



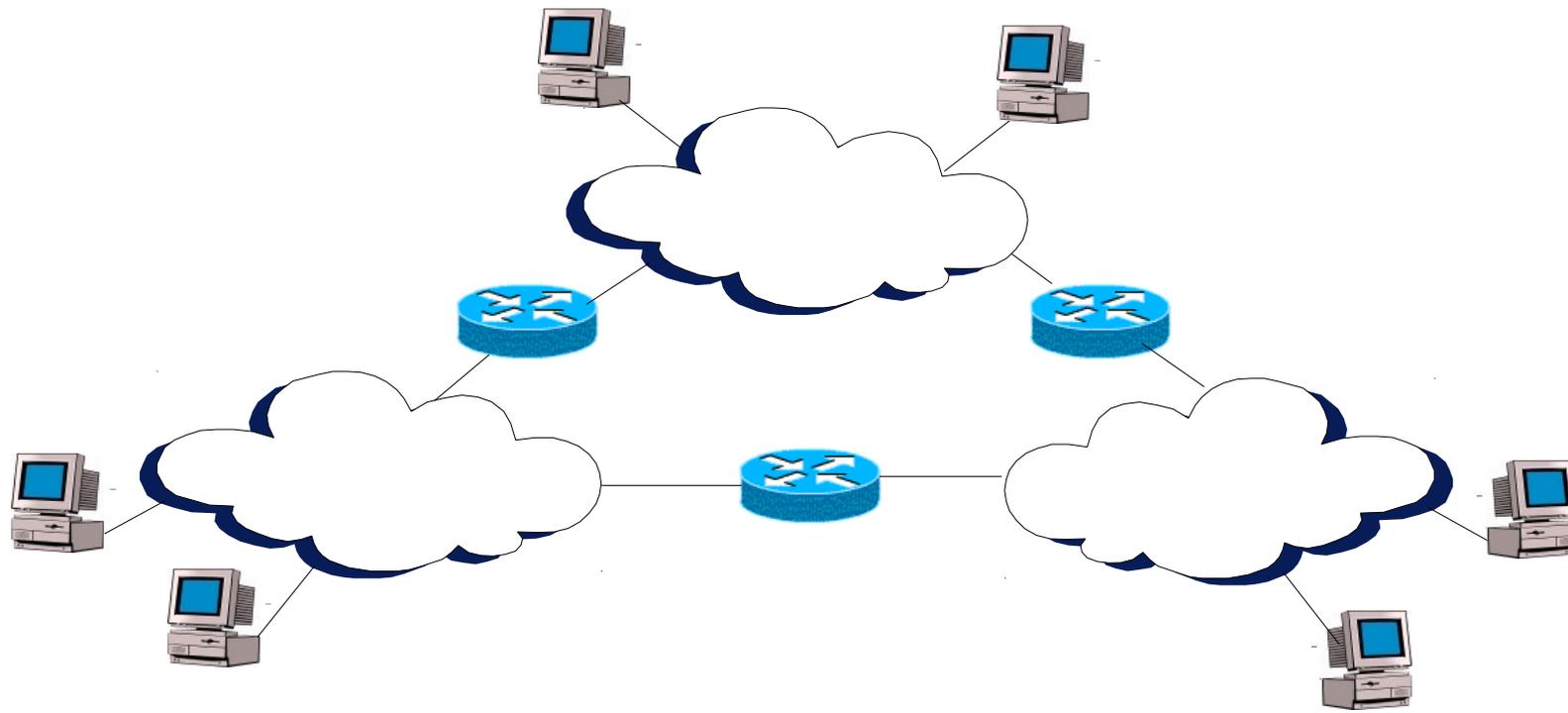
Universidad Industrial de Santander Escuela de Sistemas

Redes de Computadoras Capa de Red

Prof. Gilberto Díaz
gilberto.diaz@uis.edu.co



- Gestión de tráfico entre redes

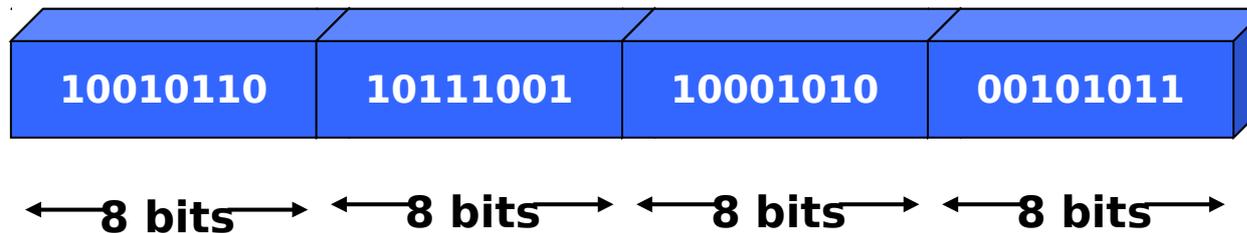




Direcciones IP

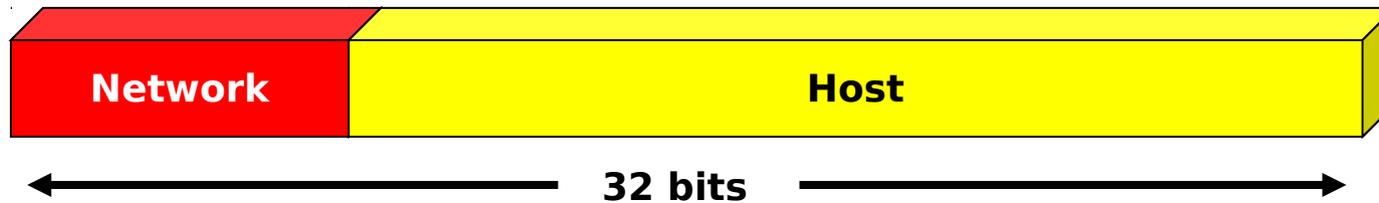
Las direcciones de red identifican unívocamente a cada computador.

Cada dirección IP esta conformada por 32 bits agrupados en 4 conjuntos de 8 bits cada uno (octetos)

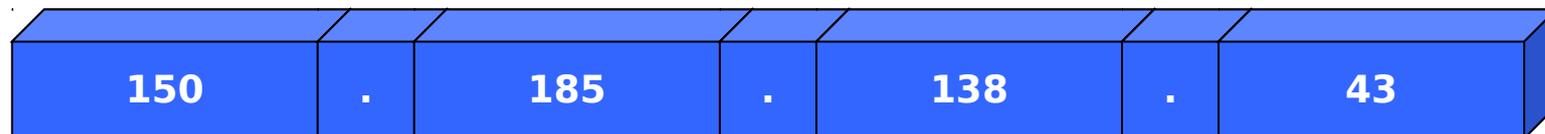


Direcciones IP

Cada dirección IP tiene dos elementos: La dirección de red y la dirección del host



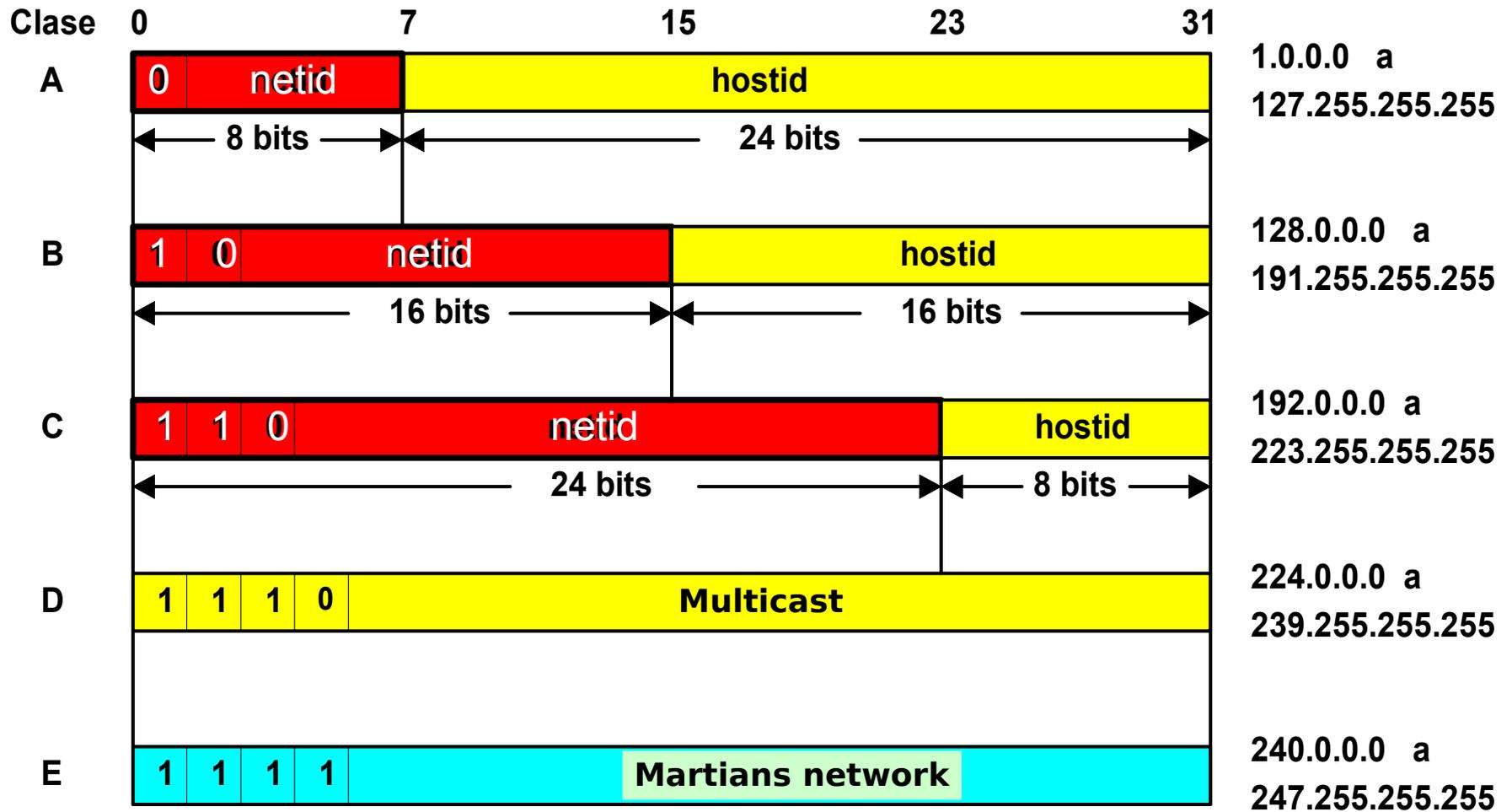
La notación decimal es una forma sencilla de representar una dirección IP





Direcciones IP

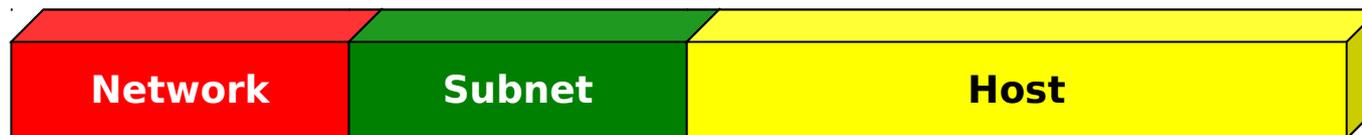
Podemos clasificar las redes según su dirección IP





Algunas veces es necesario dividir una red en varias sub redes. Una de las razones es reducir el dominio de broadcast de la capa dos.

Para esto, se crea otro elemento dentro de una IP (*subnet*) utilizando una máscara de sub red (*subnet mask*)

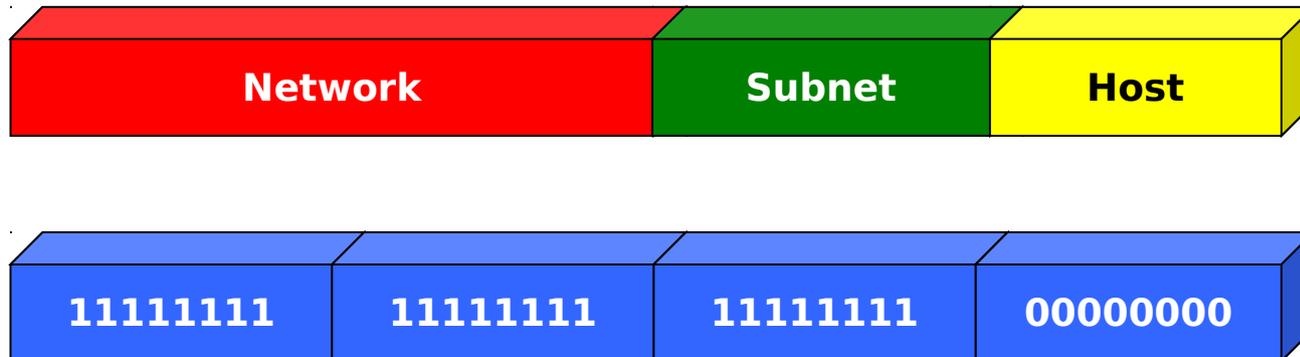


Para esto el administrador de red presta bits de la porción de host para asignarlos a la sub red



Direcciones IP

Una máscara de red es un número de 32 bits que se utiliza para determinar cual es la porción de red y cual es la porción de host de una dirección IP. Esta contiene 1s en la porción de red y sub red y 0s en la porción del host



255 . 255 . 255 . 0

La máscara de red define el número de direcciones (**rango de IPs**) que podemos utilizar

192.168.1.0

192.168.1.1

.

.

.

192.168.1.255

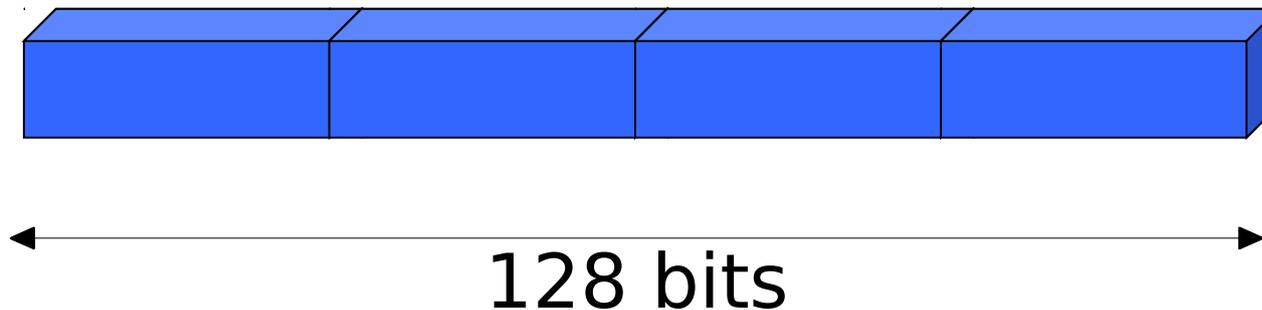
A partir de este rango de direcciones IP debemos definir tres elementos:

- La dirección de la red
- El número de direcciones utilizables
- La dirección de difusión (**broadcast**)



Direcciones IPv6

- Protocolo de transporte propuesto como reemplazo del protocolo de Internet actualmente en uso (IP versión 4).
- Busca resolver algunas de las deficiencias de IPv4, principalmente la limitación en el número de direcciones disponibles.



IPv4: 32 bits. Máximo teórico:

4294967296

IPv6: 128 bits. Máximo teórico:

340282366920938463463374607431768211456

Suficiente para ubicar 155 mil millones de Internets IPv4 en cada milimetro cuadrado de la superficie terrestre, incluyendo oceanos.

Características

- **Innovación**. NAT impide o dificulta el desarrollo de nuevas aplicaciones y protocolos. IPv6 evita el NAT.
- **Autoconfiguración**: mecanismos para que equipos adquieran configuración básica válida sin servidores.



Características

- **Renumeración**: facilitar el proceso de reenumeración de redes.
- **Eficiencia**: El encabezado es más fácil de procesar por los enrutadores: tamaño fijo, optimizado a 64 bits, no checksum, enrutadores no fragmentan, no broadcast.



Mitos

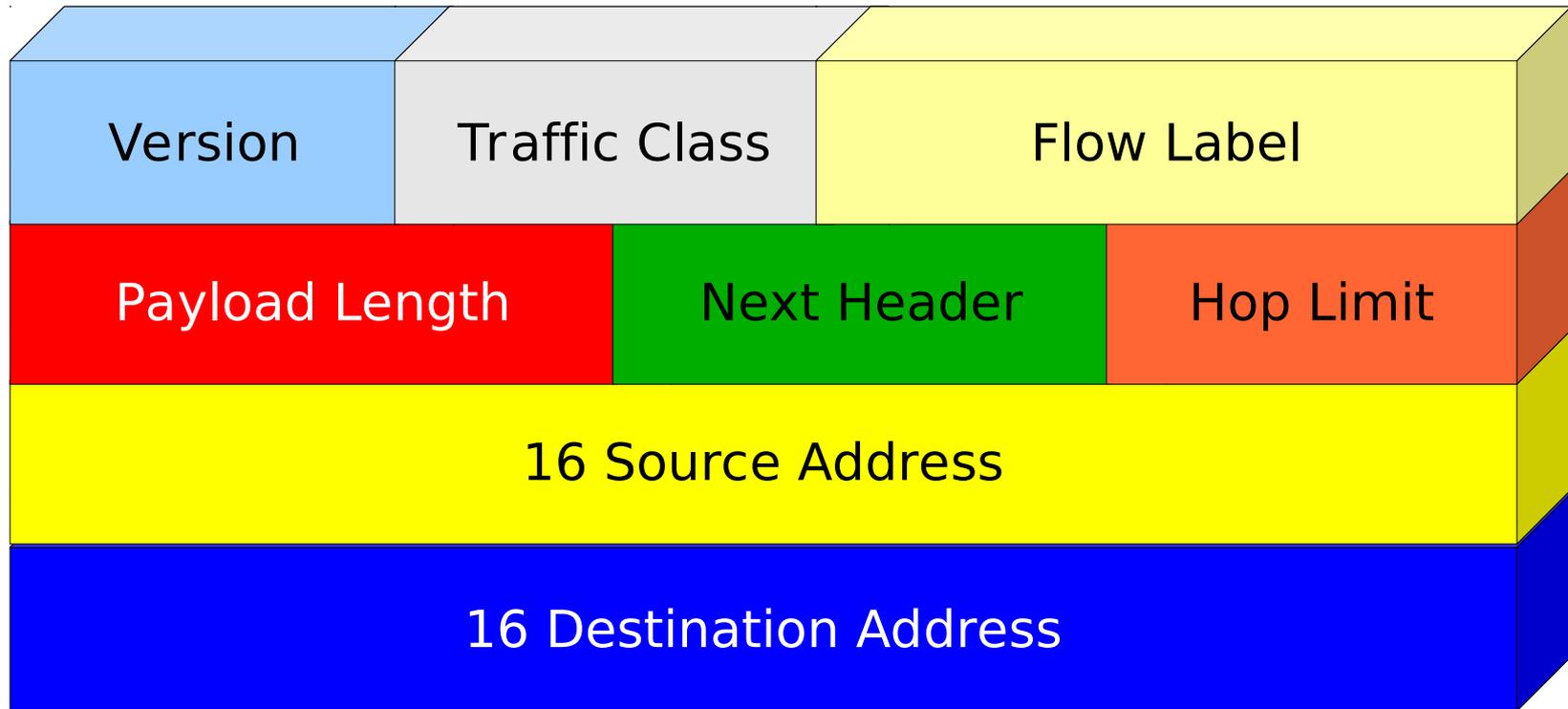
- **Más seguro**: IPv6 obliga a soportar IPsec en el stack TCP/IP, pero sigue siendo igual de difícil de usar.
- **Mobilidad**: IPv6 obliga a soportar movilidad (MIPv6). IPv4 también soporta movilidad.



Mitos

- **Calidad de Servicio**: QoS es exactamente igual que en IPv4. El campo “flow label” puede, eventualmente aprovecharse para QoS, pero no es el caso todavía.
- **Enrutamiento**: idéntico a IPv4. El procesamiento puede ser más rápido, pero el mecanismo es el mismo..

Encabezado



Encabezado



Es utilizado para distinguir paquetes con diferente requisitos de tiempo real de envío. Fue utilizado rara veces por los enrutadores pero actualmente hay experimentos para mejorar el envío de tráfico multimedia.



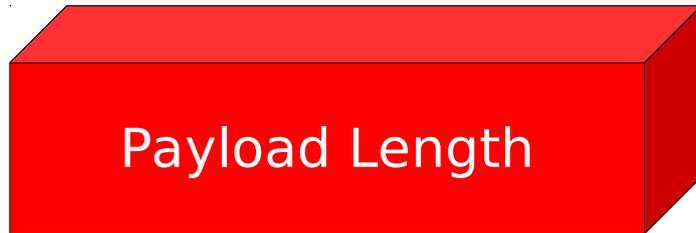
Encabezado



Aún es experimental pero será utilizado para que el origen y el destino puedan establecer una pseudo conexión con requisitos específicos y propiedades particulares.

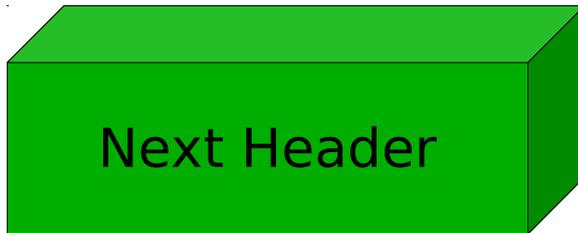
Por ejemplo, cuando un par de nodos necesiten cierto ancho de banda pueden levantar esta bandera y los enrutadores pueden darle tratamiento especial.

Encabezado



Este campo indica cuantos bytes contiene el datagrama luego de la cabecera de 40 bytes.

Encabezado



Indica el tipo de encabezado que le sigue a este.
Hay 6 tipos de encabezados
Por ejemplo, si el tipo es *última IP* entonces el siguiente encabezado será el tipo de protocolo de transporte utilizado: TCP o UDP.

Encabezado



Evita que los paquetes vivan por siempre y es equivalente al TTL de IPv4

Encabezado



- Las direcciones de origen y destino en Ipv6 estan conformadas por 8 conjuntos de 16 bits cada uno
- La representación de cada conjunto se hace con cuatro dígitos hexadecimales

Encabezado



- Ejemplo:

12AB:0000:0000:CD30:0123:4567:89AB:0DEF

Encabezado



- Los ceros contínuos pueden ser compactados:

12AB:0:0:CD30:123:4567:89AB:0DEF
12AB::CD30:123:4567:89AB:DEF

Encabezado



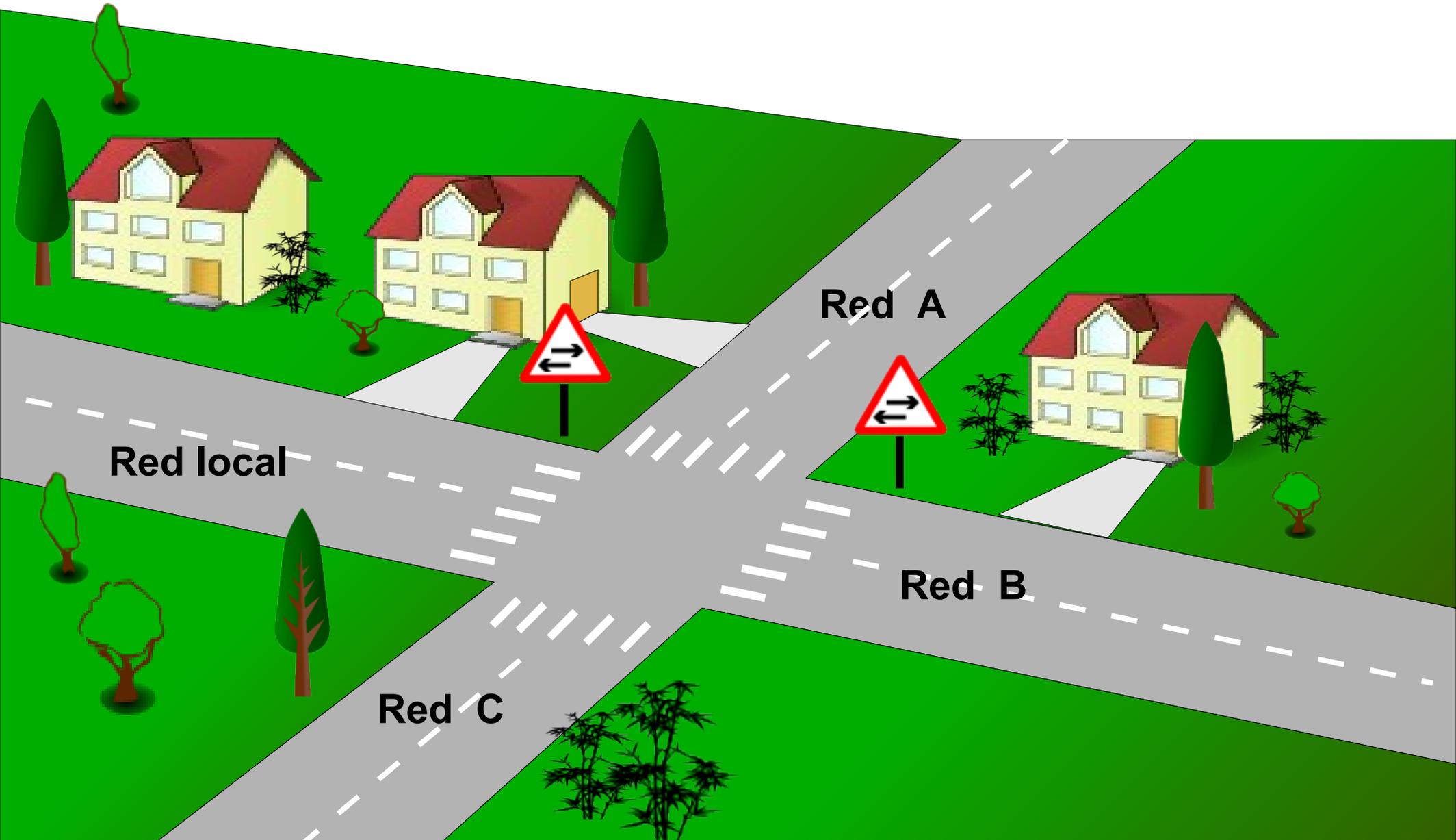
- Las direcciones Ipv4 se pueden representar así

::150.185.128.12

- Muchos argumentan que la única función de los routers es encaminar paquetes y nada más
- ¿Entonces, cual es el enfoque que se utiliza en la conexión?
- ¿Hay gestión de errores?

- Ruta
- Tabla mínima de enrutamiento
- Rutas estáticas
- Rutas dinámicas

Direcciones IPv6

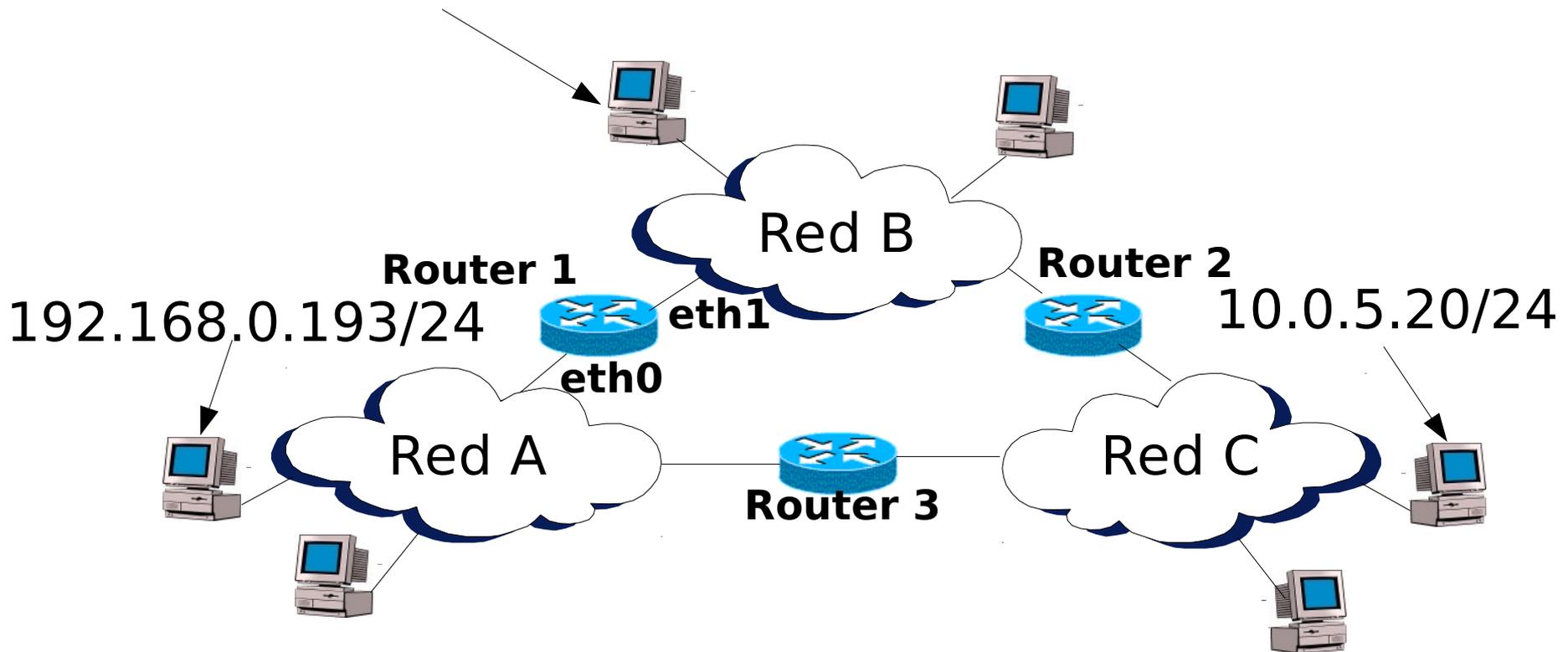




Cálculo de Direcciones de Red

Dadas la IP de un host y su máscara se puede conocer la dirección de la red a través de una operación AND entre las éstas.

172.16.3.250/23

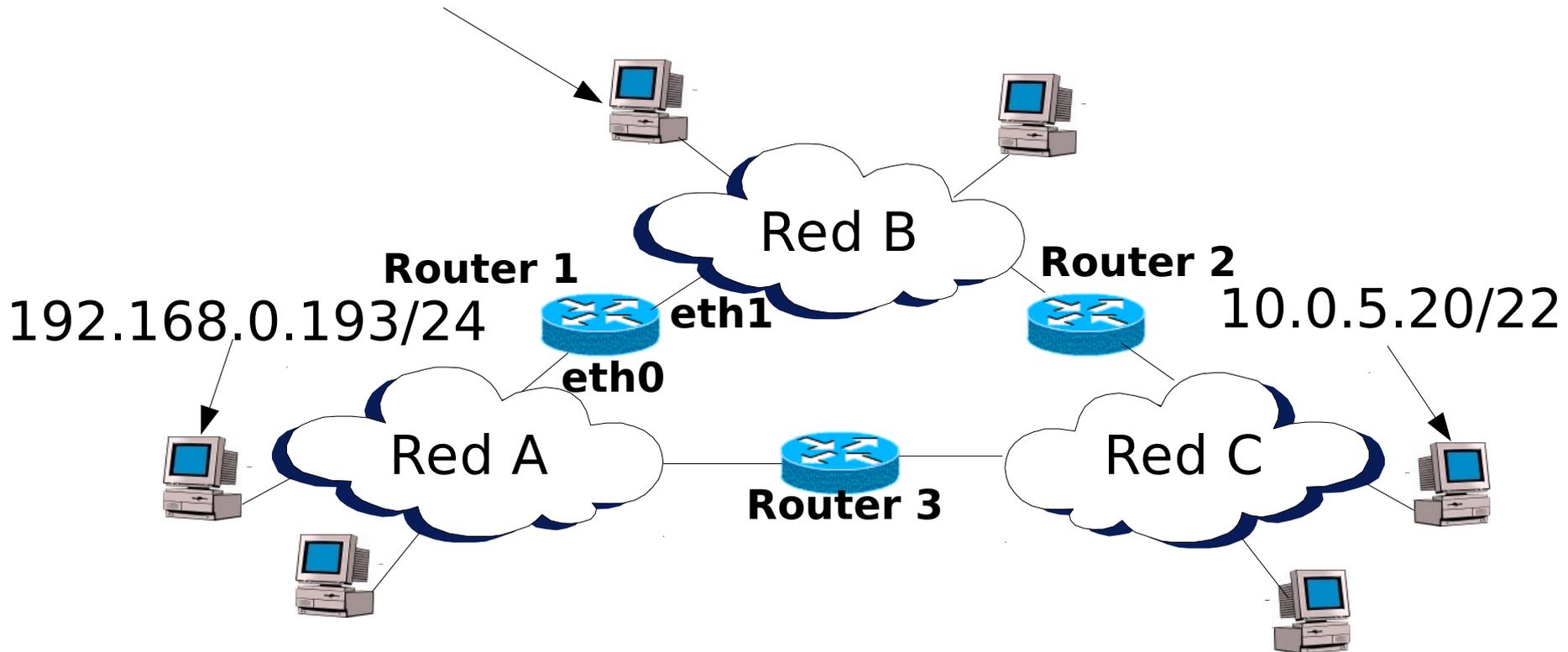


Cálculo de Direcciones de Red

192.168.0.193 11000000.10101000.00000000. 11000001
 255.255.255.0 = 24 11111111.11111111.11111111. 00000000

192.168.0.0/24 11000000.10101000.00000000. 00000000

172.16.3.250/23

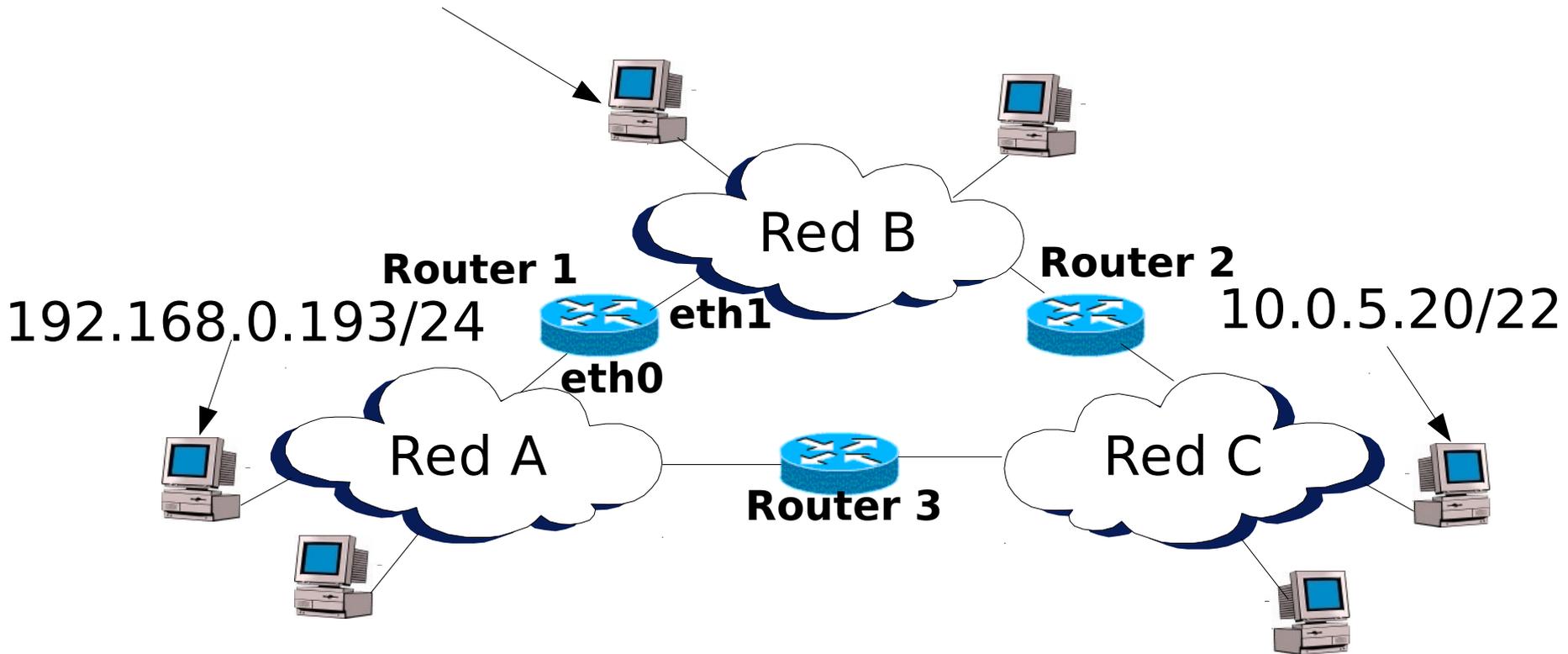


Cálculo de Direcciones de Red

172.16.3.250 10101100.00010000.0000001 1.11111010
 255.255.254.0 = 23 11111111.11111111.11111111 0.00000000

172.16.2.0/23 10101100.00010000.0000001 0.00000000

172.16.3.250/23



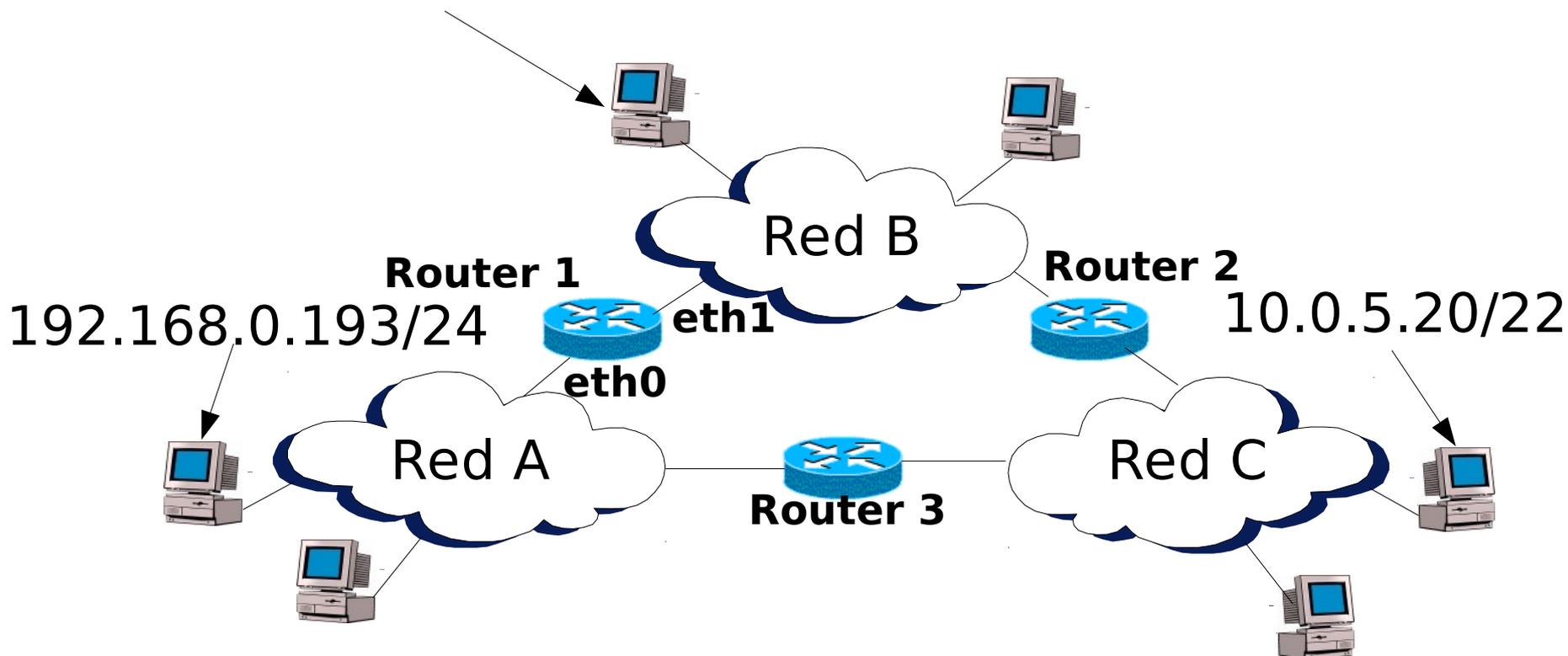


Cálculo de Direcciones de Red

10.0.5.24 00001010.00000000.000001 01.00011000
255.255.252.0 = 22 11111111.11111111.111111 00.00000000

10.0.4.0/22 00001010.00000000.000001 00.00000000

172.16.3.250/23



Tamaños de Redes Posibles

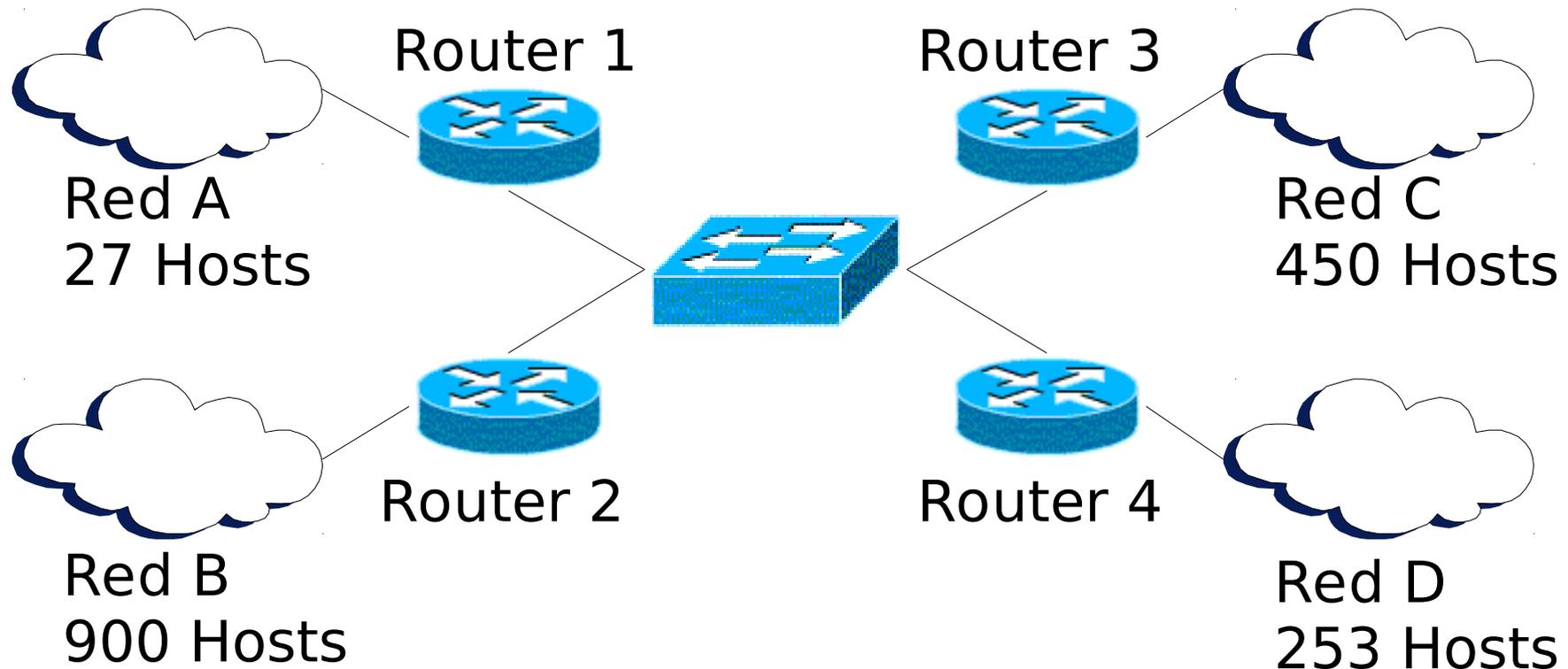
11111111.11111111.111111 11.111111110	2
11111111.11111111.111111 11.111111100	4
11111111.11111111.111111 11.111111000	8
...	
11111111.11111111.111111 11.00000000	256
11111111.11111111.111111 10.00000000	512
11111111.11111111.111111 00.00000000	1024
...	
11111111.11111111.00000000.00000000	65536
....	



Ejercicio

Dado el rango de direcciones IP 10.0.0.0/20

Especifique las subredes para satisfacer los requisitos del siguiente diseño

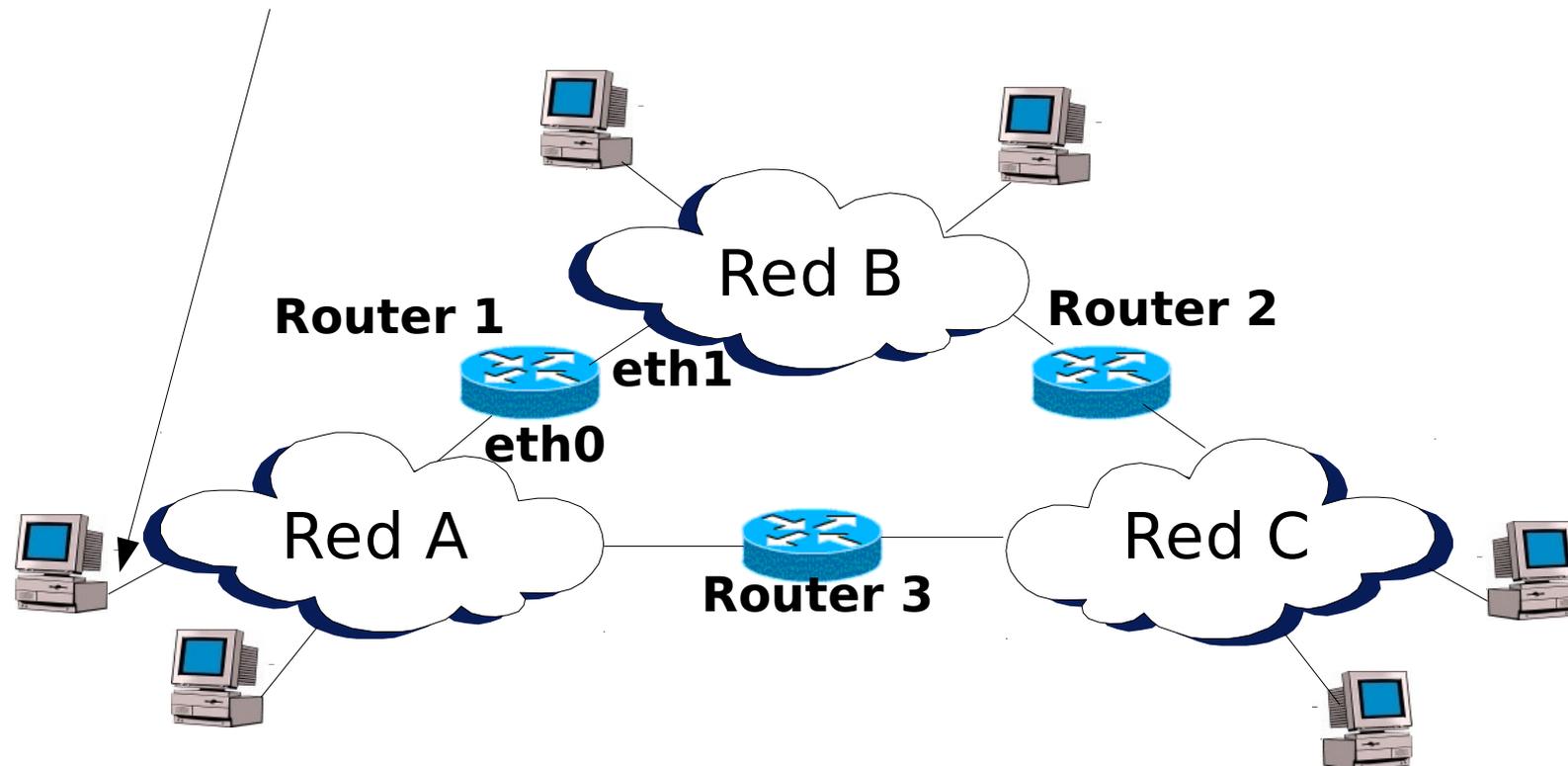




Dirección IP de una Interfaz de Red

```
ifconfig eth0 192.168.0.193 netmask 255.255.255.0
```

```
ifconfig eth0 192.168.0.193/24
```



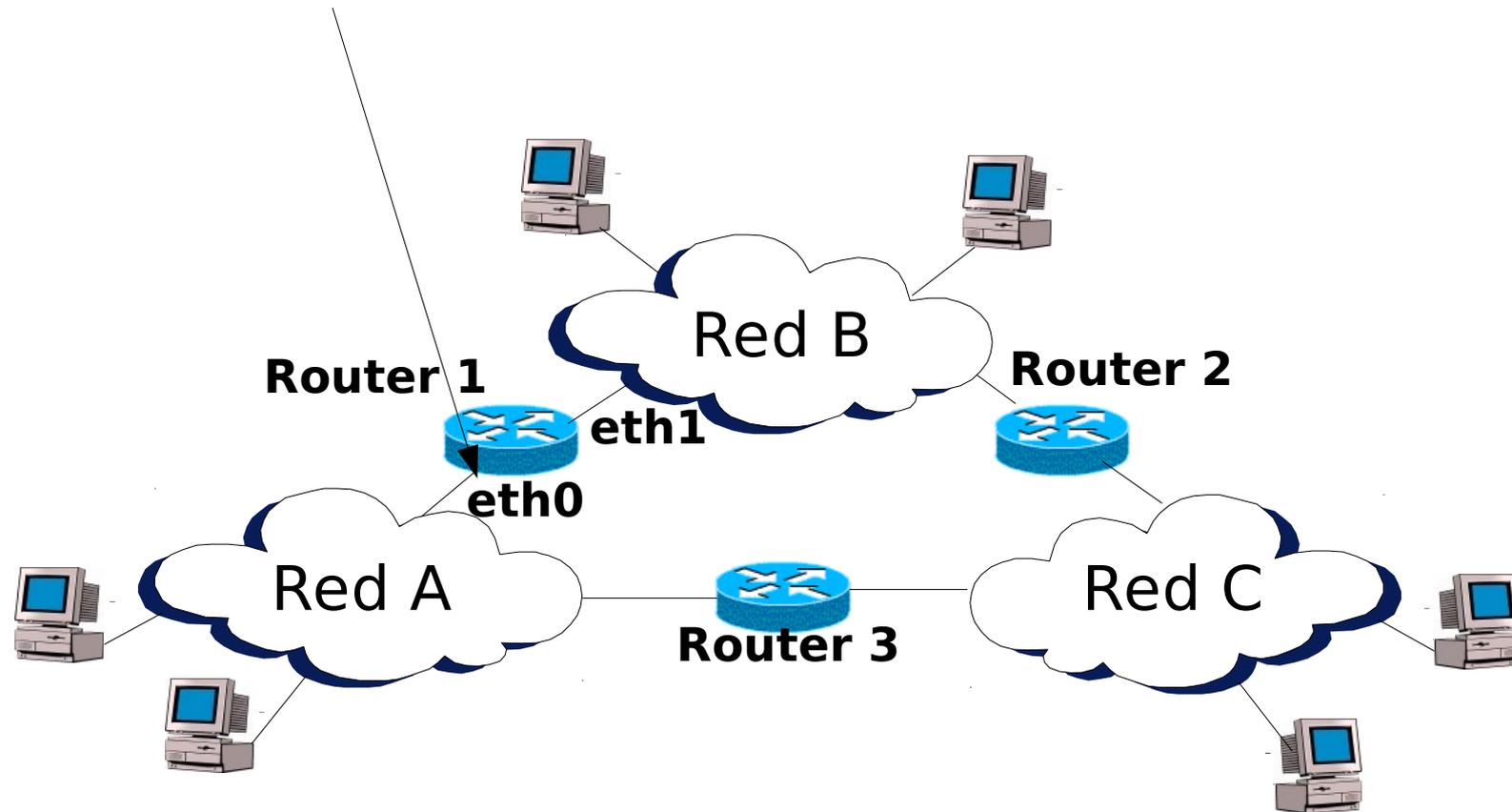


Dirección IP de una Interfaz de Red

- Router 1 en Linux

```
ifconfig eth0 192.168.0.1/24
```

```
route add -net 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 eth0
```



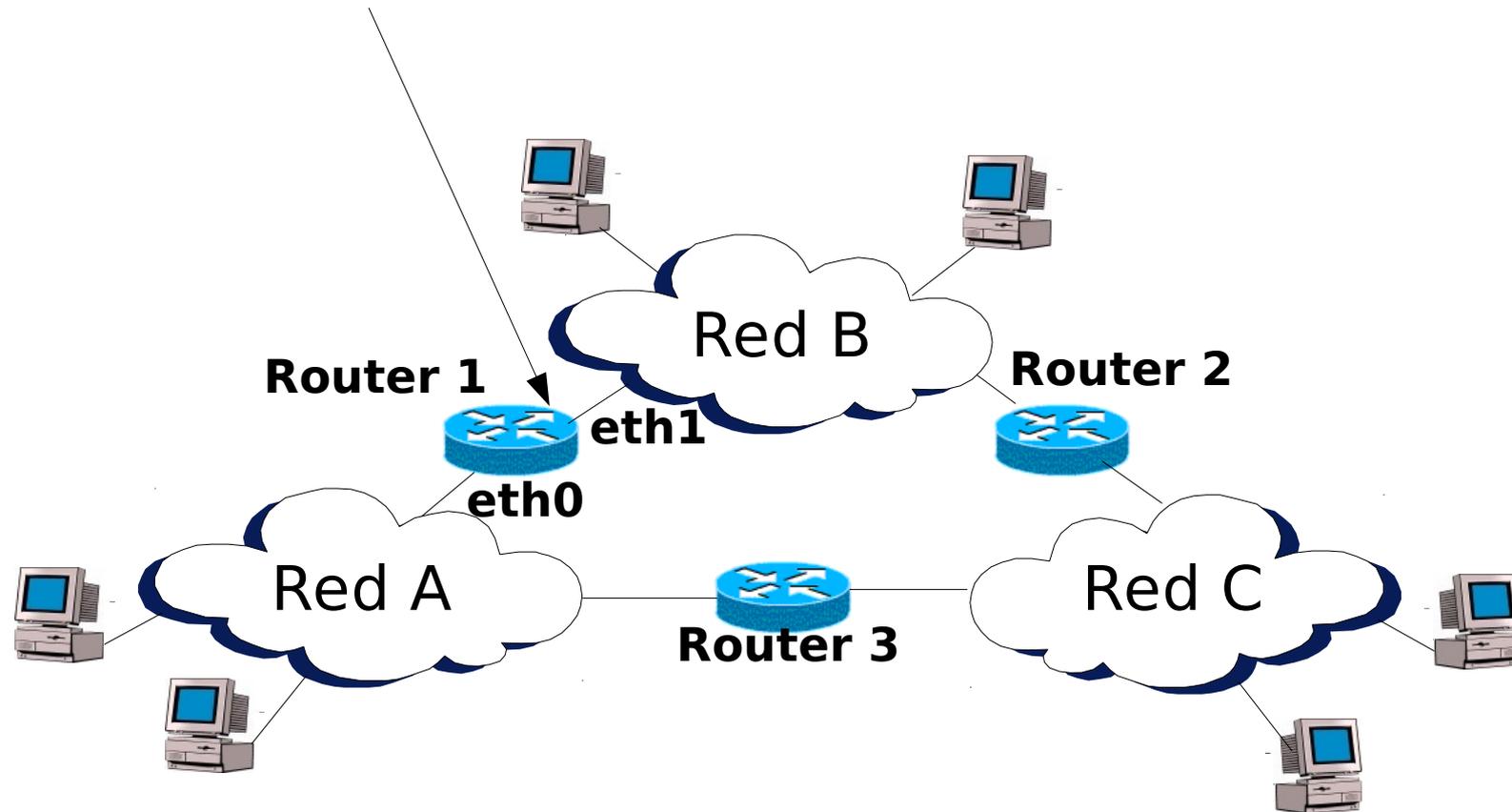


Dirección IP de una Interfaz de Red

- Router 1 en Linux

```
ifconfig eth1 172.16.2.1/23
```

```
route add -net 172.16.2.0 netmask 255.255.254.0 eth1
```



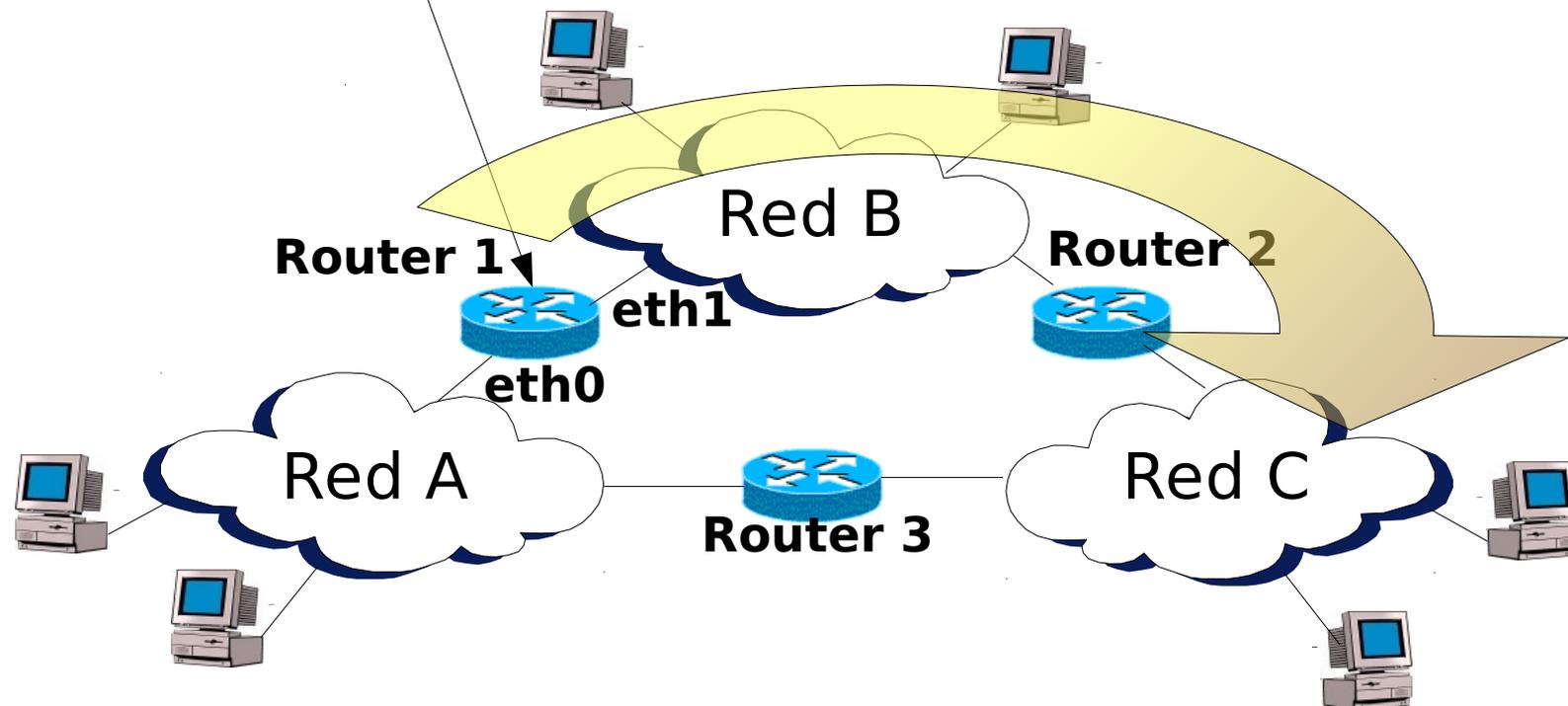


Rutas Estáticas

Ruta estática en el Router 1 para ir de la red A a la red C pasando por la red B

- Router 1 en Linux

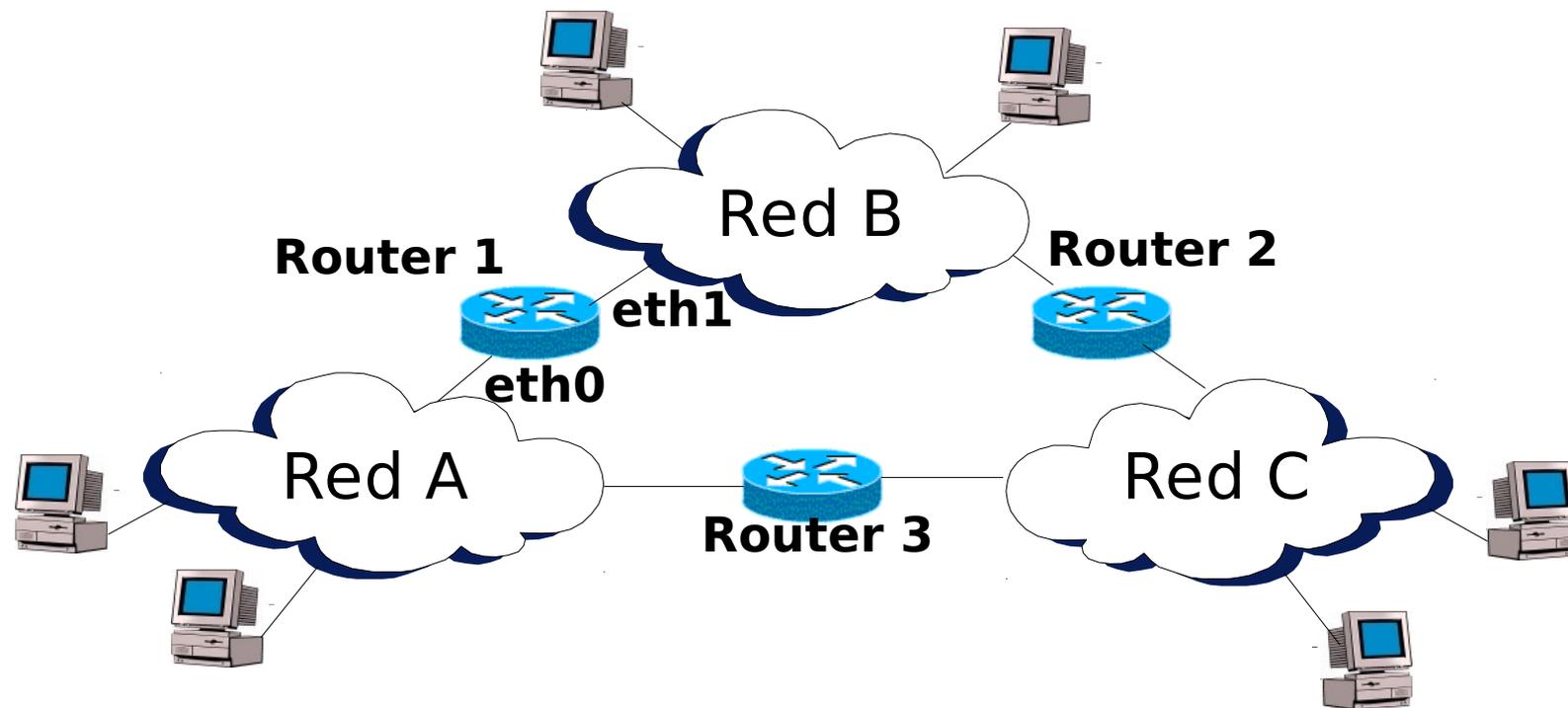
```
route add -net 10.0.4.0 netmask 255.255.252.0 gw 10.0.4.1  
metric 1 eth1
```





Ejercicio

Escriba los comandos para configurar el Router 3, tanto para asignar los parámetros de las 2 interfaces como para la ruta estática para ir de la red C a la red A a través de la red B





Dirección IP de una Interfaz de Red

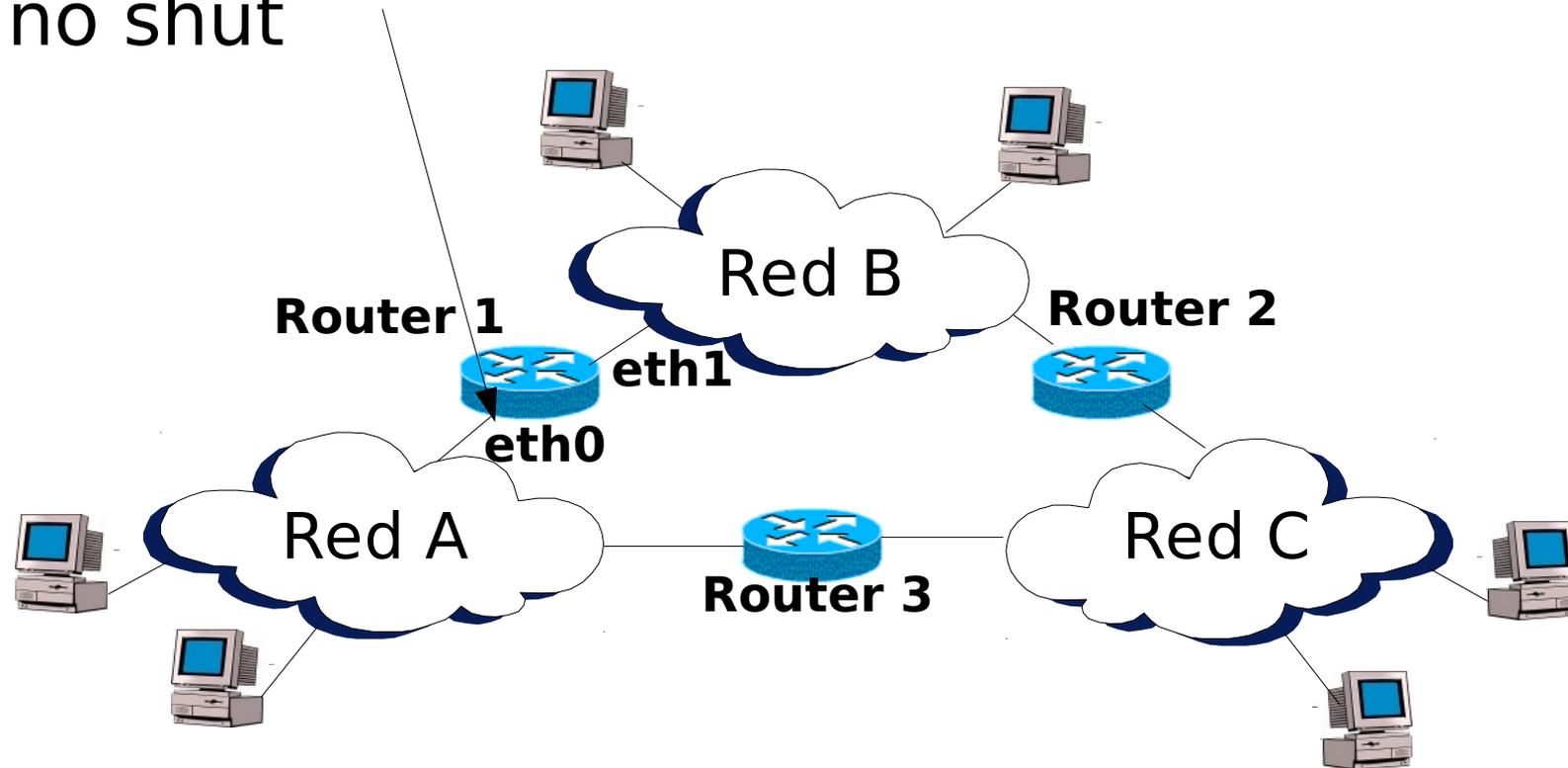
- Cisco

configure terminal

interface fastethernet1

ip address 192.168.38.1 255.255.255.0

no shut



- Algoritmos de Enrutamiento dinámico
 - Vector distancia
 - Ruta más corta
 - Estado del enlace

Algoritmos de enrutamiento: **Estado del Enlace**

- Descubrir sus vecinos y aprender sus direcciones de redes.
- Medir la demora de cada enlace
- Construir un paquete que dice que ya todo esta aprendido
- Calcular la ruta a cada router

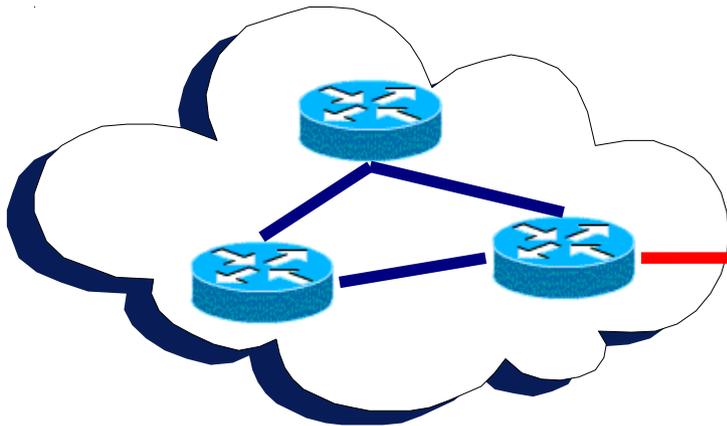
Algoritmos de enrutamiento: **Ruta más corta**

- Número de saltos
- Distancia en kilómetros del enlace
- La ruta más corta en los términos anteriores y la más rápida.
- En general nosotros podemos etiquetar cada arco con un valor que puede ser función de:
 - Ancho de banda
 - Cantidad de tráfico habitual
 - Longitud de colas promedio
 - Demora, etc.

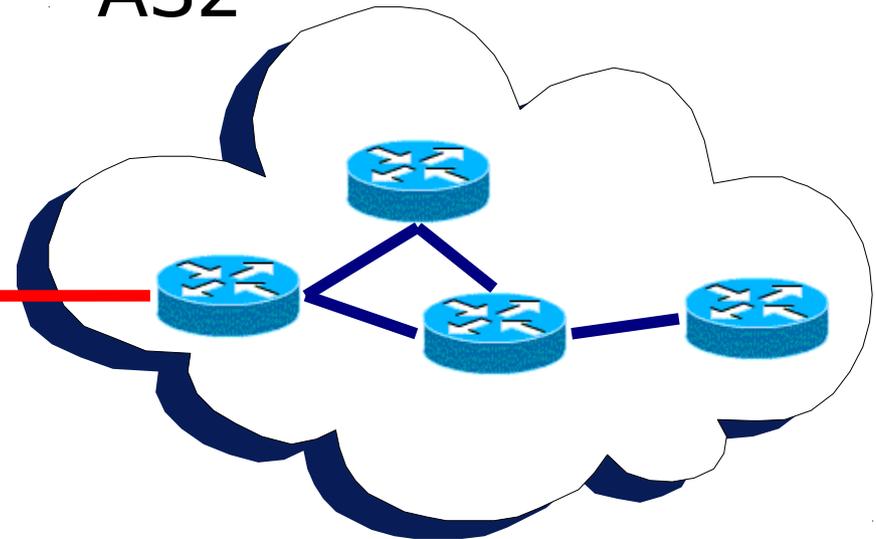


Sistema Autónomo (Autonomous System): Es un conjunto de enrutadores que se encuentran bajo la una misma administración

AS1



AS2

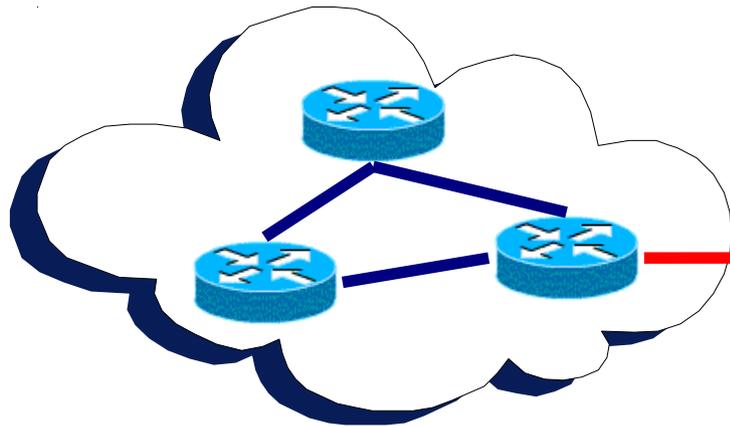




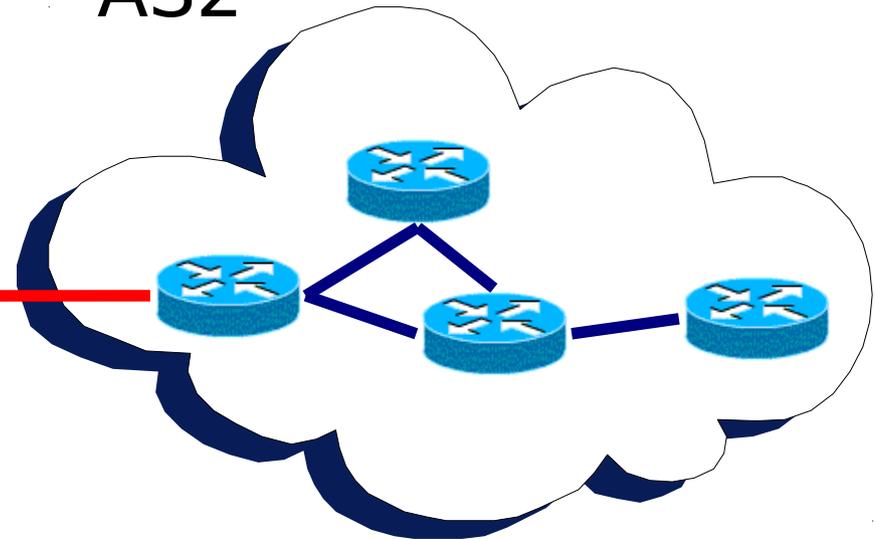
Los distintos protocolos de enrutamiento pueden clasificarse como:

- Protocolos de enrutamiento **interno**
- Protocolos de enrutamiento **externo**

AS1



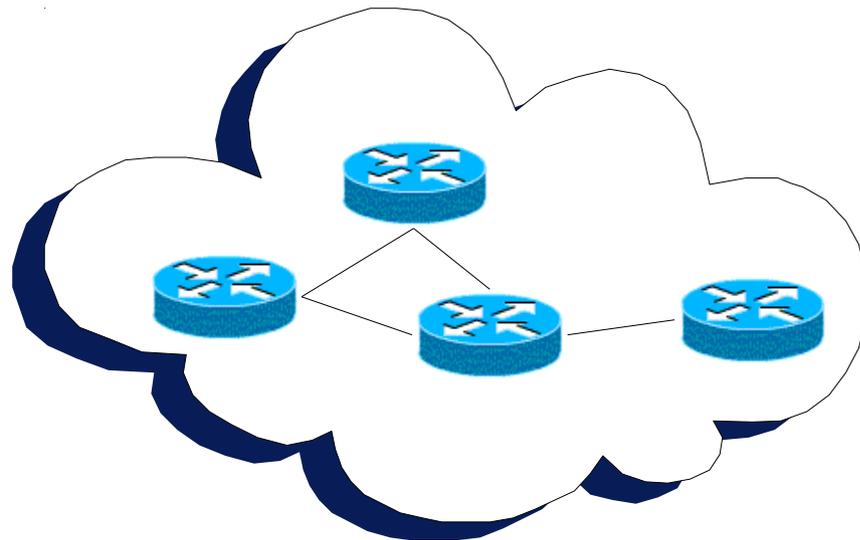
AS2





Open Shortest Path First (OSPF)

Es el protocolo interior más utilizado y fue el que remplazó a RIP (Vector Distancia)





Open Shortest Path First (OSPF)

Los diseñadores debían desarrollar un protocolo que cumpliera con los siguientes requisitos:

- Publicarse en la literatura abierta
- Soporte para múltiples métricas:
 - Distancia física
 - Demora, etc
- Tener un algoritmo dinámico que soportara cambios dinámicos de la arquitectura de la red
- Enrutamiento basado en tipo de servicio
- Balanceo de carga sobre múltiples enlaces
- Seguridad



Open Shortest Path First (OSPF)

Este protocolo soporta tres tipos de redes:

- Punto a punto
- Redes de acceso múltiple con difusión (broadcast)
- Redes de acceso múltiple sin difusión



Open Shortest Path First (OSPF)

Este protocolo trabaja mediante la utilización de un grafo

- Cada nodo es un enrutador
- Cada arco en un enlace al cual se le asigna un costo (distancia, demora, etc)
- Cada red de acceso múltiple es representada como un nodo
- Un arco entre una red y un router tiene peso 0

Open Shortest Path First (OSPF)

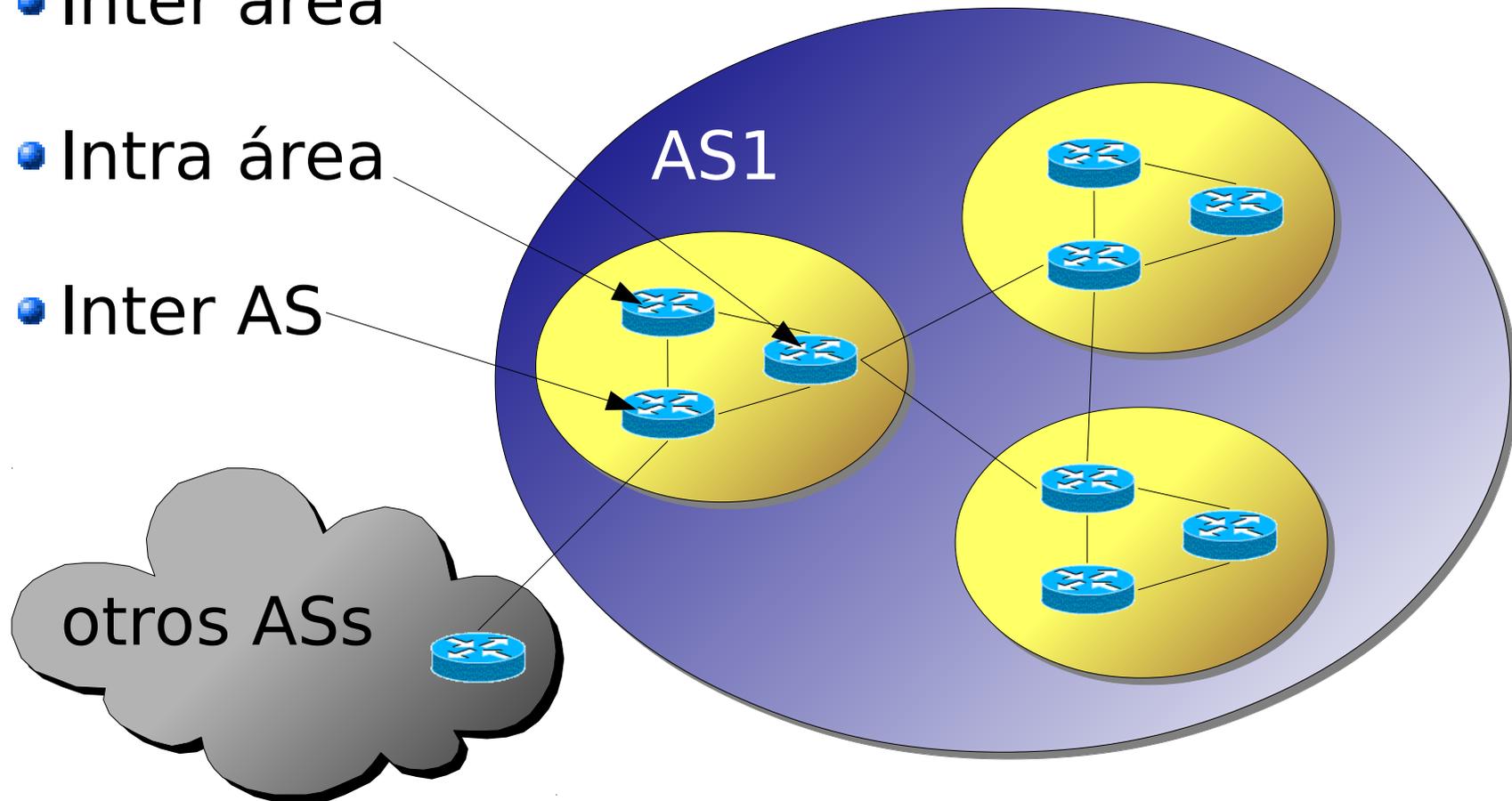
- Permite organizar cada AS en áreas numeradas
- Cada área representa una red o un grupo de redes contínuas
- Las áreas no se pueden solapar
- Todos los enrutadores deben pertenecer a un área
- Cada AS debe tener un área troncal (área 0)



Open Shortest Path First (OSPF)

Podemos encontrar tres tipos de enrutadores

- Inter área
- Intra área
- Inter AS



Border Gateway Protocol (BGP)

- Las políticas dentro y fuera de un AS son diferentes
- Dentro de un AS los enrutadores sólo tienen que enviar paquetes de un lado a otro sin preocuparse por las políticas
- No nos interesa transportar paquetes provenientes de un AS externo dirigidos a otro AS externo.



Border Gateway Protocol (BGP)

- Sin embargo, a veces debemos transportar paquetes de los vecinos o de otros ASs que pagan por el servicio
- Las políticas son configuradas manualmente por el administrador

Control de redes

- Address Resolution Protocol (ARP)
- Internet Control Message Protocol (ICMP)
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
- Reverse Address Resolution Protocol (RARP)
- Simple Network Management Protocol (SNMP)