

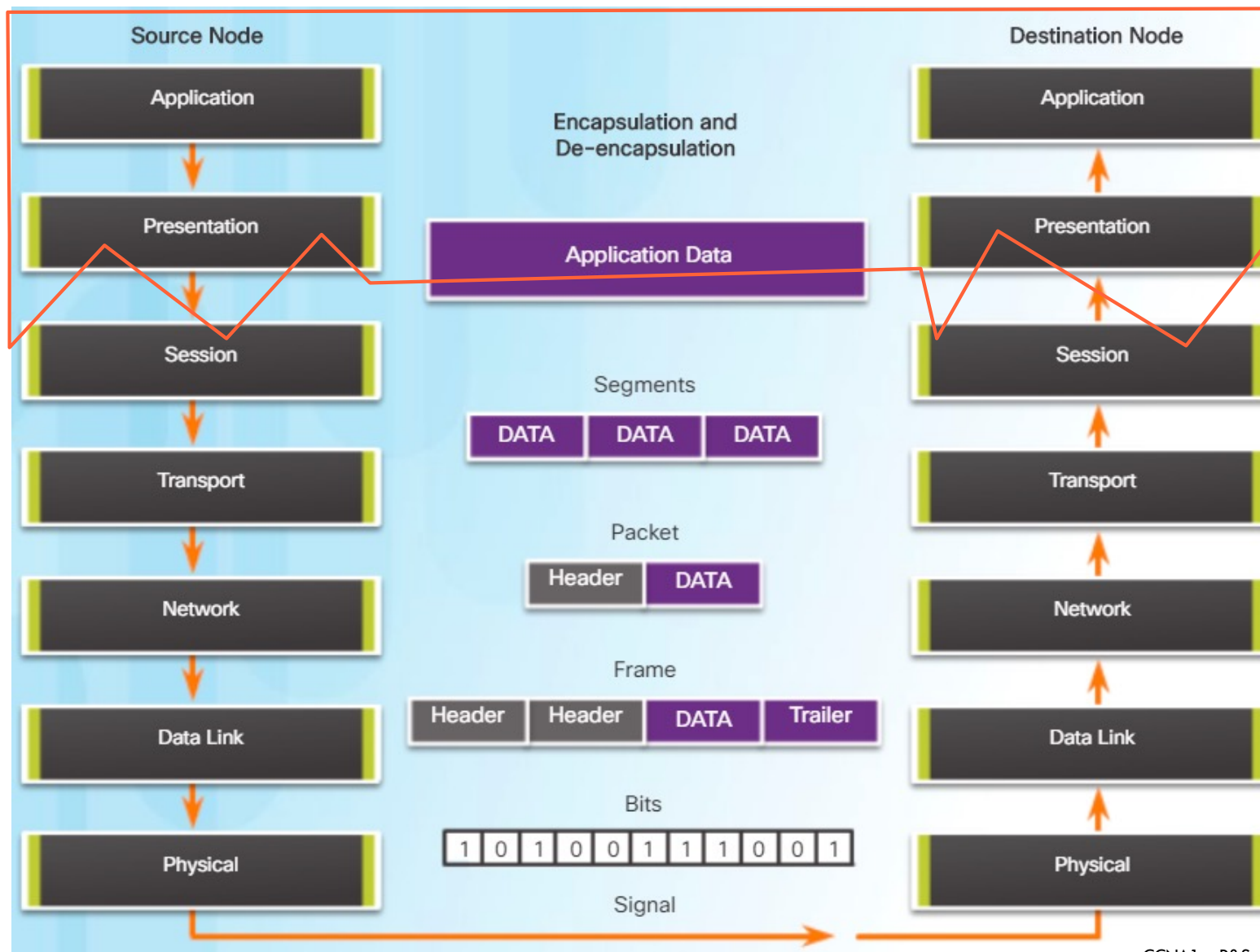


Redes de Computadores — RECO

Capa de Aplicación

Ing. Claudia Patricia Santiago Cely

EL MODELO ...



CAPA DE APLICACIÓN

Se encarga de las aplicaciones que manejan los usuarios/administradores que tienen que ver con la conexión a la red.

- Transferencia de archivos
- Consulta de textos a través de la red
- Transferencia de correo electrónico
- Chat
- Etc

CONEXIÓN ENTRE CAPAS DE APLICACIÓN

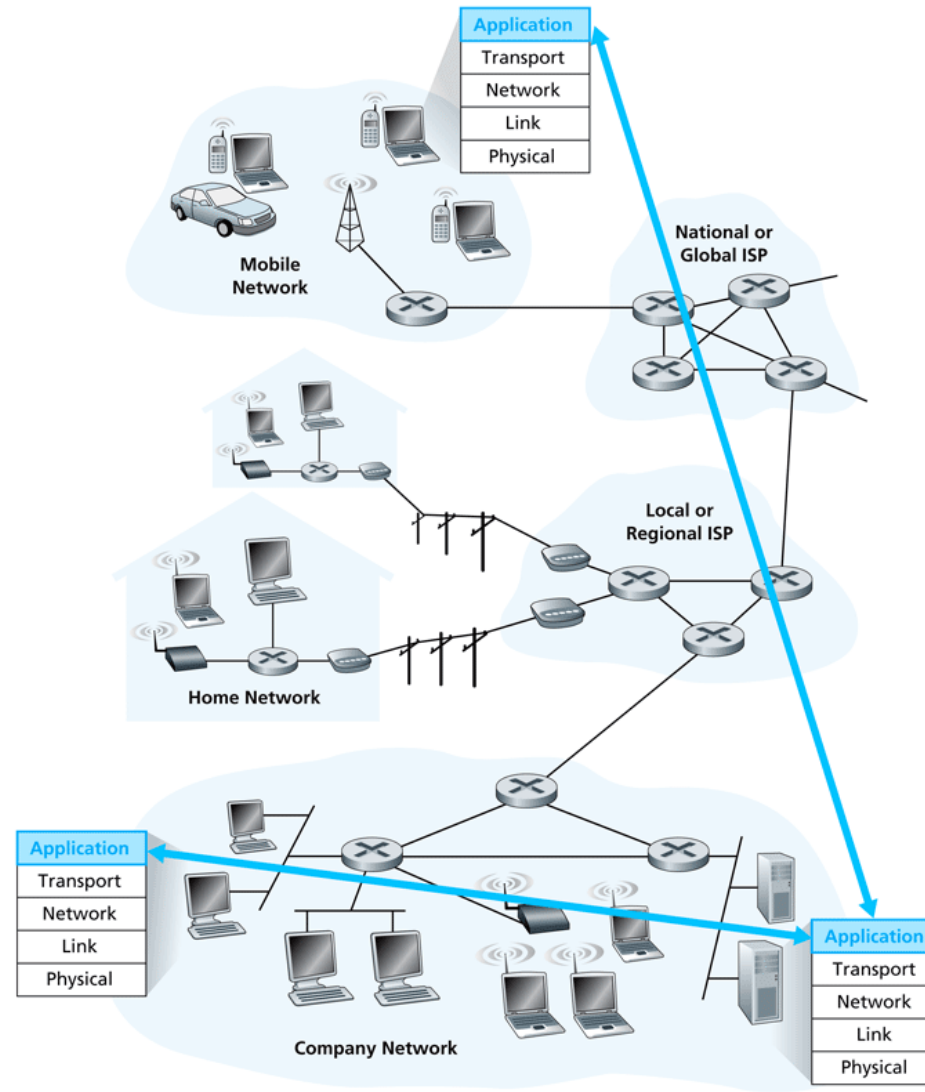
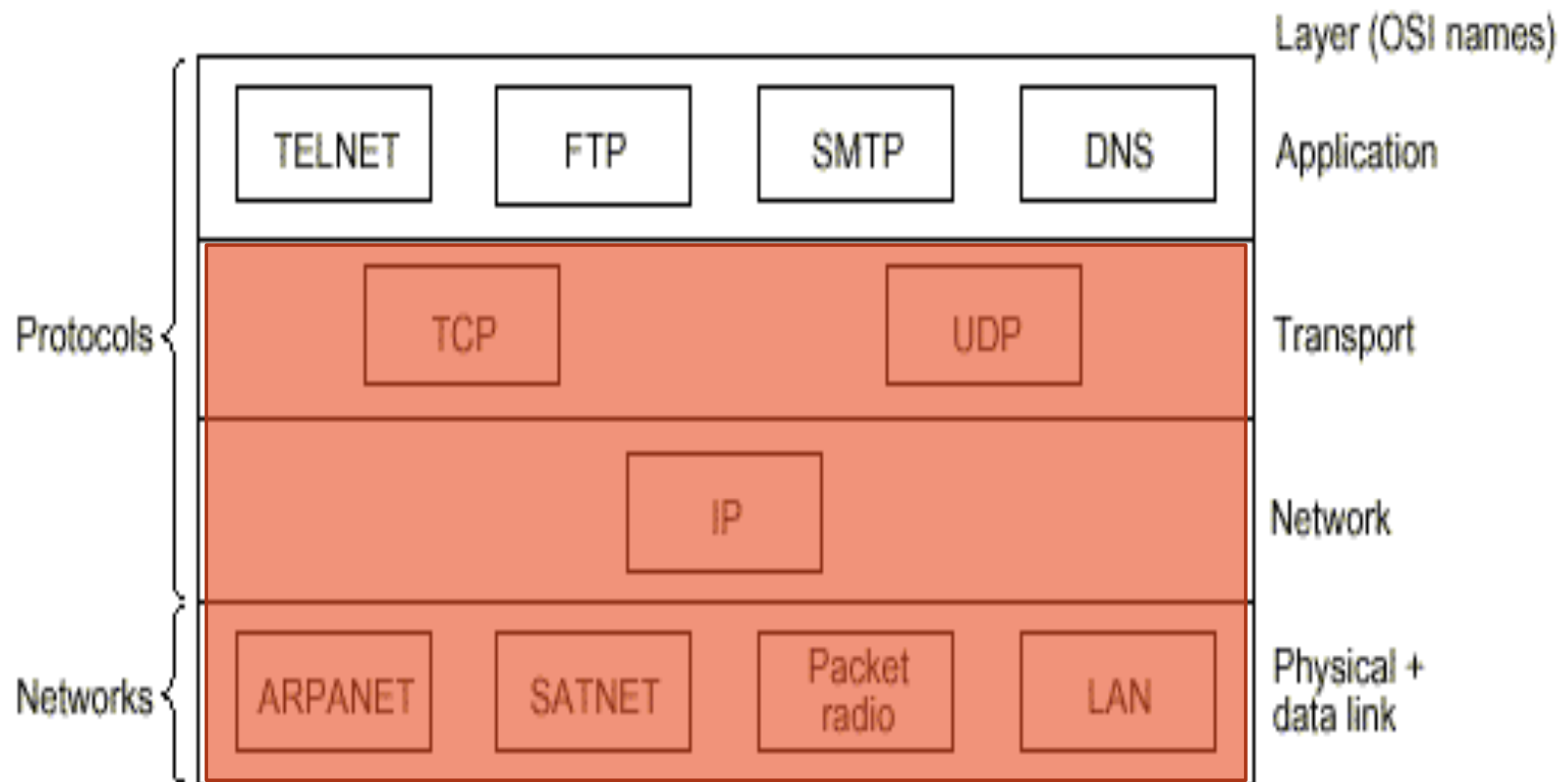


Figure 2.1 ♦ Communication for a network application takes place between end systems at the application layer.

CAPA DE APLICACIÓN ARQUITECTURA TCP/IP



TÉRMINOS IMPORTANTES

Aplicación de red (“Capa 8”) – agente de usuario

Protocolo de aplicación: define

- Tipos de mensajes a intercambiar
- Sintaxis de los mensajes (campos, orden, etc.)
- Semántica de los campos (significado)
- Reglas de cuándo y cómo un proceso envía y responde los mensajes

Cliente/Servidor o P2P

INTERCONEXIÓN CLIENTE/SERVIDOR Y P2P

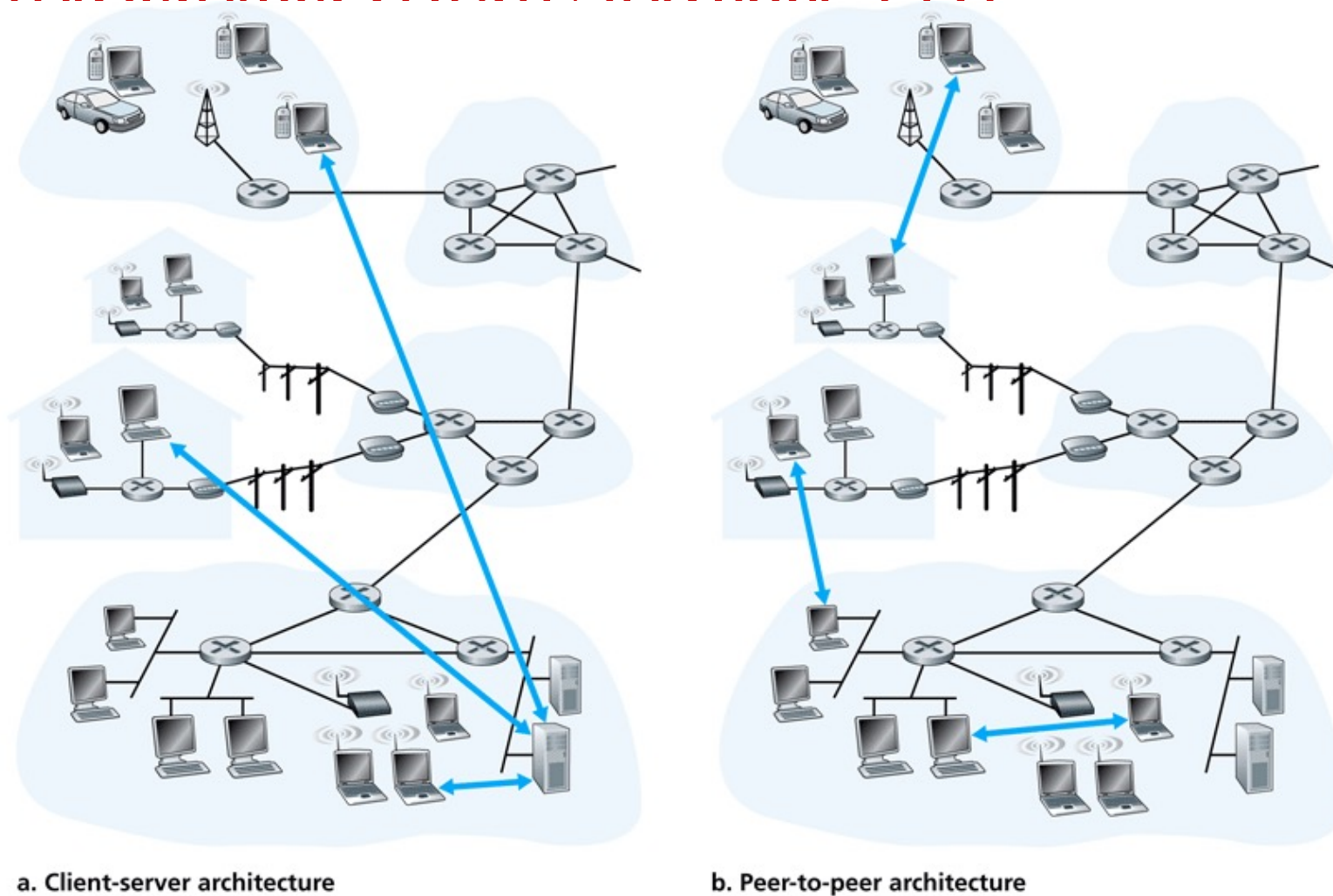


Figure 2.2 ♦ (a) Client-server architecture; (b) P2P architecture.

SERVICIOS

Todas las aplicaciones requieren un servicio de la red

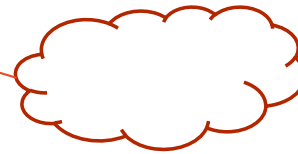
Depende de las aplicaciones

- Transferencia fiable (tolerancia a pérdidas)
- Velocidad
- Temporización

Application	Data Loss	Bandwidth	Time-Sensitive
File transfer	No loss	Elastic	No
E-mail	No loss	Elastic	No
Web documents	No loss	Elastic (few kbps)	No
Internet telephony/ Video conferencing	Loss-tolerant	Audio: few kbps–1 Mbps Video: 10 kbps–5 Mbps	Yes: 100s of msec
Stored audio/video	Loss-tolerant	Same as above	Yes: few seconds
Interactive games	Loss-tolerant	Few kbps–10 kbps	Yes: 100s of msec
Instant messaging	No loss	Elastic	Yes and no

Figure 2.4 ♦ Requirements of selected network applications

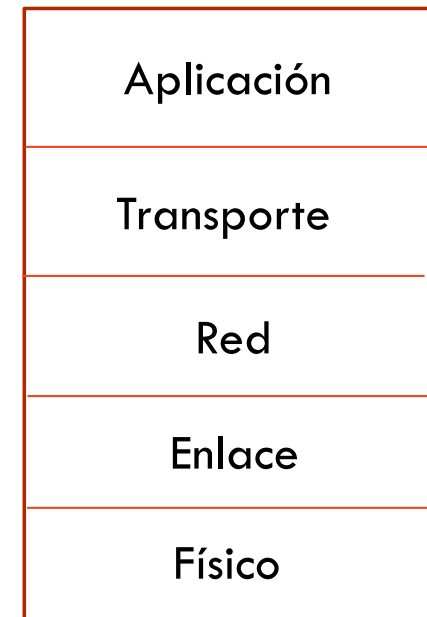
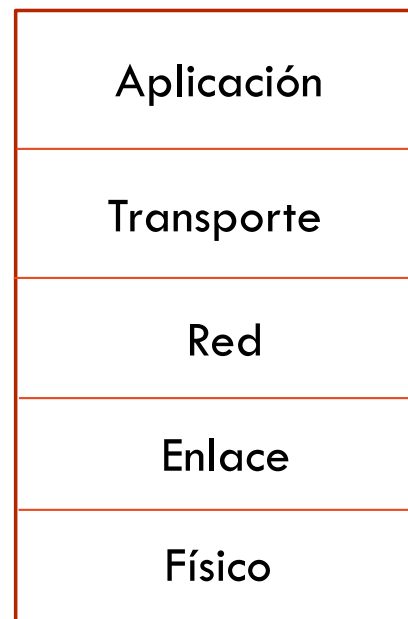
RELACIÓN APLICACIONES Y LA RED



❖ Procesos

❖ Sockets

❖ Puertos



PUERTOS

Punto de direccionamiento hacia el nivel de aplicaciones

- Well Known Ports Administrados por el sistema operativo
- 65536

RFC 1700

- Well-known ports range from 0 through 1023. (Puertos bien conocidos)
 - Ej: 21=FTP, 80=WWW, 23=Telnet
- Registered ports are 1024 to 49151.
- Dynamic ports (also called private ports) are 49152 to 65535.

PUERTOS BIEN CONOCIDOS

Servicio	No
ftp-data	20
ftp	21
Telnet	23
SMTP	25
Time	37
Login	49
Domain	53
Bootsps	67
Bootpc	68
TFTP	69
Gopher	70
www-HTTP	80
POP3	110

Servicio	No.
IMAP	143
SNMP	161
SNMP	161
SNMPTRAP	162
BGP	179
LDAP	389
HTTPS	443
RIP	520
IMAPS	993
POP3S	995
NFS	1023

PUERTOS REGISTRADOS

Servicio	No.
Oracle Database Client	2483
Secure Oracle Database Client	2483
Xbox LIVE and Games for Windows – Live	3074
MySQL database system	3306
PlayStation Network	3479 3480
PostgreSQL database system	5432
TeamViewer remote desktop protocol	5938
Apache Tomcat	8080
Microsoft Remote Administration for IIS Manager	8172
Bitcoin	8333
Kaspersky Network Agent	15000

PROTOCOLOS DE APLICACIÓN

Web

- HTTP
- HTTPS

Correo

- SMTP
- POP3
- IMAP

Terminal remota

- Telnet
- SSH

Transferencia de archivos y NAS (Network Attached Storage)

- FTP
- SFTP
- TFTP
- NFS
- CIFS → SMB (Windows)
- AFP (Apple)

Resolución de nombres

- DNS

Asignación de direcciones IP

- DHCP

Administración de red

- SNMP

Terminal remota.

Permite convertirse en una terminal “bruta” de un servidor.

Características

- Modo carácter
- Puerto 23
- Orientado a carácter

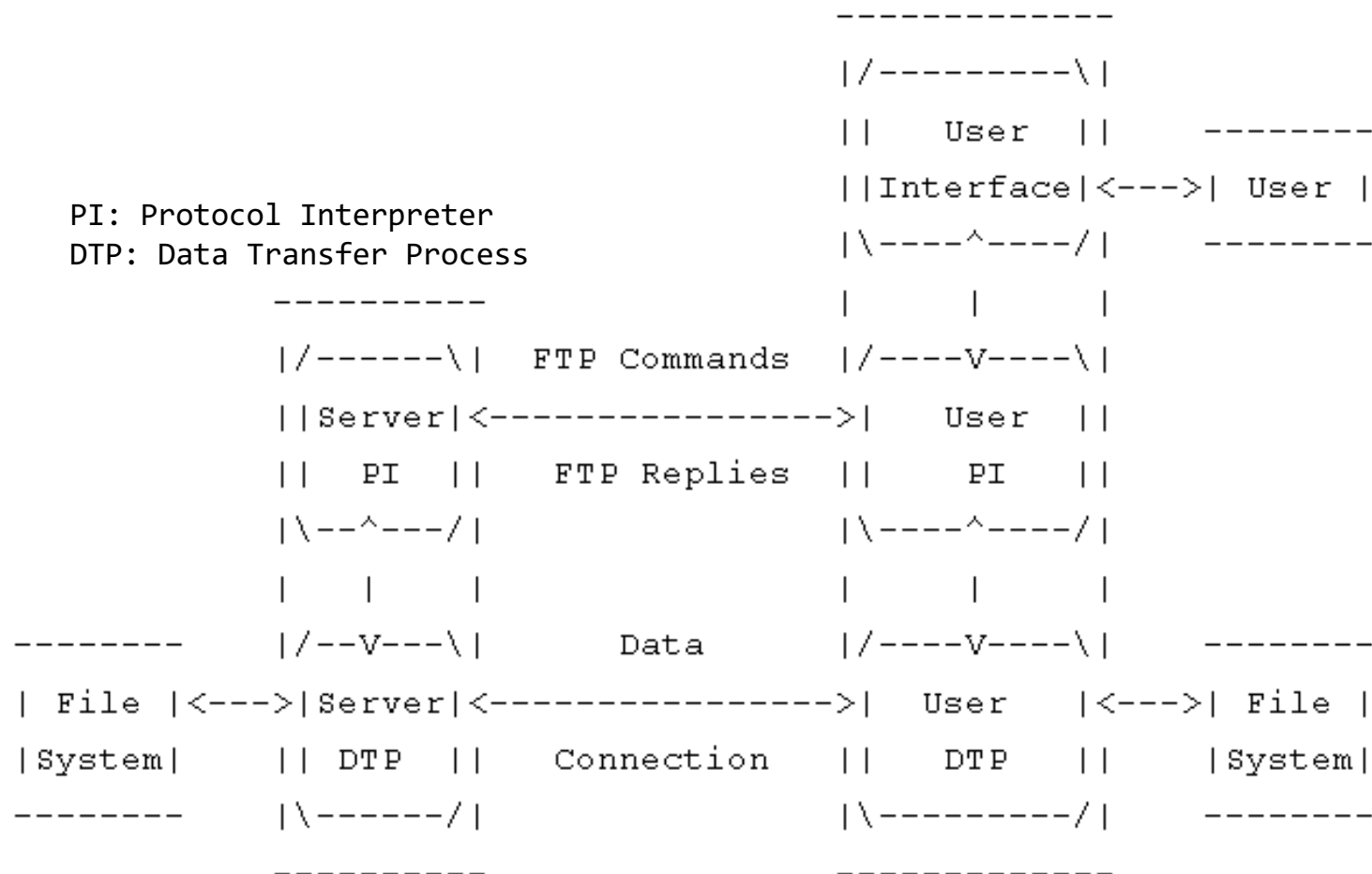
File Transfer Protocol

RFC 765 → RFC 959

Dos puertos

- FTP-Data: puerto 20
- FTP-"control": puerto 21

PI: Protocol Interpreter
DTP: Data Transfer Process



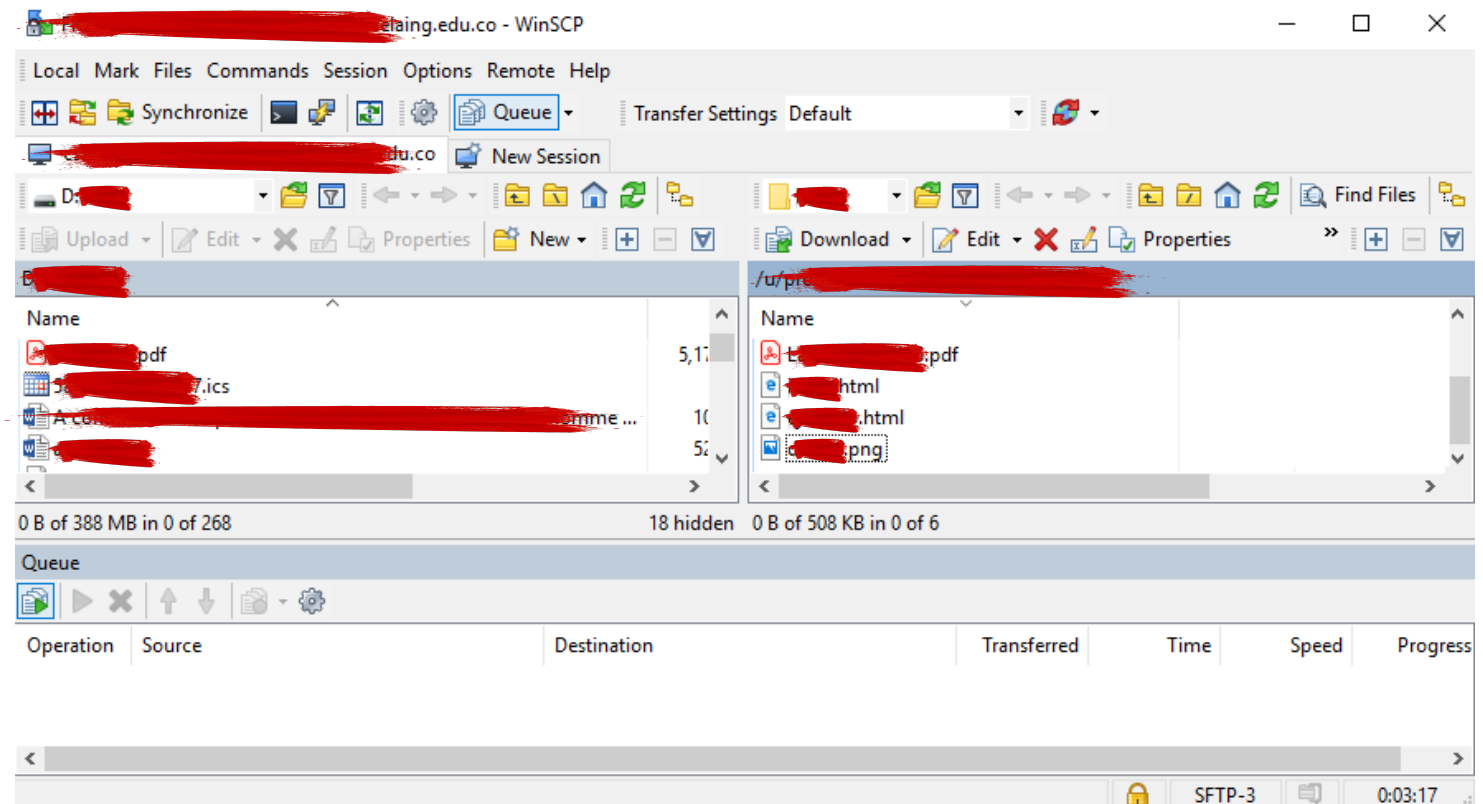
Comandos

- user
- password
- ls (-l)
- delete
- rename
- cd (..)
- mkdir
- rmdir
- quit

Comandos

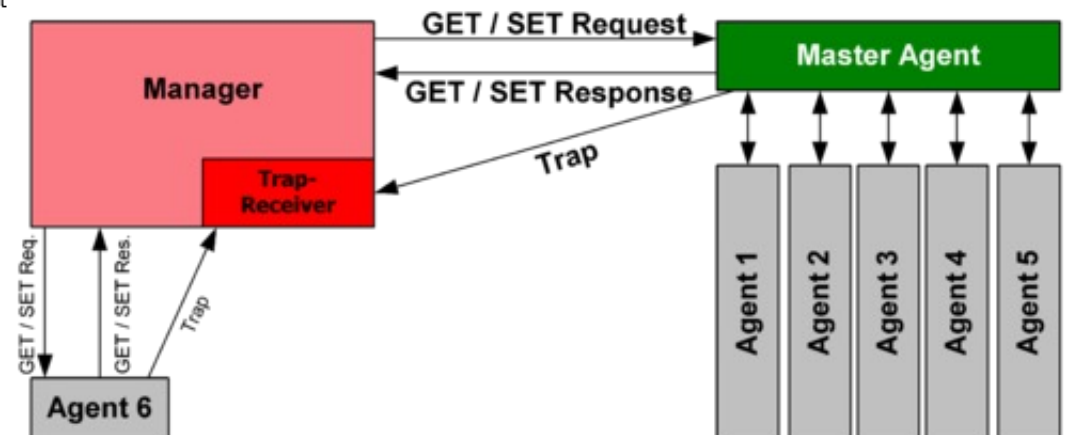
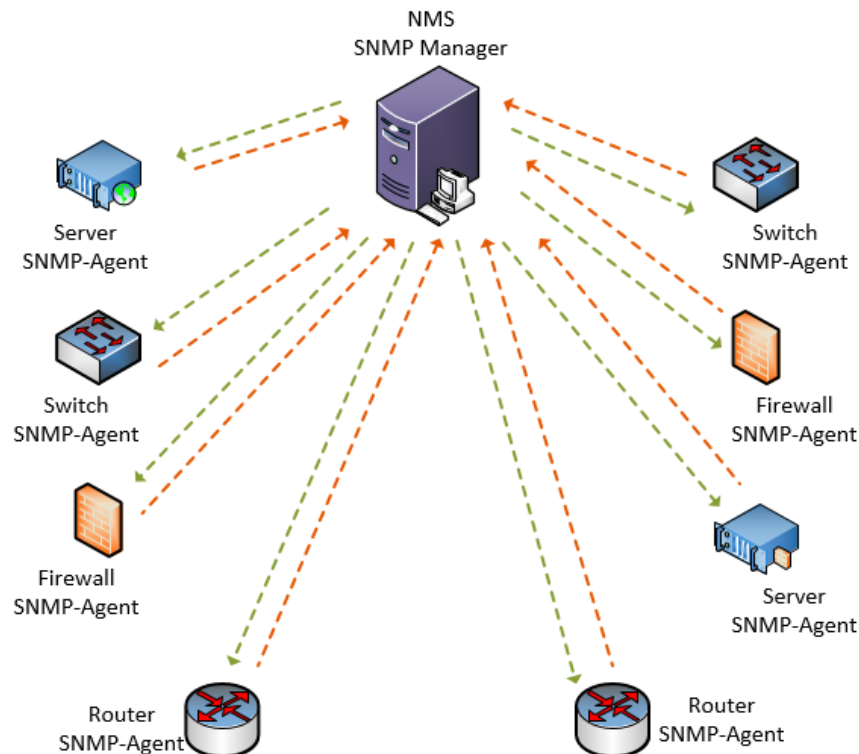
- get y mget (del remoto al local. Uno o varios archivos)
- put y mput (del local al remoto. Uno o varios archivos)
- ! (comandos en el local. Ej !ls : lista del local)

Modos: binary y ASCII



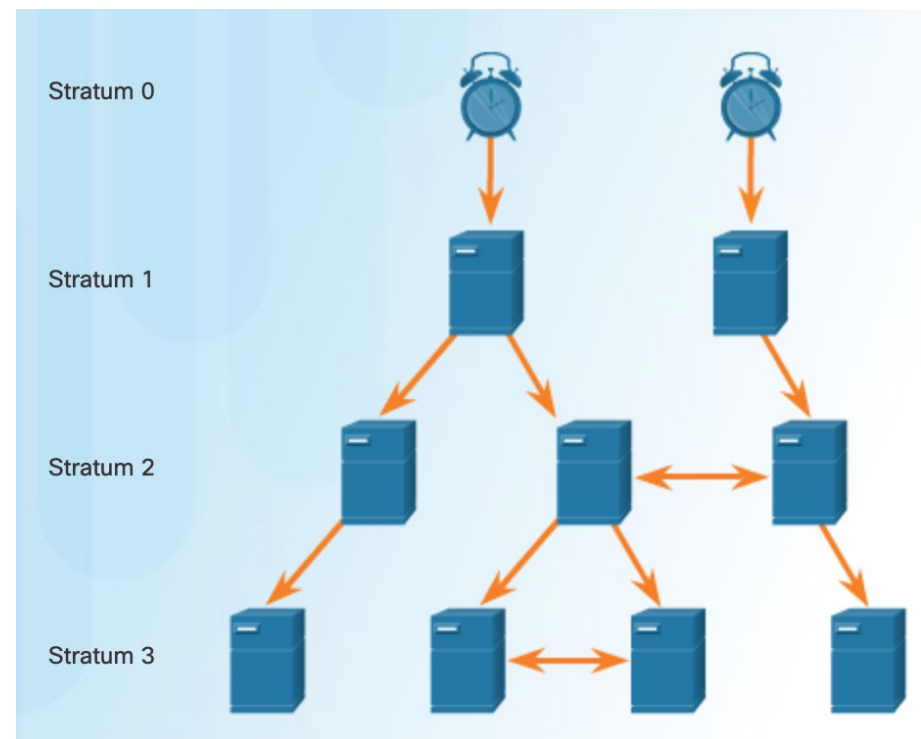
SNMP - SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL

- Puerto 161
- RFC 6353
- UDP
- V1, V2, V3



NTP

- Versión 3
- RFC 1305
- Sincronizar relojes
- Organización
 - Stratum0: Toma de un Authoritative Time Source (reloj de alta precision)
 - Stratum1
 - Stratum2 hacia abajo. Max 15 niveles
- UDP
- Puerto 123 (origen y destino)
- Modos de operación
 - Client/server
 - Symmetric Active/passive (para nodos bajos)
 - Broadcast



INTERNET PROTOCOL (IP)

DHCP

- Dynamic Host Configuration Protocol
- RFC 826 → ... → 5494 → ... → 2132

- BOOTP

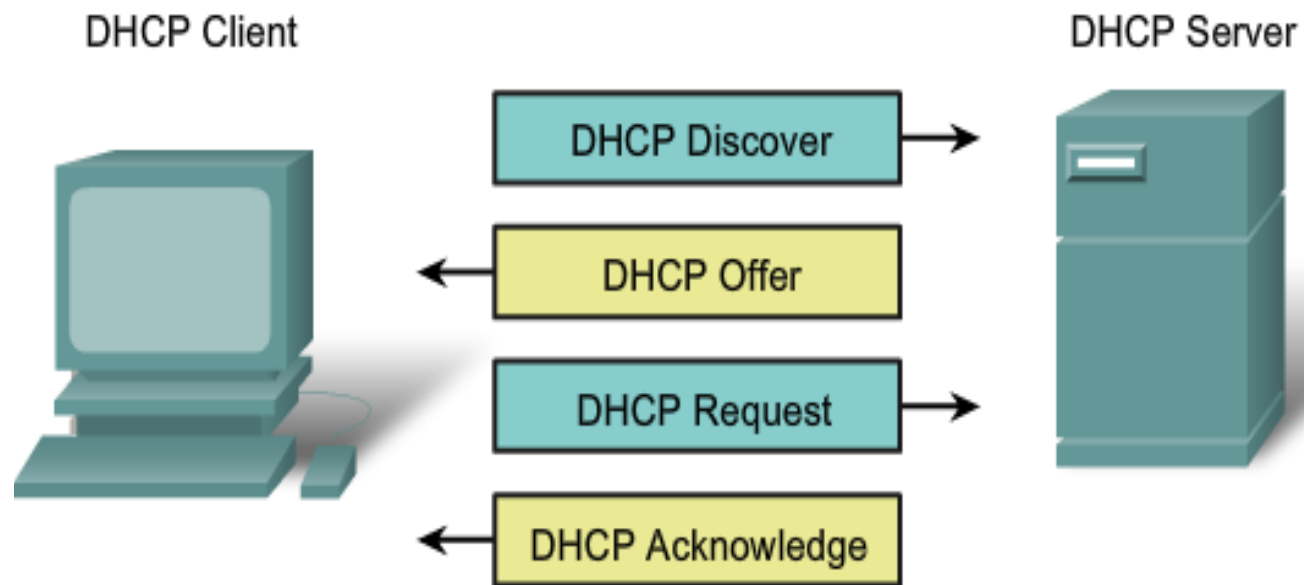
- Puerto

- Server 67
- Client 68

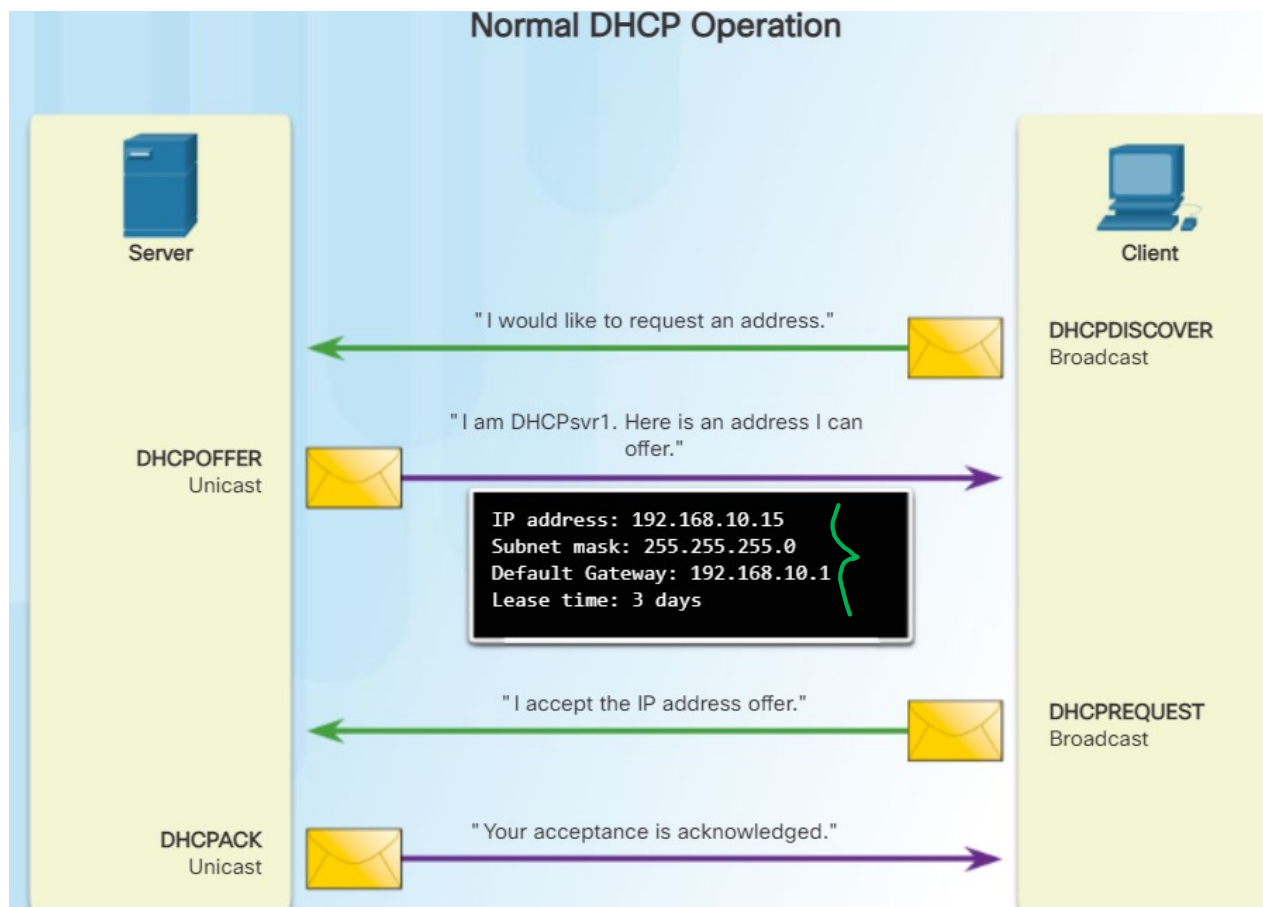
- Operación

- Estática
- Dinámica

- Protocolo de transporte: UDP



OPERACIÓN DHCP



DHCP

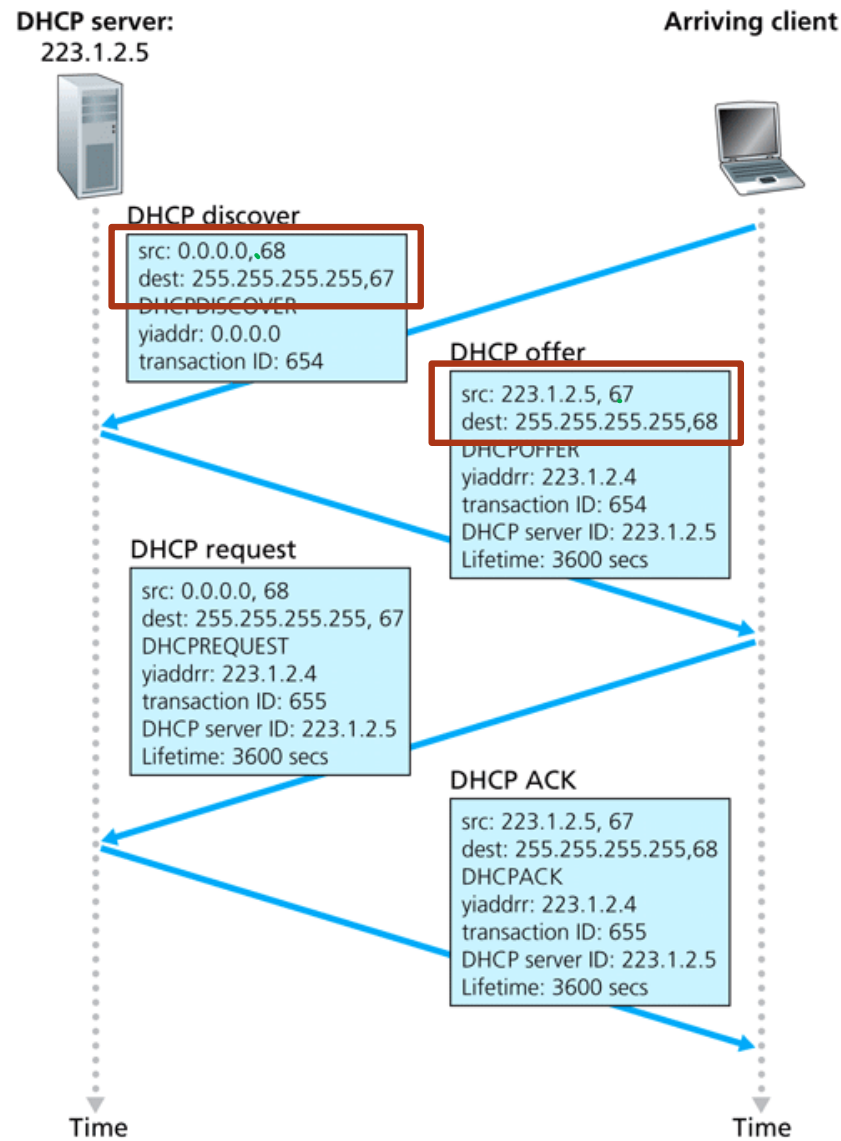
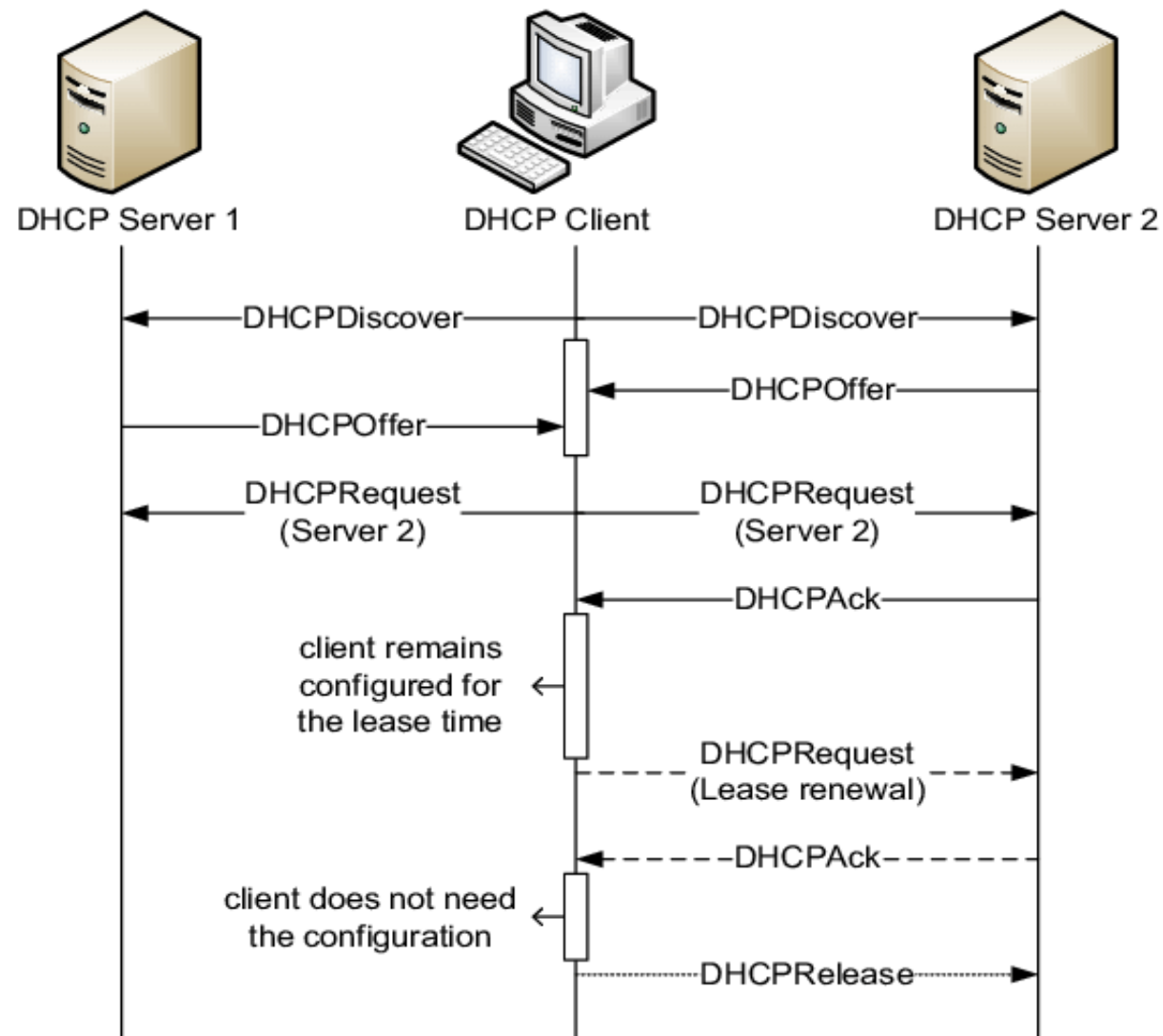
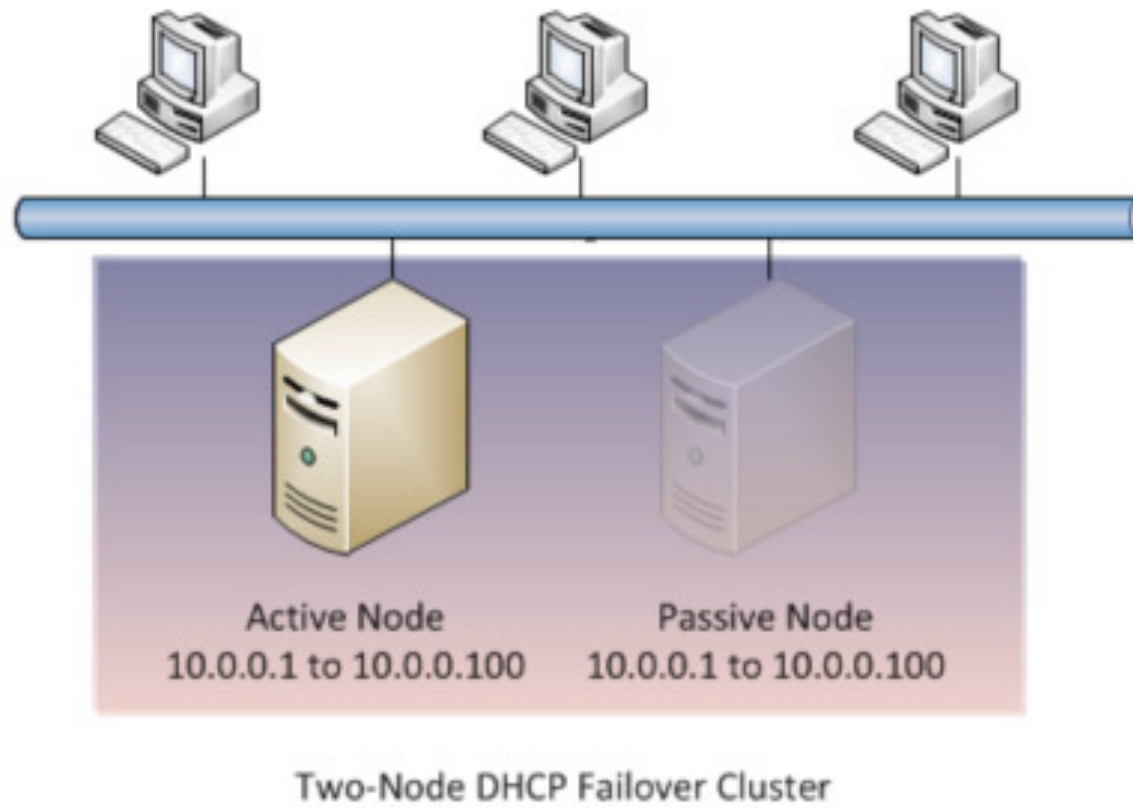


Figure 4.21 ♦ DHCP client-server interaction

DHCP



DHCP



DNS

Domain Name Service

RFC 1034, 1035, 1123, 1995, ...

Puerto 53

UDP

Resolución de nombres de dominios

- Conversión de nombres a direcciones IP
- Verificación de relación entre direcciones IP y nombres

NOMBRES DE DOMINIO

- Nombres usados para distinguir un grupo de equipos conectados a una red. En particular, aquí hablaremos de Internet.
- Dentro del dominio:
 - Los equipos pueden tener nombres asignados.
 - Pueden existir subdominios
- Ejemplos:
 - www.google.com
 - www.escuelaing.edu.co
 - correo.escuelaing.edu.co
 - www.is.escuelaing.edu.co
 - desarrollo.is.escuelaing.edu.co

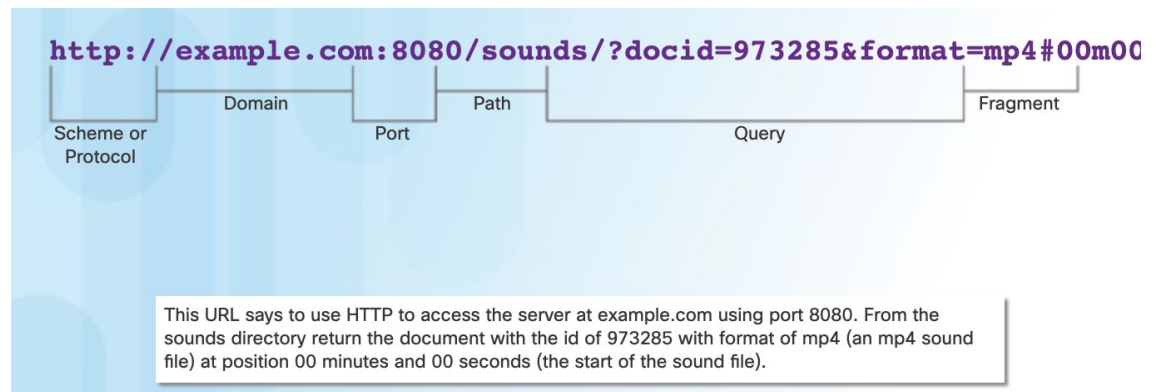
DNS

URI: Uniform Resource Identifier

- protocolo://servidor.dominio:puerto/path
- Ejemplos
 - ftp://onix.is.escuelaing.edu.co:21/public/desarrollo/archivo.zip
 - http://www.escuelaing.edu.co:80/egresados/eventos/fiesta.html

URL: Uniform Resource Locator (Web)

- http://servidor.dominio:puerto/path
- Ejemplos de URLs
 - http://estudiantes.is.escuelaing.edu.co
 - http://www.escuelaing.edu.co/sistemas/
 - http://telematica.is.escuelaing.co
 - google.com
 - http://desarrollo.escuelaing.edu.co:8080/~2067203/aplicacion/inicio.jsp



Alias

DNS

ESTRUCTURA DEL SERVICIO

Árbol de dominio

- Dominio “.”
- Sector
- Empresa
- Equipo/usuario/subdominio en la empresa

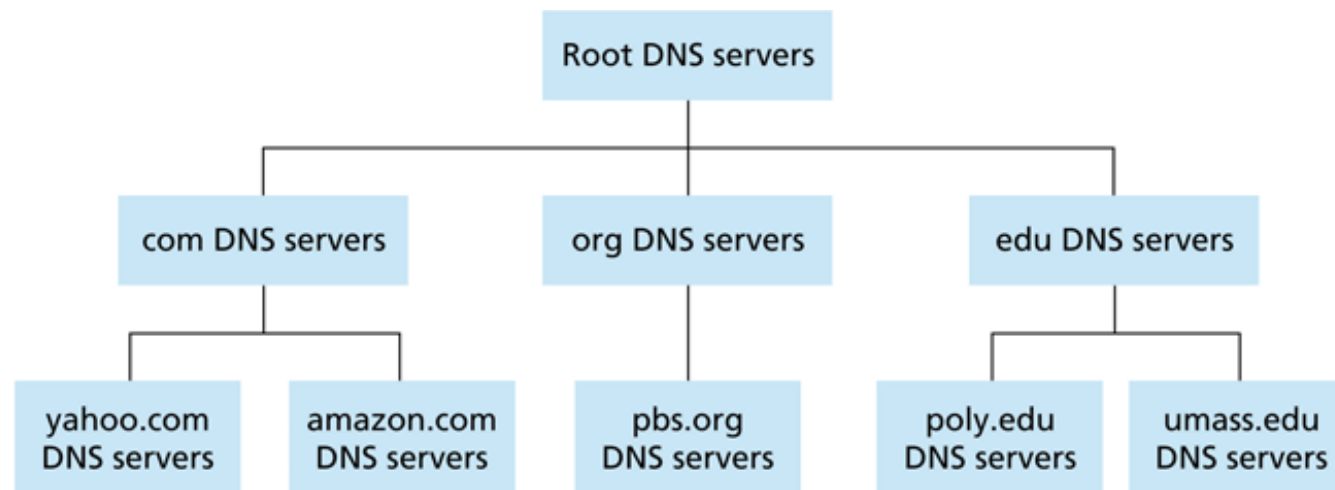
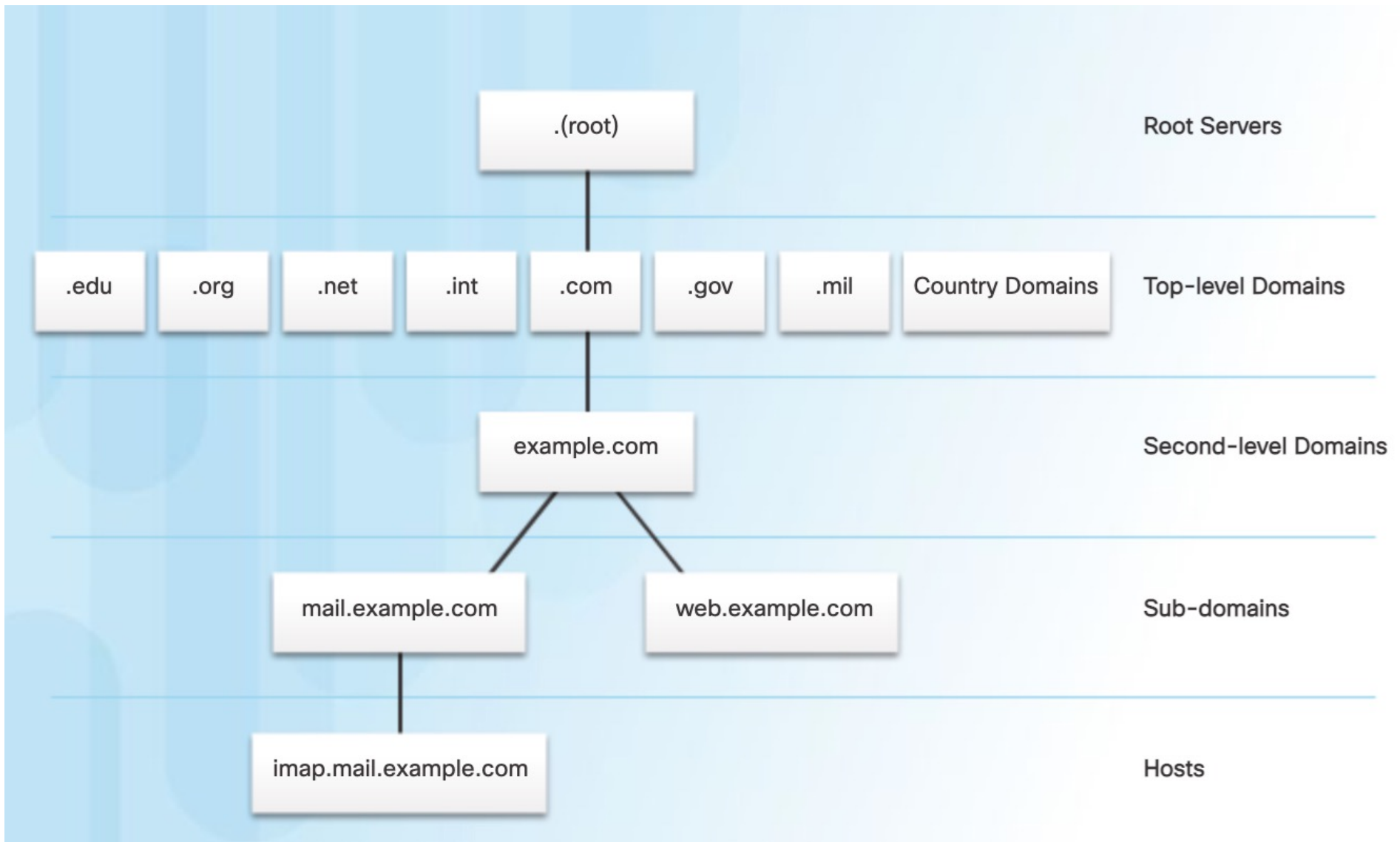


Figure 2.19 ♦ Portion of the hierarchy of DNS servers



DNS

Dominios genéricos

No patrocinados

- .com, para fines comerciales
- .edu, para Educación
- .mil, para el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Único país con dominio de primer nivel para el ejército)
- .int, para Entidades Internacionales, organizaciones como la ONU
- .gov, para Gobierno y Entidades Públicas
- .biz, para los Negocios
- .info, para Información
- .net, para Infraestructura de red
- .org, para organizaciones
- .name, para Nombres de personas

Patrocinados

- .aero: Industria del transporte aéreo
- .asia, la región de Asia
- .cat, para páginas en catalán
- .coop, para Cooperativas
- .jobs, para Departamentos de empleo y recursos humanos en empresas
- .mobi, para empresas de telefonía móvil o servicios para móvil.
- .museum, para los Museos
- .pro, para Profesional, requiere comprobación de una titulación universitaria previa a su concesión total.
- .travel, para páginas de la industria de viajes y turismo.

DNS

Dominios geográficos

- Son los códigos de país
- Llamados dominio de nivel superior geográfico – ccTLD (country code Top-Level Domain)
- Ejemplo
 - .ar: Argentina
 - .br: Brasil
 - .co: Colombia
 - .np: Nepal
 - Otros



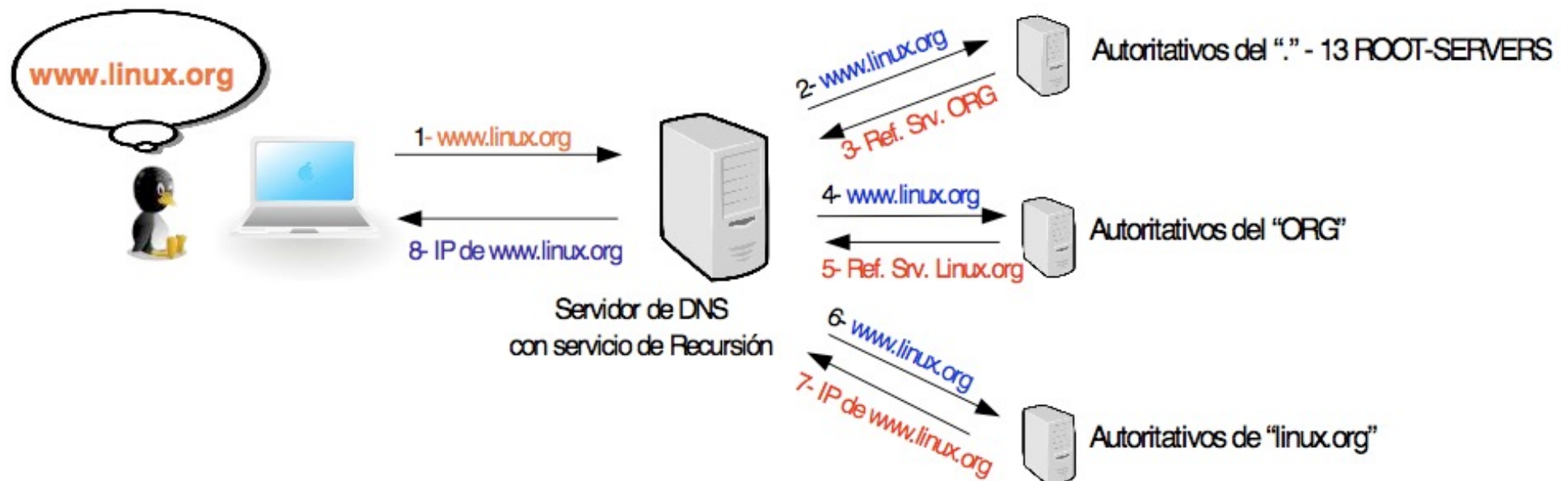
DNS

Organización distribuida del servicio



DNS

Funcionamiento – Consulta iterativa



DNS

Funcionamiento Consulta recursiva

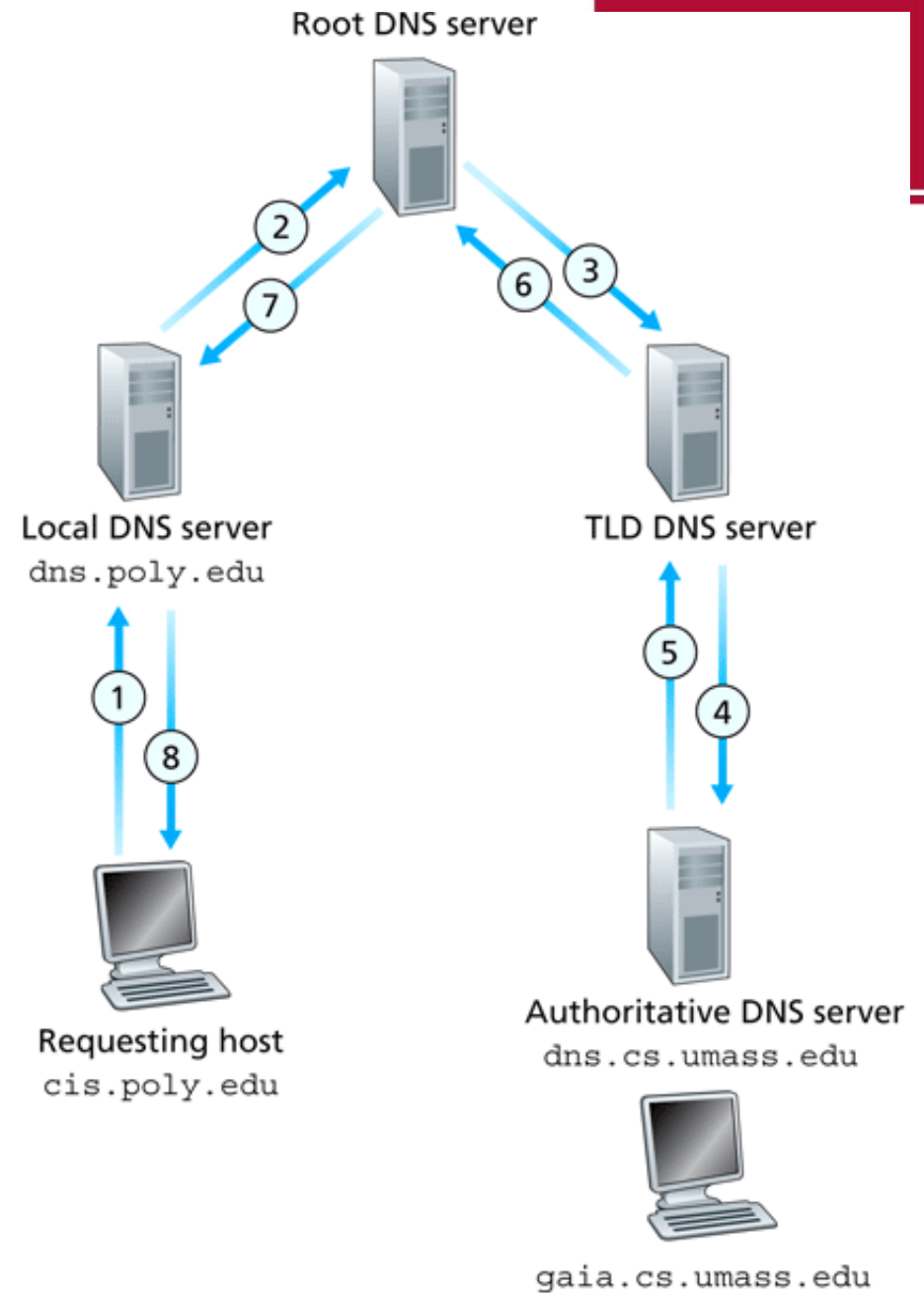
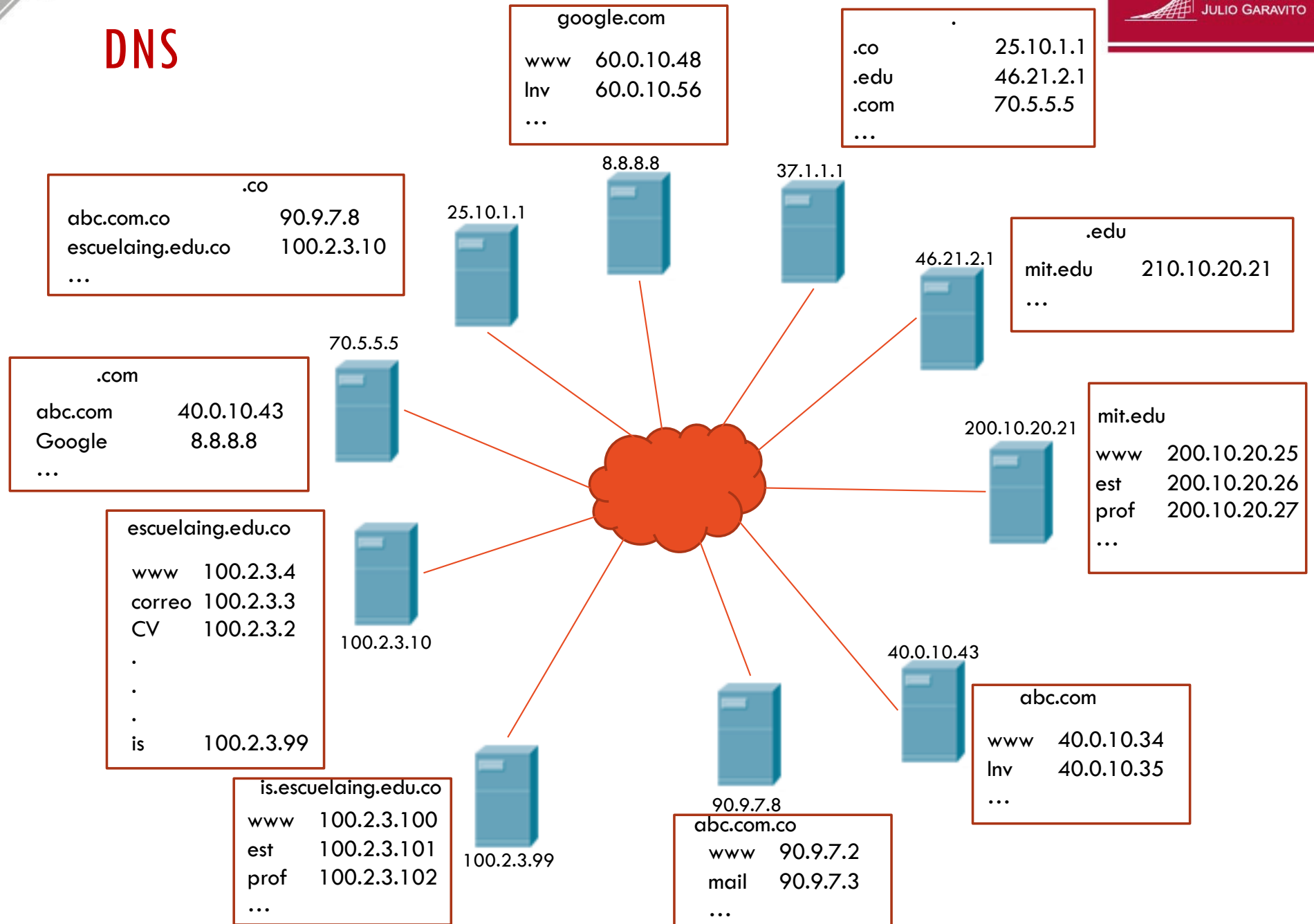


Figure 2.22 ♦ Recursive queries in DNS

DNS



DNS

Root Name Servers

- 13 root name servers
- letter.root-servers.net (ej. a.root-servers.net)

Letter	IPv4 address	IPv6 address	Old name	Operator	Software
A	198.41.0.4	2001:503:ba3e::2:30	ns.internic.net	Verisign	NSD and Verisign ATLAS
B	199.9.14.201	2001:500:200::b	ns1.isi.edu	USC-ISI	BIND and Knot DNS
C	192.33.4.12	2001:500:2::c	c.psi.net	Cogent Communications	BIND
D	199.7.91.13	2001:500:2d::d	terp.umd.edu	University of Maryland	NSD
E	192.203.230.10	2001:500:a8::e	ns.nasa.gov	NASA Ames Research Center	BIND and NSD
F	192.5.5.241	2001:500:2f::f	ns.isc.org	Internet Systems Consortium	BIND
G	192.112.36.4[note 6]	2001:500:12::d0d	ns.nic.ddn.mil	Defense Information Systems Agency	BIND
H	198.97.190.53	2001:500:1::53	aos.arl.army.mil	U.S. Army Research Lab	NSD
I	192.36.148.17	2001:7fe::53	nic.nordu.net	Netnod	BIND
J	192.58.128.30	2001:503:c27::2:30	N/A	Verisign	NSD and Verisign ATLAS
K	193.0.14.129	2001:7fd::1	N/A	RIPE NCC	BIND, NSD and Knot DNS
L	199.7.83.42	2001:500:9f::42	N/A	ICANN	NSD and Knot DNS
M	202.12.27.33	2001:dc3::35	N/A	WIDE Project	BIND

DNS

Root Name Servers

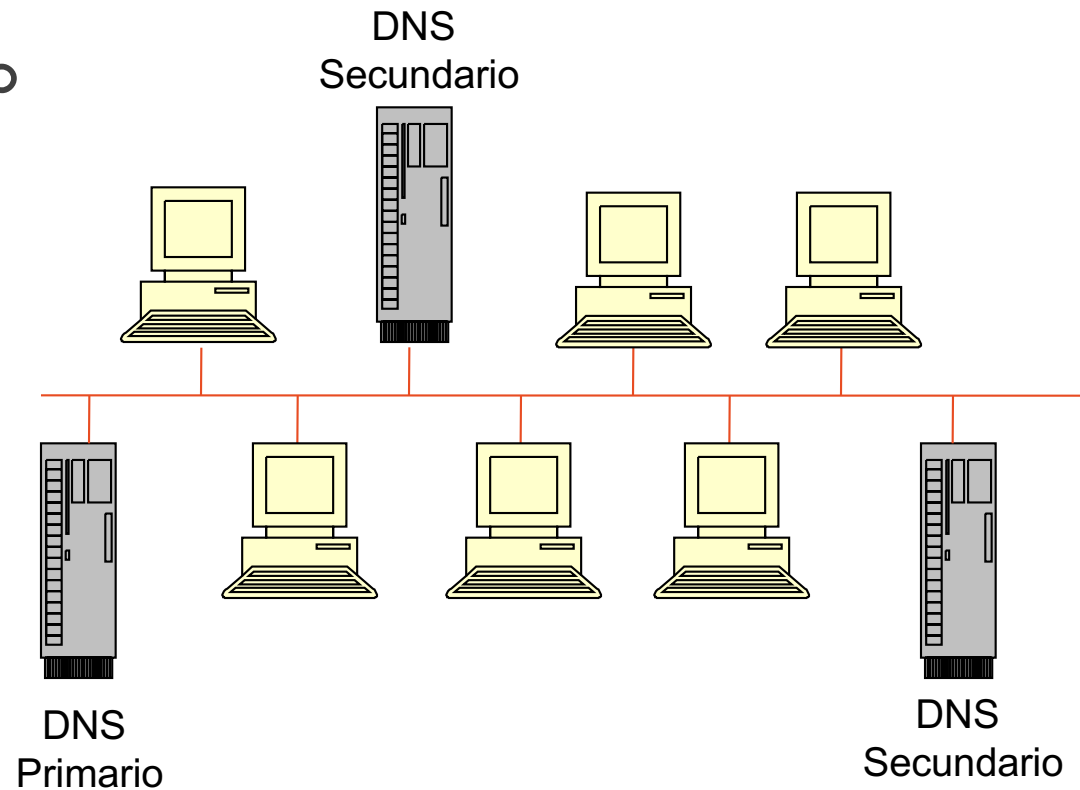


<http://www.root-servers.org/>

DNS

Estructura del servicio dentro de un dominio

- Primario
- Secundario



DNS

Configuración

- Archivo de:
 - Definición de dominios
 - Direcciones de dominios
 - Direcciones de root-servers
 - Control de versiones
- Linux
 - /etc/named.conf
 - /xxx/.../.../named.soa
 - /xxx/.../.../named.ca
- Windows
 - Programs - Administrative tools – DNS
 - Sobre el dominio windows
 - Clic derecho
 - New zone

Proceso en Colombia para adquirir un dominio

Tarea

- ¿Cómo adquirir un dominio a nivel mundial?
- ¿Cómo adquirir un dominio en Colombia?

Incluya costos, proceso, requisitos

HTTP

HyperText Transfer Protocol

RFC 1954 (HTTP/1.0) → RFC 2616 (HTTP/1.1)

Protocolo que permite la transferencia de páginas entre clientes y servidores

- Cliente: Define cómo el cliente web solicita páginas web
- Servidor: Define cómo el servidor transfiere las páginas a los clientes.

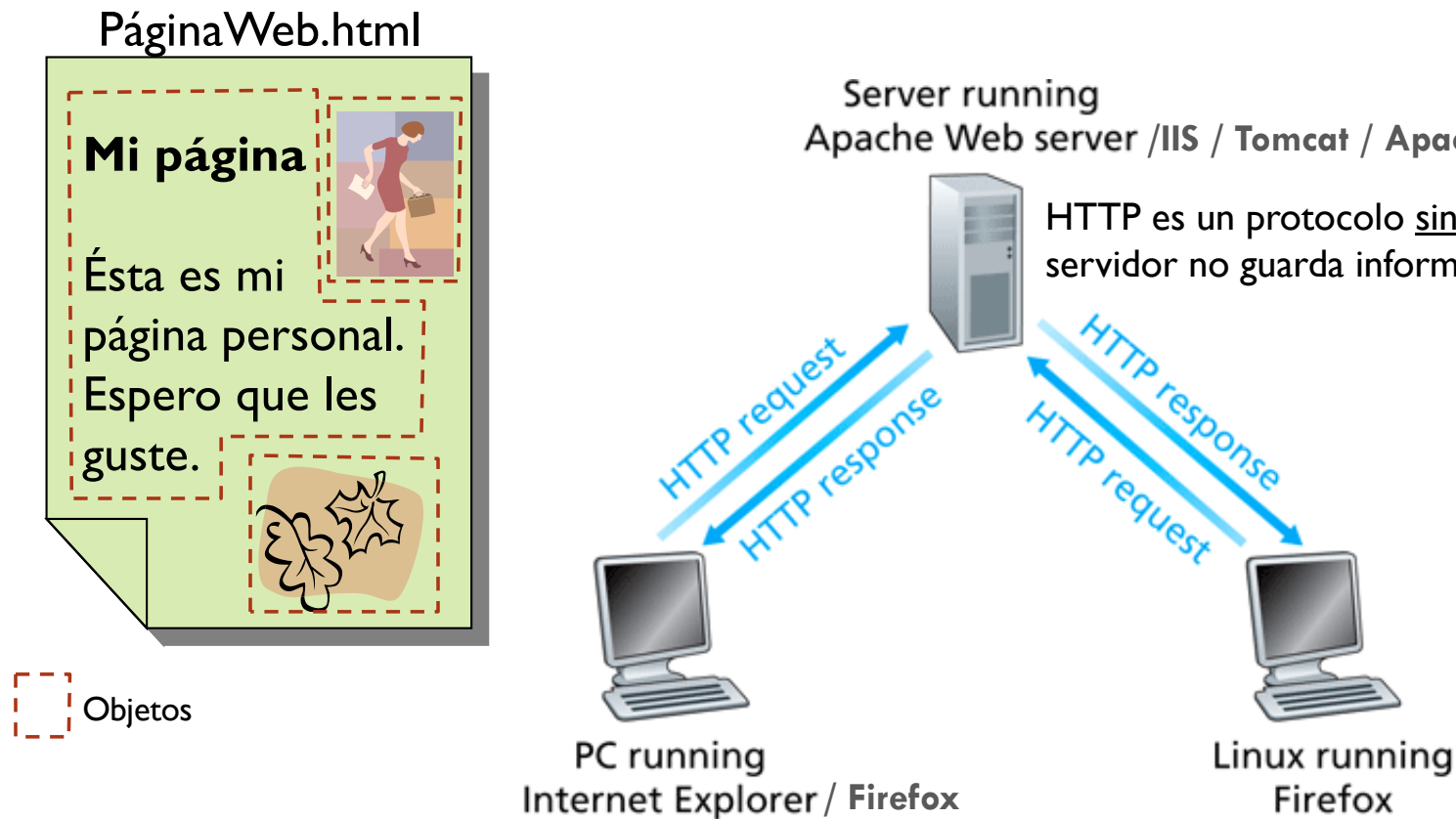


Figure 2.6 ♦ HTTP request-response behavior

Dos modos:

- No persistente: Por cada objeto una conexión, transmisión del objeto y cierre
- Persistente: Se establece la conexión, se envían todos los objetos y se cierra

- **Without pipelining:**

Pido → recibo

pido → recibo

pido → recibo

- **With pipelining:**

Pido → recibo

Pido → recibo

Pido → recibo

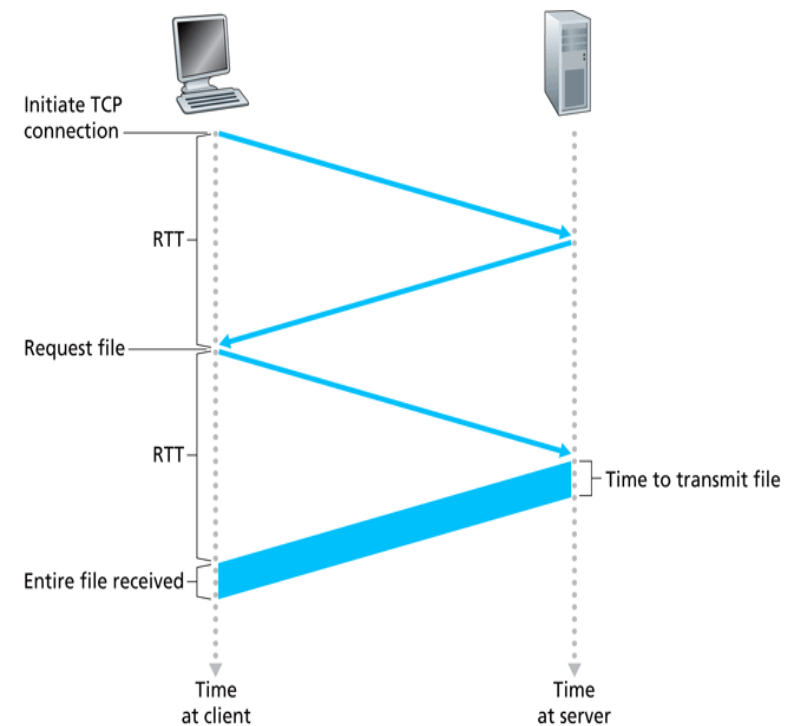


Figure 2.7 ♦ Back-of-the-envelope calculation for the time needed to request and receive an HTML file

WEB - MENSAJES HTTP - SOLICITUDES

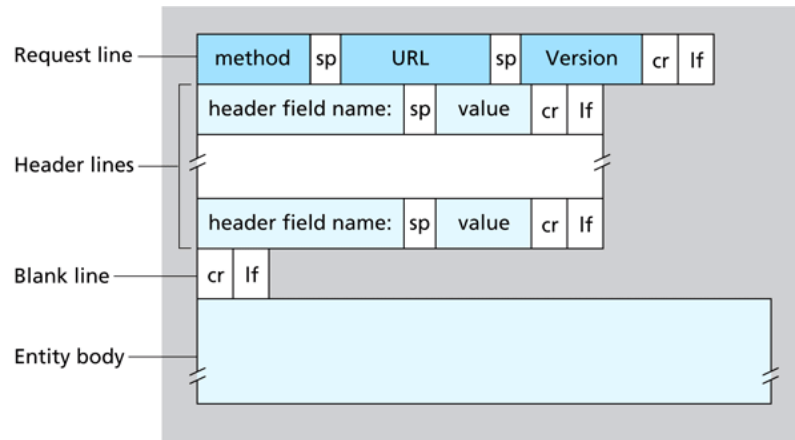


Figure 2.8 ♦ General format of an HTTP request message

Computer Networking: A Top-Down Approach, 4/E. James F. Kurose, Keith W. Ross.

Method

Comando	Descripción
GET	Solicita el recurso ubicado en la URL especificada
HEAD	Solicita el encabezado del recurso ubicado en la URL especificada
POST	Envía datos al programa ubicado en la URL especificada
PUT	Envía datos a la URL especificada
DELETE	Borra el recurso ubicado en la URL especificada

<http://es.kioskea.net/contents/internet/http.php3>

Header field name

Nombre del encabezado	Descripción
Accept	Tipo de contenido aceptado por el navegador (por ejemplo, <i>texto/html</i>). Consulte Tipos de MIME
Accept-Charset	Juego de caracteres que el navegador espera
Accept-Encoding	Codificación de datos que el navegador acepta
Accept-Language	Idioma que el navegador espera (de forma predeterminada, inglés)
Authorization	Identificación del navegador en el servidor
Content-Encoding	Tipo de codificación para el cuerpo de la solicitud
Content-Language	Tipo de idioma en el cuerpo de la solicitud
Content-Length	Extensión del cuerpo de la solicitud
Content-Type	Tipo de contenido del cuerpo de la solicitud (por ejemplo, <i>texto/html</i>). Consulte Tipos de MIME
Date	Fecha en que comienza la transferencia de datos
Forwarded	Utilizado por equipos intermediarios entre el navegador y el servidor
From	Permite especificar la dirección de correo electrónico del cliente
From	Permite especificar que debe enviarse el documento si ha sido modificado desde una fecha en particular
Link	Vínculo entre dos direcciones URL
Orig-URL	Dirección URL donde se originó la solicitud
Referer	Dirección URL desde la cual se realizó la solicitud
User-Agent	Cadena con información sobre el cliente, por ejemplo, el nombre y la versión del navegador y el sistema operativo

<http://es.kioskea.net/contents/internet/http.php3>

WEB - MENSAJES HTTP - SOLICITUDES

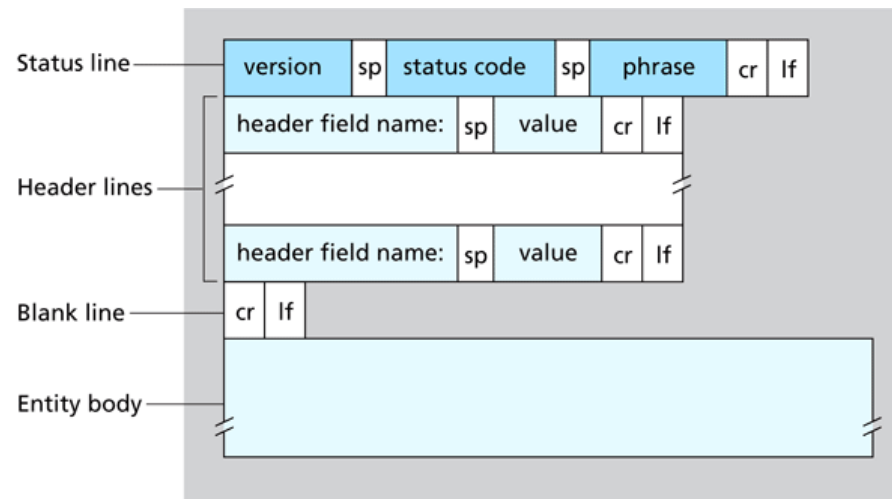
```
GET /somedir/page.html HTTP/1.1
Connection: close
User-agent: Mozilla/35.0
Accept: text/html, image/gif, image/jpeg
Accept-language:fr
[Línea en blanco]
```

```
GET / HTTP/1.0
[Línea en blanco]
```

```
GET /bar HTTP/1.0
Connection: Keep-Alive
User-Agent: Mozilla/4.02 [en] (WinNT; U)
Host: bijou.mcom.com:1999
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg, image/pjpeg, */*
Accept-Language: en-US,en-GB,en
Accept-Charset: iso-8859-1,*,utf-8
```

```
[Línea en blanco]
```

WEB - MENSAJES HTTP - RESPUESTAS



Computer Networking: A Top-Down Approach, 4/E. James F. Kurose, Keith W. Ross.

Figure 2.9 ♦ General format of an HTTP response message

Header field

Nombre del encabezado	Descripción
Content-Encoding	Tipo de codificación para el cuerpo de la respuesta
Content-Language	Tipo de idioma en el cuerpo de la respuesta
Content-Length	Extensión del cuerpo de la respuesta
Content-Type	Tipo de contenido del cuerpo de la respuesta (por ejemplo, <i>texto/html</i>). Consulte Tipos de MIME
Date	Fecha en que comienza la transferencia de datos
Expires	Fecha límite de uso de los datos
Forwarded	Utilizado por equipos intermediarios entre el navegador y el servidor
Location	Redireccionamiento a una nueva dirección URL asociada con el documento
Server	Características del servidor que envió la respuesta

WEB - MENSAJES HTTP - RESPUESTAS

Códigos de respuestas

Código	Mensaje	Descripción
10x	Mensaje de información	Estos códigos no se utilizan en la versión 1.0 del protocolo
20x	Éxito	Estos códigos indican la correcta ejecución de la transacción
200	OK	La solicitud se llevó a cabo de manera correcta
201	CREATED	Sigue a un comando POST e indica el éxito, la parte restante del cuerpo indica la dirección URL donde se ubicará el documento creado recientemente.
202	ACCEPTED	La solicitud ha sido aceptada, pero el procedimiento que sigue no se ha llevado a cabo
203	PARTIAL INFORMATION	Cuando se recibe este código en respuesta a un comando de GET indica que la respuesta no está completa.
204	NO RESPONSE	El servidor ha recibido la solicitud, pero no hay información de respuesta
205	RESET CONTENT	El servidor le indica al navegador que borre el contenido en los campos de un formulario
206	PARTIAL CONTENT	Es una respuesta a una solicitud que consiste en el encabezado <i>range</i> . El servidor debe indicar el encabezado <i>content-Range</i>
30x	Redirección	Estos códigos indican que el recurso ya no se encuentra en la ubicación especificada
301	MOVED	Los datos solicitados han sido transferidos a una nueva dirección
302	FOUND	Los datos solicitados se encuentran en una nueva dirección URL, pero, no obstante, pueden haber sido trasladados
303	METHOD	Significa que el cliente debe intentarlo con una nueva dirección; es preferible que intente con otro método en vez de GET
304	NOT MODIFIED	Si el cliente llevó a cabo un comando GET condicional (con la solicitud relativa a si el documento ha sido modificado desde la última vez) y el documento no ha sido modificado, este código se envía como respuesta.

WEB - MENSAJES HTTP - RESPUESTAS

Códigos de respuestas

40x	Error debido al cliente	Estos códigos indican que la solicitud es incorrecta
400	BAD REQUEST	La sintaxis de la solicitud se encuentra formulada de manera errónea o es imposible de responder
401	UNAUTHORIZED	Los parámetros del mensaje aportan las especificaciones de formularios de autorización que se admiten. El cliente debe reformular la solicitud con los datos de autorización correctos
402	PAYMENT REQUIRED	El cliente debe reformular la solicitud con los datos de pago correctos
403	FORBIDDEN	El acceso al recurso simplemente se deniega
404	NOT FOUND	Un clásico. El servidor no halló nada en la dirección especificada. Se ha abandonado sin dejar una dirección para redireccionar... :)
50x	Error debido al servidor	Estos códigos indican que existe un error interno en el servidor
500	INTERNAL ERROR	El servidor encontró una condición inesperada que le impide seguir con la solicitud (una de esas cosas que les suceden a los servidores...)
501	NOT IMPLEMENTED	El servidor no admite el servicio solicitado (no puede saberlo todo...)
502	BAD GATEWAY	El servidor que actúa como una puerta de enlace o proxy ha recibido una respuesta no válida del servidor al que intenta acceder
503	SERVICE UNAVAILABLE	El servidor no puede responder en ese momento debido a que se encuentra congestionado (todas las líneas de comunicación se encuentran congestionadas, inténtelo de nuevo más adelante)
504	GATEWAY TIMEOUT	La respuesta del servidor ha llevado demasiado tiempo en relación al tiempo de espera que la puerta de enlace podía admitir (excedió el tiempo asignado...)

WEB - MENSAJES HTTP - RESPUESTAS

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Thu, 26 Jan 2019 15:48:11 GMT
Server: Apache/2.4.10 (Unix) mod_jk/7.2.20 PHP/5.2.0
Last-Modified: Fri, 16 Dic 2018 18:00:15 GMT
ETag: "40020-1cc-45fadb2f"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 460
Connection: close
Content-Type: text/html
<html>
  <head>
    <title>Laboratorio de Informática</title>
  </head>
  <frameset>
    <frame src="labinfo/index.php" name="menu">
  </frameset>
</html>
Connection to host lost.
```

COOKIES

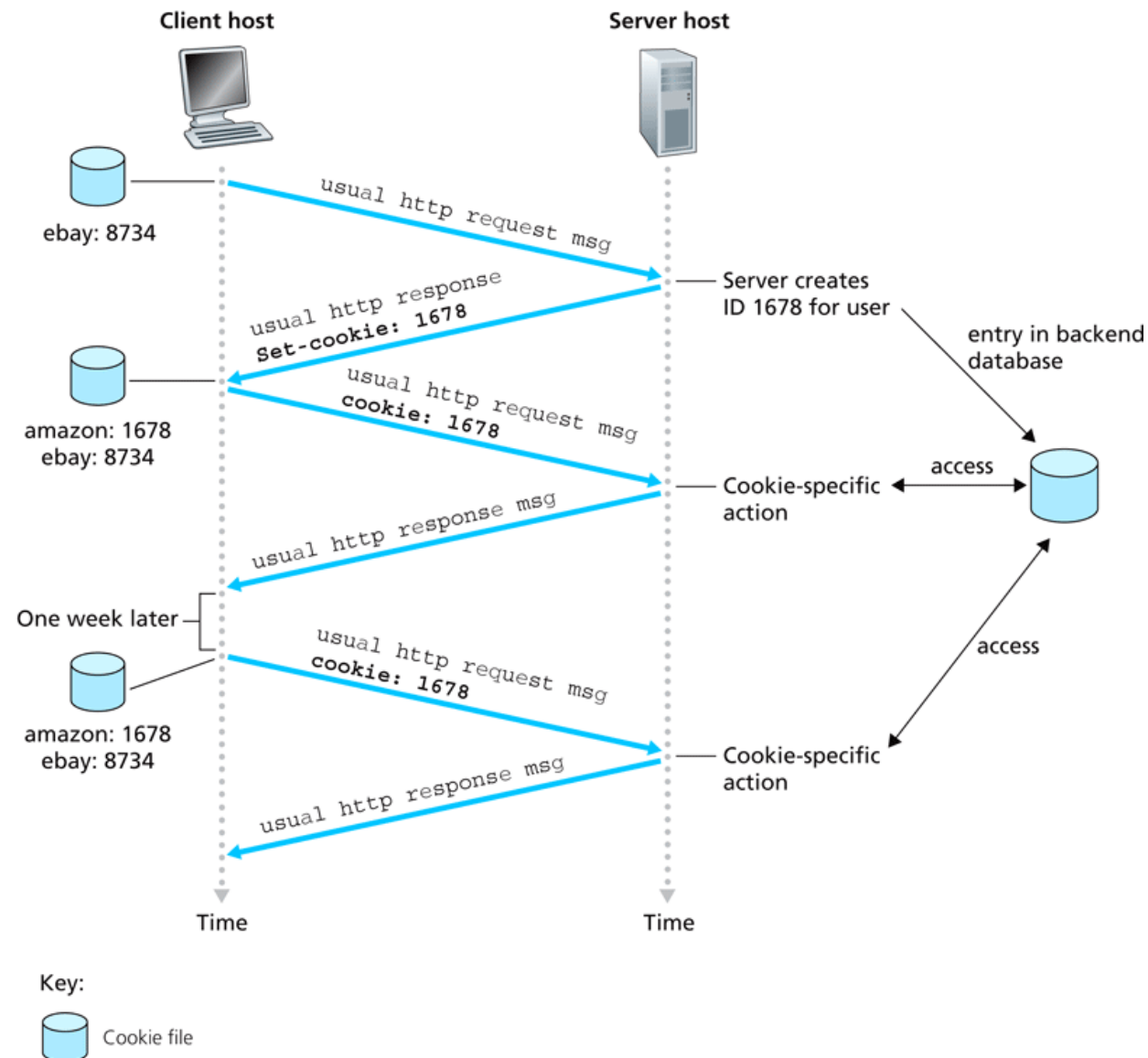


Figure 2.10 ♦ Keeping user state with cookies

CONEXIÓN SIN CACHE

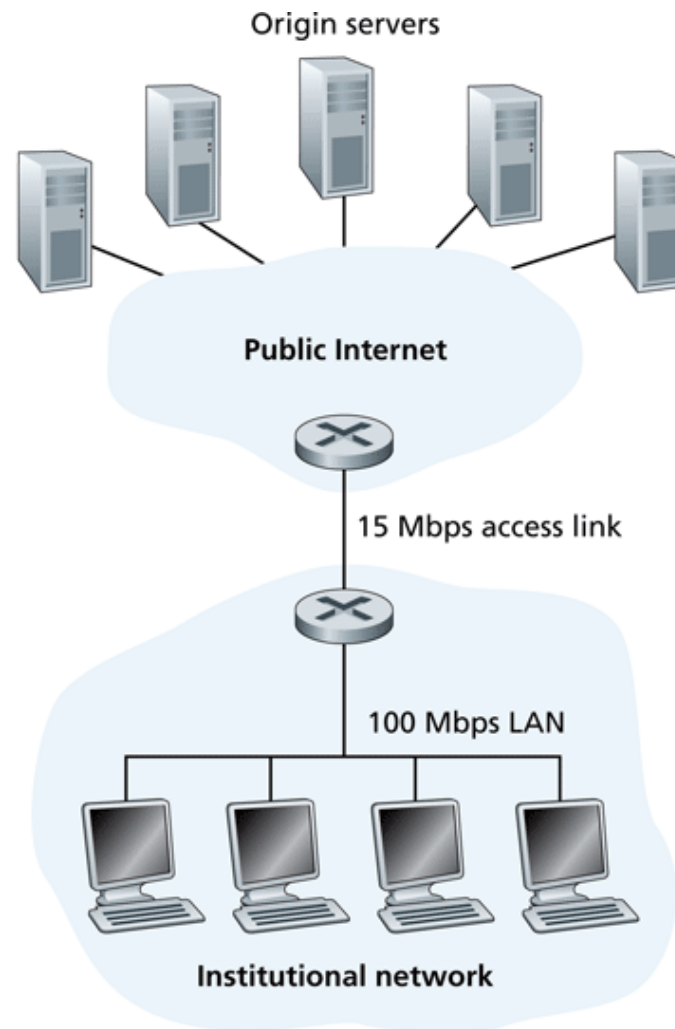


Figure 2.12 ♦ Bottleneck between an institutional network and the Internet

USO DE WEB CACHE

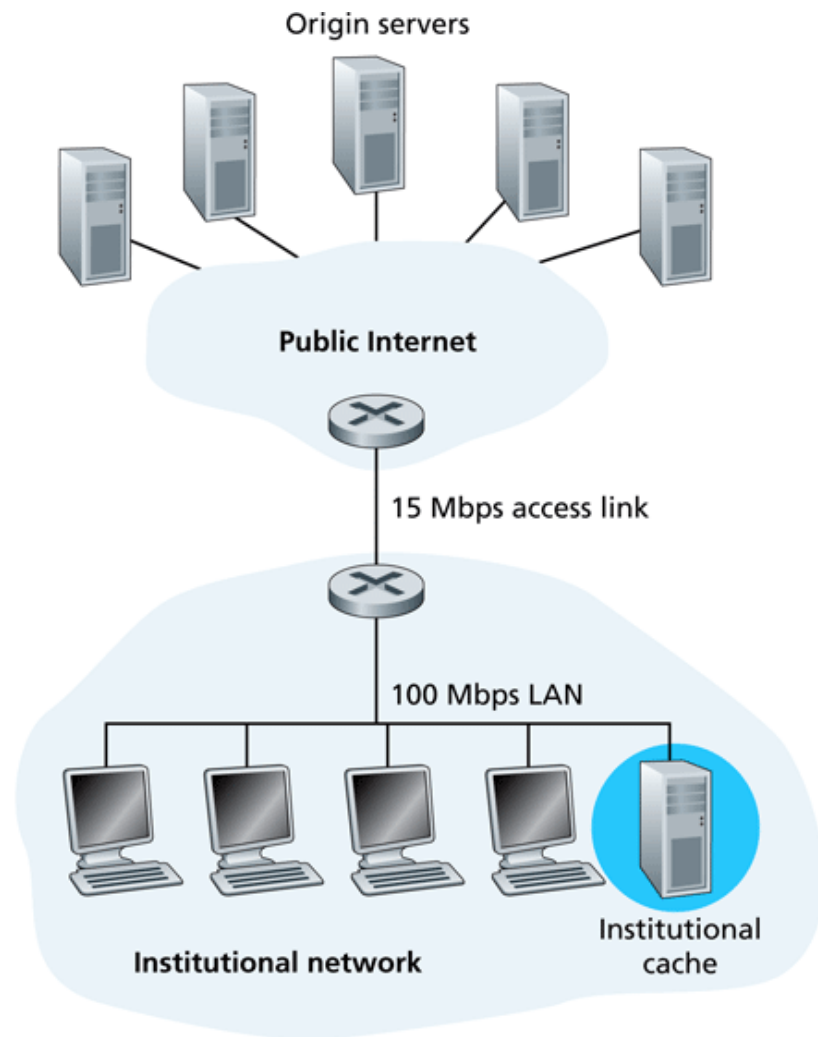
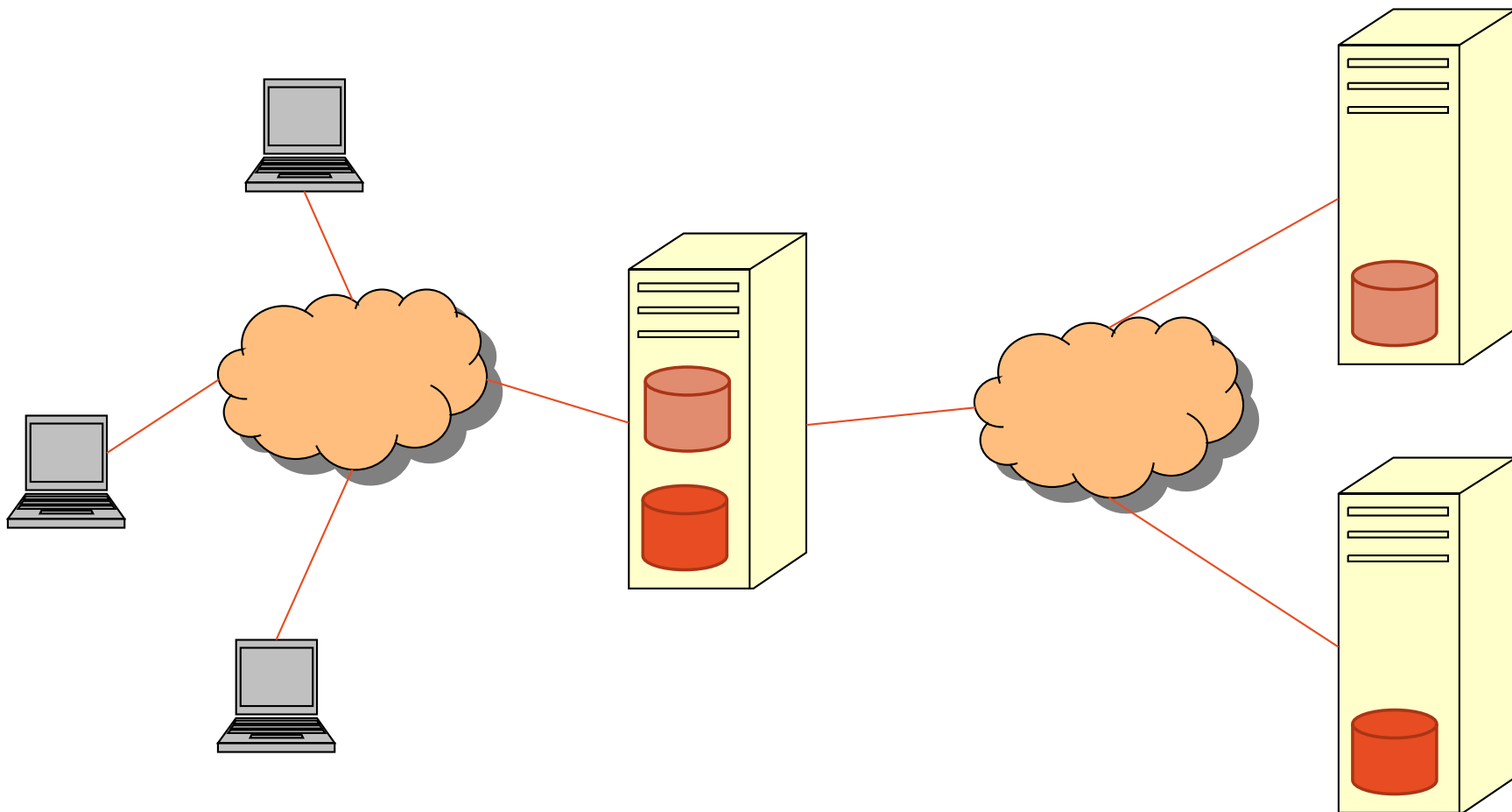


Figure 2.13 ♦ Adding a cache to the institutional network

PROXY WEB SERVER



SERVIDORES WEB

Términos importantes en la configuración

- Webmaster
- Puerto
- Raíz del espacio web
- Logs (acceso y error)
- Número máximo de conexiones
- Control de acceso
- Host virtuales

Software

- APACHE
- IIS
- TOMCAT
- APACHE + PHP

En APACHE

-/apache/conf/httpd.conf





HOST VIRTUALES



CORREO ELECTRÓNICO



Tu bebé se está desarrollando muy bien.
¿Te gustaría enviarle un e-mail?

CORREO ELECTRÓNICO

Protocolos

- SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
- POP3/IMAP:
 - POP3: Post Office Protocol
 - IMAP: Internet Mail Access Protocol

MIME: Multipurpose
Internet Mail Extensions

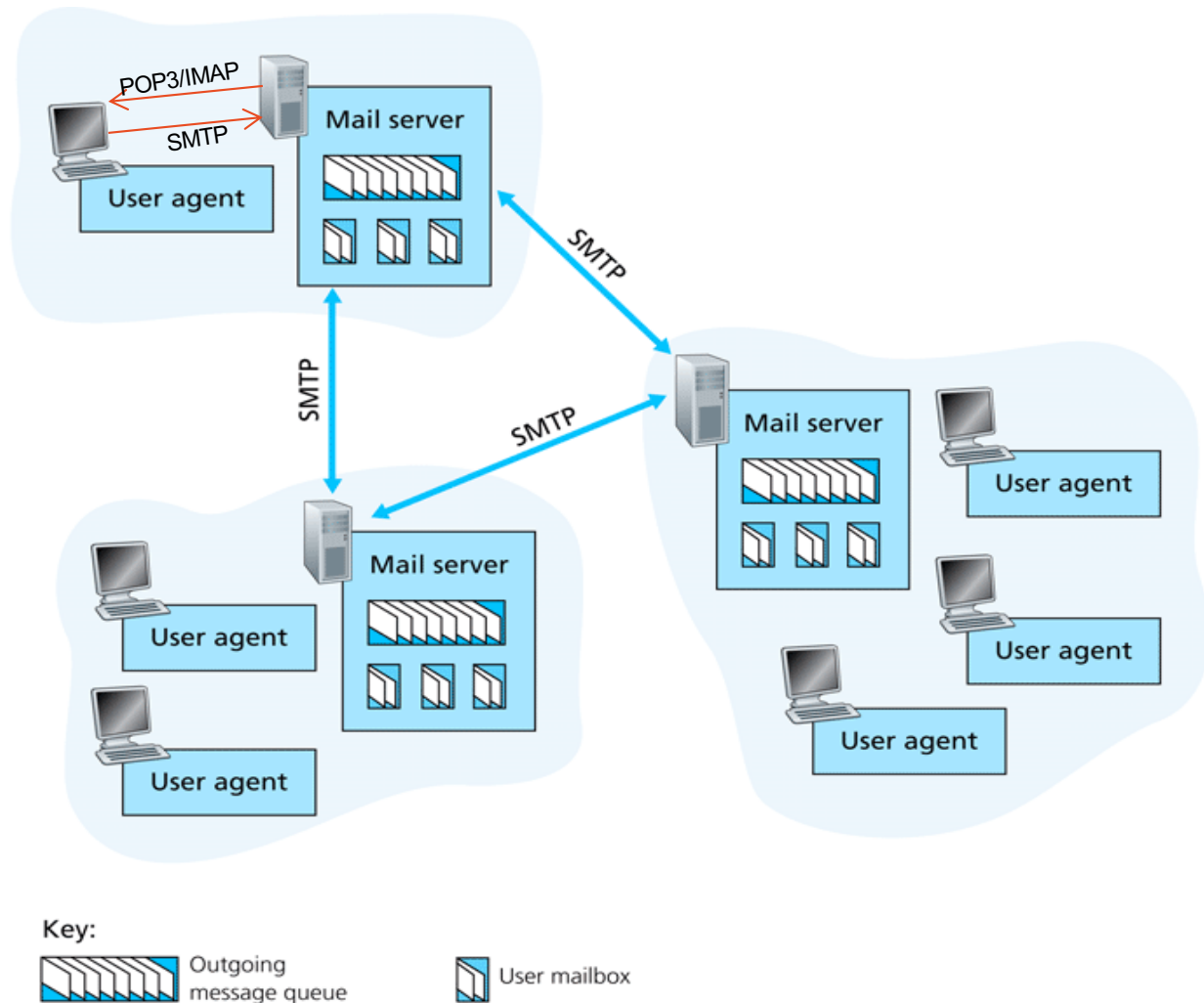
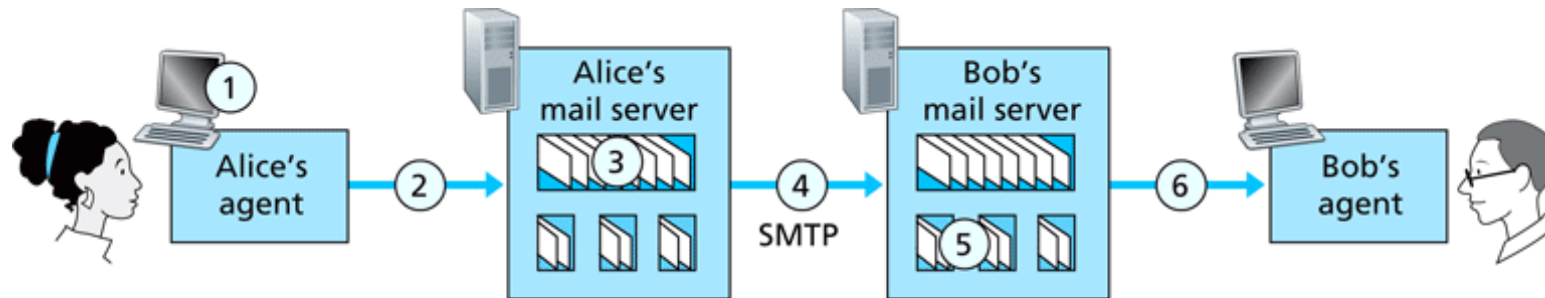


Figure 2.16 ♦ A high-level view of the Internet e-mail system

CORREO ELECTRÓNICO

Envío de mensajes



Key:



Message queue



User mailbox

Figure 2.17 ♦ Alice sends a message to Bob

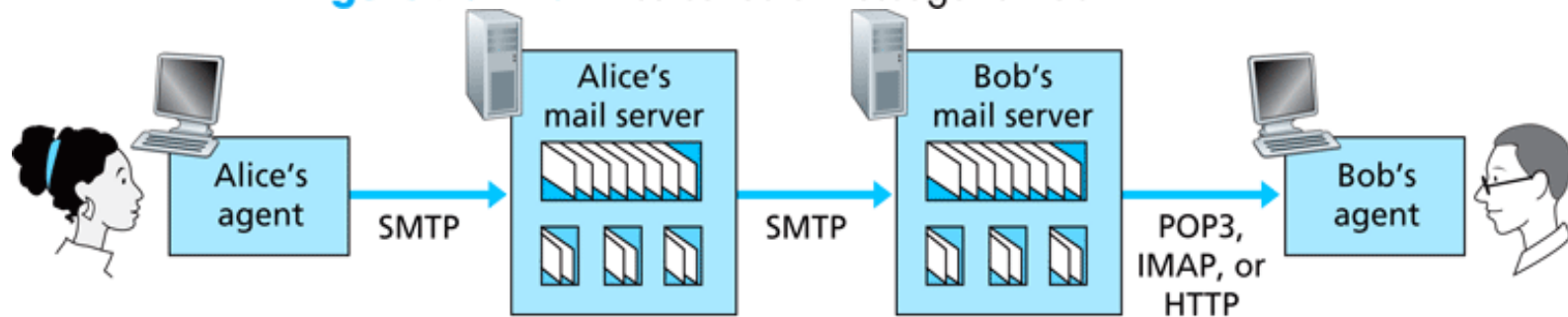


Figure 2.18 ♦ E-mail protocols and their communicating entities



CLIENTE WEB Y CLIENTE APP



CORREO ELECTRÓNICO

Protocolos

- SMTP: Puerto 25. RFC 821 → 974 → 1869 → 2821
- POP3/IMAP: puerto 110. RFC 1939 / RFC 2060
- MIME: RFC 1341 → 1521 → 1522 → 1590 → 2045 Y 2046. Extiende el RFC 822: standard for the format of arpa internet text messages

Direcciones

- csantiago@escuelaing.edu.co
- claudia.santiago@mail.escuelaing.edu.co
- e2019823@mail.escuelaing.edu.co



CORREO ELECTRÓNICO

Comandos básicos SMTP

- HELO / EHLO (ESMTP)
- MAIL FROM
- RCPT TO
- DATA
 - DATE
 - FROM
 - TO
 - Al final .
- Respuesta: 250 OK

CORREO ELECTRÓNICO

Comandos SMTP

- S: MAIL FROM:<Smith@Alpha.ARPA>
- R: 250 OK
- S: RCPT TO:<Jones@Beta.ARPA>
- R: 250 OK
- S: RCPT TO:<Green@Beta.ARPA>
- R: 550 No such user here
- S: RCPT TO:<Brown@Beta.ARPA>
- R: 250 OK
- S: DATA
- R: 354 Start mail input; end with <CRLF>.<CRLF>
- S: Blah blah blah... S: ...etc. etc. etc.
- S: <CRLF>.<CRLF>
- R: 250 OK

CORREO ELECTRÓNICO

SMTP

- S: MAIL FROM:<>
- R: 250 ok
- S: RCPT TO:<@HOSTX.ARPA:JOE@HOSTW.ARPA>
- R: 250 ok
- S: DATA
- R: 354 send the mail data, end with .
- S: Date: 23 Oct 18 11:22:33
- S: From: SMTP@HOSTY.ARPA
- S: To: JOE@HOSTW.ARPA
- S: Subject: Mail System Problem
- S:
- S: Sorry JOE, your message to SAM@HOSTZ.ARPA lost.
- S: HOSTZ.ARPA said this:
- S: "550 No Such User"
- S: .
- R: 250 ok

CORREO ELECTRÓNICO

Comandos POP3

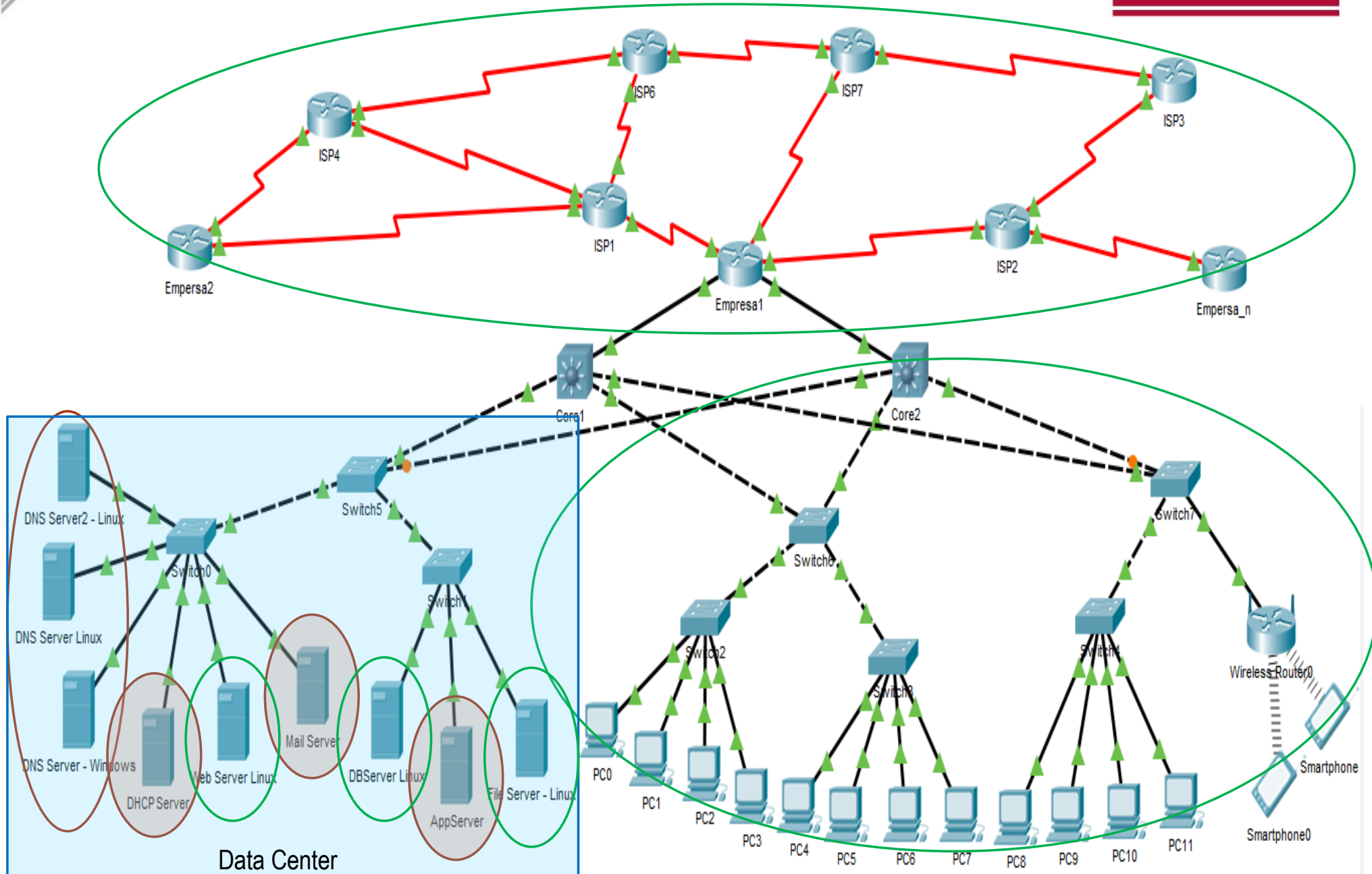
- Cliente de correo o telnet servidorpop3 110
- USER cuenta #Dirección de e-mail Sin el "@proveedor.es"
- PASS contraseña #Clave de la cuenta de correo
- STAT #Ver numero de mensajes
- LIST #Muestra tamaño de todos los mensajes
- RETR num_mens #Muestra mensaje en pantalla (sin borrarlo)
- DELE num_mens #Borra el mensaje solicitado
- QUIT #Sale



Claudia

```
--_004_002d01c98b91316f0d10944d2730santiagoescuelaingeducu_--
```

INFRAESTRUCTURA COMPUTACIONAL



REFERENCIAS

- CCNA Routing and switching: Introduction to Network and Routing and Switching Essentials modules. Cisco System. 2018.
- Wu, Chwan-Hwa, Introduction to computer networks and cybersecurity. CRC Press. 1336 páginas. 2013.
- Douglas E. Comer. Internetworking with TCP/IP Volume One (6th Edition). Pearson. 744 páginas. 2013.
- James Kurose and Keith Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach (7th Edition). Pearson. 864 páginas. 2016.
- Stallings, William. Comunicaciones y redes de computadores. Prentice Hall, 7ma edición. 896 páginas. 2008.
- Computer Networks. 4/E. Andrew Tanenbaum.
- Telecomunicaciones y Telemática: De las señales de humo a Internet. 2da edición. Álvaro Torres Nieto.

PREGUNTAS



gracias