Protocolos de Aplicação

2º trabalho laboratorial

FEUP/DEEC

MPR/JAR

Introdução

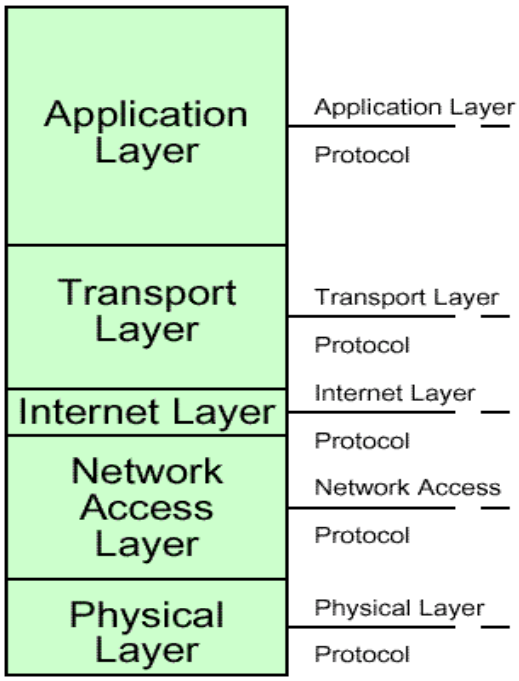
- Introdução à pilha de comunicações TCP/IP
- Interface de sockets
- Protocolos de aplicação
  - POP3, SMTP, HTTP e FTP
- Exemplos de trabalhos

Arquitectura de Protocolos TCP/IP

- Arquitectura dominante
  - » Protocolos TCP/IP especificados antes do modelo OSI
  - » Uso obrigatório nos equipamentos do *Department of Defense* (EUA)
  - » WWW usa TCP/IP

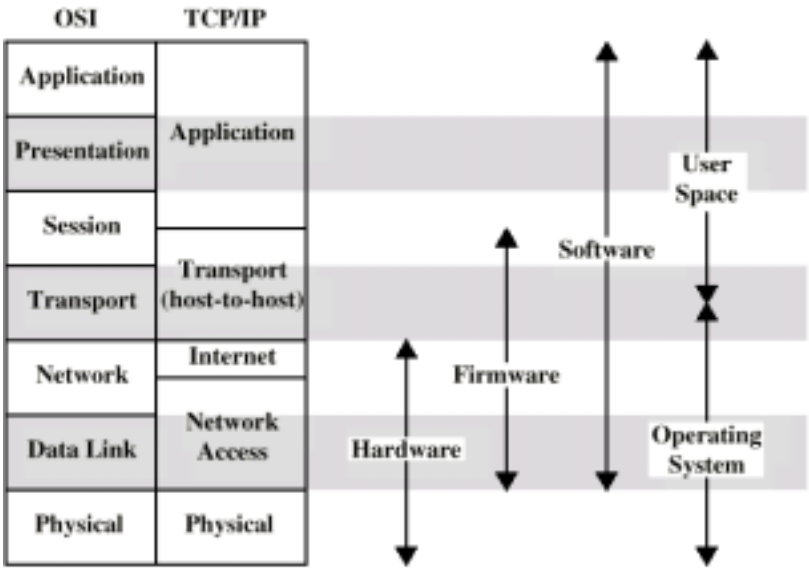
- Filosofia TCP/IP
  - » Funções de comunicação estruturadas em módulos (entidades)
  - » Entidades comunicam com entidades idênticas noutros sistemas
  - » Num sistema, uma entidade
    - – Usa serviços de outras entidades
    - – Fornece serviços a outras entidades
    - – Serviços podem ser fornecidos a níveis não adjacentes (ao contrário do modelo OSI)

Pilha Protocolar TCP/IP



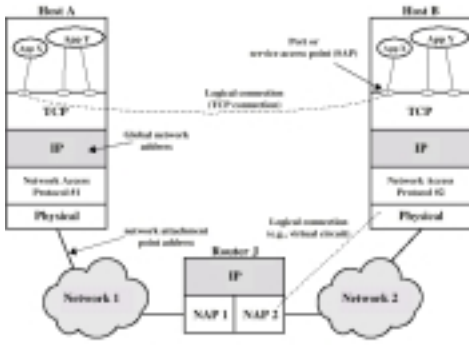
- » Aplicação – serviços de utilizador
  - – Comunicação entre processos ou aplicações
  - – Modelo cliente-servidor
  - – Ex. httpd – Netscape
- » Transporte (TCP/UDP)
  - – Transferência extremo-a-extremo
  - – Fiável (TCP) ou não (UDP)
  - – Esconde detalhes de rede
- » Internet (IP)
  - – Encaminhamento e endereçamento em redes interligadas
  - – Implementado em computadores e ***routers***
- » Acesso à rede
  - – Acesso, endereçamento e encaminhamento para estações ligadas à mesma rede
- » Físico
  - – Características eléctricas e mecânicas do acesso à rede (níveis de sinal, taxas de transmissão, codificação)

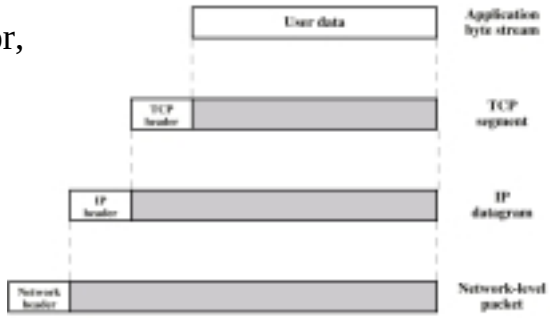
TCP/IP vs OSI



Algumas Características do TCP/IP

- Internet Protocol (IP) é implementado em todos os computadores e *routers*
- Computador tem 1 endereço de rede IP
- Router têm 2 ou mais endereços de rede IP
- Processo comunicante, num computador, tem um endereço de transporte (porta)





IP – Internet Protocol

- RFC 791
- Entidade da pilha TCP/IP
- Protocolo de interligação de redes mais usado
- IP especificado em duas partes
  - » Serviços oferecido aos níveis superiores
  - » Protocolo e formato do datagrama

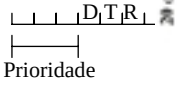
IP – Primitivas de Serviço

- Send (
  Source address,
  Destination address,
  Protocol,
  Type of service,
  Identifier,
  Do not fragment,
  Time to live,
  Data length,
  Optional data,
  Data)
- Deliver (
  Source address,
  Destination address,
  Protocol,
  Type of service,
  Data length,
  Optional data,
  Data)

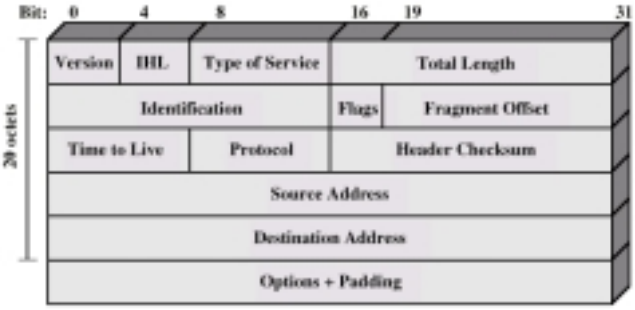
  - » Type of Service
    - – Precedence, reliability, delay, throughput
  - » Options
    - – Security, source routing, route recording, stream identification, timestamping

Protocolo IP

- » **Version** - versão do protocolo (v4)
- » **IHL** - comprimento do cabeçalho (em palavras de 32 bits); 20..60 octetos
- » **Type of Service** - tipo de serviço a fornecer pela rede



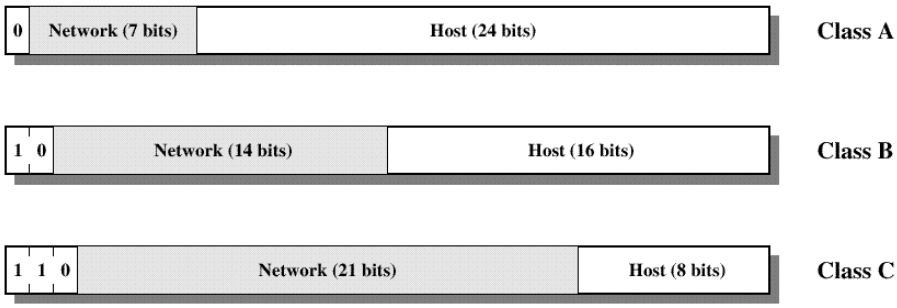
- » **Total Length** - comprimento total do datagrama (máx. 65535 octetos)
- » **Identification** - identificador comum a todos os fragmentos de um datagrama
- » **DF** - *Don't Fragment*
- » **MF** - *More Fragments*
- » **Fragment Offset**
- » **Time To Live (TTL)** - limita a vida de um pacote; decrementado de cada vez que passa por um *router*; quando chega a 0 o pacote é eliminado



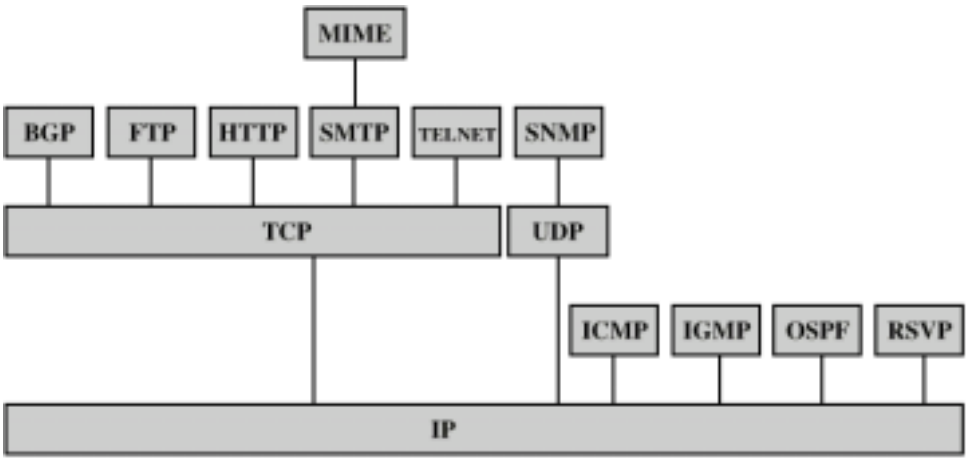
- » **Protocol** - protocolo da camada de transporte encapsulado (ex. TCP, UDP)
- » **Source Address** - endereço do emissor
- » **Destination address** - endreço do destinatário
- » **Options** - 1 octeto identifica a opção; 1 octeto contém o comprimento (opcional); ex.: **Record Route**

IP - Endereços

- ♦ Endereço global de 32 bits
- ♦ Duas partes → rede e host
  - » Endereços baseado em classes → prefixo de rede de comprimento fixo
    - – Classe A
      - ◆ Tudo 0 → reservada, 01111111 (127) reservada para loopback
      - ◆ 126 redes → 1.x.x.x até 126.x.x.x → todas ocupadas
    - – Classe B
      - ◆ 2^{14} = 16,384 redes → 128.x.x.x até 191.x.x.x → todas ocupadas
    - – Classe C
      - ◆ 2^{21} = 2,097,152 redes → 192.x.x.x até 223.x.x.x → quase todas ocupadas
  - » Endereços sem classes → prefixo de rede de comprimento variável



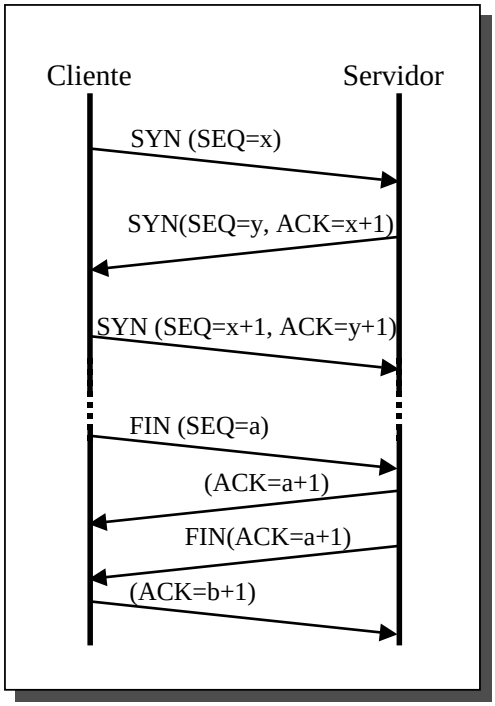
Protocolos TCP/IP



BGP = Border Gateway Protocol
FTP = File Transfer Protocol
HTTP = Hypertext Transfer Protocol
ICMP = Internet Control Message Protocol
IGMP = Internet Group Management Protocol
IP = Internet Protocol
MIME = Multi-Purpose Internet Mail Extension
OSPF = Open Shortest Path First
RSVP = Resource ReSerVation Protocol
SMTP = Simple Mail Transfer Protocol
SNMP = Simple Network Management Protocol
TCP = Transmission Control Protocol
UDP = User Datagram Protocol

TCP – Transmission Control Protocol

- RFC 793
- Características
  - » assegura o **fluxo de octetos** extremo a extremo, **fiável**, sobre um suporte não fiável
  - » protocolo orientado às ligações
  - » ligações *full-duplex*
  - » transferência *bufferizada*
  - » multiplexagem de várias ligações num mesmo endereço IP
  - » confirma os dados
  - » recupera de perdas e erros (retransmissões)
  - » garante entrega ordenada dos dados
  - » controlo de fluxo e controlo de congestão
- Estabelecimento de ligação
  - » *3 way handshake*
  - » modelo cliente- servidor



TCP

Source Port - porto do emissor

Destination Port - porto do destinatário

Sequence Number - identifica, no fluxo do emissor, a sequência de octetos enviada

Acknowledgement Number - corresponde ao número do octeto que se espera de receber

HLEN - o comprimento do cabeçalho TCP (em palavras de 32 bits)

URG - informa se o campo Urgent Pointer deve ser interpretado

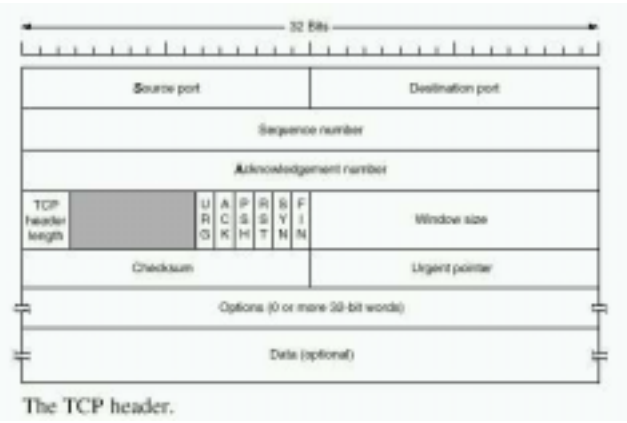
ACK - informa se o campo Ack. Nr é válido

PSH - permite inactivar a *bufferização*

RST - usado para a reinicialização de ligações

SYN - permite o estabelecimento de ligações

FIN - permite a terminação de uma ligação



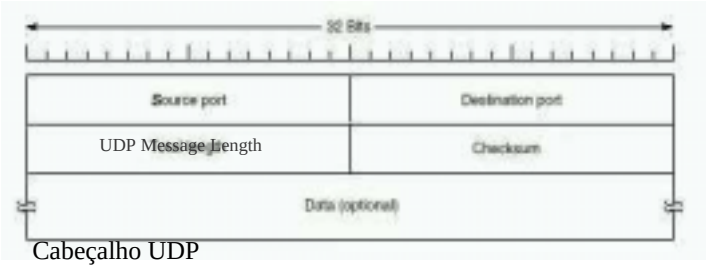
The TCP header.

Window Size - número de bytes que o par da comunicação pode enviar sem confirmação (controlo de fluxo)

Checksum - abrange o cabeçalho, os dados e o pseudo-cabeçalho

UDP – User Data Protocol

- RFC 768
- Características
  - » protocolo de transporte
  - » não orientado às ligações
  - » serviço de entrega de pacotes não fiável
  - » usa serviços IP
  - » multiplexagem de várias ligações sobre mesmo endereço IP



Cabeçalho UDP

- » **UDP Message Length** - comprimento total do pacote
- » **Checksum** - opcional

Berkeley Sockets

- API - Application Programming Interface
  - » sistema operativo: UNIX
  - » linguagem de programação: C
  - » protocolos de comunicação
    - – TCP/IP
    - – UNIX
    - – XNS
  - » Estruturas de dados de endereços
  - » Primitivas: socket(), bind(), connect(), listen(), accept(), recvfrom(), sendto(), close()
  - » Associação - par de *sockets*

    {protocolo, endereço_local, processo_local, endereço_par, processo_par}

Berkeley Sockets

- Estruturas de dados de endereços
  - » BSD

```
<sys/socket.h>
struct sockaddr {
   u_short       sa_family;       /*Address family - ex: AF_INET*/
   char          sa_data[14];     /*Protocol address*/
};
```

  - » Internet

```
<netinet/in.h>
struct in_addr {
   u_long        s_addr;
};
struct sockaddr_in {
   short     sin_family;        /*AF_INET*/
   u_short   sin_port;          /*Port number*/
   struct    in_addr sin_addr;  /*32 bit netid/hosdtid*/
   char      sin_zero[8];       /*unused*/
};
```

Berkeley Sockets

➔ `int socket(int family, int type, int protocol)`

family: AF_INET, AF_UNIX
type: SOCK_STREAM, SOCK_DGRAM, SOCK_RAW
protocol: protocolo a usar (com o valor 0 é determinado pelo sistema)

» Retorno
  – descritor de *socket*
  – -1, em caso de erro

➔ `int bind(int sockfd, struct sockaddr* myaddr, int addrlen)`

sockfd: descritor do *socket*
myaddr: endereço local (IP + porto)
addrlen: comprimento da estrutura myaddr

» Retorno
  – 0 em caso de sucesso
  – -1 em caso de erro
» Esta primitiva associa o *socket* ao endereço local myaddr

Berkeley Sockets

➔ `int connect(int sockfd, struct sockaddr* serveraddr, int addrlen)`

serveraddr: endereço do servidor remoto (IP + porto)

» Retorno
  – 0 em caso de sucesso
  – -1 em caso de erro
» TCP: estabelecimento de ligação com servidor remoto
» UDP: armazenamento do endereço *serveraddr*

➔ `int listen(int sockfd, int backlog)`

backlog: número de pedidos de ligação em fila de espera

» Retorno
  – 0 em caso de sucesso
  –-1 em caso de erro
» Primitiva especifica o número máximo de ligações em fila de espera

Berkeley Sockets

```
➔ int accept(int sockfd, struct sockaddr* peeraddr, int* addrlen)
```

peeraddr: estrutura usada para armazenar o endereço do cliente (IP + porto)

addrlen: apontador para o comprimento da estrutura peeraddr

» Retorno
  – descritor do *socket* aceite, endereço do cliente e respectivo comprimento
  – -1 em caso de erro

» Primitiva atende pedido de ligação e cria outro *socket* com as mesmas propriedades que o sockfd

```
➔ int send(int sockfd, const void* buf, int len, unsigned int flags)
➔ int recv(int sockfd, void* buf, int len, unsigned int flags)
```

buf: apontador para a posição de memória que contém/vai conter os dados

flags: MSG_OOB, MSG_PEEK, MSG_DONTROUTE

»Retorno
  – número de octetos escritos/lidos
  – 0 em caso de a ligação ter sido fechada
  –-1 em caso de erro

»Estas primitivas permitem o envio e a recepção de dados da rede

Berkeley Sockets

```
➔ int sendto(int sockfd, const void* buf, int len,
          unsigned int flags,
          struct sockaddr* to, int tolen)

➔ int recvfrom(int sockfd, void* buf, int len,
            unsigned int flags,
            struct sockaddr* from, int* fromlen)
```

» to: endereço do destinatário do pacote

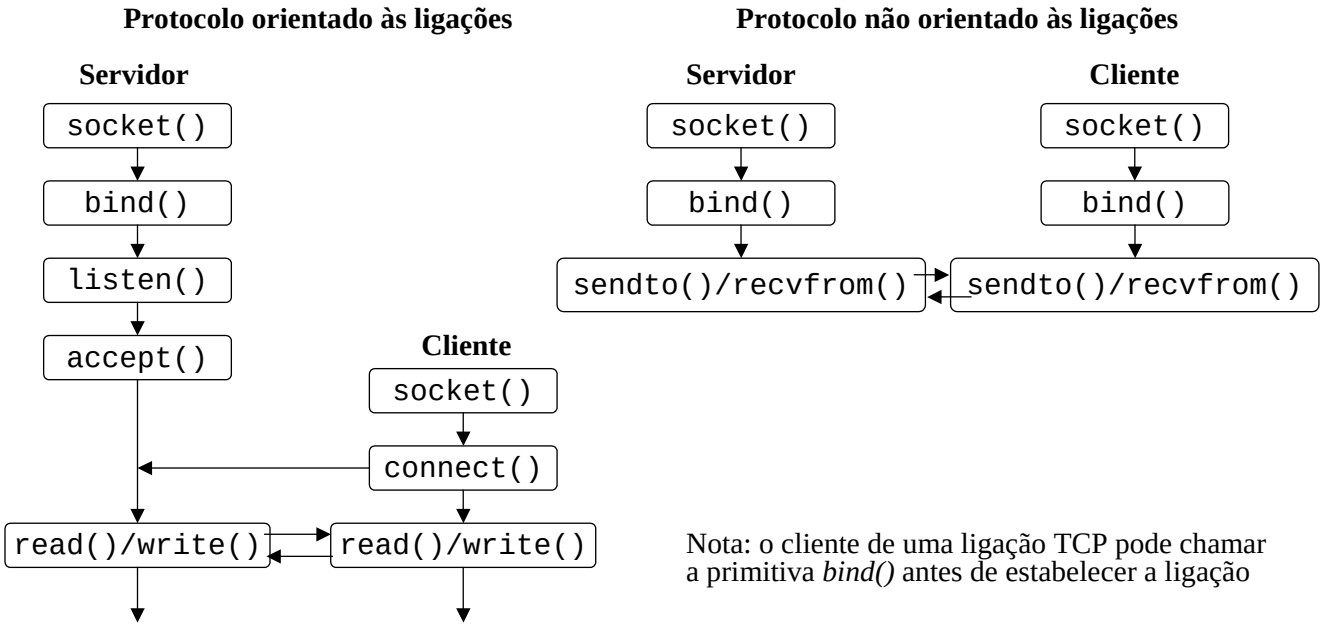
» from: endereço do emissor presente no pacote recebido

» estas primitivas são semelhantes ao send()/recv() mas permitem adicionalmente o envio de mensagens em cenários *connectionless* (UDP), sem haver portanto estabelecimento de ligação

```
➔ int close(int sockfd)
```

» esta primitiva é usada para fechar o socket

Berkeley Sockets



Nota: o cliente de uma ligação TCP pode chamar a primitiva *bind()* antes de estabelecer a ligação

Berkeley Sockets

- Ordenamento dos octetos
  - » varia com a arquitectura (ex: Intel é *little endian*, Motorola é *big endian*)
    - – Little endian → little end firt; Big endian → big end first
  - » *network byte order* → Big endian
  - » primitivas de conversão (long - 32 bits, short - 16 bits):

➔ **`u_long htonl(u_long hostlong)`**
➔ **`u_short htons(u_short hostshort)`**
➔ **`u_long ntohl(u_long netlong)`**
➔ **`u_short ntohs(u_short netshort)`**

- Conversão entre formatos de endereços
  - » *dotted decimal notation* para endereço Internet de 32 bits com ordenamento de rede

➔ **`unsigned long inet_addr(char * cp)`**

  - » endereço Internet de 32 bits com ordenamento de rede para *dotted decimal notation*

➔ **`char* inet_ntoa(struct in_addr in)`**

Berkeley Sockets

- Opções dos *sockets*
  - **`setsockopt()`**
  - **`getsockopt()`**
  - **`fcntl()`**
  - **`ioctl()`**
- Entrada/Saída assíncronas
  - » utilização de sinais
- Multiplexagem de Entradas/Saídas
  - » rotina **`select()`**
- *Domain Name Service*
  - » permite a obtenção do endereço de uma máquina a partir do nome

```
struct hostent*
gethostbyname (const char* name);

struct hostent{
      char*  hname;      /*nome oficial*/
      char** haliases;
      int    h_addrtype; /*AF_INET*/
      int    h_length;
      char** h_addr_list;
};

#define h_addr h_addr_list[0]
```


POP3

- POP3 - Post Office Protocol - version 3 (RFC 1939)
  - » acesso a caixas de correio remotas para aceder ao correio armazenado num servidor
  - » usa ligações TCP ao porto 110
  - » Sessão
    - –Estados
      - AUTHORIZATION
      - TRANSACTION
      - UPDATE
    - –Comandos

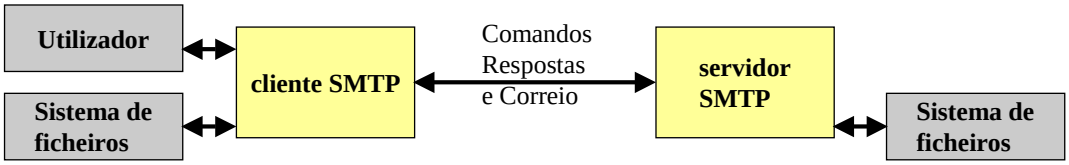
Estado AUTHORIZATION
- USER name
- PASS password
- QUIT

Estado TRANSACTION
- STAT LIST [msg]
- NOOP RETR msg
- RSET DELE msg
- QUIT
- TOP msg n (extensão)
- UIDL [msg] (extensão)

```
S: <wait for connection on TCP port 110>
C: <open connection>
S:    +OK POP3 server ready <1896.697170952@dbc.mtview.ca.us>
C:    APOP mrose c4c9334bac560ecc979e58001b3e22fb
S:    +OK mrose's maildrop has 2 messages (320 octets)
C:    STAT
S:    +OK 2 320
C:    LIST
S:    +OK 2 messages (320 octets)
S:    1 120
S:    2 200
S:    .
C:    RETR 1
S:    +OK 120 octets
S:    <the POP3 server sends message 1>
S:    .
C:    DELE 1
S:    +OK message 1 deleted
C:    RETR 2
S:    +OK 200 octets
S:    <the POP3 server sends message 2>
S:    .
C:    DELE 2
S:    +OK message 2 deleted
C:    QUIT
S:    +OK dewey POP3 server signing off (maildrop empty)
C:  <close connection>
S:  <wait for next connection>
```

SMTP

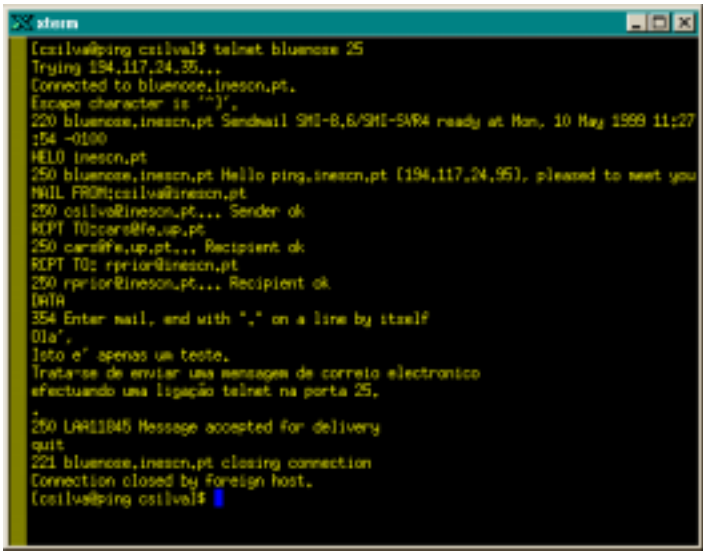
- SMTP - Simple Mail Transfer Protocol (RFC 821)
  - » Envia mensagens de correio de forma fiável
  - » ligações TCP ao porto 25



  - » Comandos
    - – HELO<SP>domain<CRLF>
    - – MAIL<SP>FROM:<reverse-path><CRLF>
    - – RCPT<SP>TO:<forward-path><CRLF>
    - – DATA<CRLF>
    - – QUIT<CRLF>

SMTP

- » SMTP - exemplo



- Formato da mensagens
  - » Message Formats (RFC 822)
    - – mensagens ASCII
  - » MIME - Multipurpose Internet Mail Extensions (RFC 1521)
    - – acentuação
    - – outros alfabetos
    - – áudio e vídeo
    - – binários

Header	Meaning
To:	Email address(es) of primary recipient(s)
Cc:	Email address(es) of secondary recipient(s)
Bcc:	Email address(es) for blind carbon copies
From:	Person or people who created the message
Sender:	Email address of the actual sender
Received:	Line added by each transfer agent along the route
Return-Path:	Can be used to identify a path back to the sender

RFC 822 header fields related to message transport.

WWW - World Wide Web

- WWW - World Wide Web
  - acesso a documentos interligados e distribuidos por computadores
- Modelo de Comunicação Cliente-Servidor
  - ligação TCP
  - browser=cliente httpd=servidor, na porta 80
  - protocolo - HTTP, Hyper Text Transport Protocol
- RFCs: RFC1945 (HTTP 1.0), RFC2068 (HTTP 1.1)

- Exemplo de obtenção de página
  - » URL= *http://www.w3.org/hypertext/WWW/TheProject.html*
    - browser pergunta ao DNS (Domain Name Server) o endereço IP de www.w3.org
    - DNS responde com 18.23.0.23
    - browser estabelece ligação TCP com httpd (em 18.23.0.23, na porta 80)
    - browser envia GET */hypertext/WWW/TheProject.html*
    - servidor em *www.w3.org* envia ficheiro *TheProject.html*
    - ligação TCP é terminada
    - browser mostra texto e obtém imagens associadas a *TheProject.html*

HTTP 0.9 - Mensagens

- HTTP-message:= Simple-Request | Simple-Response
  - » Simple-Request:= **GET SP** Request-URI **CRLF**
    - Request-URL:= absoluteURI | abs_path
    - absoluteURI:= scheme **:** *(uchar | reserved) */* usado em proxies*/*
    - abs_path:= **/** rel_path
  - » Simple-Response:= [Entity-Body]
    - Entity-Body = *OCTET
- Exemplo
  - » telnet alf.fe.up.pt 80 */* Estabelecimento da ligação ao servidor */*
  - » cliente: GET /lixo.tmp
  - » servidor: <HTML><HEAD>
    - <TITLE>404 File Not Found</TITLE>
    - </HEAD><BODY>
    - <H1>File Not Found</H1>
    - The requested URL /lixo.tmp was not found on this server.<P>
    - </BODY></HTML>

HTTP 1.0 - Mensagens

- HTTP-message:= Simple-Request | Simple-Response |
- Full-Request | Full-Response
  - » Full-Request:= Request-Line
  - *(General-Header | Request-Header | Entity-Header) **CRLF** [Entity-Body]
    - Request-Line:= Method **SP** Request-URI **SP HTTP**-Version **CRLF**
    - Method:= **GET** | **HEAD** | **PUT** | extension-method
      - GET=lê página, HEAD= lê cabeçalho página, PUT=escreve página
      - *exemplo: GET /index.html HTTP/1.0*
      - *exemplo: GET http://www.inescn.pt/index.html HTTP/1.0*
  - » Full-Response = Status-Line
  - *(General-Header | Response-Header | Entity-Header) **CRLF** [Entity-Body]
    - Status-Line:= HTTP-Version **SP** Status-Code **SP** Reason-Phrase **CRLF**
    - Status-Code:= **200** | **400** | **404** */* 200= 0k, 400= bad request, 404= not found */*
      - *exemplo: HTTP/1.0 200 Document follows*

HTTP 1.0 - Acesso Directo (exemplo)

telnet www.inescn.pt 80 */* Estabelecimento da ligação ao servidor */*

cliente:

```
GET /index.html HTTP/1.0
```

servidor:

```
HTTP/1.0 200 Document follows
Date: Fri, 03 May 1999 15:13:48 GMT
Server: NCSA/1.5
Content-type: text/html

<HTML>
…
</BODY>
</HTML>
```

HTTP 1.0 - Acesso Via Proxy (exemplo)

telnet **alf.fe.up.pt** 80 */* Estabelecimento da ligação ao servidor */*

cliente:

GET http://**www.inescn.pt**/index.html HTTP/1.0

servidor:

HTTP/1.0 200 Document follows
Date: Fri, 03 May 1999 15:13:48 GMT
Server: NCSA/1.5
Content-type: text/html

<HTML>
…
</BODY>
</HTML>

HTTP 1.1 - Mensagens

- HTTP-message:= Request | Response
  - » Request:= Request-Line
  - • *(General-Header | Request-Header | Entity-Header) **CRLF** [Entity-Body]
    - ◆ Request-Line:= Method **SP** Request-URI **SP HTTP-**Version **CRLF**
    - ◆ Method:= **GET | OPTIONS | TRACE | HEAD | DELETE |**
    - • **PUT | POST | extension-method**
    - ◆ Request-URI = "*" | absoluteURI | abs_path
      - – OPTIONS=informação sobre opções de comunicação do servidor
      - – TRACE= loopback da mensagem
      - – DELETE= remoção da página
      - – POST= adição de nova informação no servidor
  - » Response = Status-Line
  - • *(General-Header | Response-Header | Entity-Header) **CRLF** [Entity-Body]

HTTP 1.1 - Alguns Headers

- Host, no Request-Header
  - descreve Host e Porta
  - exemplo: *Host: www.fe.up.pt*
- Content-Length, no Entity-Header
  - comprimento em bytes do Entity-body
  - exemplo: *Content-Length: 1024*
- Content-Type, no Entity-Header
  - define tipos de mensagens
  - exemplo: *Content-Type: image/gif*
- If-Modified-Since, no Request-Header
  - usado com método GET para obter documentos recentes
  - exemplo: *If-Modified-Since: Sat, 29 Oct 1994 19:43:31 GMT*
- Location, no Response-Header
  - usado para redirecionar clientes para a nova localização do documento
  - Exemplo: *Location: http://www.fe.up.pt/index.html*

Exemplo - Header HOST

telnet www.fe.up.pt 80

cliente:
```
GET /  HTTP/1.1
HOST: www.fe.up.pt
```

servidor:
```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 14 Nov 2001 13:02:47 GMT
Server: Apache/1.3.20 (Unix) mod_ssl/2.8.4 OpenSSL/0.9.6b
Last-Modified: Thu, 05 Jul 2001 13:55:20 GMT
ETag: "45e5-2d8-3b4471c8"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 728
Content-Type: text/html

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">

<html>
….
</html>
```

Exemplo - Método OPTIONS

telnet sifeup.fe.up.pt 80

cliente: OPTIONS * HTTP/1.1
HOST: sifeup.fe.up.pt

servidor: HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 14 Nov 2001 13:02:50 GMT
Server: Oracle HTTP Server Powered by Apache/1.3.12 (Unix)
ApacheJServ/1.1 mod_4
Content-Length: 0
Allow: GET, HEAD, OPTIONS, TRACE

HTML


```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">
<!-- saved from url=(0022)http://linux.fe.up.pt/ -->

<HTML>

<HEAD>
<TITLE>Linux Mirrors</TITLE>
<META content="text/html; charset=windows-1252" http-equiv=Content-Type>
<META content="MSHTML 5.00.2014.210" name=GENERATOR>
</HEAD>

<BODY bgColor=#ffffff>
<CENTER>
<A href="http://ae.fe.up.pt/LDP/">
<IMG alt="LDP Project" border=0 src="Linux Mirrors_files/LDP.jpg"
</A>
<P>
<A href="http://linux.fe.up.pt/linapps">
<IMG alt=" LINUX APPS " border=0 src="Linux Mirrors_files/linuxpov_sml.gif">
</A>
<A href="ftp://linux.fe.up.pt/pub/linux">
<IMG alt=" Linux FTP " border=0 src="Linux Mirrors_files/schicom15.jpg">
</A>
<P>
<A href="ftp://ftp.fe.up.pt/packages/unix/linux/debian">
<IMG alt=" Debian" border=0 src="Linux Mirrors_files/debian.jpg">
</A>
<A href="http://linux.fe.up.pt/howto">
<H1>Linux Portuguese-HOWTO </H1>
</A>
</CENTER>
</BODY>

</HTML>
```

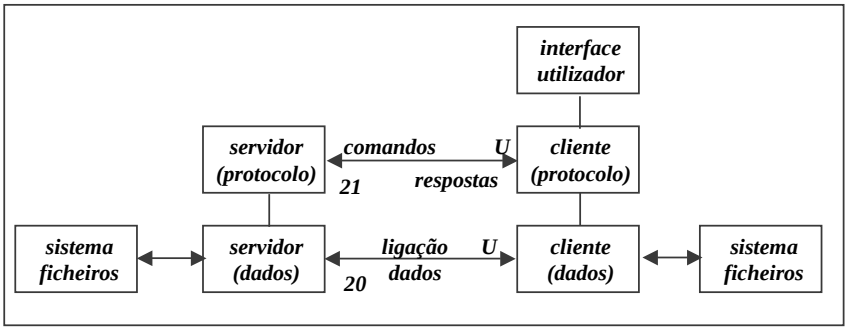
HTML

Tag	Description
<HTML> ... </HTML>	Declares the Web page to be written in HTML
<HEAD> ... </HEAD>	Delimits the page's head
<TITLE> ... </TITLE>	Defines the title (not displayed on the page)
<BODY> ... </BODY>	Delimits the page's body
<Hn> ... </Hn>	Delimits a level *n* heading
<B> ... </B>	Set ... in boldface
<I> ... </I>	Set ... in italics
<UL> ... </UL>	Brackets an unordered (bulleted) list
<OL> ... </OL>	Brackets a numbered list
<MENU> ... </MENU>	Brackets a menu of <LI> items
<LI>	Start of a list item (there is no </LI>)
 	Force a break here
<P>	Start of paragraph
<HR>	Horizontal rule
<PRE> ... </PRE>	Preformatted text; do not reformat
<IMG SRC="...">	Load an image here
<A HREF="..."> ... </A>	Defines a hyperlink

A selection of common HTML tags. Some have additional parameters

FTP - File Transfer Protocol

- FTP - File Transfer Protocol
  - transferência de ficheiros entre computadores (ASCII e binário)
- Modelo de Comunicação Cliente-Servidor
  - ligações TCP independentes para controlo da ligação e transferência de dados
  - RFC 959



FTP - Exemplo

```
LOCAL COMMANDS BY USER              ACTION INVOLVED

ftp (host) multics<CR>              Connect to host S, port L,
                                    establishing control connections.
                                    <---- 220 Service ready <CRLF>.
username Doe <CR>                   USER Doe<CRLF>---->
                                    <---- 331 User name ok,
                                          need password<CRLF>.
password mumble <CR>                PASS mumble<CRLF>---->
                                    <---- 230 User logged in<CRLF>.
retrieve (local type) ASCII<CR>
(local pathname) test 1 <CR>        User-FTP opens local file in ASCII.
(for. pathname) test.pli<CR>        RETR test.pli<CRLF> ---->
                                    <---- 150 File status okay;
                                          about to open data
                                          connection<CRLF>.
                                    Server makes data connection
                                    to port U.

                                    <---- 226 Closing data connection,
                                        file transfer successful<CRLF>.
type Image<CR>                      TYPE I<CRLF> ---->
                                    <---- 200 Command OK<CRLF>
store (local type) image<CR>
(local pathname) file dump<CR>      User-FTP opens local file in Image.
(for.pathname) >udd>cn>fd<CR>       STOR >udd>cn>fd<CRLF> ---->
                                    <---- 550 Access denied<CRLF>
terminate                           QUIT <CRLF> ---->
                                    Server closes all
                                    connections.
```


Trabalhos Propostos

- Trabalhos devem
  - » Usar a interface de *sockets*
  - » Utilizar TCP ou UDP
  - » Implementar pelo menos um protocolo de aplicação
  - » Conformidade com os RFCs
- Linguagem de programação ➔ C

Exmeplo de Trabalhos – Clientes de Serviços Básicos

- Cliente SMTP
  - Funcionalidade mínima (ex. Mail em Unix)
- Cliente POP3
  - Funcionalidade mínima
- Cliente FTP
  - Funcionalidade mínima (ls, get, put) (ex. ftp em Unix)
- Browser HTTP
  - Funcionalidade minima (ex. Lynx em Linux)

Exemplo de Trabalhos

- Servidor de mail para aviso de ausências
  - Objectivo: ler o correio periodicamente e efectuar o *reply* com um texto indicativo da ausência
  - Argumentos: servidor de POP3, servidor de SMTP, mensagem
- Agenda electrónica
  - Objectivo: permitir a marcação de reuniões/eventos para um conjunto de intervenientes
  - Argumentos: lista de endereços dos intervenientes, assunto, texto da convocatória, data para o envio
- Robot de procura
  - Objectivo: obter endereços dos quais conste uma ou mais palavras chave a partir de um endereço URL
  - Argumentos: URL de início, profundidade
  - Retorno: endereços URL
- Robot de *download*
  - Objectivo: obter uma cópia local e navegável de uma página, limitado a um grau de profundidade, a partir de um endereço URL
  - Argumentos: URL, profundidade
  - Retorno: cópia das páginas pedidas

Outros Trabalhos

- Leitor de news
- Cliente SNMP
- Cliente IRC
- Segurança
  - » Ssh, Certificados digitais, http seguro

- O aluno pode propor um trabalho