



INTERCONEXIÓN EN REDES TCP/IP

Prof. Euvis Piña Duin



CONTENIDO

- Arquitectura TCP/IP
- Direcciones IP
- Encaminamiento IP
 - Reenvío (“forward”) y Tipos de Entrega
 - Tablas de Rutas: contenido, uso en el reenvío de mensajes, principios asociados, actualización
 - Configuración de la red
- Mecanismos de Transición
 - Doble Pila
 - Tunnelización
 - Traducción.

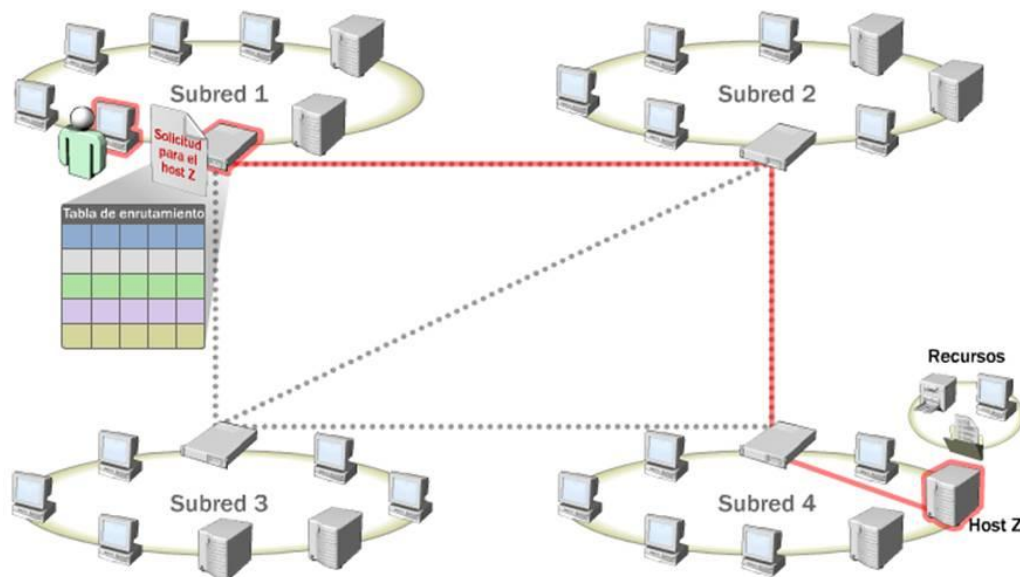


Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Reenvío (forward)

Las comunicación entre redes diferentes (con prefijos distintos) se logra usando *enrutadores*, los cuales reenvían (forward) los mensajes recibidos al siguiente nodo que está en el camino hacia su destino final. Para ello toma en cuenta la información de las *Tablas de Rutas*.



Forouzan –
Sección: 22.1, 22.2, 22.3
(inicio)

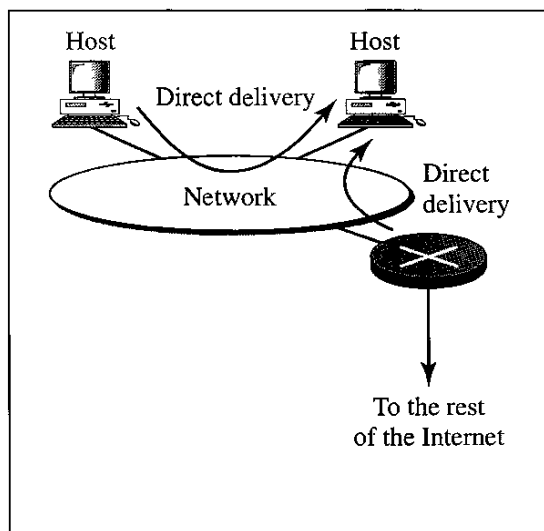


ENCAMINAMIENTO IP

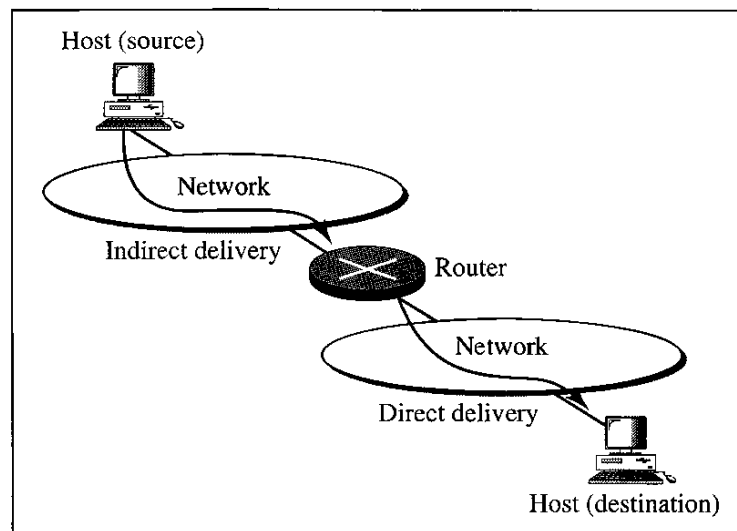
Reenvío (forward)

Tipos de Entrega

- Directa: Aquella que se hace al destinatario final de un mensaje.
- Indirecta: Aquella que se hace a un nodo intermediario en una comunicación.



a. Direct delivery



b. Indirect and direct delivery



Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Contenido de la Tabla de Rutas

Tabla de Enrutamiento						
Mask	Destination address	Next-hop address	Flags	Reference count	Use	Interface
255.0.0.0	124.0.0.0	145.6.7.23	UG	4	20	m2

Dirección de Red ó de Host Destino

Nro. de usuarios que están usando la ruta

Próximo salto en la ruta hacia un destino.

Nro. de paquetes transmitidos por esta ruta

Flags:

- U El enrutador está activo
- G El destino está en otra red
- H Dirección de un nodo específico
- D Adicionado por redirección
- M Modificado por redirección



ENCAMINAMIENTO IP

Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

- Algoritmo en de Encaminamiento

Para determinar a quien enviar el datagrama recibido, el enrutador debe:

- ❖ Extraer la dirección IP de destino, D , del datagrama
- ❖ Computar el prefijo de red, N , por cada entrada en la tabla de Ruteo hasta encontrar la red, subred o nodo destino:
$$N = \text{Máscara (Tabla de Ruteo)} \ \& \ D$$
- ❖ Si $N = \text{DirecciónDestino}$,
 Si $G \in \text{Flags}$, enviar el datagrama a NextHop
 sino enviar el datagrama a D

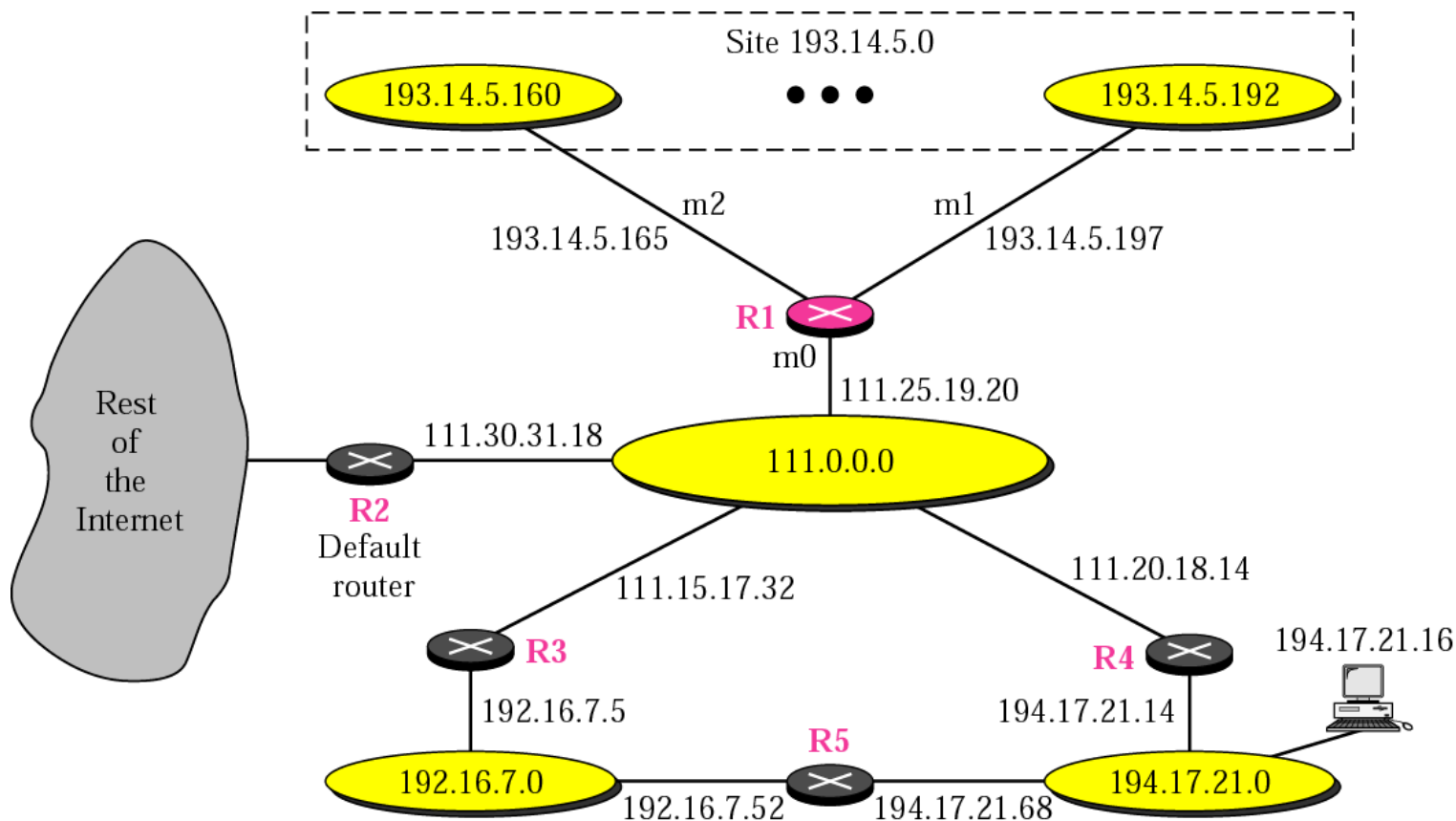
- N puede corresponder a:
 - Cualquier dirección de red directamente conectada
 - Anfitrión específico
 - Red no conectada directamente
 - Ninguna red conocida (utilizar la ruta asignada por omisión)



Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejemplo: Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

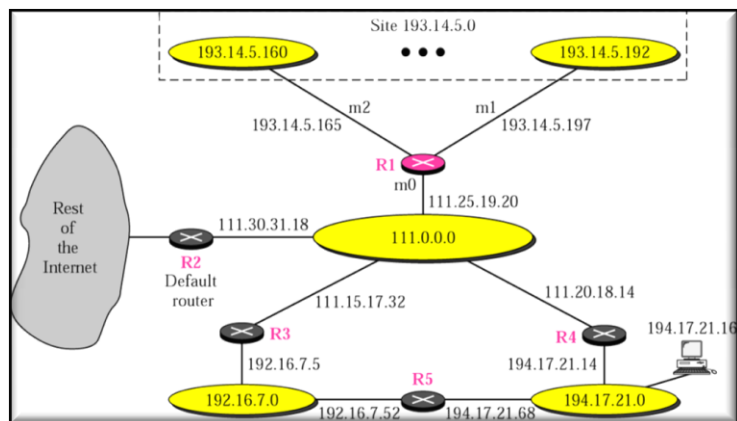




Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejemplo: Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas



Máscara	IP Destino	Próx. Salto	Interface
255.255.255.255	194.17.21.16	111.20.18.14	m0
255.255.255.224	193.14.5.160	-	m2
255.255.255.224	193.14.5.192	-	m1
255.255.255.0	192.16.7.0	111.15.17.32	m0
255.255.255.0	194.17.21.0	111.20.18.14	m0
255.0.0.0	111.0.0.0	-	m0
0.0.0.0	0.0.0.0	111.30.31.18	m0

Ruta por defecto

Tabla de Rutas en R1

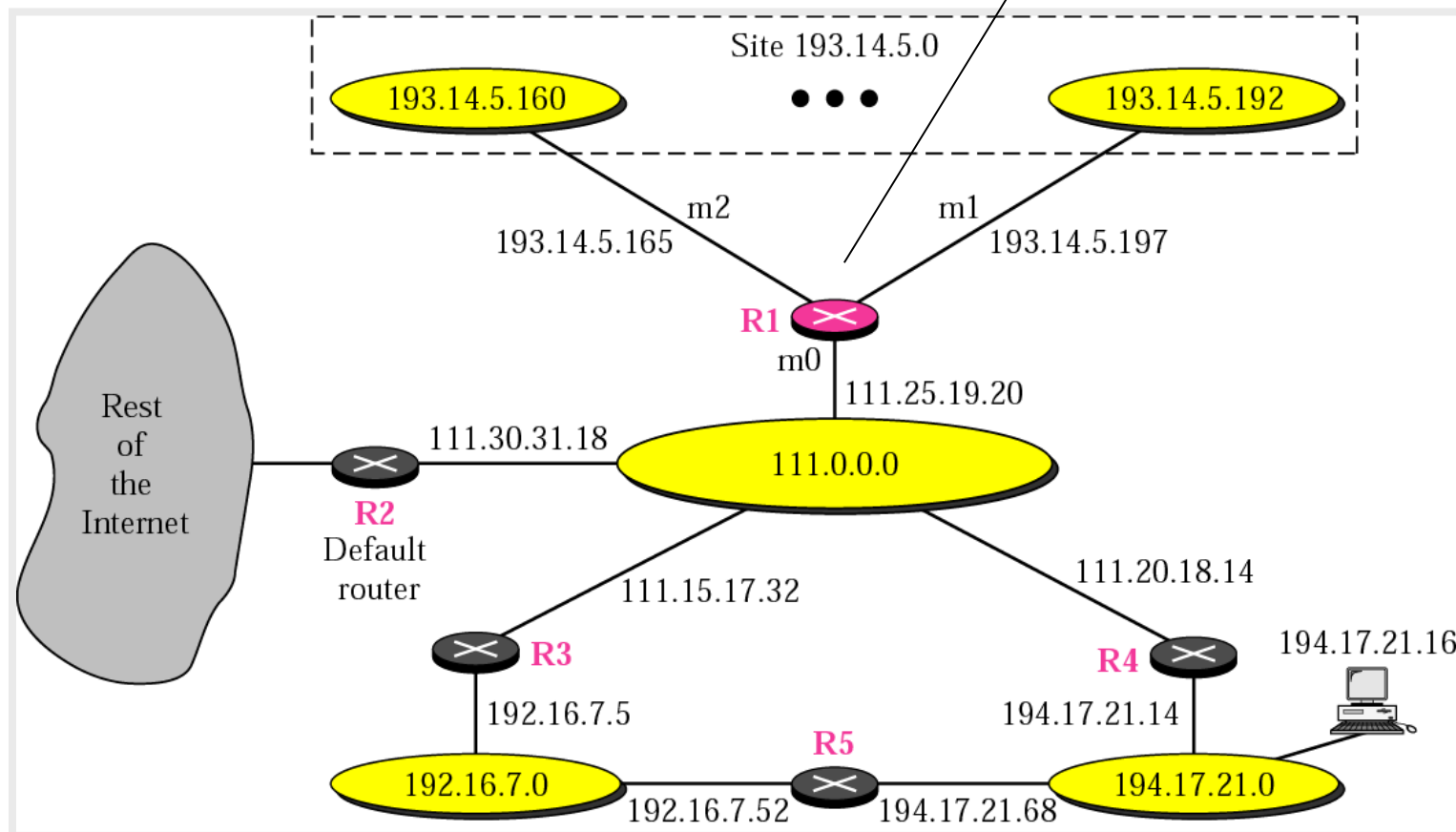


Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejemplo: Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de

R1 recibe un paquete con destino: 192.16.7.14





Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejemplo: Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

R1 recibe un paquete con destino: 192.16.7.14

Máscara	IP Destino	Prox. Salto	Interface
255.255.255.255	194.17.21.16	111.20.18.14	m0
255.255.255.224	193.14.5.160	-	
255.255.255.224	193.14.5.192	-	m1
255.255.255.0	192.16.7.0	111.15.17.32	m0
255.255.255.0	194.17.21.0	111.20.18.14	m0
255.0.0.0	111.0.0.0	-	m0
0.0.0.0	0.0.0.0	111.30.31.18	m0

El algoritmo aplica cada máscara de la tabla de enrutamiento a la IP destino del mensaje recibido y el resultado lo compara con la IP correspondiente (segunda columna):

Host-specific

192.16.7.14 & 255.255.255.255 -> 192.16.7.14 no match

Direct delivery

192.16.7.14 & 255.255.255.224 -> 192.16.7.0 no match

192.16.7.14 & 255.255.255.224 -> 192.16.7.0 no match

Network-specific

192.16.7.14 & 255.255.255.0 -> 192.16.7.0 match

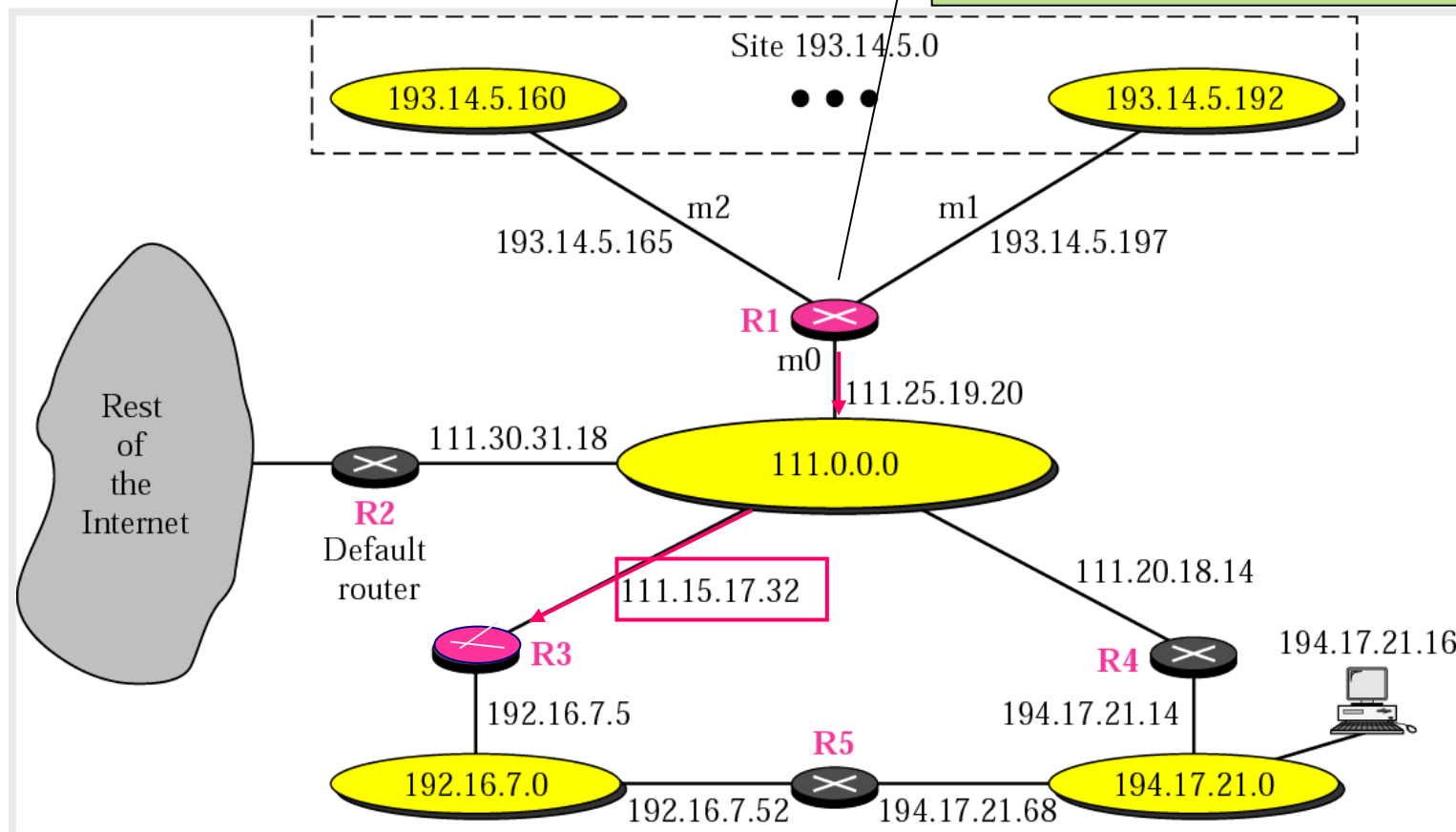


Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejemplo: Uso de la Tabla de Rutas en el re

R1 envía el paquete al enrutador con IP: 111.15.17.32





ENCAMINAMIENTO IP

Ejercicio 1: Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

Dada la siguiente Tabla de Enrutamiento, indicar a cual “router siguiente” se enviarán los mensajes recibidos, si las IPs destino son:

- 193.14.5.191
- 194.17.21.17
- 105.32.0.45

TABLA EN ROUTER i

Mask	Dest	Next Hop	Interface
255.255.255.252	194.17.21.16	111.20.18.14	m0
255.255.255.224	193.14.5.160	-	m2
255.255.255.224	193.14.5.192	-	m1
255.255.255.0	192.16.7.0	111.15.17.32	m0
255.0.0.0	111.0.0.0	-	m0
0.0.0.0	0.0.0.0	111.30.31.18	m0



ENCAMINAMIENTO IP

Ejercicio 1: Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

- $193.14.5.191 \ \& \ 255.255.255.252 = 193.14.5.188 \quad \text{X}$
- $193.14.5.191 \ \& \ 255.255.255.224 = 193.14.5.160 \quad \checkmark$
- $194.17.21.17 \ \& \dots$
- $105.32.0.45 \ \& \dots$

TABLA EN ROUTER i

Mask	Dest	Next Hop	Interface
255.255.255.252	194.17.21.16	111.20.18.14	m0
255.255.255.224	193.14.5.160	-	m2
255.255.255.224	193.14.5.192	-	m1
255.255.255.0	192.16.7.0	111.15.17.32	m0
255.0.0.0	111.0.0.0	-	m0
0.0.0.0	0.0.0.0	111.30.31.18	m0

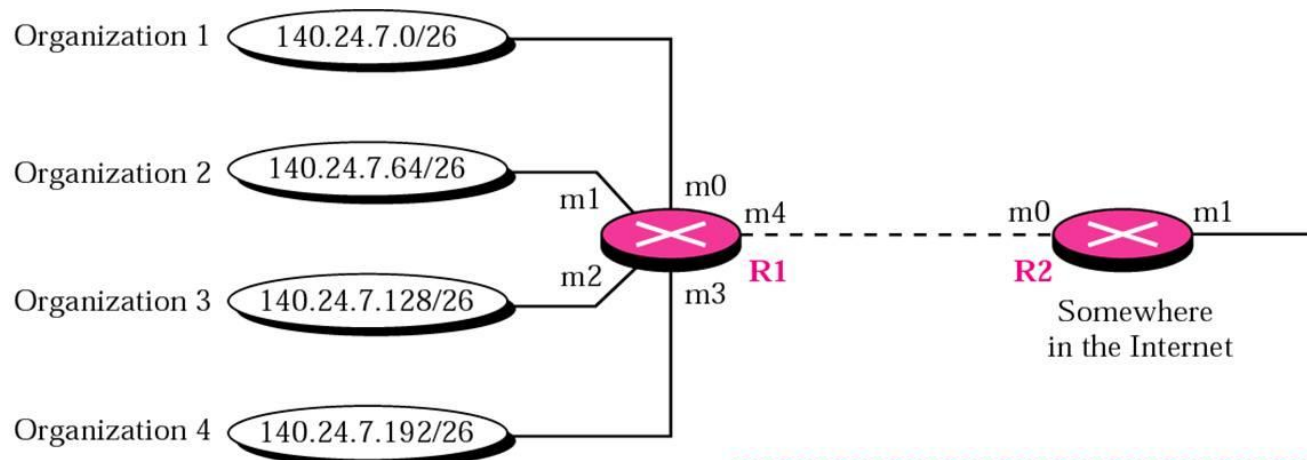


Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

- Principio: Agregación de Rutas



Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/26	140.24.7.0	-----	m0
/26	140.24.7.64	-----	m1
/26	140.24.7.128	-----	m2
/26	140.24.7.192	-----	m3
/0	0.0.0.0	default router	m4

Routing table for R1

Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/24	140.24.7.0	-----	m0
/0	0.0.0.0	default router	m1

Routing table for R2

Los bloques de direcciones de varias organizaciones son fusionadas en un bloque más grande.



ENCAMINAMIENTO IP

Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

- Principio: Agregación de Rutas

- ❖ Se calculan los valores binarios de las direcciones extremas:

	Notación decimal	Notación binaria					
más baja	234.170.168.0	11101010	10101010	10101	000	00000000	
más alta	234.170.175.255	11101010	10101010	10101	111	11111111	

- ❖ Calcular la máscara colocando 1 en el prefijo que es común en las 2 direcciones y 0 en las demás posiciones:

11111111	11111111	11111	000	00000000
255.	255.	248.		0

- ❖ Se define la nueva dirección usando la notación CIDR: 234.170.168.0 / 21

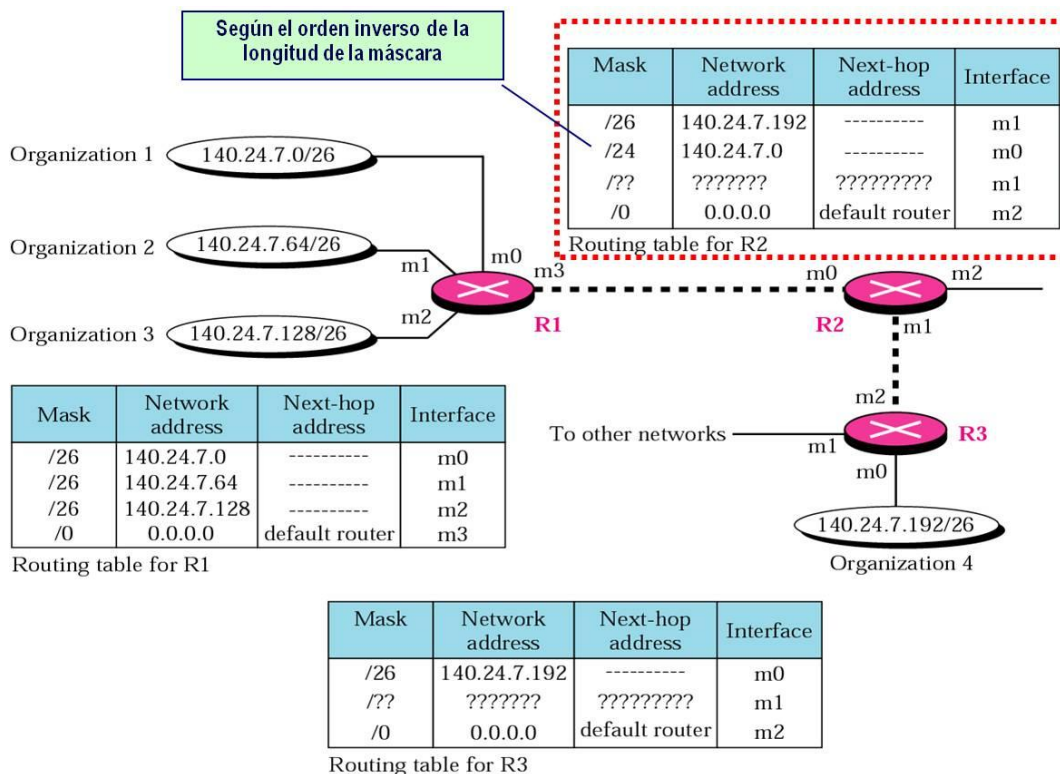


Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Uso de la Tabla de Rutas en el reenvío de datagramas

- Principio: “Matching” con la máscara más larga primero



Ordenar la tabla en base a la longitud de la máscara con el propósito de permitir la selección de rutas para un sub-bloque específico a pesar de nombrar el bloque por agregación.

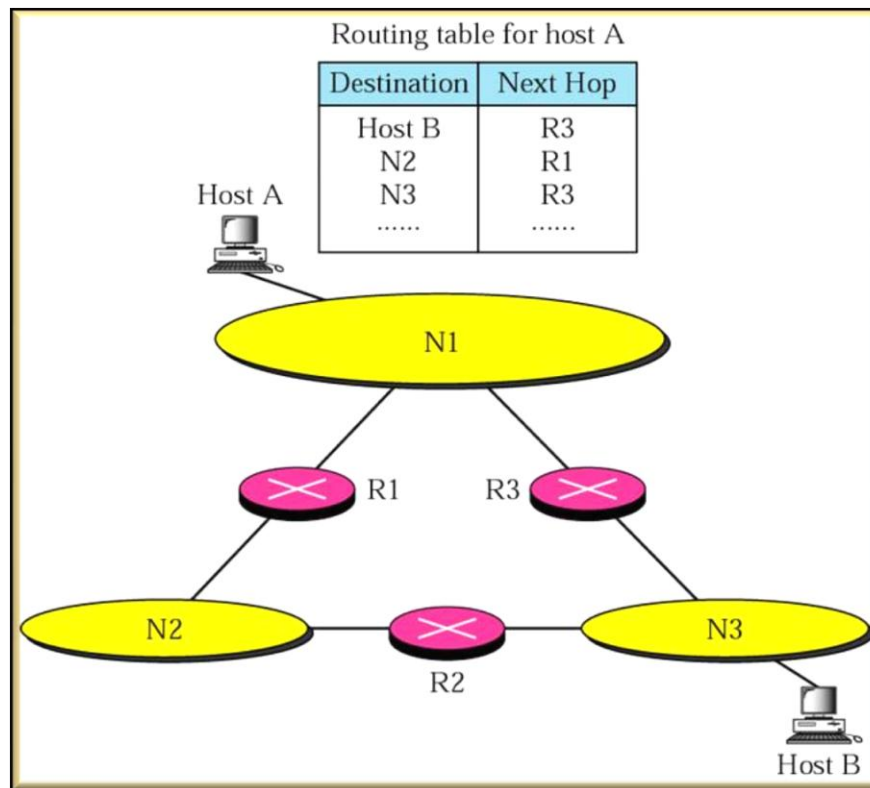


ENCAMINAMIENTO IP

Actualización de las Tablas de Rutas

Pueden actualizarse en forma:

- *Estática*: la información se introduce manualmente.
- *Dinámica*: la información es actualizada periódicamente por algún Protocolo de Enrutamiento (RIP, OSPF, BGP, ...).





ENCAMINAMIENTO IP

Actualización de la Tabla de Rutas

- Dependiendo de la pertenencia de los enrutadores que intercambian la información de enrutamiento a un mismo o diferentes Sistemas Autonomos (SA), los Protocolos se clasifican en:
 - Protocolos de enrutamiento Intradominio → intercambio entre routers del mismo SA.
 - Protocolos de enrutamiento Interdominio → intercambio entre routers de diferentes SA.

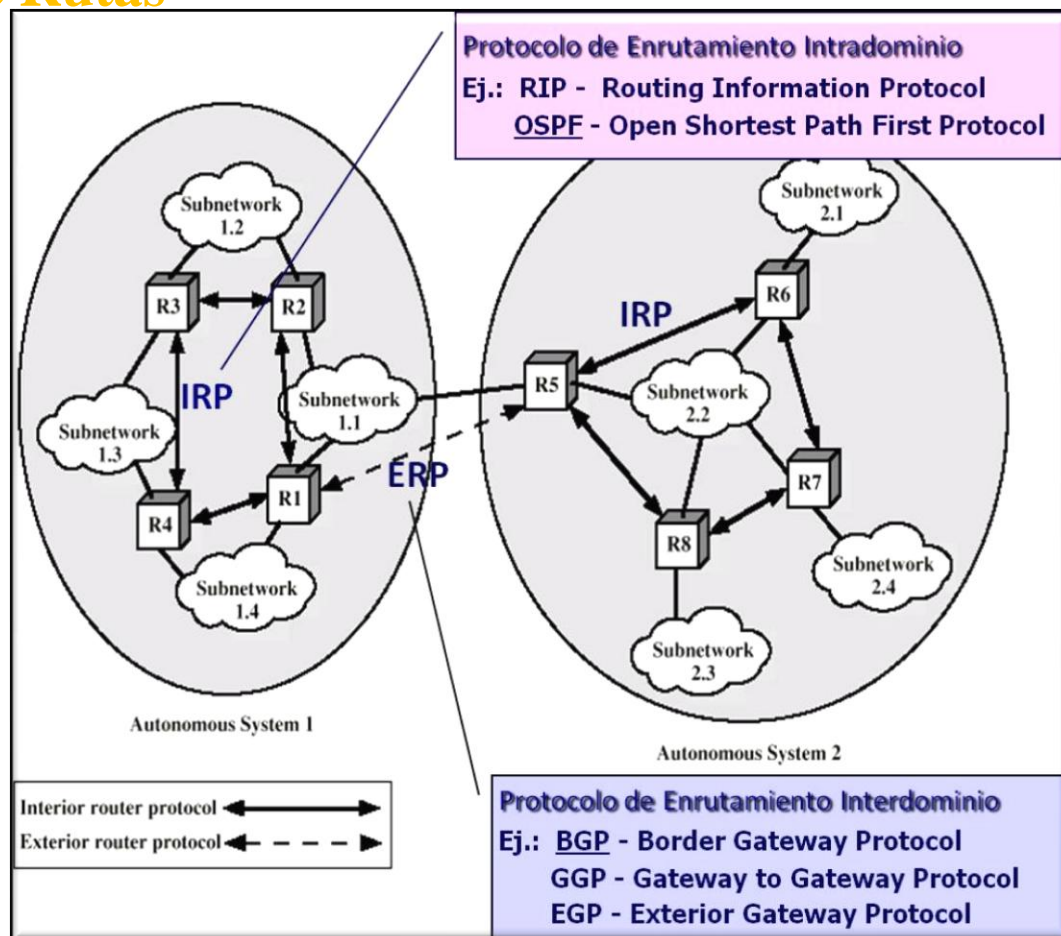


Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Actualización de la Tabla de Rutas

- Sistema Autónomo: Conjunto de enrutadores y redes administrados por una única organización usando políticas de enrutamiento comunes en todos sus nodos y enlaces.
 - En Internet son identificados por números que asignan los RIRs.





ENCAMINAMIENTO IP

Actualización de la Tabla de Rutas

- Tipo de Protocolos de Enrutamiento dependiendo de la estrategia de actualización empleada por el algoritmo:
 - Vector distancia (ejemplo: RIP - Routing Information Protocol)
 - En las tablas de enrutamiento solo se reflejan las rutas más cortas hacia cada nodo destino.
 - Estado enlace (ejemplo: OSPF - Open Shortest Path First Protocol)
 - Cada nodo conoce toda la topología de la red y el tipo, costo (métrica) y estado de los enlaces. De aquí que pueda calcular la Tabla de rutas para un requerimiento particular en un momento dado (usa el algoritmo de Dijkstra).
 - Vector camino (ejemplo: BGP - Border Gateway Protocol)
 - Similar a Vector Distancia, pero un único nodo dentro de un SA (speaker) publica los caminos, no las métricas, a los speakers de otros SA.

**Longitud del camino,
confiabilidad,
retardo, ...**



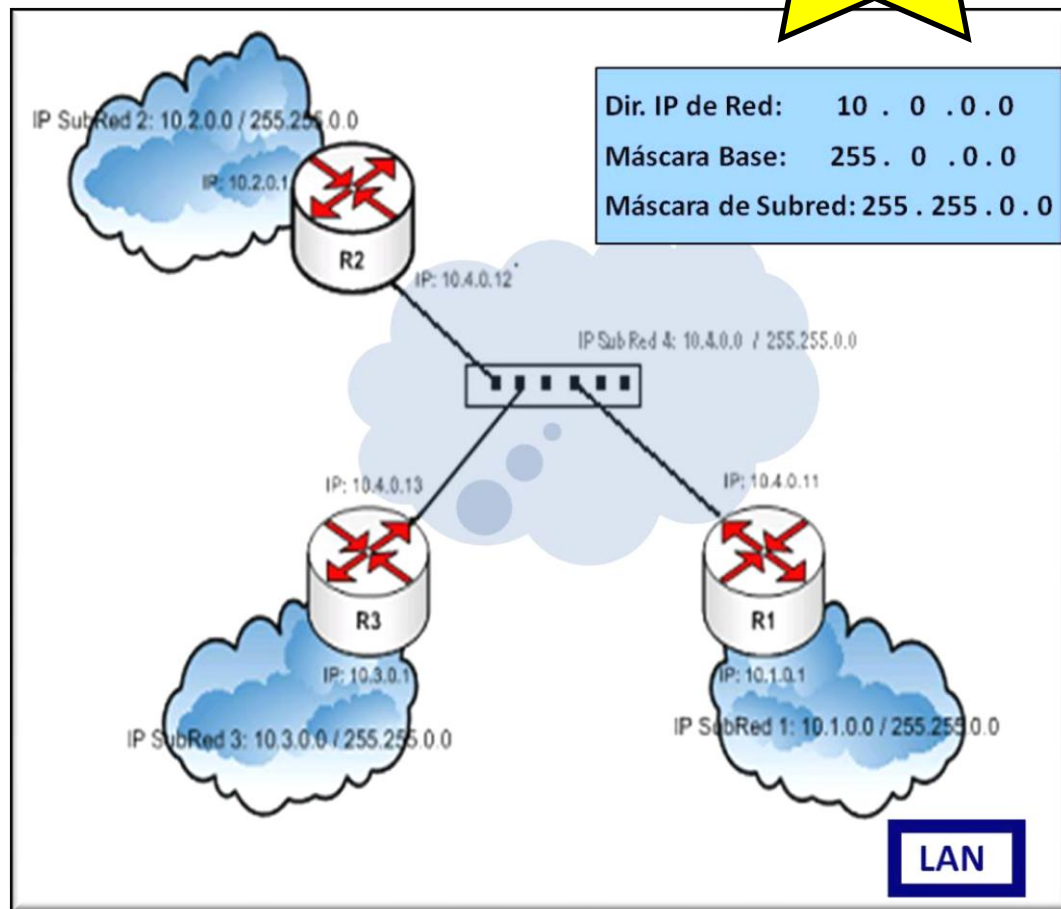
Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Configuración de la red

- En los enrutadores:
 - Definir por cada interfaz, una IP de host de la red a la que se está conectando .
 - Actualizar su Tabla de Rutas indicando como alcanzar las redes no adyacentes.
- En los nodos de cada red:
 - Definir por cada interfaz, una IP de host y quien es el enrutador de esa red (“gateway” o puerta de enlace).

Ver casos
en Packet
Tracer





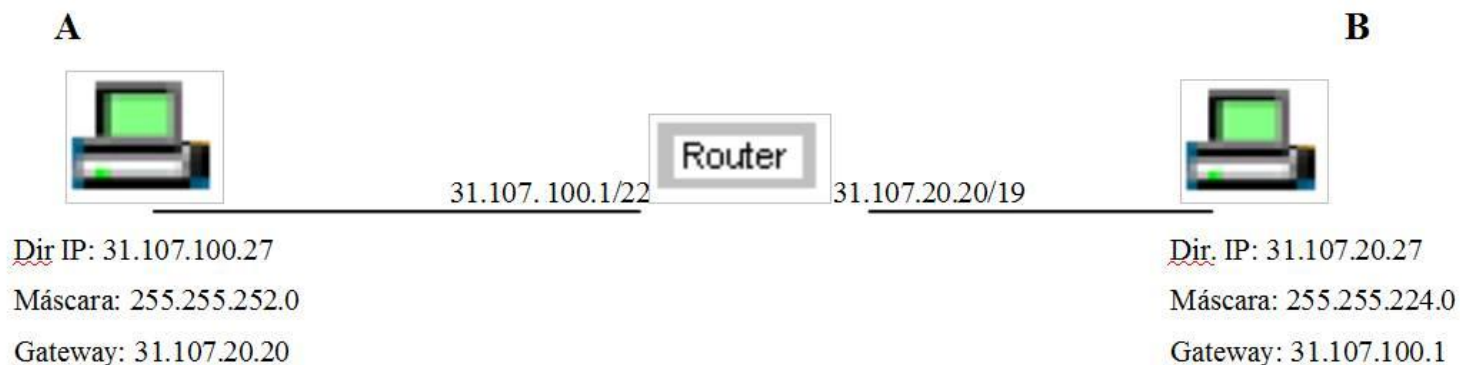
Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejercicio 1: Identificación de problemas de configuración

Verificar que:

- En cada red, los nodos tienen un prefijo común y las IPs son válidas.
- Cada nodo apunta claramente a su enrutador de red.
- Las redes tienen prefijos diferentes.
- Los enrutadores conocen como alcanzar a todas las redes (T. Rutas).



Una mala configuración impediría la comunicación entre A y B ...



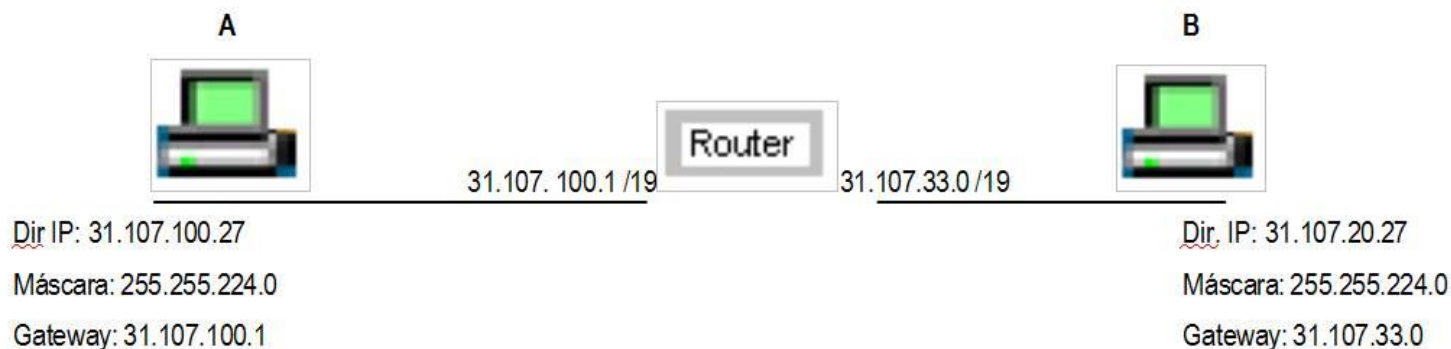
Interconexión en Redes TCP/IP

ENCAMINAMIENTO IP

Ejercicio 2: Identificación de problemas de configuración

Verificar que:

- En cada red, los nodos tienen un prefijo común y las IPs son válidas.
- Cada nodo apunta claramente a su enrutador de red.
- Las redes tienen prefijos diferentes.
- Los enrutadores conocen como alcanzar a todas las redes (T. Rutas).

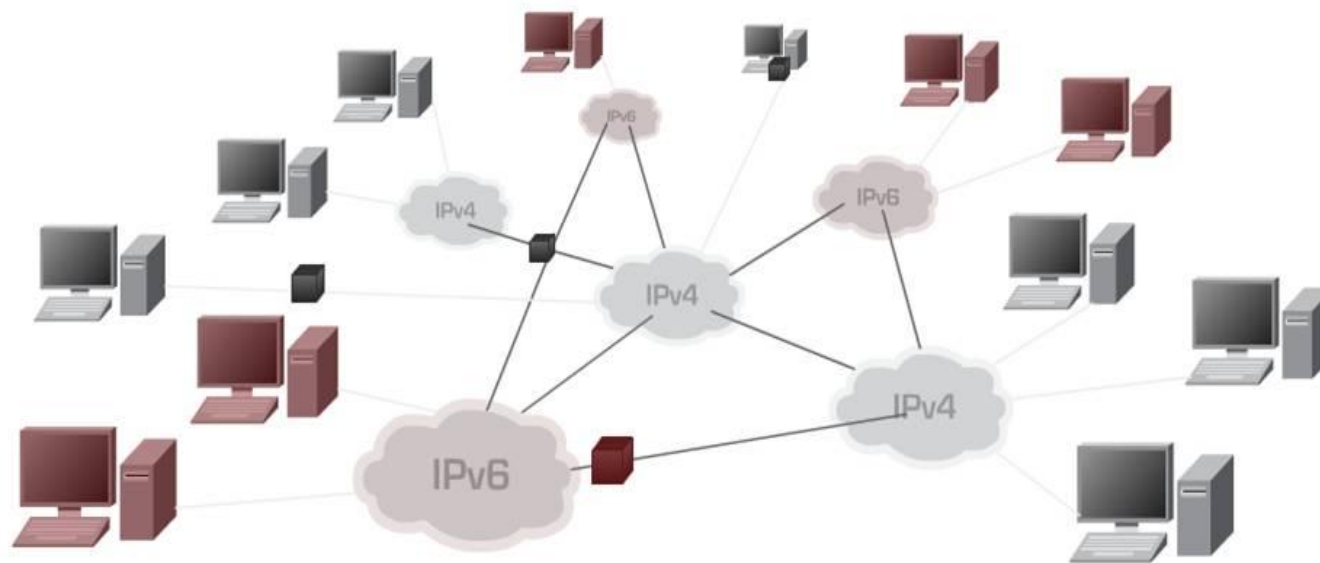




Interconexión en Redes TCP/IP

MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPv4 a IPv6

Son necesarios para migrar progresivamente de IPv4 a IPv6.



Forouzan –
Sección: 20.4

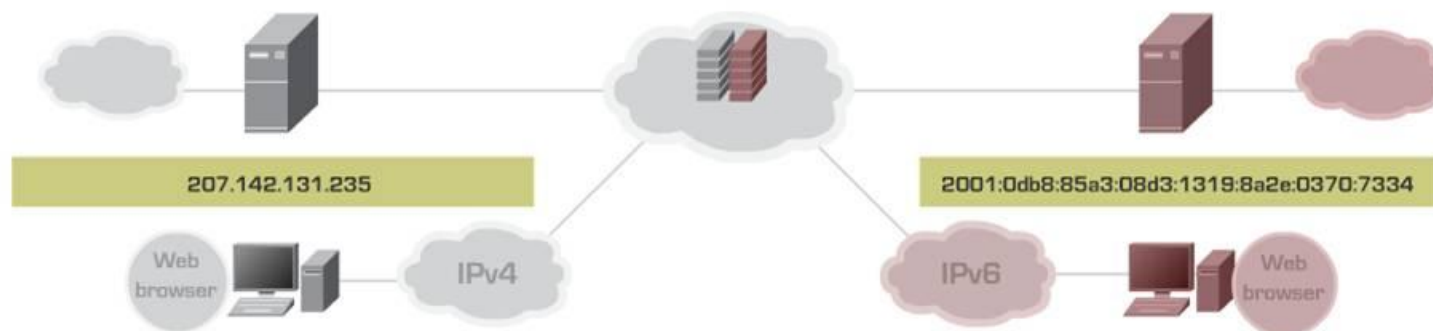


Interconexión en Redes TCP/IP

MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPv4 a IPv6

Opciones:

Dual Stack (doble pila): se mantiene simultáneamente la pila de protocolos IPv4 e IPv6 en un dispositivo y se utilizará la IPv4 o IPv6 dependiendo de la pila que tenga implementada el nodo destino.





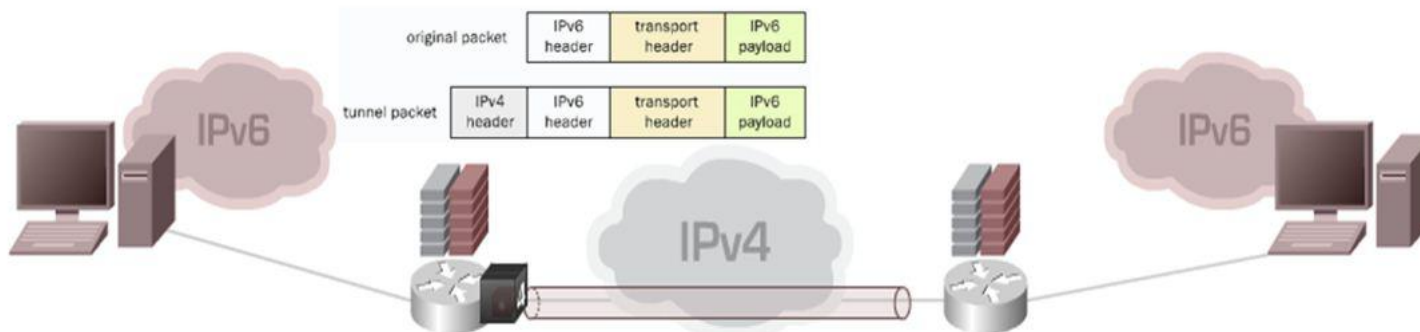
Interconexión en Redes TCP/IP

MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPv4 a IPv6

Opciones:

Túneles: Se encapsula un paquete IPv6 dentro de un paquete IPv4 para que pueda viajar por redes IPv4.

- El paquete es "desencapsulado" al llegar al destino, que deberá ser un nodo IPv6 o dual stack.



Técnicas para establecer el túnel: GRE tunel (manual); tunel broker (semi-automática); 6to4, ISATAP, teredo (automática)



MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPv4 a IPv6

Opciones:

Traducción: la cabecera IPv4 se “traduce” a una cabecera IPv6 antes de que el paquete pueda alcanzar un nodo IPv6. Puede perderse información de control ...



Para más información revisar los siguientes enlaces:

- <http://www.6deploy.eu/e-learning/spanish/>
- http://www.ipv6.cl/curso/SWF/ipv6_mod9.htm