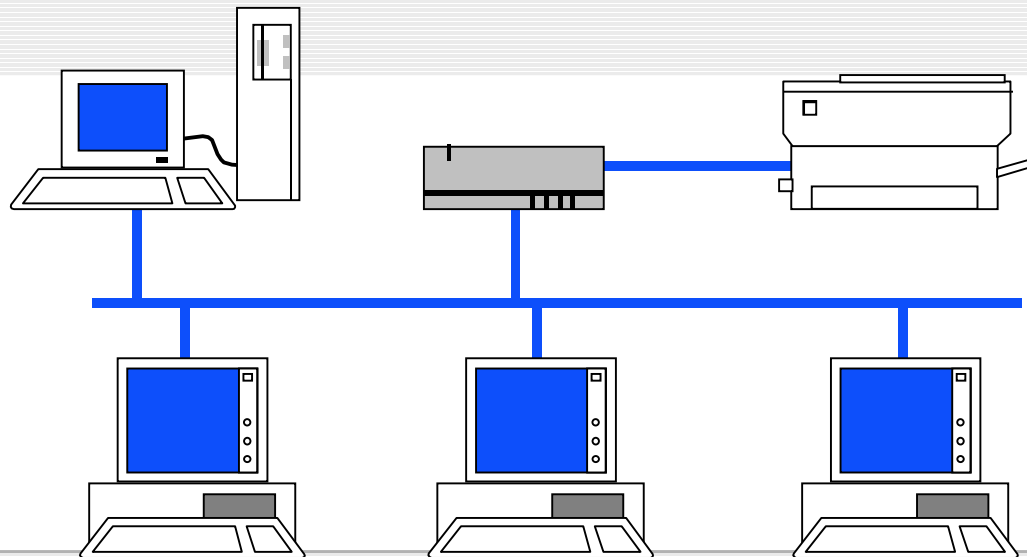
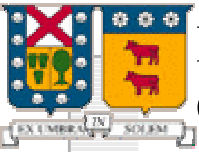


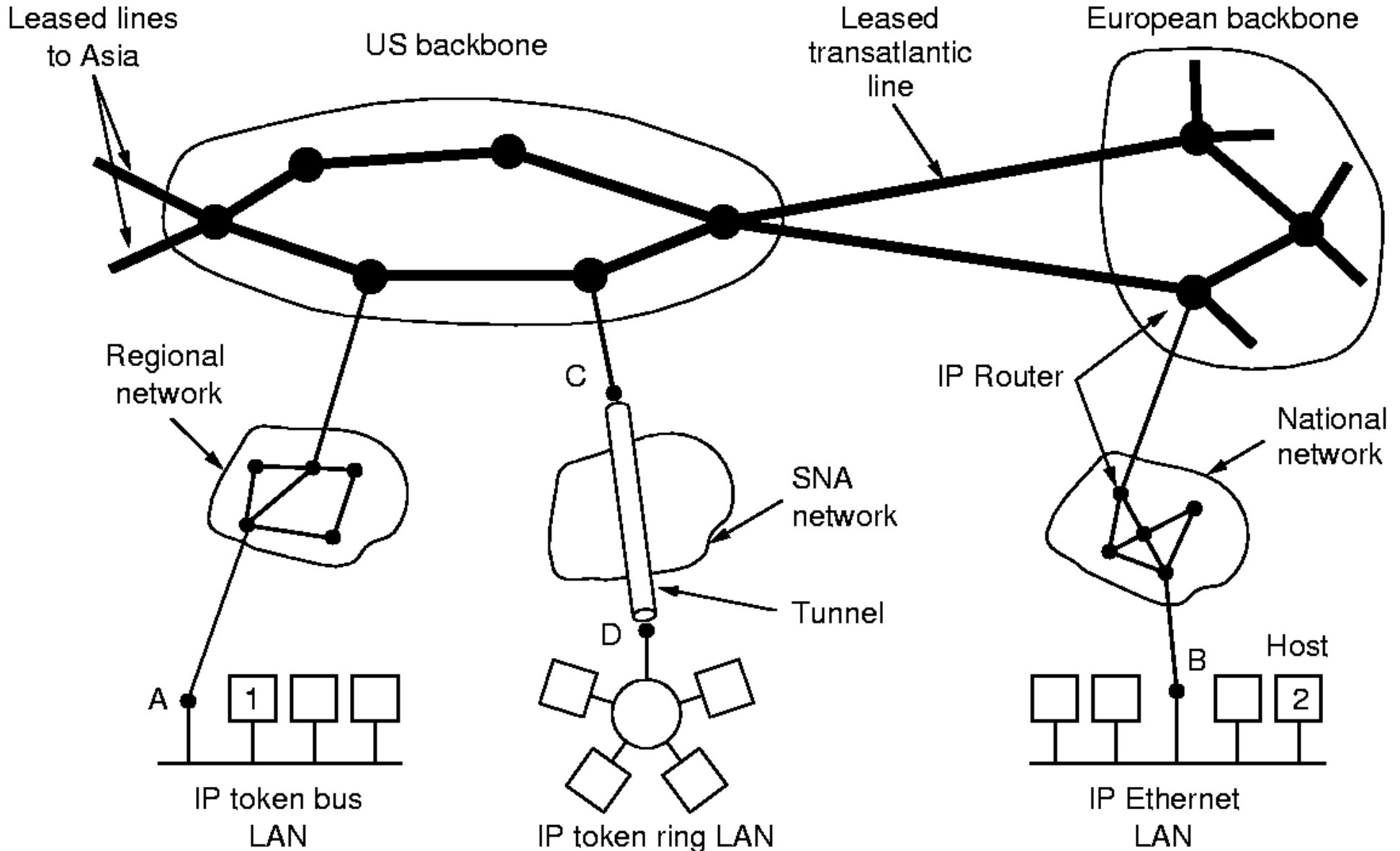
Redes de Computadores

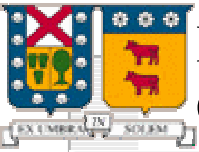
Capa de Red Internet Protocol (IP)



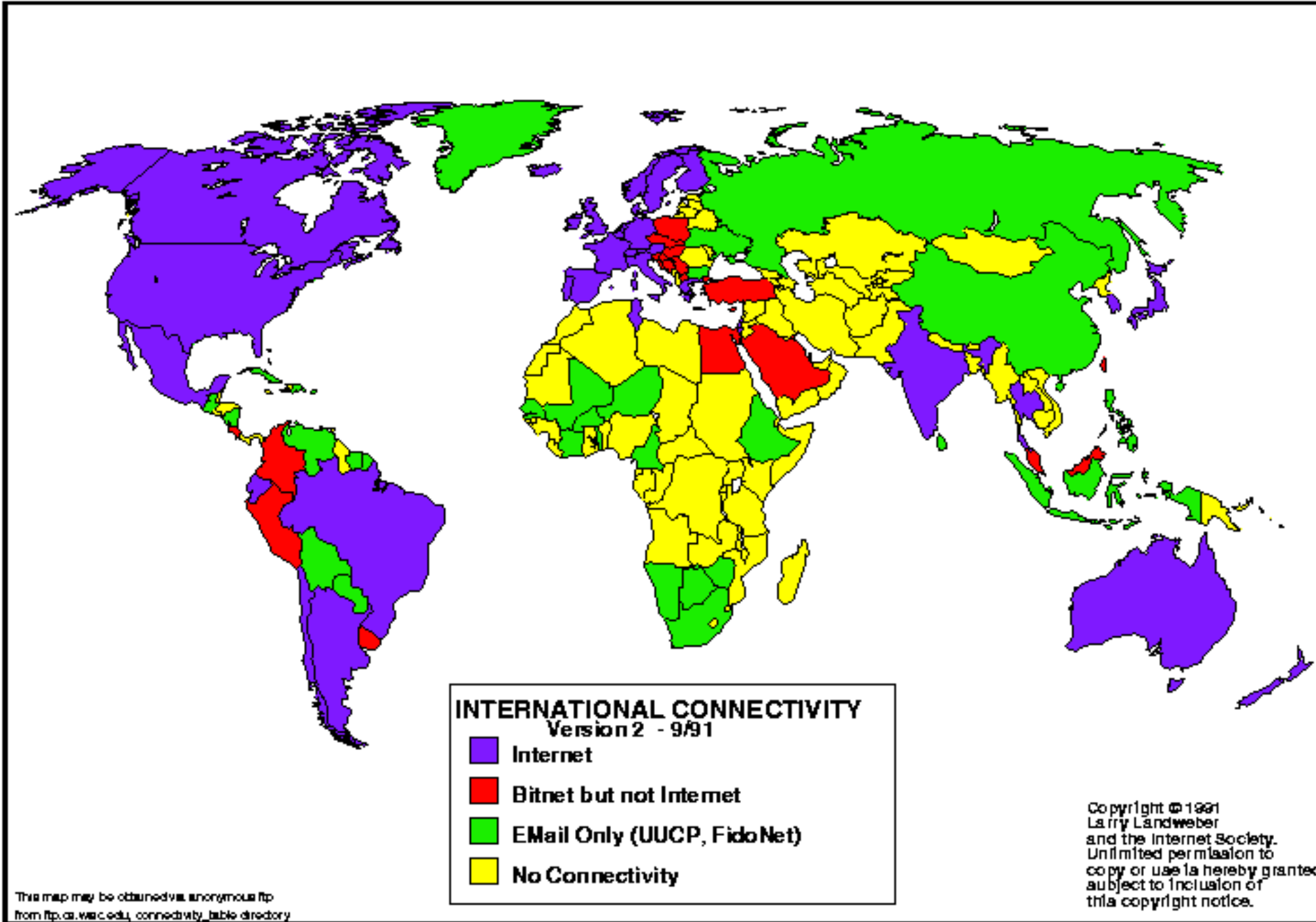


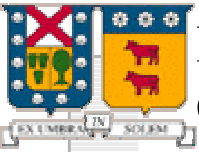
La capa 3 más usada en el mundo..



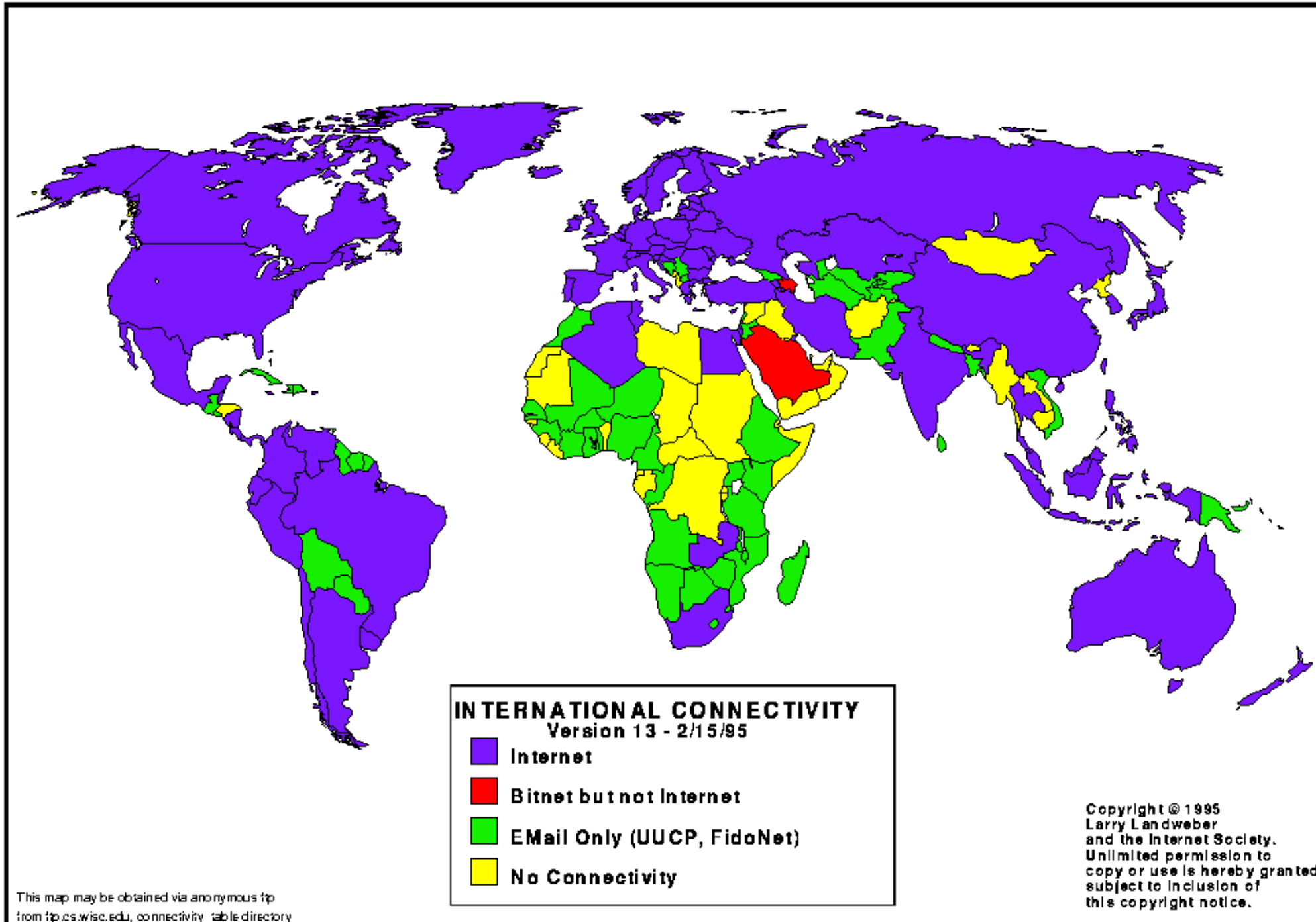


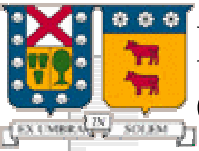
Crecimiento de Internet



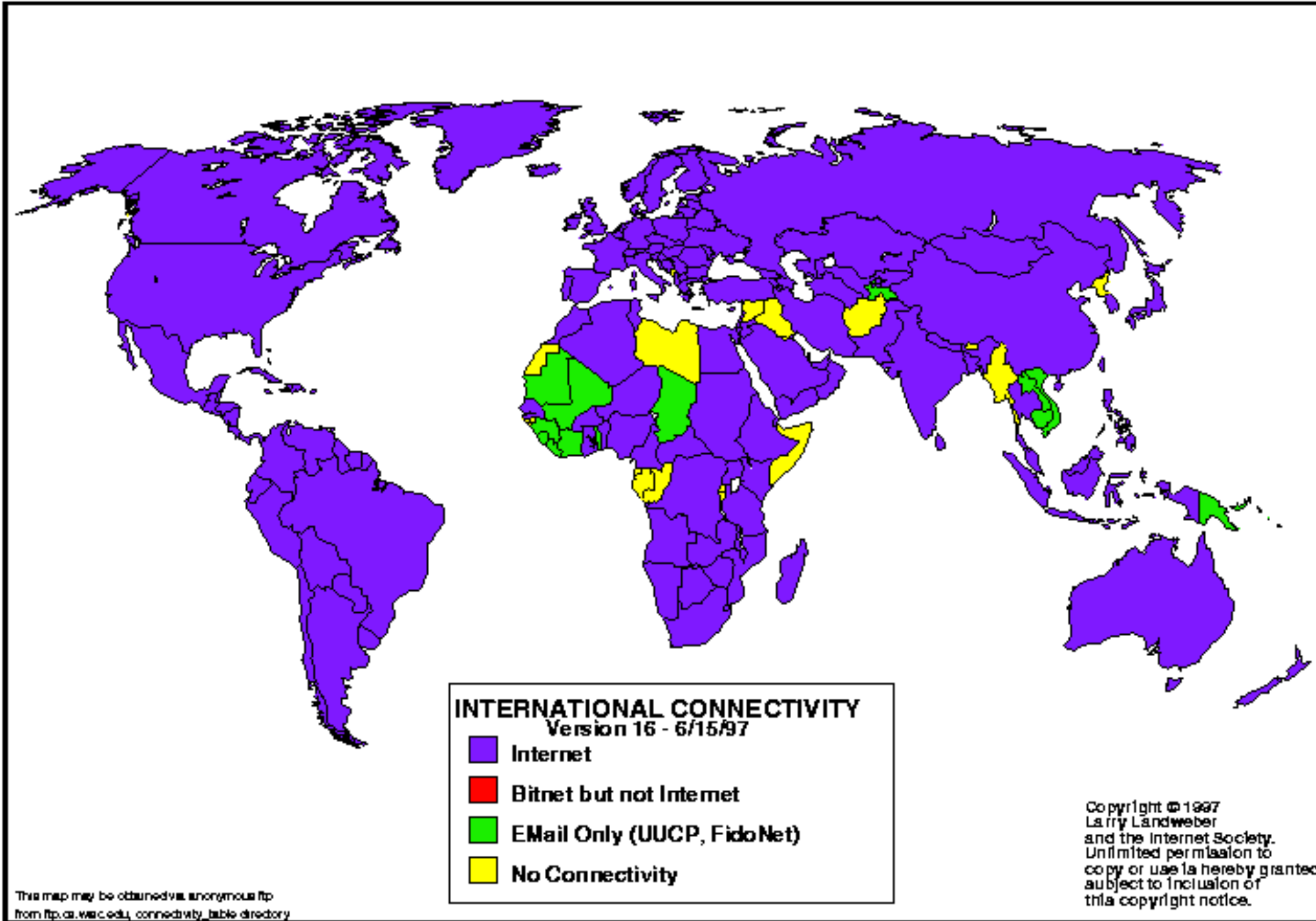


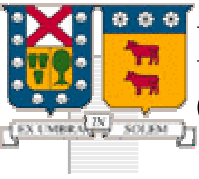
Crecimiento de Internet





Crecimiento de Internet

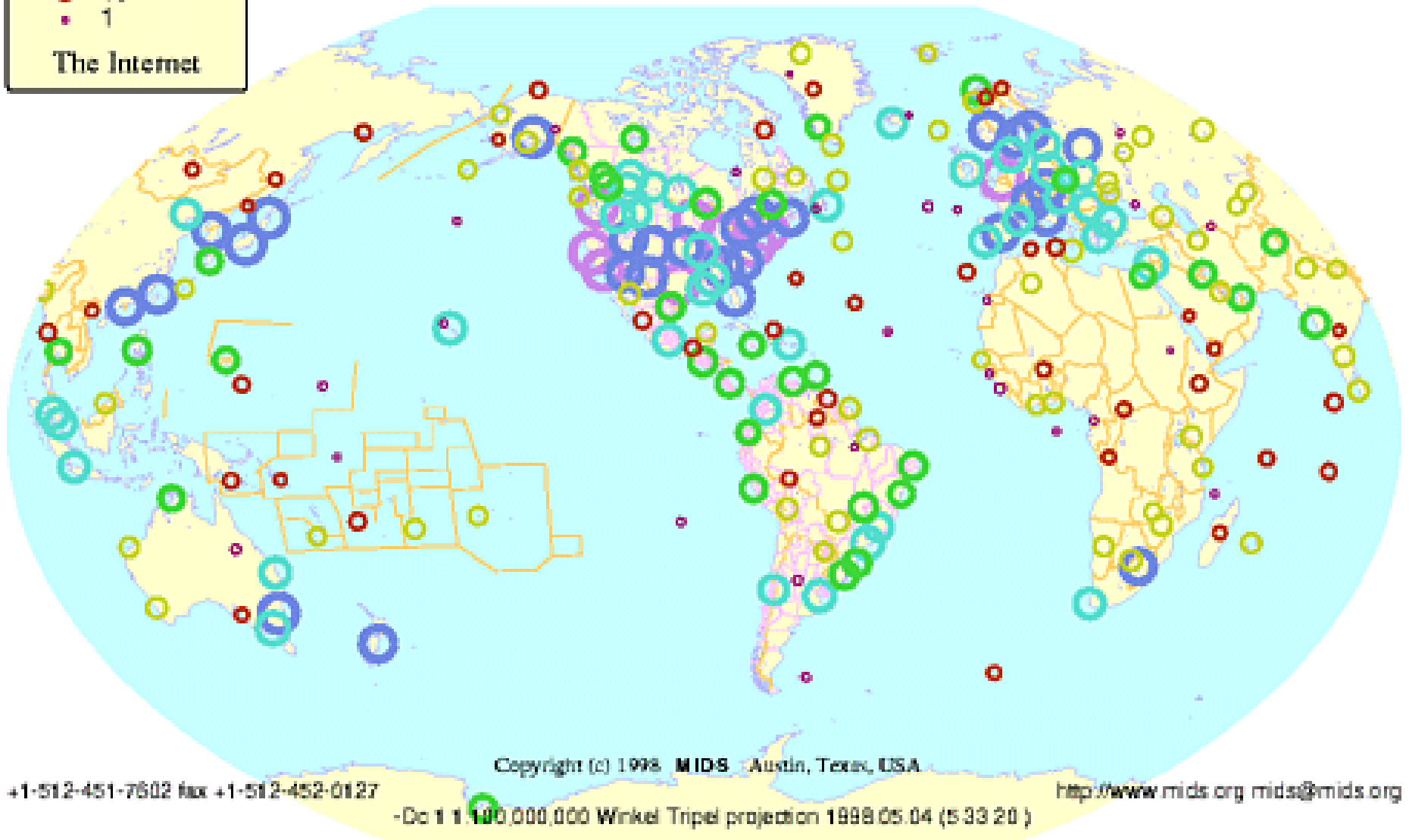
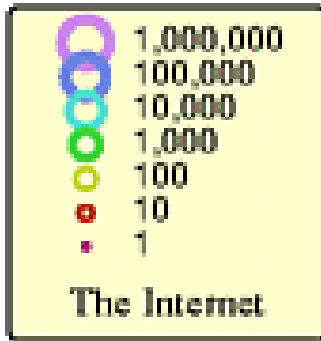


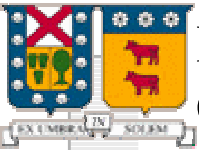


Crecimiento de Internet

World

The Internet Jan 1998

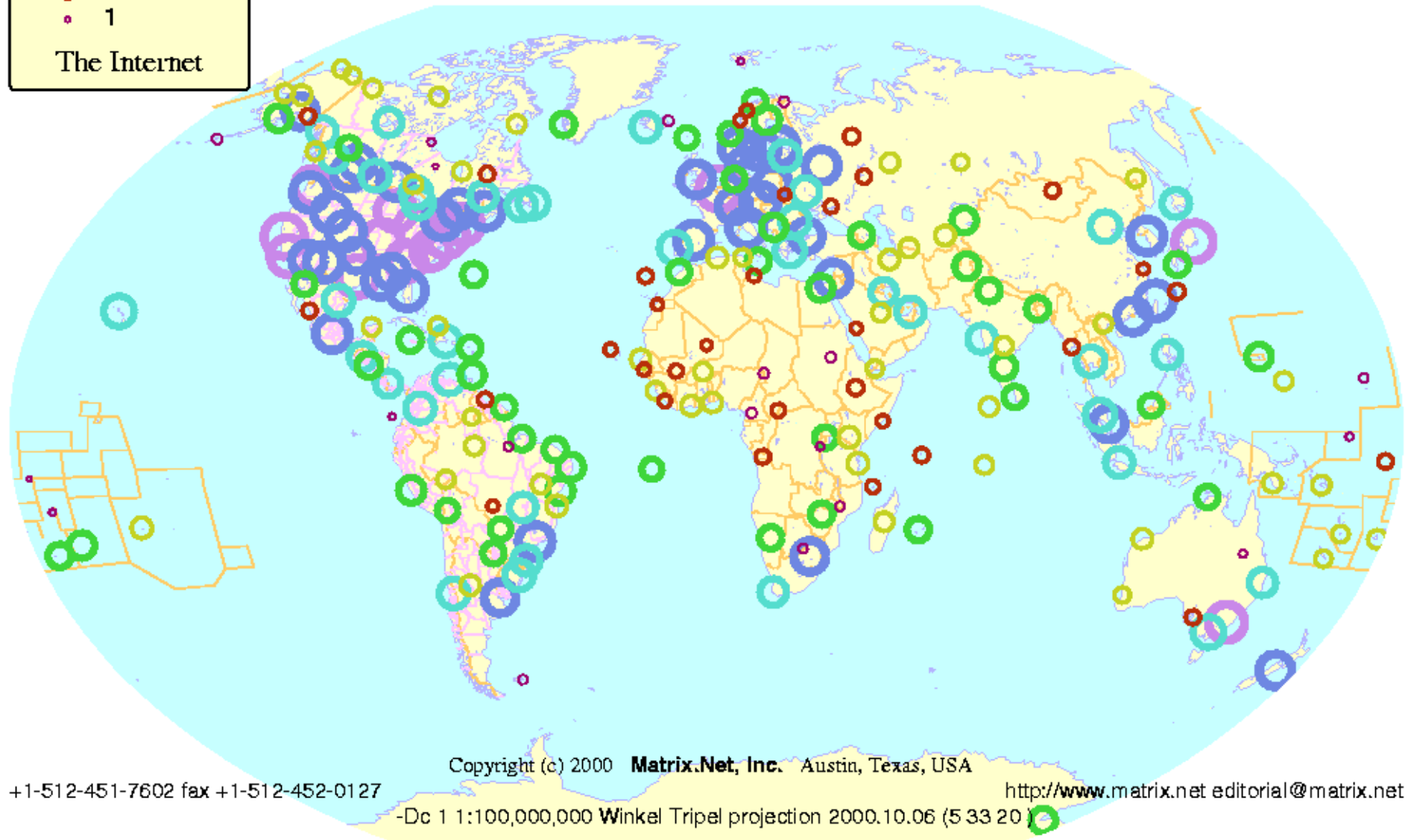
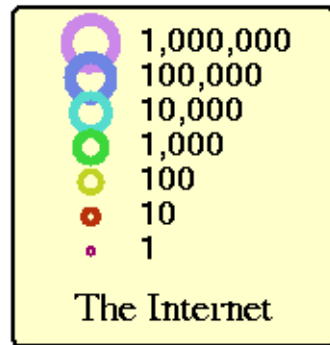




Crecimiento de Internet

World

The Internet Jan 2000

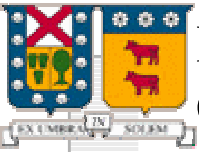


Copyright (c) 2000 **Matrix.Net, Inc.** Austin, Texas, USA

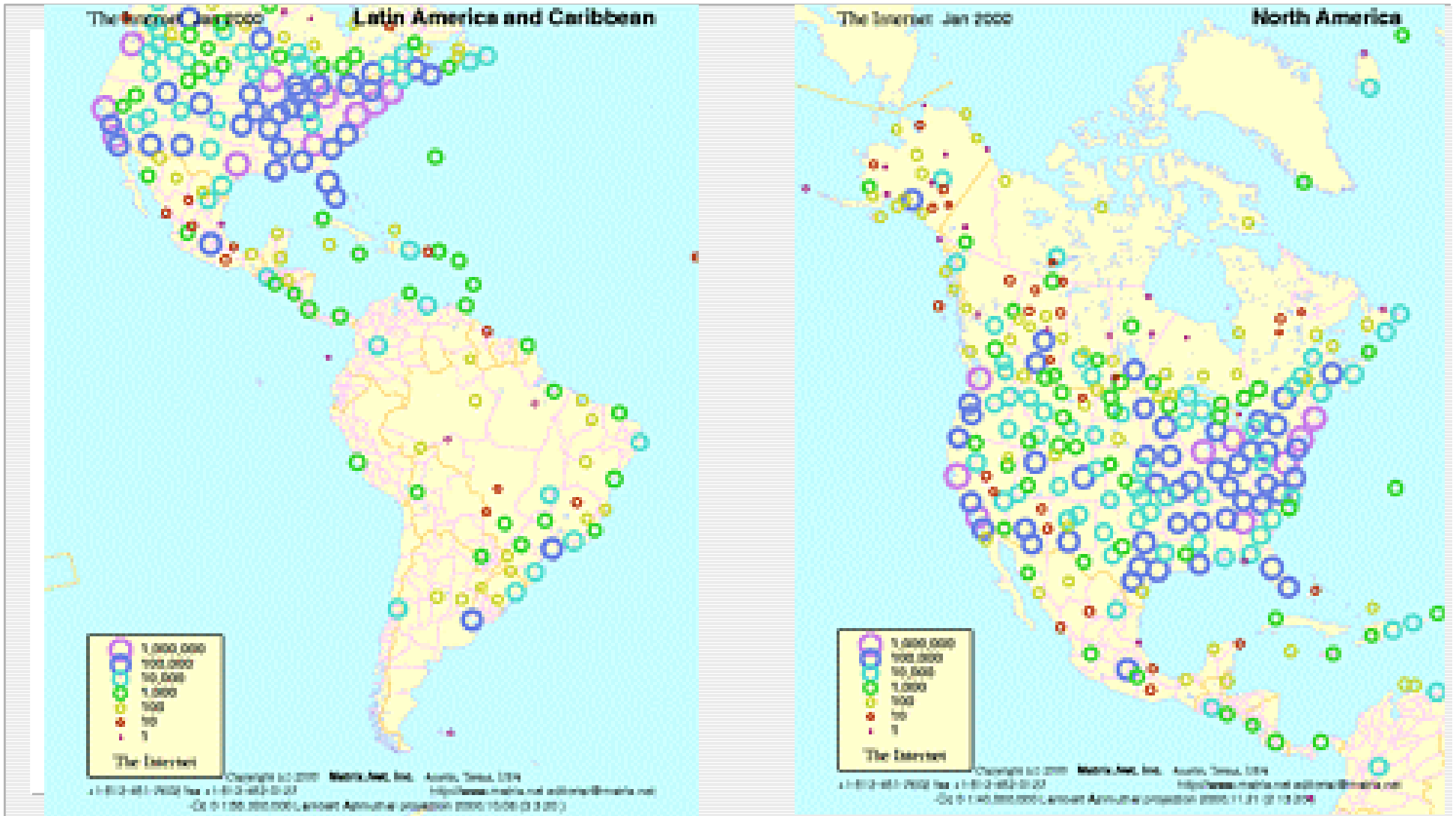
+1-512-451-7602 fax +1-512-452-0127

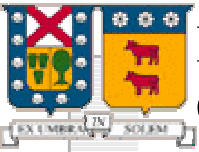
<http://www.matrix.net> editorial@matrix.net

-Dc 1 1:100,000,000 Winkel Tripel projection 2000.10.06 (5 33 20)

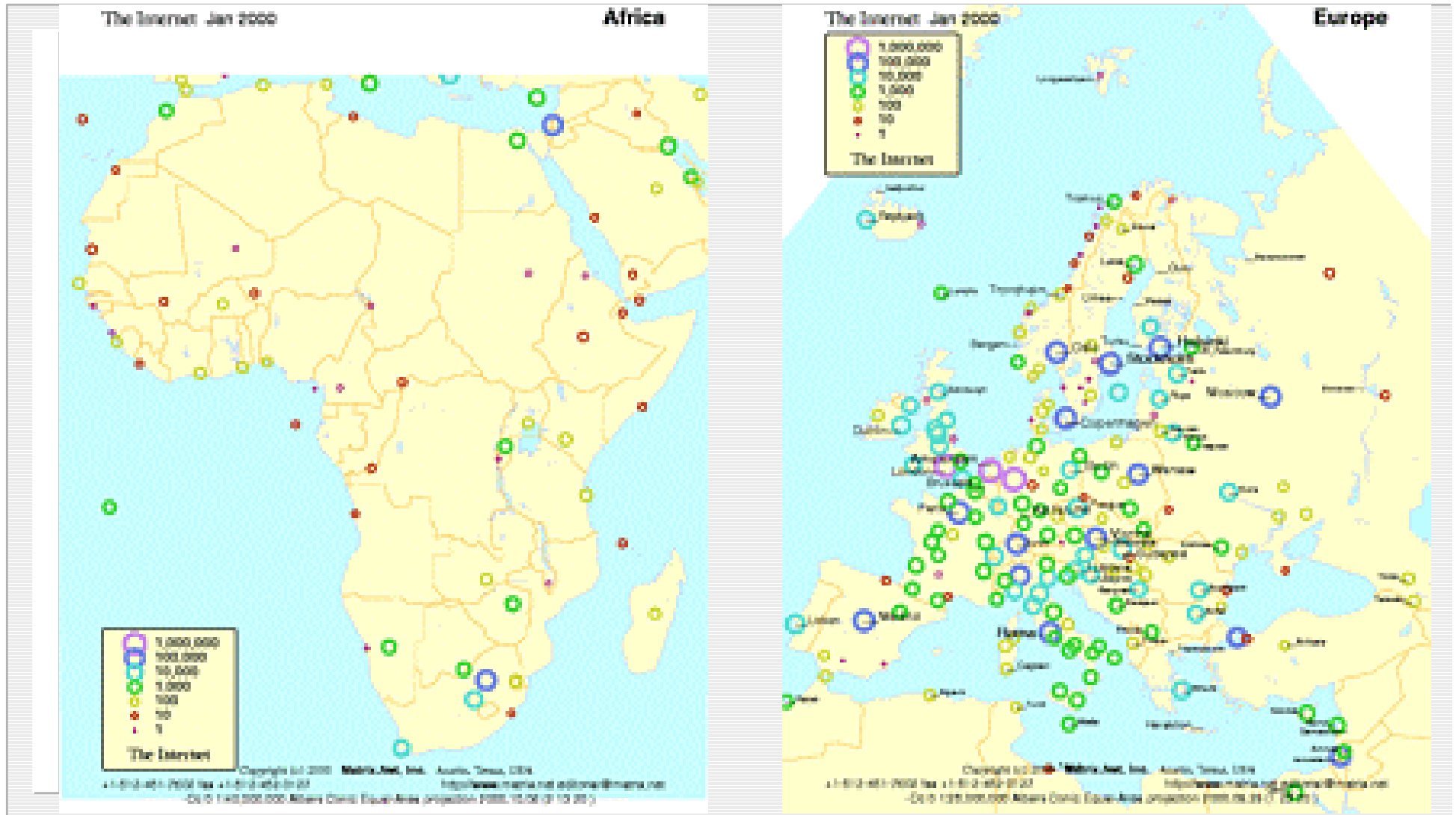


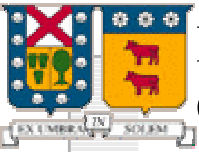
Crecimiento de Internet





Crecimiento de Internet

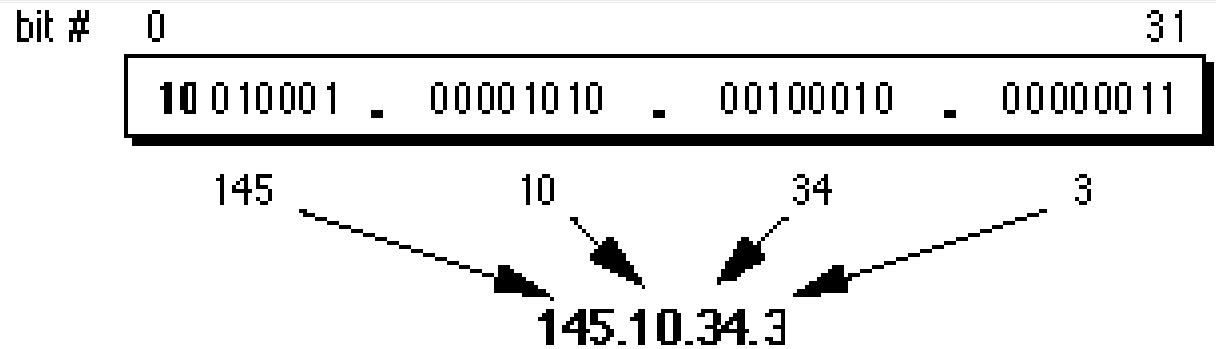




Direcciones IP

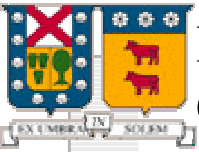
- Cada host (o tarjeta de red) de una red TCP/IP posee un identificador único de 32 bits llamado “dirección IP” y es usada en toda comunicación con este host
- Este sistema permite 2^{32} máquinas en Internet, o 4,294,967,296 direcciones
- Para su fácil representación, los 32 bits son agrupados en 4 bytes separados por un punto

Representación
binaria / decimal



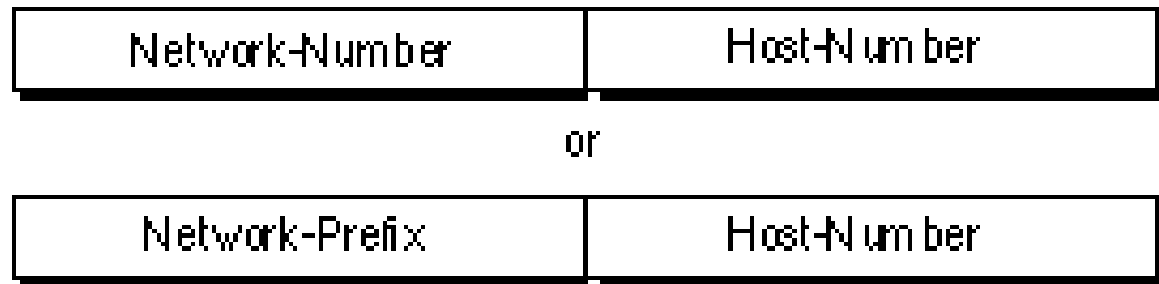
■ Ejemplo de direcciones IP son:

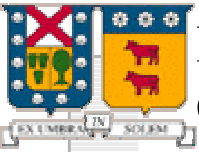
- 200.1.17.130 (lucas.elo.utfsm.cl)
- 146.83.198.62 (www.utfsm.cl)
- 204.71.200.74 (www.yahoo.com)
- 129.42.17.99 (www.ibm.com)



Direcciones IP

- La dirección IP es asignada de acuerdo a la RED IP al cual se conectará dicho host
- Cada dirección IP es compuesta por una porción “red” y una porción “host” que permite identificar a cuál red IP pertenece una maquina
- La división exacta entre la porción “red” y la porción “host” se especifica a través de la “máscara” (mask) de la red IP.

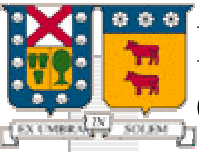




Direcciones IP especiales

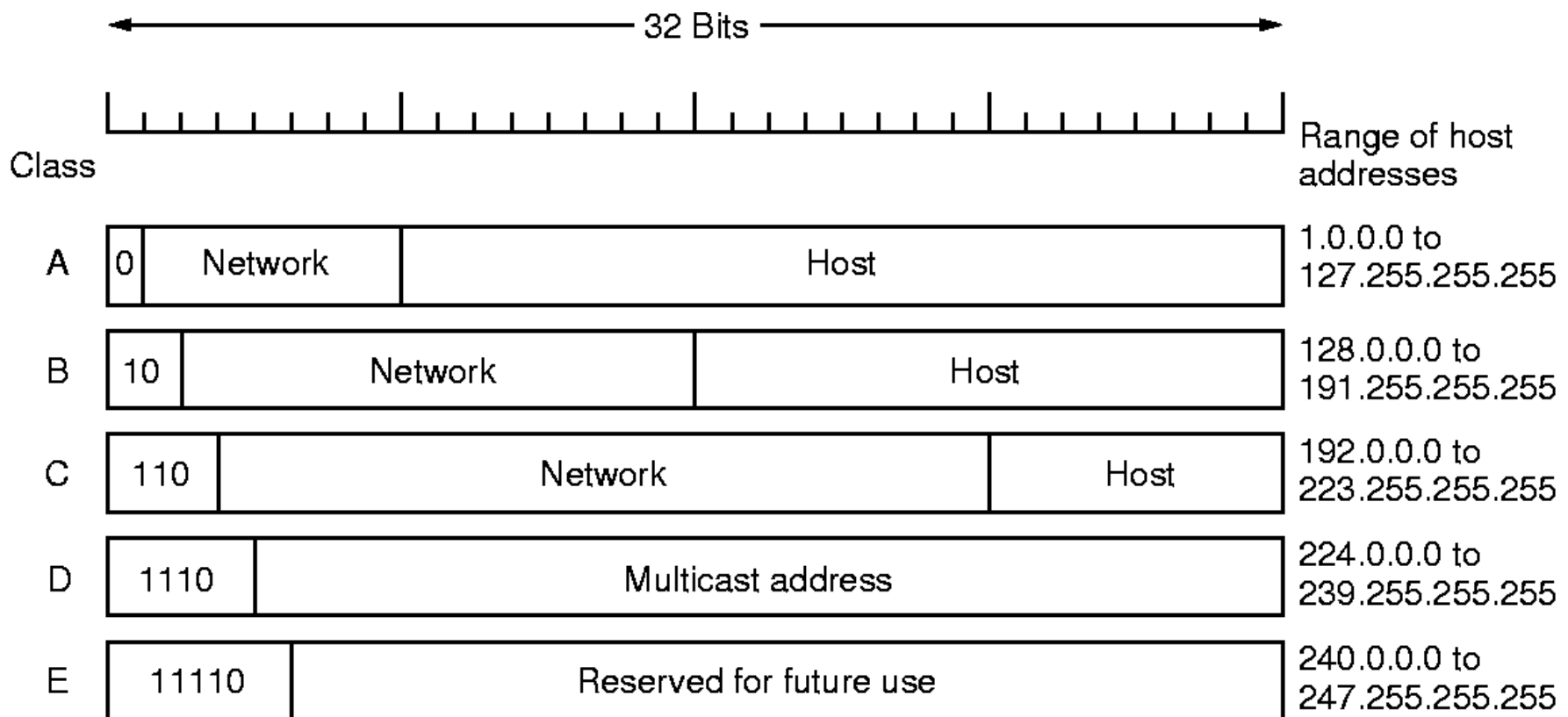
Las direcciones IP con todos sus bits en “1” son usadas para especificar un broadcast de capa 3, en que todos los computadores pertenecientes a la misma red capa 3 reciben el paquete.

0 0		This host		
0 0	...	0 0	Host	A host on this network
1 1				Broadcast on the local network
Network	1 1 1 1	...	1 1 1 1	Broadcast on a distant network
127	(Anything)			Loopback

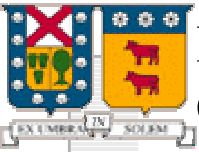


Direcciones IP

Clases de direcciones IP

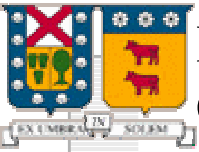


	# Total de IP	% del Total IP	Cantidad de Clases	# host en cada Clase
Clase A	2^{31} (2,147,483,648)	50	126	16,777,214 ($2^{24} - 2$)
Clase B	2^{30} (1,073,741,824)	25	16,384	65,534 ($2^{16} - 2$)
Clase C	2^{29} (536,870,912)	12,5	2,097,152 (2^{21})	254 ($2^8 - 2$)



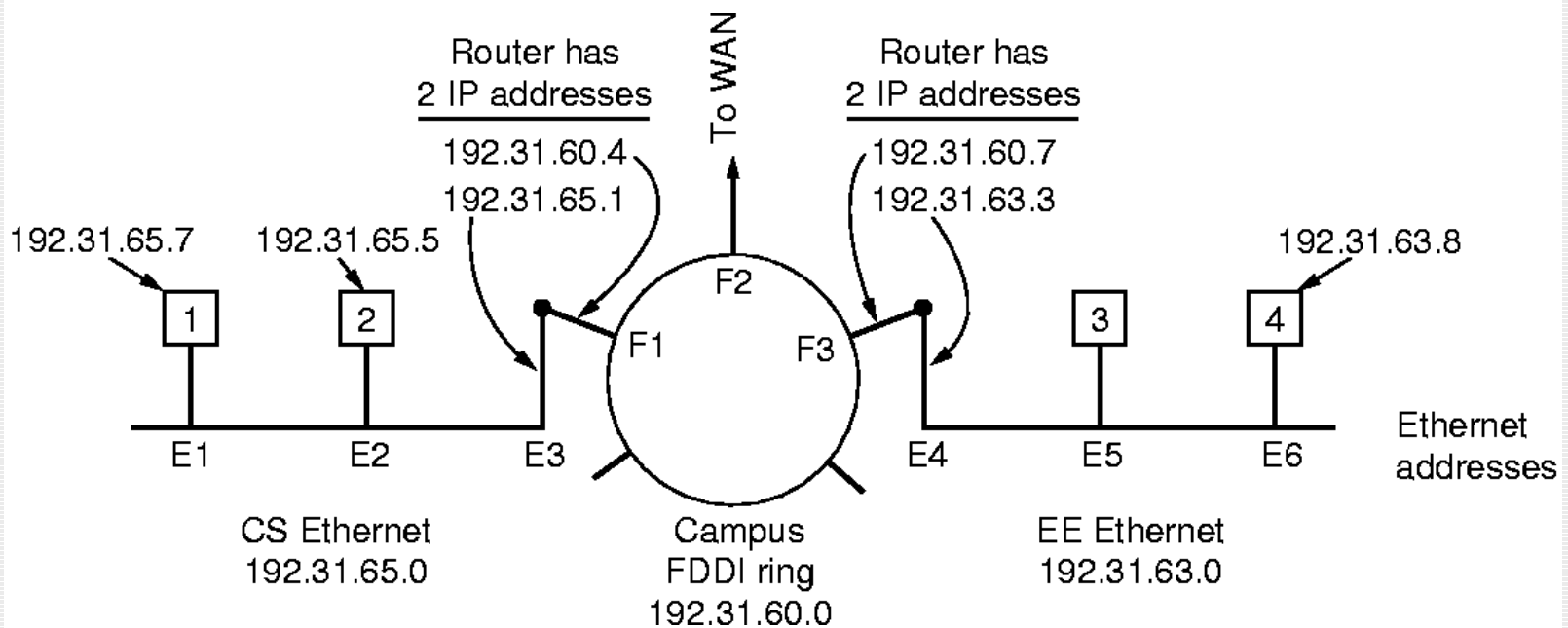
Mask (máscara)

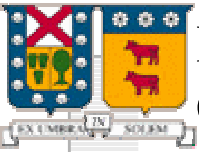
- La mask determina la porción *network* y la porción *host* de una dirección IP
- El tamaño (cantidad de direcciones IP) se representa por la cantidad de 0 que posee la máscara
- Una Clase A posee una mask de 255.0.0.0 /8
- Clase B 255.255.0.0 /16
- Clase C 255.255.255.0 /24
- NOTA: Todos los computadores que posean la *misma* porción *network* pertenecen a la *misma* Clase. Equivale a multiplicar binariamente la IP del computador por su mask
- Ej: La dirección IP 200.1.17.50 posee la misma porción *network* (200.1.17.0) que la dirección IP 200.1.17.241, ya que ambas pertenecen a la misma Clase C 200.1.17.0



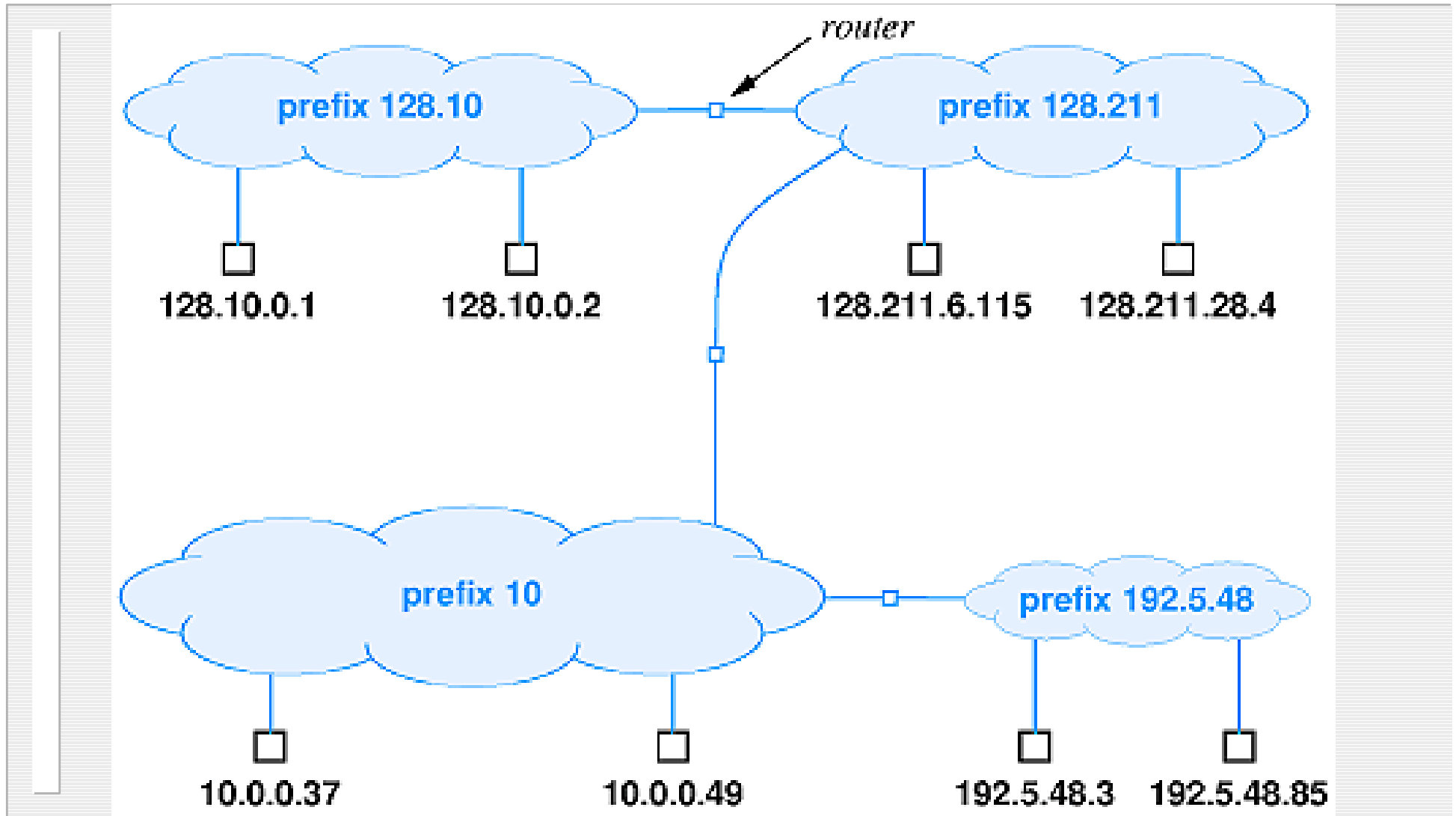
Ejemplo

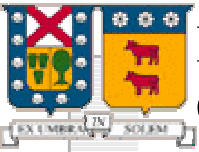
- 3 redes IP Clase C
- 2 Routers (puntos) con 2 interfaces c/u
- 2 Redes Ethernet y 1 FDDI.





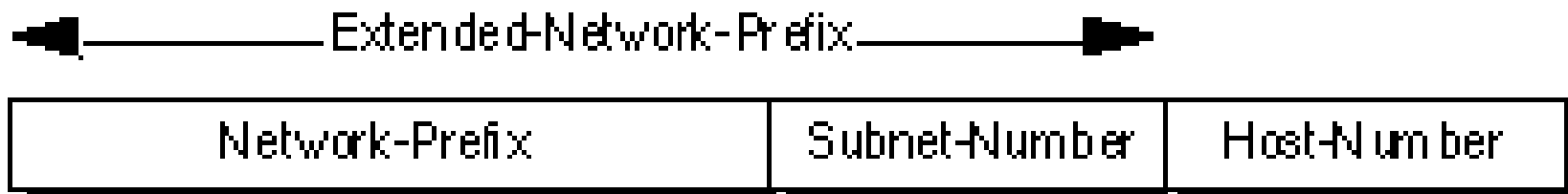
Ejemplo

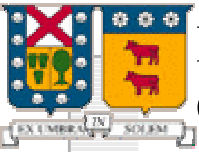




Subnet Mask

- Una red Clase A, B o C se puede subdividir en “subredes” variando la “máscara” (subnet mask), aumentando la cantidad de 1 (o agrandando la porción de *network*)
- Esto permite crear
 - subredes de una Clase A del tamaño de una Clase B
 - subredes de una Clase A del tamaño de una Clase C
 - subredes de una Clase A de un tamaño de 64 hosts por subred
 - etc...
- NOTA: Todos los computadores que posean la misma porción *network* y la misma porción *subred*, pertenecen a la misma **subred IP**



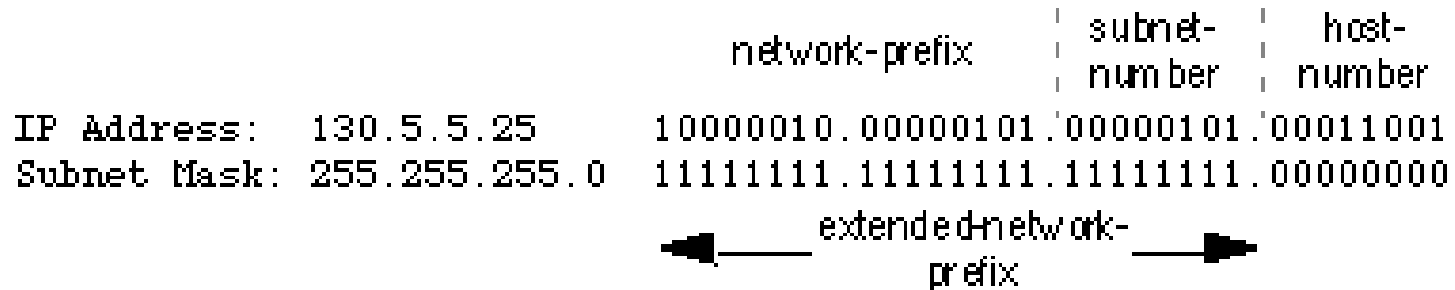


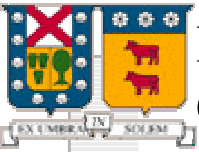
Subnet Mask

Ejemplo: La Clase B 130.5.0.0 mask 255.255.0.0 (130.5.*.*) (network=16 bits, host=16 bits) se requiere dividirla en 256 subredes de 256 IP cada una (equivalente a una clase C), entonces quedaría como sigue:

- subred 1 130.5.0.0 hasta 130.5.0.255
- subred 2 130.5.1.0 hasta 130.5.1.255
- ...
- subred 256 130.5.255.0 hasta 130.5.255.255

Cada subred posee una mask de 255.255.255.0 (network=16 bits, subnet=8 bits, host=8 bits)



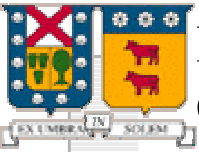


Subnet Mask

Ej2: 200.1.17.0 con mask 255.255.255.128 (200.1.17.0/25)

- es una *subred* de la Clase C 200.1.17.0
- la *mask* indica que los 25 primeros bits corresponden a *network* (y *subnetwork*) y los últimos 7 bits corresponden a *host*
- 7 bits para la porción *host* --> 128 posibles hosts con la misma porción *network*.
- Esta *subred* corresponde a la 1era *subred* de la Clase C

- **subred1:** 200.1.17.0 hasta 200.1.17.127
- subred2: 200.1.17.128 hasta 200.1.17.255



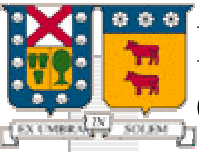
Subnet Mask

Ej2: 200.1.17.0 con mask 255.255.255.128 (200.1.17.0/25)

- subred1: 200.1.17.0 hasta 200.1.17.127
- subred2: 200.1.17.128 hasta 200.1.17.255

- Cada *subred* posee direcciones IP especiales, como son
 - **dirección IP de la subred** (usada para enrutamiento)
 - corresponde a la primera IP de la subred
 - **dirección IP broadcast** (broadcast de esa subred)
 - corresponde a la última IP de la subred

- Estas direcciones especiales NO pueden ser ocupadas como identificadores de NINGUNA tarjeta de red (PC, Router, etc)



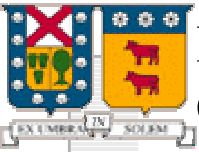
Subnet Mask

Ejemplo 3: La Clase A 100.0.0.0 (mask 255.0.0.0)

- se divide usando la subnet mask de 255.255.255.0
- la porción network=8 bits, subnet=16 bits, host = 8 bits
- por ende se divide en 65536 subredes de 256 IP cada una

– Las subredes son...

■ subred1:	100.0.0.0	hasta	100.0.0.255
■ subred2:	100.0.1.0	hasta	100.0.1.255
■			
■ subred65536:	100.255.255.0	hasta	100.255.255.255



Uso de la mask en un Computador

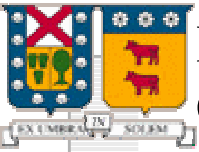
■ Un PC posee la siguiente información:

- dirección IP: 200.1.17.55
- subnet mask: 255.255.255.128
- default gateway: 200.1.17.1

■ Sabemos que por la mask que posee, pertenece a la primera subred (de 128 IP) de una Clase C

■ Si el PC desea comunicarse con la dirección 200.1.17.111

¿Cómo lo hace para enviarle el paquete de datos?



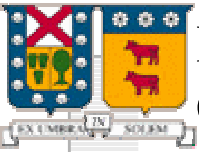
Uso de la mask en un Computador

“Enrutamiento” en un PC

- Si la dirección destino pertenece a la misma porción network, entonces lo envío directamente
 - utiliza ARP para averiguar la dirección MAC destino sabiendo la IP destino
 - envía el paquete a la capa 2 con dirección destino la MAC encontrada
- Sino pertenece a la misma subred, entonces se lo dirige al Router (puerta de enlace) para que él lo enrute al destino

Operación con el ejemplo:

- el PC multiplica la dirección destino (200.1.17.111) por su mask (255.255.255.128)
- El resultado (200.1.17.0) coincide con su dirección de red, por lo tanto esto implica que el destino está en la misma subred IP.



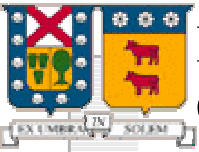
Rutas en un PC

netstat -rn

```
MS-DOS
7 x 11
Rutas activas:
Dirección de red      Máscara de red      Puerta de enlace      Interfaz      Métrica
0.0.0.0              0.0.0.0             200.1.21.1           200.1.21.50   1
127.0.0.0           255.0.0.0           127.0.0.1            127.0.0.1     1
200.1.21.0          255.255.255.192     200.1.21.50          200.1.21.50   1
200.1.21.50         255.255.255.255     127.0.0.1            127.0.0.1     1
200.1.21.255        255.255.255.255     200.1.21.50          200.1.21.50   1
224.0.0.0           224.0.0.0           200.1.21.50          200.1.21.50   1
255.255.255.255     255.255.255.255     200.1.21.50          0.0.0.0       1

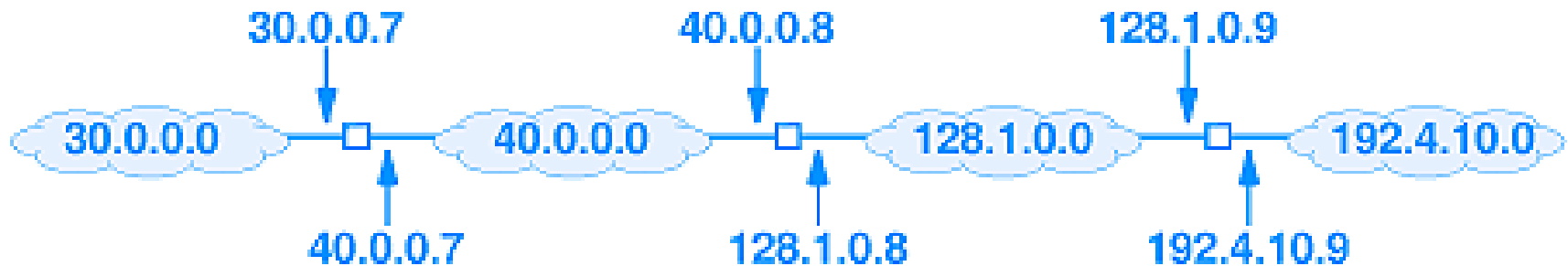
Conexiones activas
Proto  Dirección local      Dirección remota      Estado
TCP    127.0.0.1:1655       127.0.0.1:80         TIME_WAIT
TCP    200.1.21.50:1044     200.1.21.43:139     ESTABLISHED
TCP    200.1.21.50:1103     146.83.198.8:80     CLOSE_WAIT
TCP    200.1.21.50:1105     146.83.198.8:80     CLOSE_WAIT
TCP    200.1.21.50:1106     146.83.198.8:80     CLOSE_WAIT
TCP    200.1.21.50:1107     146.83.198.8:80     CLOSE_WAIT
TCP    200.1.21.50:1108     146.83.198.8:80     CLOSE_WAIT
TCP    200.1.21.50:1111     146.83.198.8:80     CLOSE_WAIT

C:\WINDOWS>
```

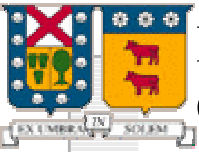
Ruteamiento IP

- Los Routers deben conocer cuáles son las subredes que posee (directamente conectado) e intercambiar esta información con Routers vecinos.
- Cada Router posee una tabla de (subredes v/s router).

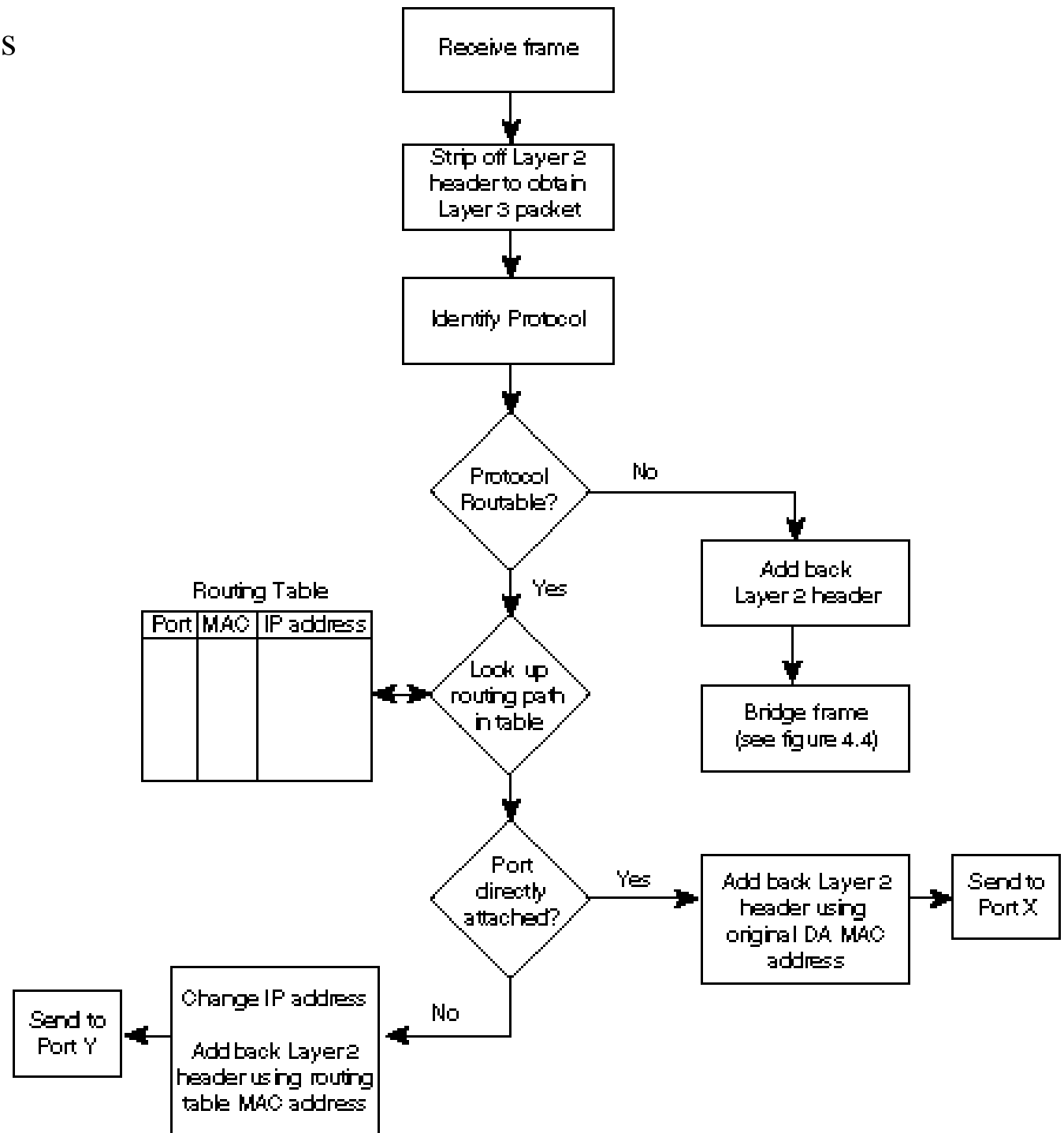


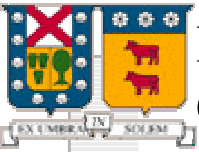
(a)

Destination	Mask	Next Hop
30.0.0.0	255.0.0.0	40.0.0.7
40.0.0.0	255.0.0.0	deliver direct
128.1.0.0	255.255.0.0	deliver direct
192.4.10.0	255.255.255.0	128.1.0.9



Algoritmo de Ruteamiento





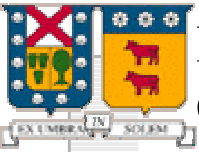
Ruteamiento IP

■ Default Route:

- Cada Router posee una “ruta por defecto” al cual dirige todos los paquetes que posean direcciones destino que no estén en la tabla y por ende no conoce a dónde enrutarlo

■ Intercambio de rutas:

- Los routers intercambian rutas por medio de varios protocolos
 - RIP, RIPv2 (Routing Information Protocol) RFC 950, 1058, 173
 - OSPF (Open Shortest Path First) RFC 1583, 1850
 - DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) IETF RFC 1162
 - IGMP (Internet Group Membership Protocol)
 - IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) Propietario Cisco
 - EIGRP (Enhanced IGRP) Propietario Cisco.

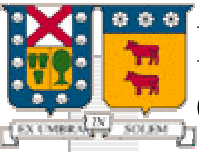


Rutas en la UTFSM

IP routing is enabled, IP forwarding is enabled,
RIP is off, ICMP router discovery is disabled

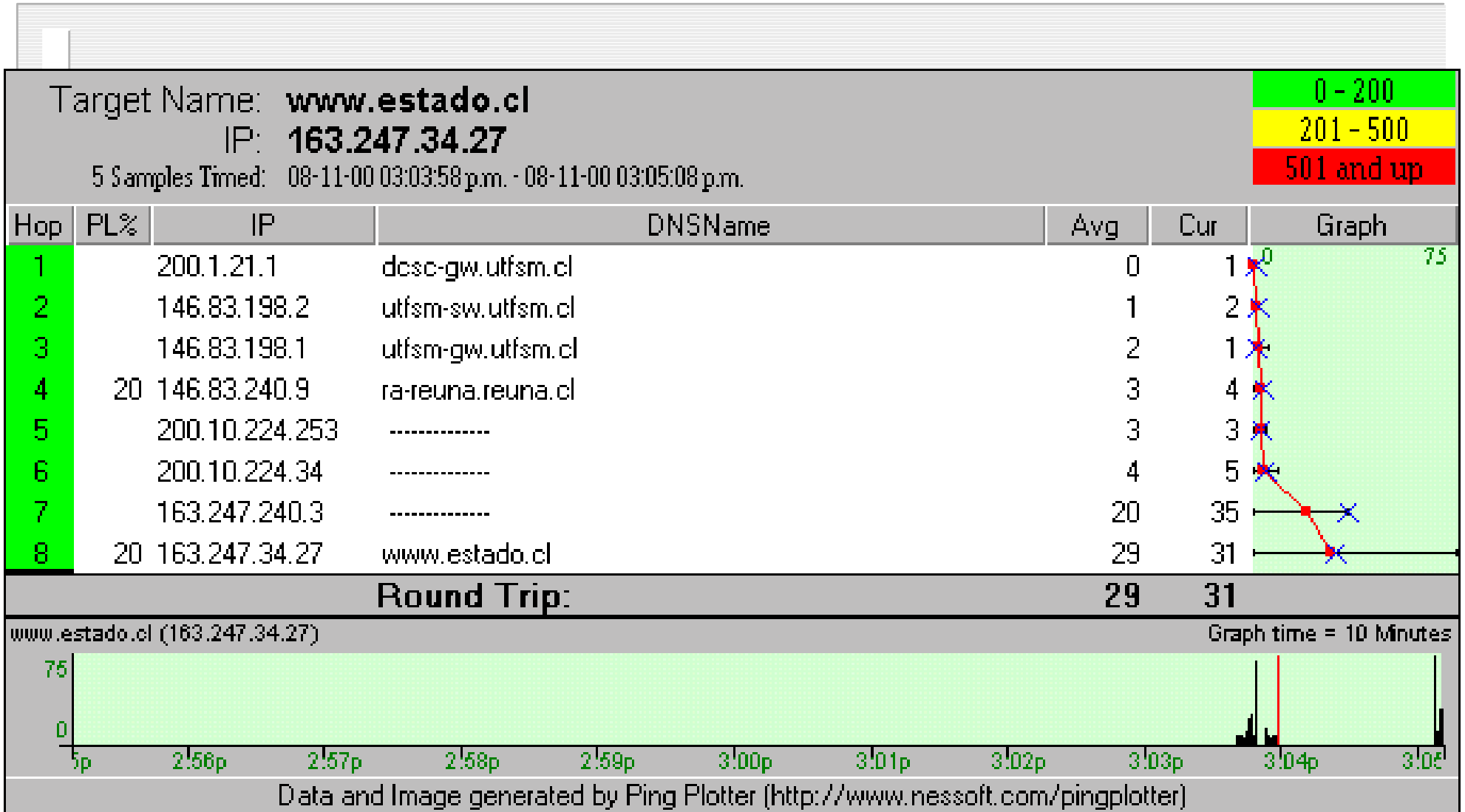
Destination	Subnet mask	Metric	Gateway	Status
Default Route	--	--	146.83.198.1	Static
146.83.198.0	255.255.255.128	1	--	Direct
146.83.200.0	255.255.255.0	1	--	Direct
146.83.202.0	255.255.255.128	--	146.83.198.31	Static
146.83.202.128	255.255.255.128	--	146.83.198.31	Static
146.83.232.0	255.255.255.0	--	146.83.198.31	Static
192.168.5.0	255.255.255.0	--	146.83.198.31	Static
200.1.16.0	255.255.255.128	--	146.83.198.31	Static
200.1.16.128	255.255.255.128	1	--	Direct
200.1.17.0	255.255.255.128	1	--	Direct
200.1.17.128	255.255.255.128	--	200.1.17.2	Static
200.1.18.0	255.255.255.0	--	200.1.18.2	Static
200.1.18.0	255.255.255.224	1	--	Direct
200.1.19.0	255.255.255.0	--	146.83.198.3	Static
200.1.20.64	255.255.255.192	1	--	Direct
200.1.20.128	255.255.255.192	1	--	Direct
200.1.21.0	255.255.255.0	--	146.83.198.31	Static
200.1.22.0	255.255.255.128	1	--	Direct

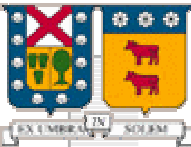
.....



Traceroute

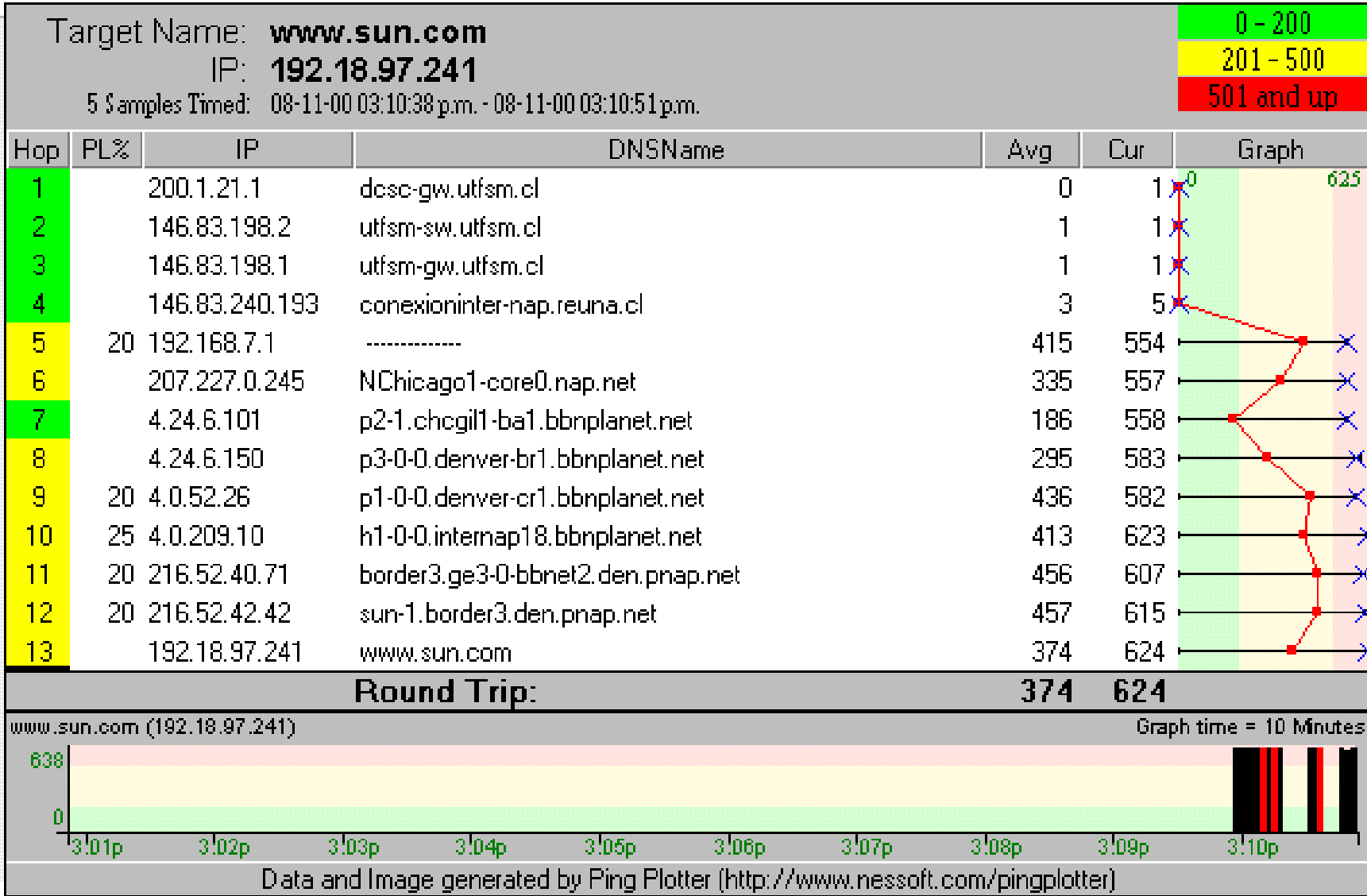
combinación de paquetes UDP con TTL corto e ICMP (ping)

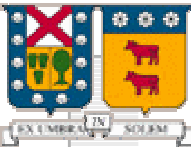




Traceroute

combinación de paquetes UDP con TTL corto e ICMP (ping)



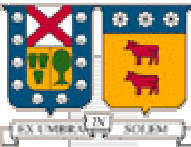


Traceroute

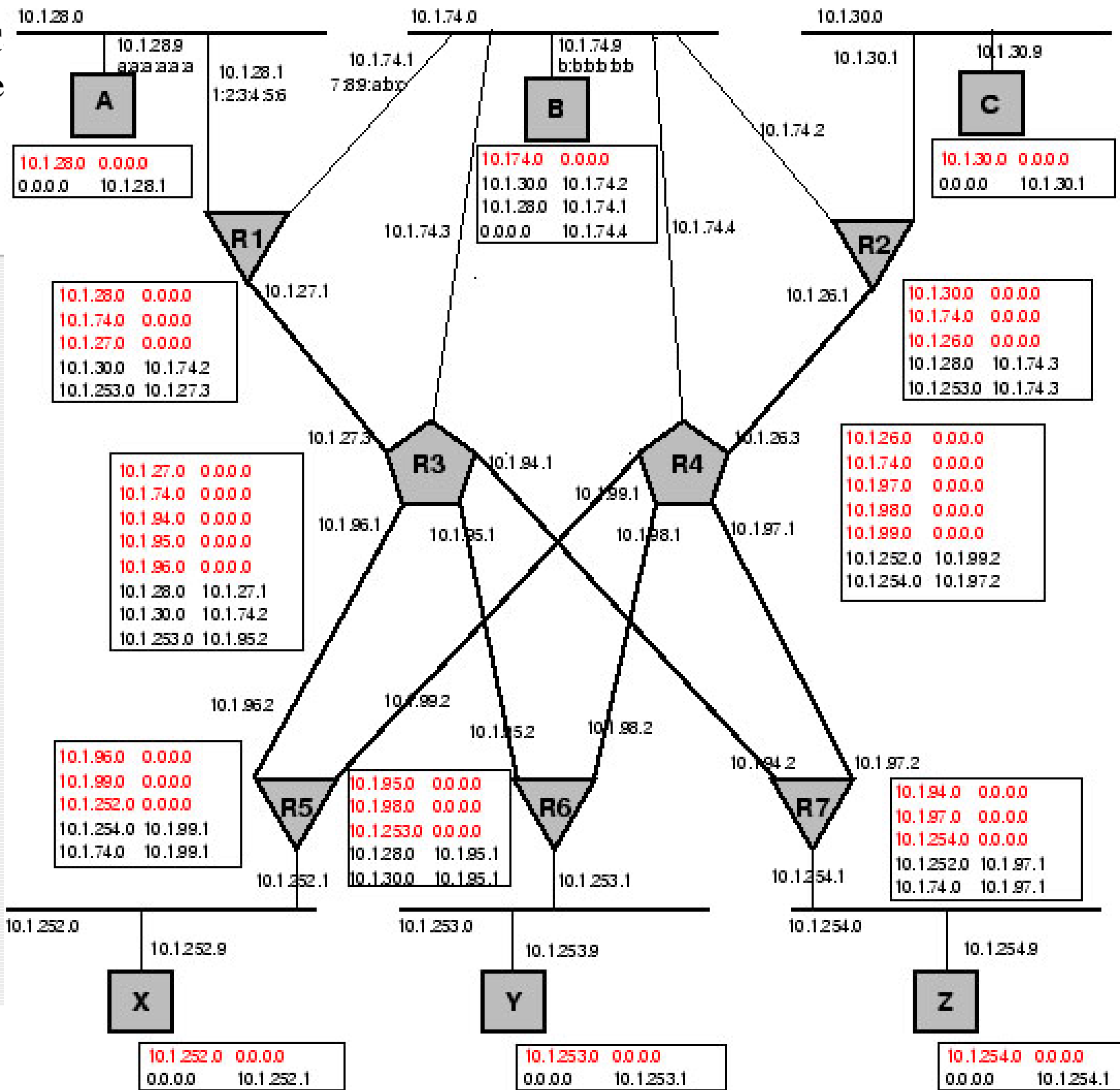
combinación de paquetes UDP con TTL corto e ICMP (ping)

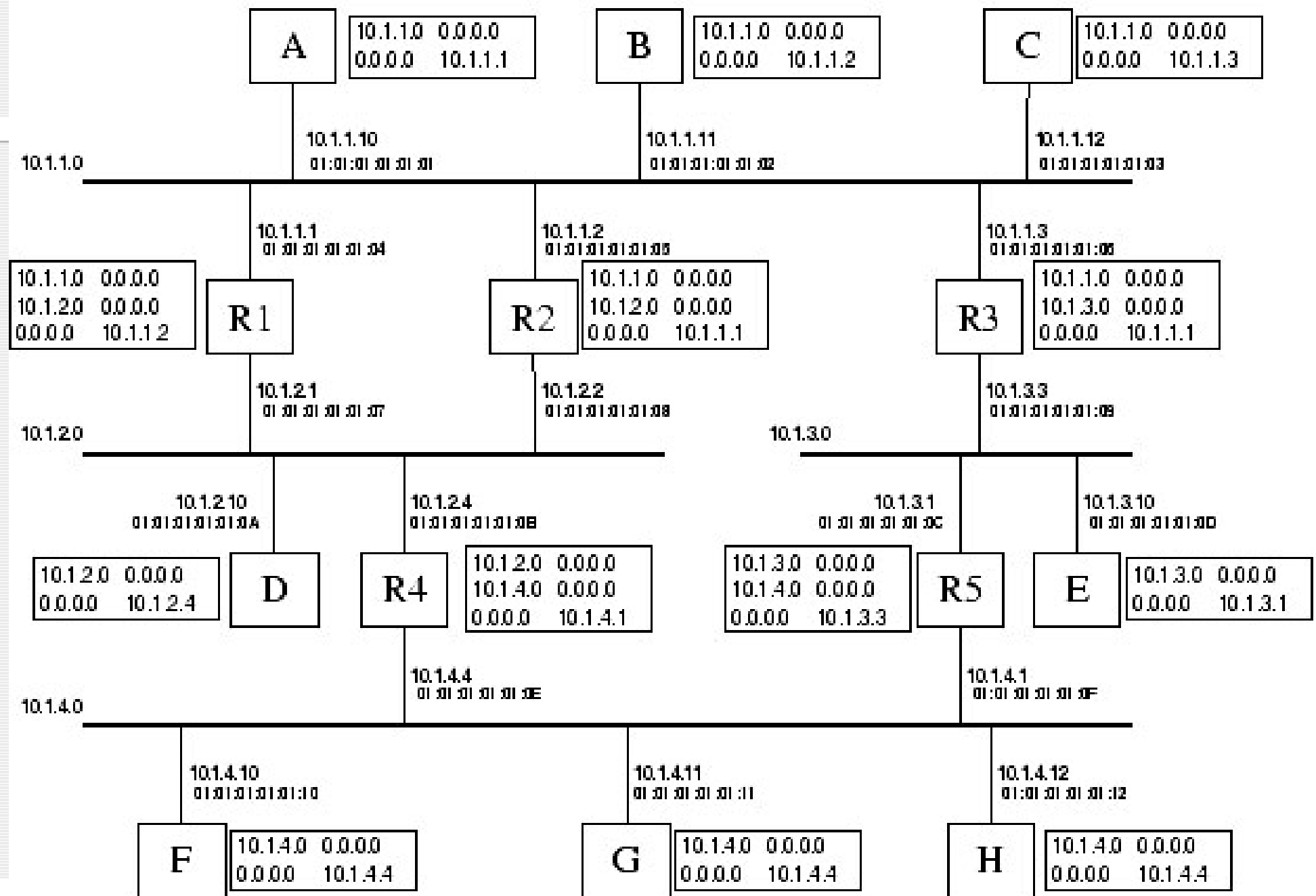
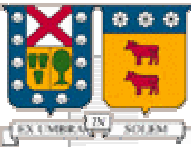
Target Name: www.cnn.com							0 - 200
IP: 207.25.71.28							201 - 500
3 Samples Timed: 08-11-00 03:14:14 p.m. - 08-11-00 03:14:19 p.m.							501 and up
Hop	PL%	IP	DNSName	Avg	Cur	Graph	
1		200.1.21.1	dcsc-gw.utfsm.cl	1	1	X ⁰	
2		146.83.198.2	utfsm-sw.utfsm.cl	1	1	X	
3		146.83.198.1	utfsm-gw.utfsm.cl	1	1	X	
4		146.83.240.193	conexioninter-nap.reuna.cl	4	4	X	
5		192.168.7.1		554	554	X	
6		207.227.0.245	NChicago1-core0.nap.net	558	557	X	
7		4.24.6.113	p4-2.chcgil1-ba1.bbnplanet.net	557	557	X	
8		4.24.5.233	p7-0.chcgil1-br1.bbnplanet.net	558	560	X	
9		4.24.9.69	so-4-1-0.chcgil2-br1.bbnplanet.net	561	564	X	
10		4.24.6.22	p1-0.chcgil2-cr11.bbnplanet.net	559	558	X	
11		4.24.7.42	p7-0.crtntx1-ba2.bbnplanet.net	592	593	X	
12		4.24.4.241	p5-0.crtntx1-ba1.bbnplanet.net	592	594	X	
13		4.24.6.41	p7-0.atInga1-ba1.bbnplanet.net	633	633	X	
14		4.24.7.234	p1-0.atInga1-cr1.bbnplanet.net	627	628	X	
Destination Address Unreachable							

Data and Image generated by Ping Plotter (<http://www.nessoft.com/pingplotter>)

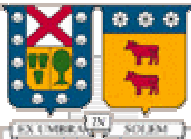


Ejemplo de Ruteamiento IP

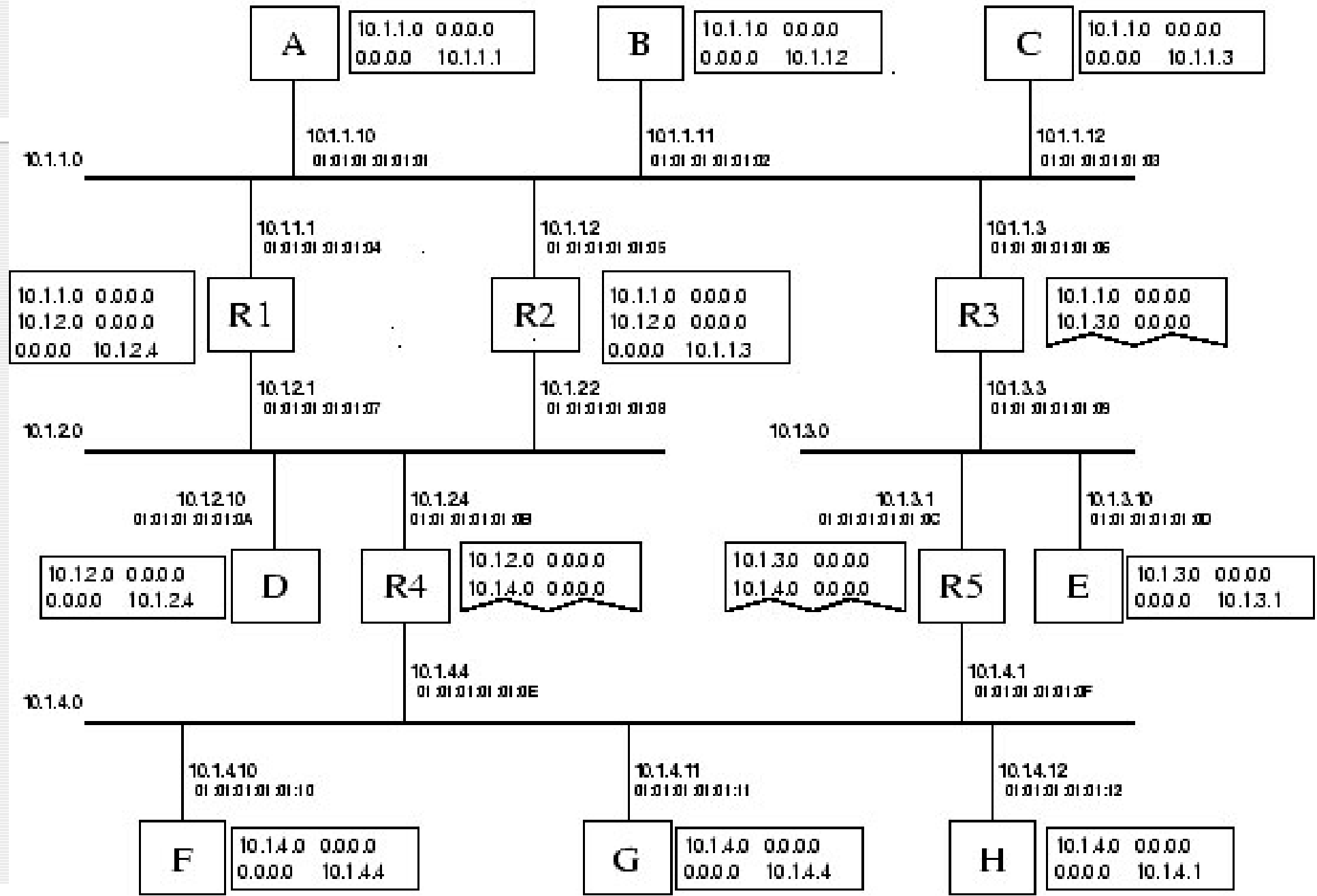


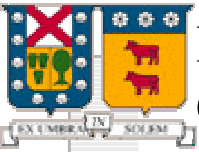


¿Puede C comunicarse con H?



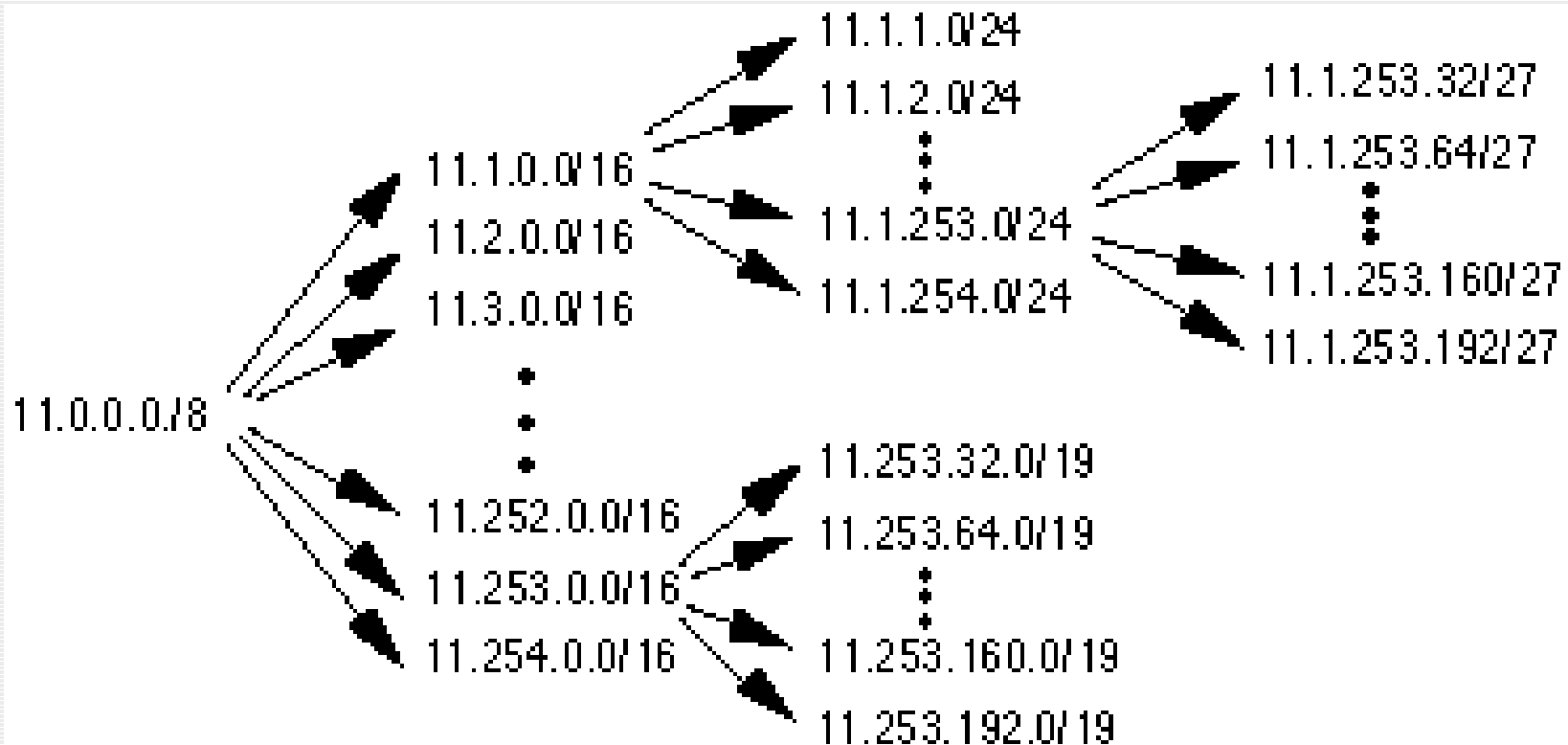
Ejemplo3: Completar las tablas....

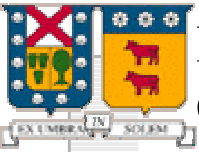




Subnetting Recursivo

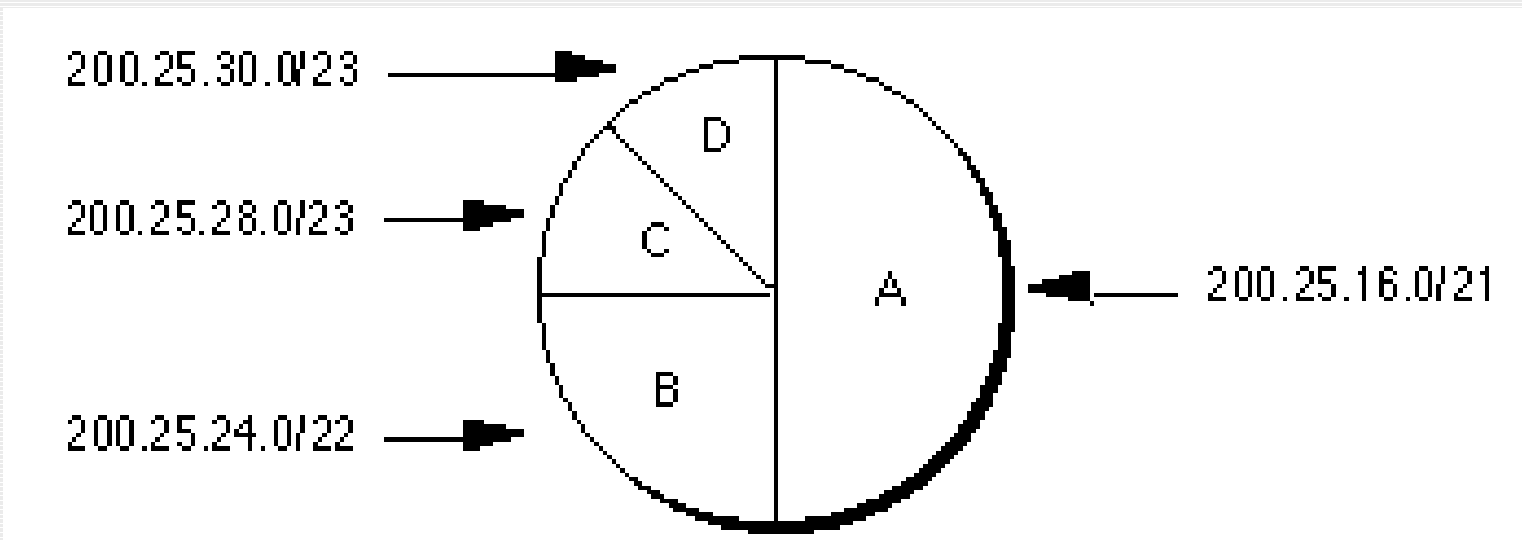
Un Router puede dividir una Clase A en varias subredes, y a su vez los routers de estas subredes pueden subdividir las en más subredes.....

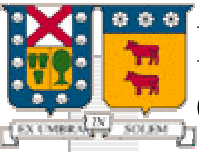




Variable Length Subnet Mask (VLSM)

Un Router puede dividir un red IP en subredes de tamaños desiguales variando la máscara, y así asignar diferentes cantidades de IP a diferentes LAN.

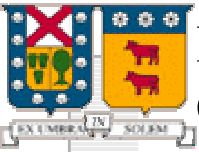




Classless Inter-Domain Routing (CIDR) (Supernetting)

- Elimina el concepto de Clase A, B, C.
- Un Router puede asignar una cantidad de subredes usando una sólo entrada en su tabla de enrutamiento
- El Router debe usar la mascara en sus tablas, ya no se enruta en base a los primeros 3 bits de la IP destino !!!

```
ISP's Block:  11001110.00000000.01000000.00000000      206.0.64.0/18
Client Block: 11001110.00000000.01000100.00000000      206.0.68.0/22
Class C #0:   11001110.00000000.01000100.00000000      206.0.68.0/24
Class C #1:   11001110.00000000.01000101.00000000      206.0.69.0/24
Class C #2:   11001110.00000000.01000110.00000000      206.0.70.0/24
Class C #3:   11001110.00000000.01000111.00000000      206.0.71.0/24
```



Classless Inter-Domain Routing (CIDR) (Supernetting)

Diferencia con VLSM: VLSM es invisible al Router Padre y CIDR es un concepto que abarca el ISP, sus Clientes y los routers internos.

