");
    portno = atoi(argv[1]);                    // numar de port dat ca argument
  memset((char *) &serv_addr, 0, sizeof(serv_addr));
  serv_addr.sin_family = AF_INET;
  serv_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;   // foloseste adresa IP a masinii
  serv_addr.sin_port = htons(portno);        // converteste de la host la network byte order
  // leaga la adresa server
  if (bind(sockfd, (struct sockaddr *) &serv_addr, sizeof(struct sockaddr)) < 0) error("ERROR on
    binding");
  listen(sockfd, MAX_CLIENTS);               // accepta o conexiune de la un client
  clilen = sizeof(struct sockaddr_in);
  if( (newsockfd = accept(sockfd, (struct sockaddr *) &cli_addr, &clilen)) < 0) error("ERROR on
    accept");
    // astept mesaj pe socket nou
    memset(buffer, 0, 256);
    if( (n = recv(newsockfd, buffer, 255, 0)) < 0) error("ERROR reading from socket");
    printf("Here is the message: %s\n", buffer);
    //... trimit raspunsul din buffer
    n = send(newsockfd, buffer, strlen(buffer), 0);
    close(sockfd); close(newsockfd); return 0;
}
```

Exemplu client folosind UDP

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int sd, rc, i; struct sockaddr_in cliAddr, remoteServAddr; struct hostent *h;
// afla in h adresa server cu nume dat in argument
    if( (h = gethostbyname(argv[1])) == NULL) { printf("%s: unknown host '%s'\n", argv[0], argv[1]); exit(1); }
// creaza adresa server
    remoteServAddr.sin_family = h->h_addrtype;
    memcpy((char *) &remoteServAddr.sin_addr.s_addr, h->h_addr_list[0], h->h_length);
    remoteServAddr.sin_port = htons(12345);
// creaza socket client
    if( (sd = socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0)) <0 ) { printf("%s: cannot open socket \n",argv[0]); exit(1); }
    cliAddr.sin_family = AF_INET;
    cliAddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
    cliAddr.sin_port = htons(0);              // alege automat un port disponibil
// leaga la adresa
    if( (rc = bind(sd, (struct sockaddr *) &cliAddr, sizeof(cliAddr))) <0) {
      printf("%s: cannot bind port\n", argv[0]); exit(1);}
// trimite mesaje date in argument
    for(i=2;i<argc;i++) {
      rc = sendto(sd, argv[i], strlen(argv[i])+1, 0, (struct sockaddr *) &remoteServAddr,
                                                      sizeof(remoteServAddr));
      if(rc<0) { printf("%s: cannot send data %d \n",argv[0],i-1); close(sd); exit(1); }
    }
    return 0;}
```


Exemplu server folosind UDP

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int sd, rc, n, cliLen; struct sockaddr_in cliAddr, servAddr; char msg[MAX_MSG];
// creaza socket
    if( (sd=socket(PF_INET, SOCK_DGRAM, 0)) <0) { printf("%s: cannot open socket \n",argv[0]); exit(1); }
    servAddr.sin_family = AF_INET;
    servAddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);          // orice adresa pt server
    servAddr.sin_port = htons(12345);                      // portul pentru server
// leaga la adresa
    if( (rc = bind (sd, (struct sockaddr *) &servAddr, sizeof(servAddr))) <0) {
      printf("%s: cannot bind port number %d \n", argv[0], LOCAL_SERVER_PORT); exit(1);
    }
    printf("%s: waiting for data on port UDP %u\n", argv[0],LOCAL_SERVER_PORT);
// primeste mesaje de la client
    while(1) {                                  /* server infinite loop */
      memset(msg,0x0,MAX_MSG);                  /* init buffer */
      cliLen = sizeof(cliAddr);
      if( (n = recvfrom(sd, msg, MAX_MSG, 0, (struct sockaddr *) &cliAddr, &cliLen)) < 0) {
                printf("%s: cannot receive data \n",argv[0]); continue;
      }
      printf("%s: from %s:UDP%u : %s \n",argv[0],inet_ntoa(cliAddr.sin_addr),ntohs(cliAddr.sin_port),msg);
    }
    return 0;}
```

Tipuri de servicii oferite de retea – ISO 8073

Tip retea	Descriere
A	Rata acceptabila de erori semnalate (de exemplu, resetari explicite ale conexiunilor de retea) si Rata acceptabila de erori nesemnalate (erori de transmisie nedetectate si necorectate de retea);
B	Rata erori reziduale acceptabila Rata erori semnalate neacceptabila
C	Rata erori reziduale neacceptabila Rata erori semnalate neacceptabila

Clase protocoale de transport

Clasa 0 (cu reţea A): protocol simplu, fara detectie de erori; face stabilirea / desfiintarea conexiunilor, transferul datelor, fragmentarea mesajelor

Clasa 1 (cu reţea B): recuperare erori semnalate si tratare resetari de la retea (N-resets)

Clasa 2 (cu reţea A): fara detectie de erori dar cu multiplexare

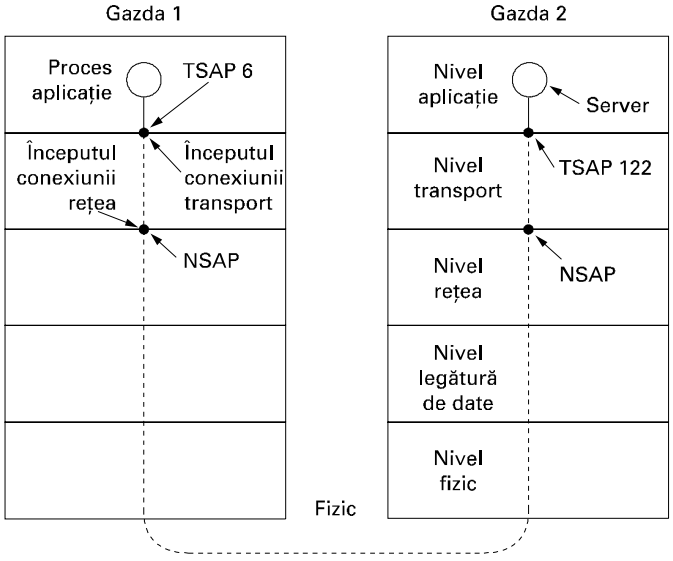
Clasa 3 (cu reţea B): recuperare erori, multiplexare, control flux

Clasa 4 (cu reţea C): detectie si recuperare erori

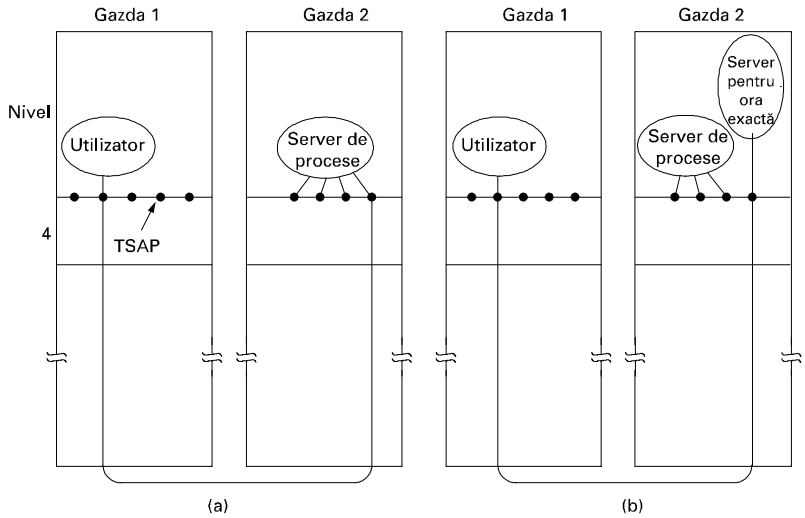
Elementele Protocoalelor de Transport

- Adresare
- Stabilire Conexiune
- Eliberare Conexiune
- Control flux si memorare temporara
- Multiplexare
- Recuperare avarii

Addresare

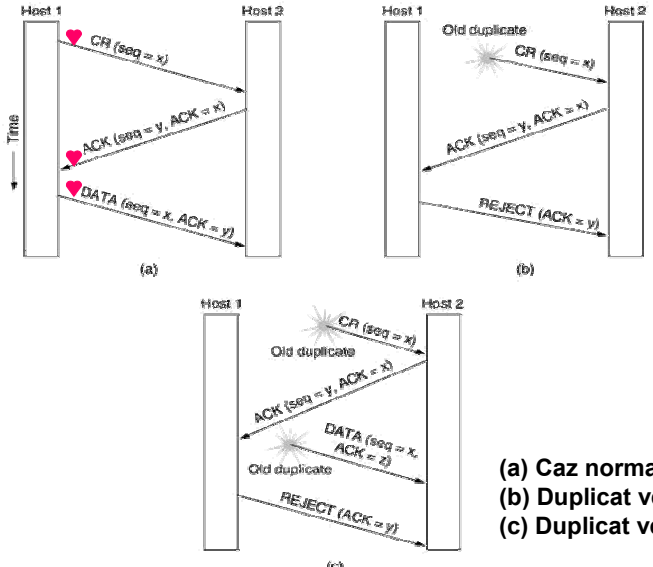


Conectare initiala



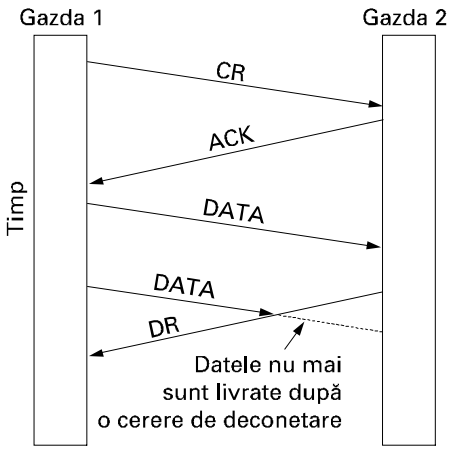
Un proces Utilizator in Gazda 1 stabileste o conexiune cu un Server pentru ora exacta in Gazda 2, cu ajutorul unui Server de procese.

Stabilirea conexiunii - Three way handshaking

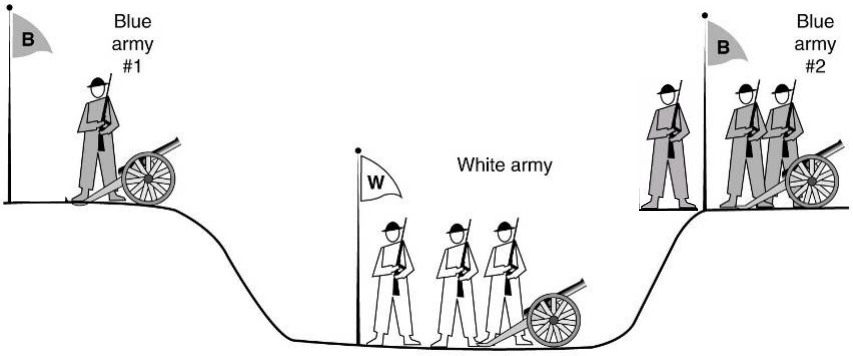


(a) Caz normal
(b) Duplicat vechi CR
(c) Duplicat vechi CR si Duplicat ACK

Deconectare abrupta cu pierdere de date

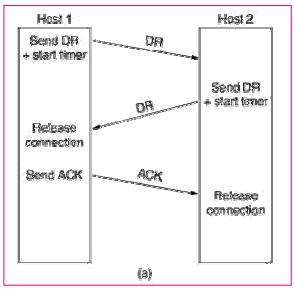


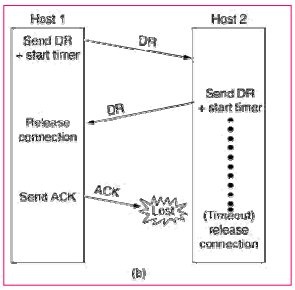
Problema celor doua armate



Patru scenarii de eliberarea conexiunii

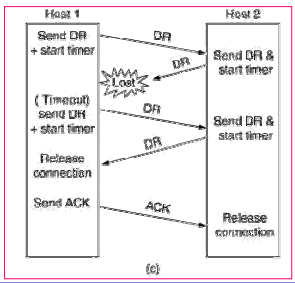
normal

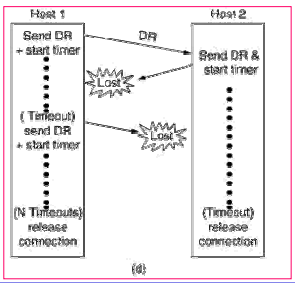




ACK final pierdut

raspuns pierdut





Raspuns si DR pierdute

Control flux si memorare tampon

	A	Mesajul	B	Comentarii
1	→	< cere 8 tampoane>	→	A cere 8 tampoane
2	←	<ack=15, buf=4>	←	B îi acordă tampoane numai de la 0 la 3
3	→	<seq = 0, data = m0>	→	A mai are 3 tampoane libere
4	→	<seq = 1, data = m1>	→	A mai are 2 tampoane libere
5	→	<seq = 2, data = m2>	• • •	Mesaj pierdut, dar A crede că mai are un singur tampon liber
6	←	<ack = 1, buf = 3>	←	B confirmă 0 și 1 și permite 2-4
7	→	<seq = 3, data = m3>	→	A mai are tampoane
8	→	<seq = 4, data = m4>	→	A nu mai are tampoane libere și trebuie să se oprească
9	→	<seq = 2, data = m2>	→	A retransmite la expirarea intervalului de timp
10	←	<ack = 4, buf = 0>	←	Toate mesajele sunt confirmate, dar A este în continuare blocat
11	←	<ack = 4, buf = 1>	←	A poate să îl trimită acum pe 5
12	←	<ack = 4, buf = 2>	←	B a mai găsit un tampon
13	→	<seq = 5, data = m5>	→	A mai are un tampon liber
14	→	<seq = 6, data = m6>	→	A este blocat din nou
15	←	<ack = 6, buf = 0>	←	A este blocat în continuare
16	• • •	<ack = 6, buf = 4>	←	Posibilă interblocare

TCP - Transmission Control Protocol

- ***Cel mai folosit protocol de transport***
- Livrare sigura pe retea nesigura (datagrame)

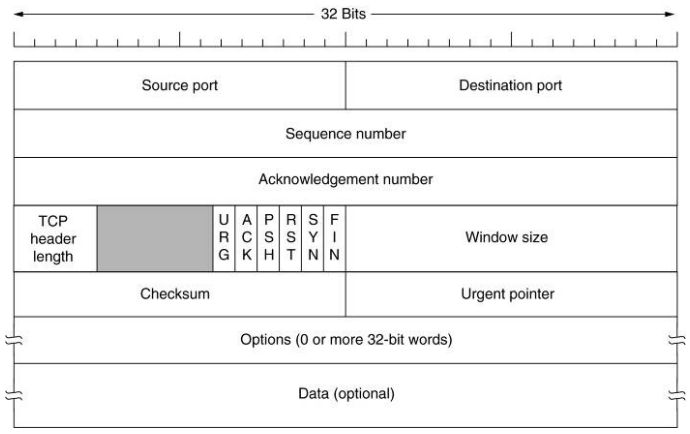
Cateva porturi standard

Port	Protocol	Use
21	FTP	File transfer
23	Telnet	Remote login
25	SMTP	E-mail
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
79	Finger	Lookup info about a user
80	HTTP	World Wide Web
110	POP-3	Remote e-mail access
119	NNTP	USENET news

Caracteristici

- Orientat pe conexiune
- Punct la punct
- Sigur
- Full duplex
- Interfata flux (Stream)
- Three-way handshake
- Eliberare lina a conexiunii

Antet segment TCP



URG Urgent pointer valid

ACK Acknowledge Number valid

PSH - push information to user

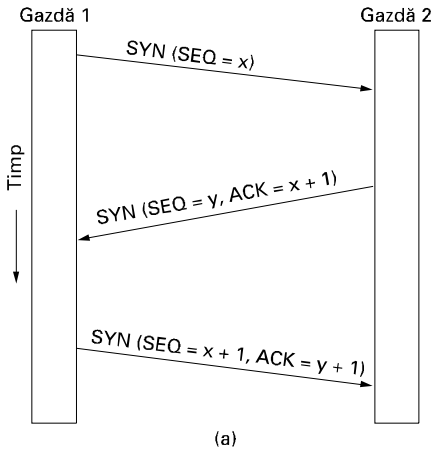
RST - close a connection due to an error

SYN - open connection

FIN - close a connection

Options: e.g. max TCP payload (implicit 536 octeti), selective repeat

Stabilire Conexiune TCP



(a) Cazul normal.

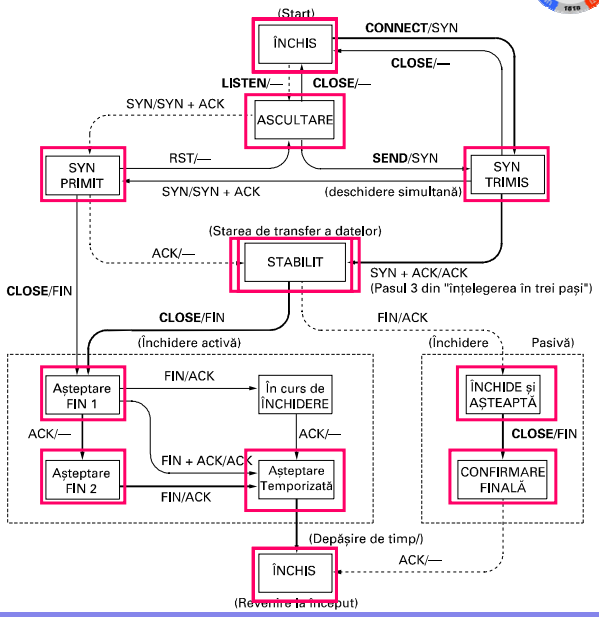
Management Conexiune TCP

Stare	Descriere
CLOSED (ÎNCHIS)	Nici o conexiune nu este activă sau în aşteptare
LISTEN (ASCULTARE)	Serverul aşteaptă recepționarea unui apel
SYN RCVD (Recepție SYN)	S-a recepționat o cerere de conexiune; aştept ACK
SYN SENT (Transmisie SYN)	Aplicația a început deschiderea unei conexiuni
ESTABLISHED (STABILIT)	Starea normală de transfer a datelor
FIN WAIT 1 (Aşteptare FIN 1)	Aplicația a anunțat că termină
FIN WAIT 2 (Aşteptare FIN 2)	Partenerul este de acord cu eliberarea conexiunii
TIMED WAIT (Aşteptare Temporizată)	Se aşteaptă „moartea” tuturor pachetelor
CLOSING (În curs de INCHIDERE)	Ambele părți încearcă simultan închiderea
CLOSE WAIT (ÎNCHIDE şi AŞTEAPTĂ)	Partenerul a inițiat eliberarea conexiunii
LAST ACK (CONFIRMARE FINALĂ)	Se aşteaptă „moartea” tuturor pachetelor

Starile folosite in managementul conexiunii TCP

Stabilirea si desfiintarea Conexiunilor TCP

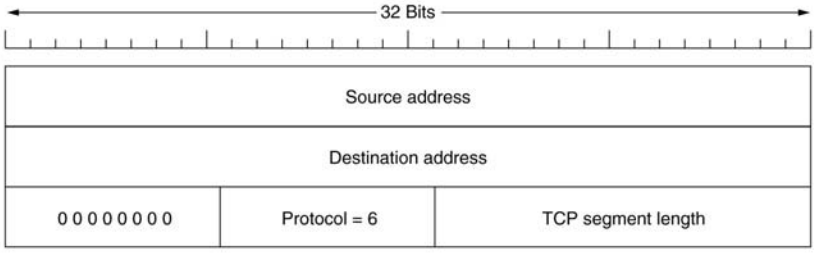
- Linie groasa continua = cale normala pentru client
- Linie groasa intrerupta = cale normala server
- Linii subtiri = evenimente exceptionale
- Fiecare tranzitie are eticheta eveniment/actiune



Corectitudinea segmentelor TCP

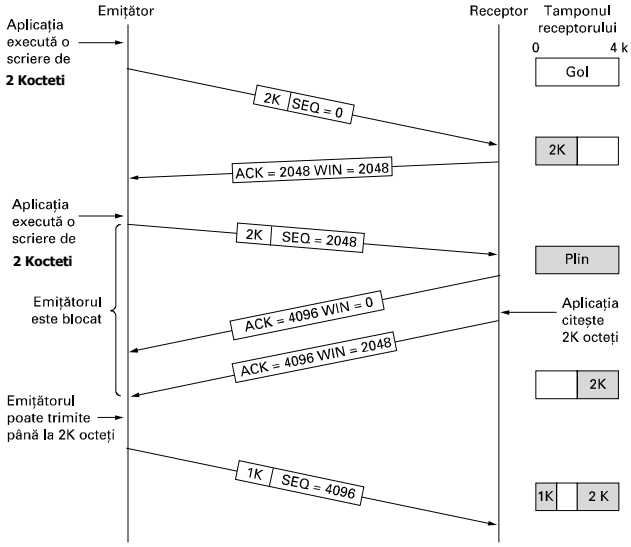
1. Suma de control (checksum) din antet - include
   - antet + incarcatura segment TCP
   - pseudo-antet (vezi figura)
     - adresele IP sursa si destinatie (separarea nivelelor?!)
     - protocolul (6 pentru TCP)
     - lungime segment TCP (include antetul)

   Algoritm: la transmisie — aduna cuvinte de 16 biti in complement fata de 1
   complementeaza rezultatul
   scrie rezultatul in antet
   la receptie — aduna cuvinte de 16 biti – rezultatul trebuie sa fie zero
2. Acknowledgement number
   - urmatorul octet asteptat



Controlul fluxului de date

Receptorul specifica fereastra de receptie



Un emitator blocat poate trimite:

- date urgente
- un segment de 1 octet ptr a afla fereastra (daca anuntul precedent al receptorului s-a pierdut)

Probleme dimensiuni campuri antet

Numere secventa de 32-biti

- Timp ciclu de numarare – depinde de viteza transmisie
  - 1 saptamana pentru 56kbps
  - 57 min pentru 10Mbps
  - 34 sec pentru 1Gb **(sub 120 sec care este timp viata maxim in Internet)**

Problema: cum se diferentiaza segmentele cu acelasi numar de secventa?

Fereastra receptor

Transmitere 500 Kb pe legatura 1 Gbps ocupa 500 μsec
La intarziere 20 ms confirmarea se primeste dupa 40 ms => ocupare canal 1.25%

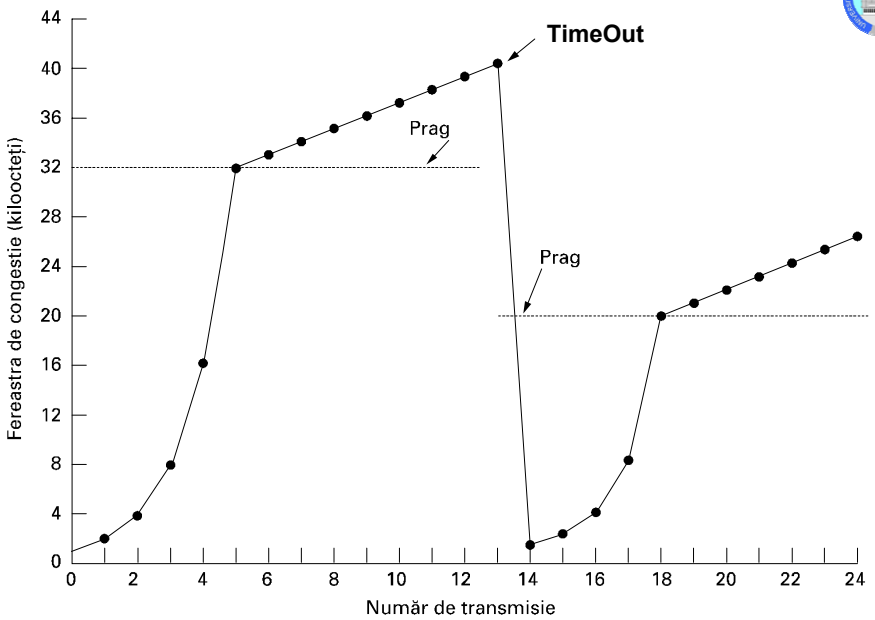
Ocupare completa in ambele directii: produs bandwidth*delay = 40 milioane biti
➔ fereastra receptor >= acest produs
Problema: cum se poate mari dimensiunea ferestrei?

Solutii

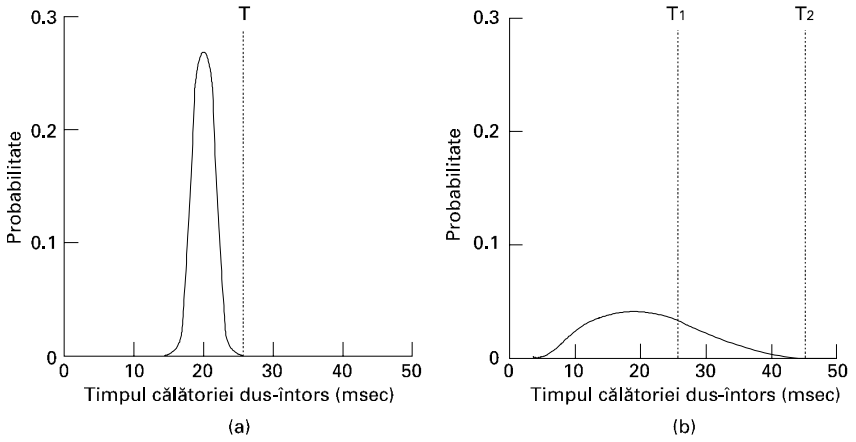
- Folosire optiuni TCP (RFC 1323)
  - TCP Timestamps – rezolva numere de secventa duplicate
  - Window Scale – factor de scalare a campului Window size cu pana la 2**14 pozitii binare ➔ ferestre de pana la 2**30 octeti

Controlul congestiei

- Fluxul de date transmis pe o conex. TCP limitat de minimul dintre:
  - dimensiunea fereastrei receptorului
  - capacitatea retelei (**fereastra de congestie**)
- Algoritm de stabilire fereastra de congestie
  - transmite un segment de dimensiune maxima pe conexiunea stabilita
  - se dubleaza dimensiunea (rafala de segmente) la fiecare transmisie confirmata la timp
  - la primul timeout se opreste procedeul si fereastra ramane la valoarea ultimei transmisii confirmate la timp (fara timeout)
- Algoritmul de control al congestiei
  - foloseste un **prag** (threshold)
  - la un timeout pragul setat la jumatate din fereastra de congestie
  - se aplica procedeul de crestere (exponentiala) a fereastrei de congestie pana se atinge pragul
  - peste prag se aplica o crestere liniara (cu cate un segment maxim o data)



Gestiunea ceasurilor in TCP



(a) Densitatea de probabilitate a timpilor de sosire ACK in nivelul legatura de date.

(b) Densitatea de probabilitate a timpilor de sosire ACK pentru TCP.

Stabilire time-out

- Setare proasta – performante slabe:
  - Prea lung – transmitatorul asteapta mult ptr retransmisie
  - Prea scurt – trafic inutil generat de transmitator
- Timeout diferit la fiecare conexiune - setat dinamic
- Transmitatorul alege *Retransmission TimeOut* (RTO) pe baza *Round Trip Time* (RTT)

  M este timpul masurat pana la primirea ack

  RTT = α*RTT + (1- α)*M cu α = 7/8

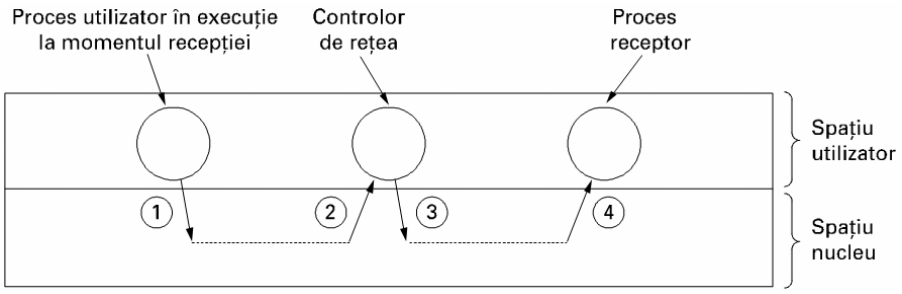
  RTO = β*RTT cu β = 2
- Alegere dupa *deviatia standard (DS);*

  D aproximeaza DS

  D = α*D + (1- α)*|RTT-M|

  RTO = RTT + 4*D

Proiectarea pentru performanta

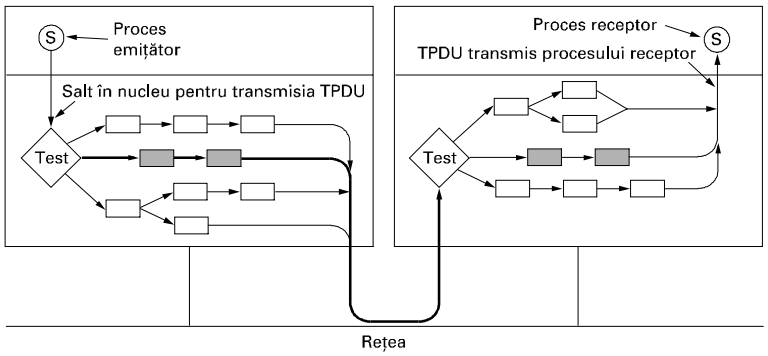


Schimbari de context suplimentare pentru a manevra pachete cu un manager de retea in spatiul utilizatorului.

Solutia: acumularea mesajelor sosite, in memorie tampon si livrarea in grup catre utilizator.

Similar, gruparea mesajelor de transmis, in memorie tampon si trimiterea lor grupata

Prelucrare Fast TPDU



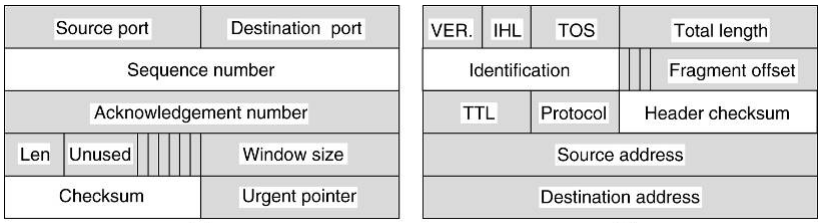
Calea rapida intre transmitator si receptor este cu line groasa. Pasii sunt reprezentati cu gri.

Test caz normal:

starea = ESTABLISHED
nu se incearca inchiderea conexiunii,
TPDU normal,
suficient spatiu la receptor

–> alege fast path

Prelucrare Fast TPDU (2)



(a) Antet TCP. (b) Antet IP.

Transmitator

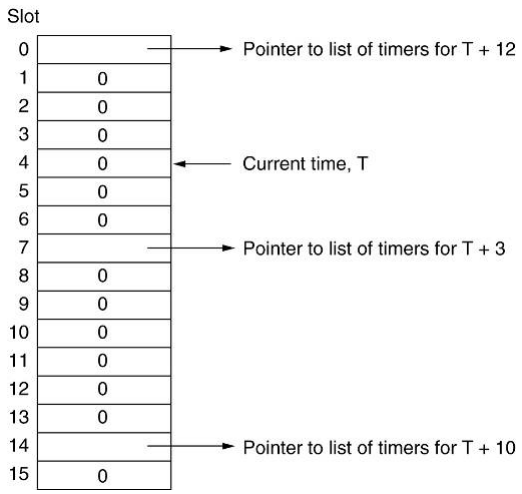
Pastreaza un prototip in entitatea de transport – campuri nemodificate in unitati de date consecutive; la fel pentru IP

Campurile gri sunt luate din prototip fara modificari. Celelalte se calculeaza pentru fiecare segment

Receptor

- Localizeaza inregistrarea conexiunii din TPDU intr-o tabela hash
- Testeaza pentru cazul normal (similar cu transmisia)
- Actualizeaza inregistrarea conexiunii (starea curenta)
- Copiaza datele la utilizator si calculeaza suma de control
- Transmite confirmarea

Prelucrare Fast TPDU (timer management)



"Timing wheel."

1 slot = 1 clock tick

Timp curent T=4

Programare time-out peste 7 tick-uri –> insereaza eveniment in lista de la slot 11

Anulare -> cauta in lista de la slot corespunzator si elimina eveniment

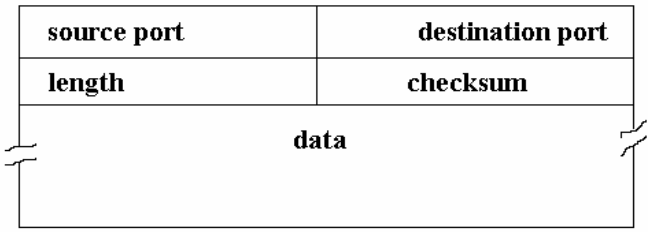
La fiecare Clock tick, un pointer avaneaza cu un slot, circular

Daca slot nevid, proceseaza toate evenimentele

UDP - User Datagram Protocol

- UDP livreaza datagrame utilizator - *user datagrams*
  - Livrare “Best effort” – datagramele pot fi pierdute, primite in alta ordine etc.
  - Sume de control pentru integritate
- Puncte de capat UDP = *protocol ports* sau *ports*
- UDP identifica adresa Internet si numar port pentru sursa si destinatie
- *Destination port* si *source port* pot diferi.

Antet UDP



checksum nefolosit (calculat la fel ca la TCP)

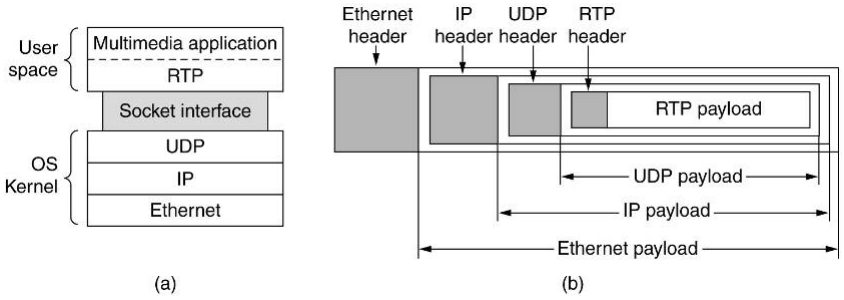
Nu control flux

Nu control erori

Nu retransmisie

Utilizat in aplicatii client-server (DNS)

The Real-Time Transport Protocol



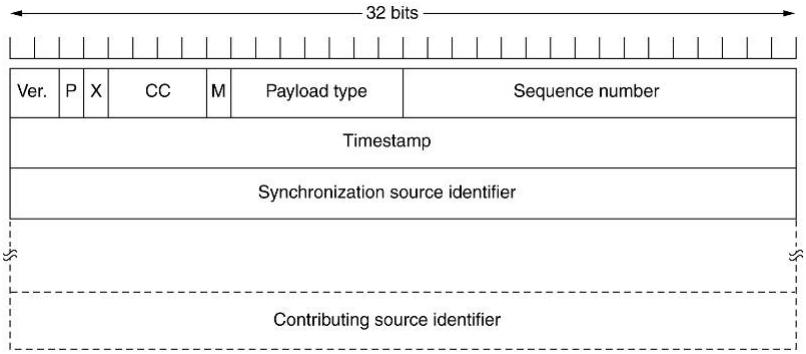
(a) Pozitia RTP in stiva de protocoale. (b) Format pachet.

Functie principala: multiplexare fluxuri RTP in flux UDP

Unicast sau multicast

Fara retransmitere – receptorul “interpoleaza” packetele absente

Antet RTP



P – padding - pachet extins la multiplu de 4 octeti

X – extension - antet extins (primul cuvant da lungimea)

CC – no. antete surse contributoare

M – mark (specific aplicatiei. Ex start video frame)

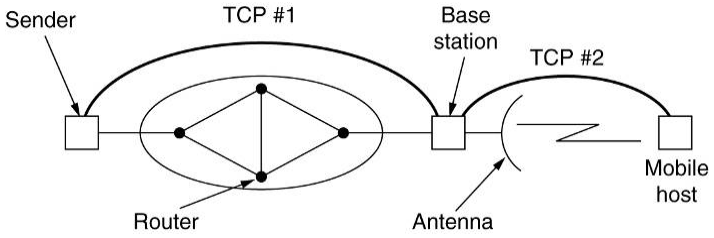
Payload type – e.g. MP3

Timestamp – amprenta de timp relativa la inceputul fluxului (receptorul sa foloseasca proba la timpul potrivit)

Synchro – identifica sursa de sincronizare (fluxul caruia ii apartine pachetul)

Contrib – lista surselor care au contribuit la continutul curent; folosit pentru mixere

TCP si UDP fara fir



Congestie:

Retea cu fir – incetineste transmisia

Retea fara fir – accelereaza

Indirect TCP:

Imparte conexiunea TCP in doua

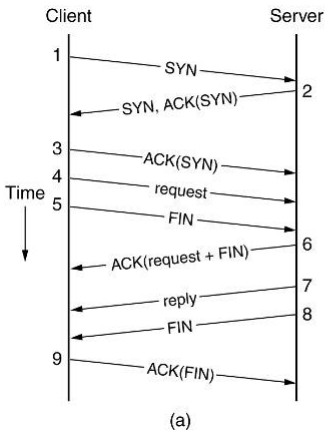
Violeaza semantica TCP – implica *Base station* in TCP

Modifica nivelul retea in *Base station*:

"Snooping agent": - retransmite segmente fara stirea sursei

- cere retransmisii din gazde mobile

TCP Tranzactional



(a) RPC folosind TPC normal.

- **Permite transfer de date la "connection setup"**

Sumar

- Serviciile, primitivele de serviciu, diagrama de conectare/deconectare
- Socket API – Exemple client-server TCP si UDP
- Elementele Protocoalelor de Transport
  - Adresare, Stabilire Conexiune, Eliberare Conexiune, Control flux si memorare temporara, Multiplexare, Recuperare avarii
- TCP - Transmission Control Protocol
- Management Conexiune TCP
- Controlul congestiei
- Gestiunea ceasurilor in TCP
- Proiectarea pentru performanta - Fast TPDU
- UDP - User Datagram Protocol
- Real-Time Transport Protocol
- TCP si UDP fara fir
- TCP Tranzactional