

# Direccionamiento IP

Carlos Vicente

Servicios de Redes

Universidad de Oregon

# Recordando conceptos

- ◆ Cuando se habla de IP se suele hacer referencia a la familia de protocolos
  - Incluye también
    - ◆ Control (ICMP)
    - ◆ Transporte (UDP, TCP)
    - ◆ Aplicación (HTTP, SMTP, SNMP, etc)

# Pilas de protocolos

- ◆ Estaban los niveles OSI (7)
- ◆ Y los de TCP/IP, que se quedaron en
  - Aplicación
  - Transporte
  - Red
  - Enlace
  - Físico

# Por un lado, las múltiples redes

## ◆ Niveles Físico y de Enlace

- Cada grupo promovía su tecnología o su estándar
  - ◆ IBM -> SNA, Token Ring
  - ◆ XEROX, DEC, Intel (luego IEEE) -> Ethernet
  - ◆ Apple -> Localtalk
  - ◆ ITU -> ATM, ISDN, FR, etc.

# Por otro lado, los servicios

## ◆ Nivel de Transporte

- UDP -> Simple y sin garantías
- TCP -> Más complicado y con garantías de orden, control de pérdida y flujo, etc.

## ◆ Nivel de Aplicación

- Todas las funcionalidades finales
- Interacción con el usuario

# IP: el pegamento

- ◆ El nivel de red (IP) se convierte en la *lingua franca* que unifica todas las redes físicas dispares (Ethernet, ATM, FDDI, etc)
- ◆ Las mismas aplicaciones pueden operar ahora sobre cualquier red
- ◆ Una dirección única y válida globalmente
  - $2^{32} = 4,294,967,296$  direcciones
  - ¿Por qué empezaron a escasear?

# Lucha de Clases

◆ Modelo "Classful" era dos cosas:

- Espacios definidos
- Máscaras de red fijas

◆ A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (255.0.0.0)

◆ B: 172.16.0.0 to 172.31.255.255 (255.255.0.0)

◆ C: 192.168.0.0 to 192.168.255.255 (255.255.255.0)

# ¡Ay C...!

## ◆ Hacia 1992...

- **PANICO** en el IETF
  - ◆ Se acaban los bloques clase B
  - ◆ Las tablas de rutas están creciendo demasiado
    - Preveían que hacia 1994-95 estos dos problemas serían críticos
- Respuesta
  - ◆ Se define CIDR
  - ◆ Se empieza a explorar IPv6



# CIDR: No más clases

## ◆ Classless Interdomain Routing

- Los bloques se pueden
  - ◆ Subdividir (Subnetting)
  - ◆ Agrupar (Supernetting)
- ... en cualquier parte del espacio de direcciones
- Más granularidad

◆ Ya no es apropiado hablar de “una clase C”

# VLSM

- ◆ Variable-Length Subnet Masks  
(Máscaras de subred de longitud variable)
- ◆ Puedo asignar subredes de distintos tamaños en las interfaces de mi enrutador
  - Los protocolos de enrutamiento tuvieron que cambiar para soportar esto
    - ◆ RIPv1 -> RIPv2
    - ◆ IGRP -> EIGRP

# Notaciones de Máscara

## ◆ Notación decimal

- 192.168.1.0 255.255.0.0

## ◆ Notación de prefijo

255	255	0	0
11111111	11111111	00000000	00000000

- ◆ 192.168.1.0/16
- ◆ Los bits a 1 son de red, los a 0 son de nodo

# Cómo trabaja una máscara

## ◆ Recordemos Algebra Booleana

### ■ Operación AND

◆  $1 \oplus 1 = 1$

◆  $1 \oplus 0 = 0$

◆  $0 \oplus 1 = 0$

◆  $0 \oplus 0 = 0$

### ■ Es 1 sólo si ambos son 1

# Cómo trabaja una máscara

- ◆ La máscara no es más que un operando AND

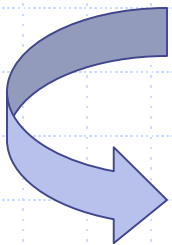
192	168	1	10
11000000	10101000	00000001	00001010

⊕

255	255	255	0
11111111	11111111	11111111	00000000

=

192	168	1	0
11111111	11111111	11111111	00000000



Dirección de la subred

# Diseño de Redes con Jerarquía

- Tráfico agrupado
- Rapidez
- Simplicidad

Núcleo

Distribución

Acceso

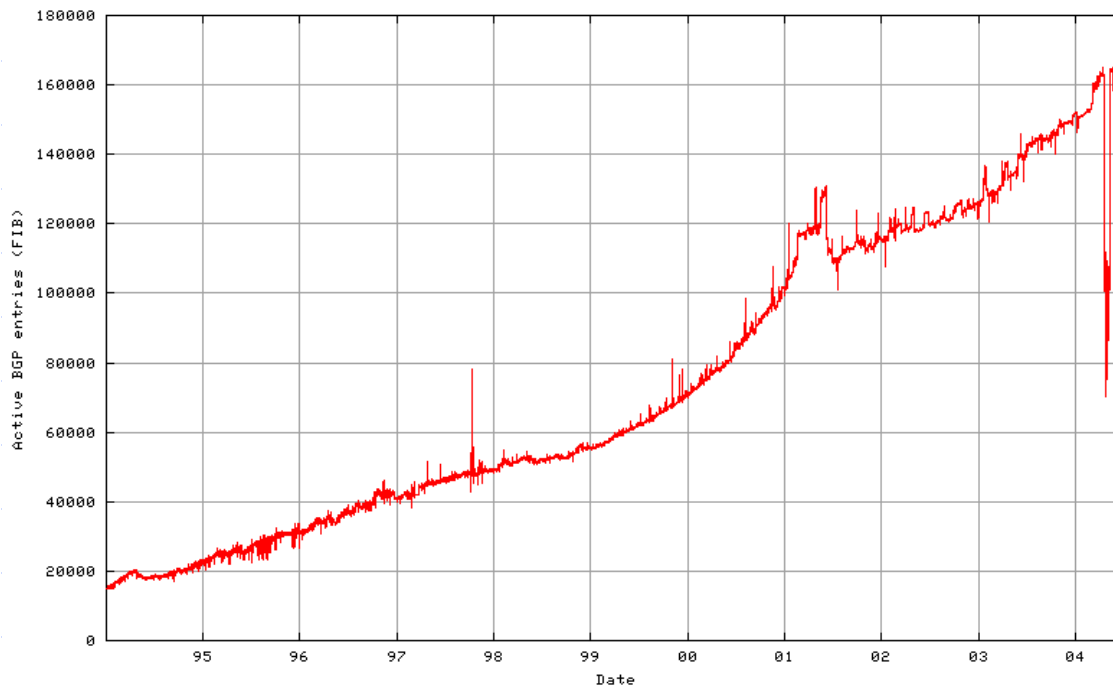
- Tráfico específico
- Control
- Funcionalidad

# Planificación del Direccionamiento

- ◆ Igual que una red bien diseñada es jerárquica, también un buen plan de direcciones es jerárquico
- ◆ Razones
  - Escalabilidad
    - ◆ Soportar crecimiento
  - Previsibilidad
    - ◆ Lograr que el comportamiento de la red sea fácil de adivinar
  - Flexibilidad
    - ◆ Permitir cambios estructurales sin afectar sustancialmente la operación de la red

# Recursos escasos

- En los enrutadores
  - ◆ Memoria RAM y CPU
    - Las tablas de rutas se alojan en memoria y su consulta es costosa
  - ◆ Crecimiento de la tabla de BGP (1994-presente)
    - Fuente: <http://bgp.potaroo.net/as6447> - (datos de [www.routeviews.org](http://www.routeviews.org) !)

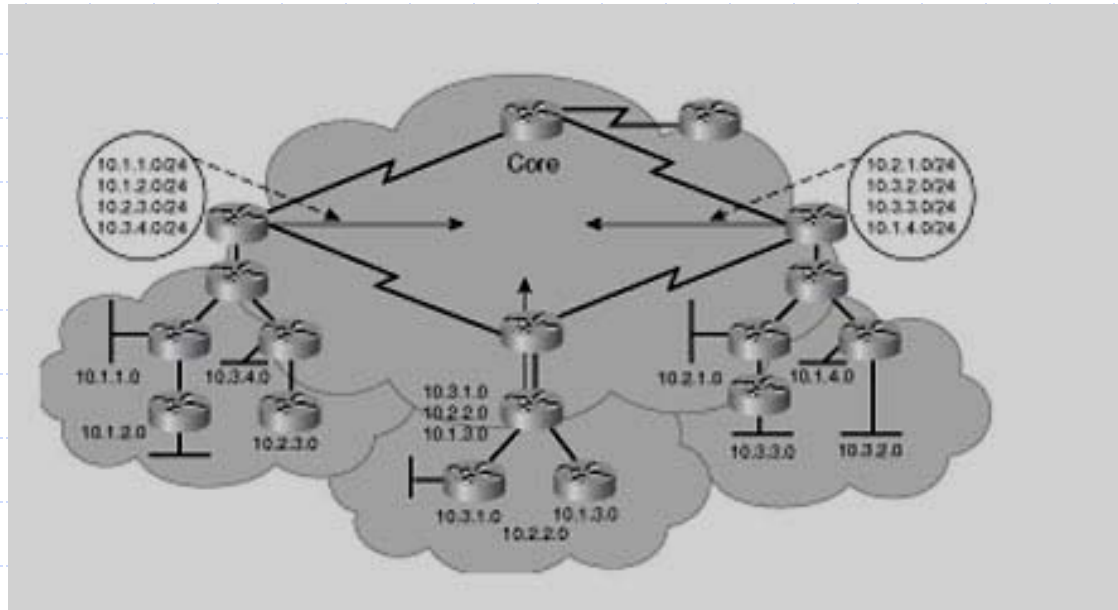




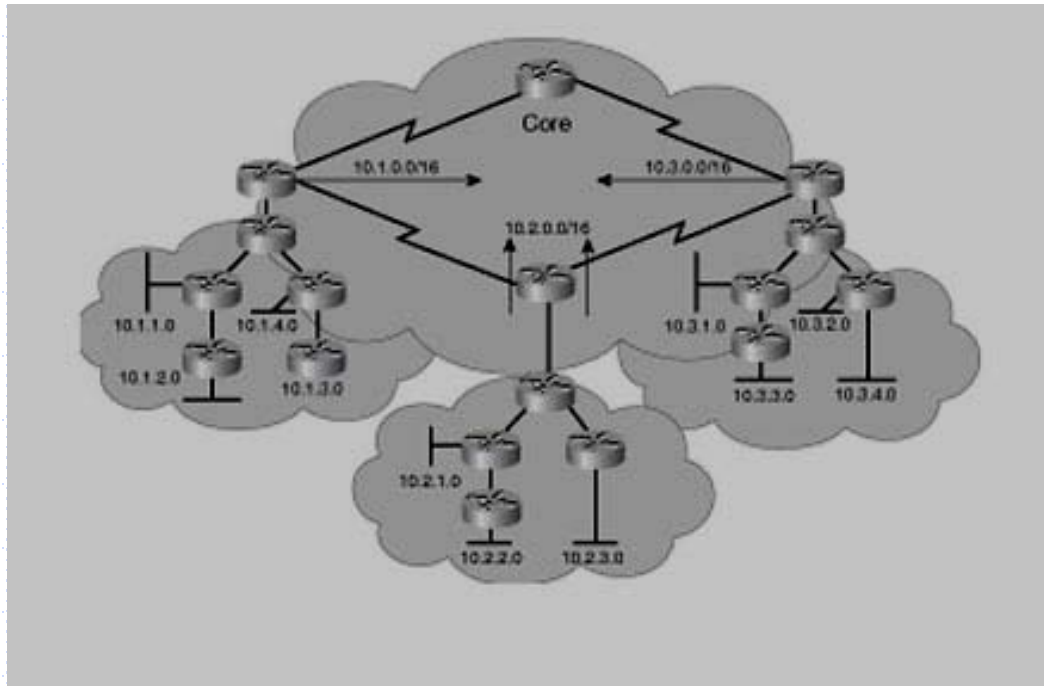
# Recursos escasos

- ◆ Cantidad de direcciones disponibles
  - Hay estadísticas dinámicas en <http://bgp.potaroo.net/ipv4/>

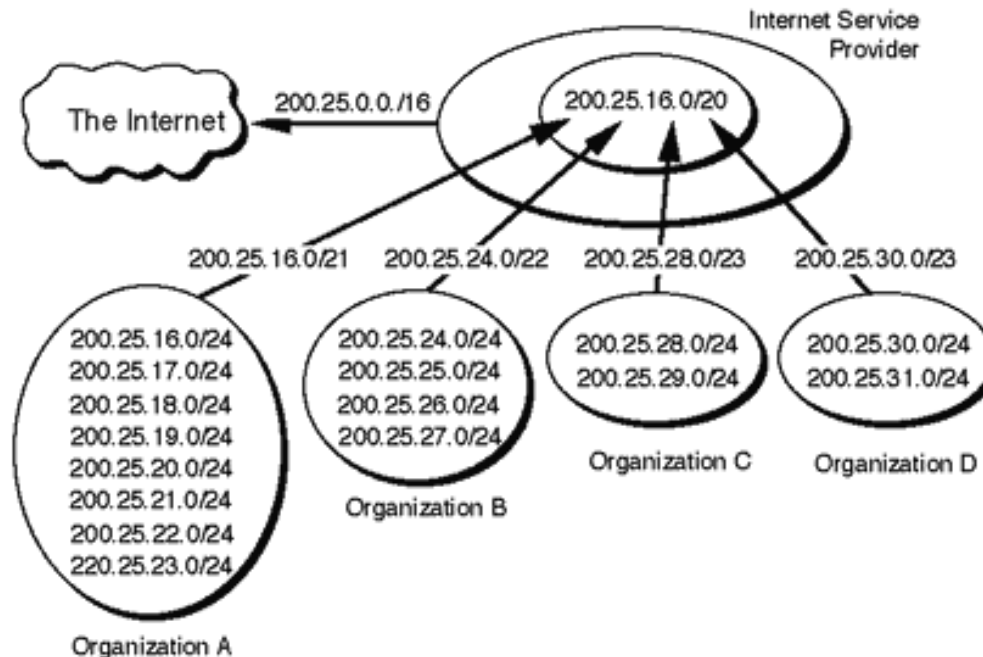
# Ejemplo de mala planificación



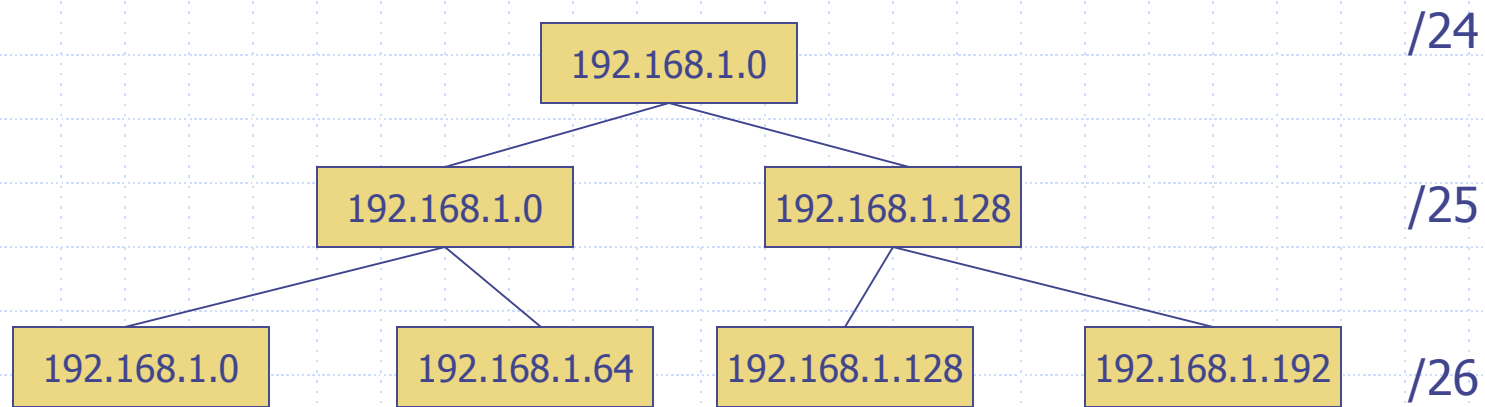
# Ejemplo de buena planificación



# Agregación/Resumen de rutas



# Espacio IP es un árbol binario



Recordar la regla básica:

- Un bit más de máscara: el doble de redes, la mitad de nodos
- Un bit menos de máscara: la mitad de redes, el doble de nodos

# Reglas de División

- ◆ El número de nodos disponibles es siempre  $2^n - 2$  ( $n =$  número de bits de nodo)
  - La primera dirección representa la red, y la última es la de "broadcast"
  - En /24 tengo  $2^{(32-24)} - 2 = 2^8 - 2 = 254$
- ◆ Las subredes se pueden seguir subdividiendo
  - Ojo: Sólo se subdividen las que no están utilizadas
  - Ej: Tengo 192.168.1.0/24
    - La divido en dos:
      - 192.168.1.0/25
      - 192.168.1.128/25
    - Configuro mi enrutador con 192.168.1.0/25 para mi departamento
    - Puedo seguir dividiendo sólomente la que me queda libre
      - 192.168.1.128/26
      - 192.168.1.192/26

# Gestión de direcciones

- ◆ Recomendaciones para hacer mejor uso del espacio IP
  - Dos categorías
    - ◆ Asignación de bloques
    - ◆ Asignación de direcciones individuales
  - Criterios
    - ◆ Crecimiento vs. Desperdicio

# Asignación eficiente

## ◆ Cuatro preguntas básicas

1. ¿Cuántas subredes necesito actualmente?
2. ¿Cuántas subredes serán necesarias en el futuro próximo?
3. ¿Qué cantidad de nodos hay en la subred más grande actualmente?
4. ¿Qué cantidad de nodos habrá en la subred más grande en el futuro próximo?



# Asignación de bloques

- ◆ Ej. Al romper un bloque en cuatro
  - No asignar bloques contiguos a grupos diferentes
  - 192.168.1.0/24
    - ◆ 192.168.1.0/26 -> asignar éste
    - ◆ 192.168.1.64/26 X éste no!
    - ◆ 192.168.1.128/26 -> asignar éste
    - ◆ 192.168.1.192/26 X éste no!

# Asignación de direcciones individuales

- ◆ Al asignar direcciones para nodos individuales
  - Reserve siempre un pequeño grupo al principio para equipos de red (para el bloque 192.168.1.0/24)
    - ◆ 192.168.1.( 1-10 ) -> enrutadores, switches, etc.
  - Comience por las direcciones menores
    - ◆ 192.168.1.11 -> nodo1
    - ◆ 192.168.1.12 -> nodo2
  - Si la subred nunca crece hasta ocupar más de la mitad del espacio, tendrá la opción de
    - ◆ Subdividir el segundo bloque para más control
      - 192.168.1.0/25 -> Utilizado
      - 192.168.1.128/25 -> Libre: Subdividir
        - 192.168.1.128/26 -> servidores (sin restricciones)
        - 192.168.1.192/26 -> usuarios (hacer "traffic shaping" o filtrar paquetes)
    - ◆ Asignar el segundo bloque a otro
  - ¿Está usando DHCP? ¿Qué %^\$#@ espera?

# Quién asigna las direcciones Registros de Internet (IR)

## ◆ Un poco de Terminología

- RIR: Regional Internet Registry
  - ◆ Por territorio geográfico
    - ARIN: American Registry for Internet Numbers
    - RIPE: Reseaux IP Europeens
    - APNIC: Asia-Pacific Network Information Center
    - LACNIC: Latin American and Caribbean Network Information Center
    - AFRINIC: African Network Information Center
- NIR: National Internet Registry
  - ◆ Asignados a países
- LIR: Local Internet Registry
  - ◆ Estos suelen ser los ISPs y asignan únicamente a sus clientes

# Registros de Internet

## ◆ Clases de Espacio IP

### ■ PA: Provider Aggregatable

- ◆ El ISP (LIR) asigna el bloque. Si cambia de ISP, debe devolverlo y solicitar otro al ISP nuevo.
  - Eso implica re-enumerar todos sus nodos
  - iii USE DHCP !!!!
- ◆ Ayuda sustancialmente a reducir las tablas de rutas en Internet (BGP)

### ■ PI: Provider Independent

- ◆ El bloque se lo asigna un RIR directamente y el ISP se encarga de publicarlo entre sus rutas. Si cambia de proveedor, sólo es necesario cambiar las configuraciones de BGP
- ◆ No es bueno para el Internet porque hay más rutas
- ◆ Sólo se justifica si se conecta a varios proveedores (Multi-homing) o si su espacio es muy grande

# Ejercicios:

## Práctica de potencias de 2

Binario	128	64	32	16	8	4	2	1	Decimal
11001100	0	0	1	1	1	1	0	0	$128+64+4+4 = 204$
10101010									
11100011									
10110011									
00110101									

# Ejercicios:

## Práctica de potencias de 2

Decimal	128	64	32	16	8	4	2	1	Suma
48	0	0	1	1	0	0	0	0	$48=32+16$
222									
119									
135									
60									

# Ejercicios: división

- ◆ Se le asigna 192.168.0.0/19 para su organización
  - Tiene tres campus:
    - ◆ Central: ~3,000 nodos
    - ◆ 2: ~1,500 nodos
    - ◆ 3: ~800 nodos
- ◆ Pista: Comience agregando bits a la máscara
  - 1 de /19 = 2 de /20, etc...

# Ejercicios: Agregación

- ◆ Tiene las siguientes subredes asignadas a un edificio:
  - 192.168.1.0/26
  - 192.168.1.64/26
  - 192.168.1.128/27
  - 192.168.1.160/27
  - 192.168.1.192/27
  - 192.168.1.224/27
  
- ◆ ¿Si tiene que configurar su enrutador para que las resuma en una sola, cuál sería?
  - Pista: agrupe de dos en dos restando un bit cada vez.



# Ejercicios: Agregación

- ◆ Agregue/resuma los siguientes bloques lo más posible
  - 10.1.1.0/24
  - 10.1.2.0/24
  - 10.1.3.0/24
  - 10.1.4.0/24
- ◆ Pregunta: ¿Qué son las fronteras de bit?



◆ Gracias

9 July 2004