

Teoría de las comunicaciones

Práctica 3: Internetworking - Ruteo

Temas

Redes de Circuitos Virtuales, Redes de Datagramas, Forwarding, IP: Direccionamiento y Subnetting IP. Ruteo Estático, Ruteo Intra dominio, Inter dominio, Distance Vector, Link State, RIP, OSPF.

Definiciones

Formato paquete IPv4:

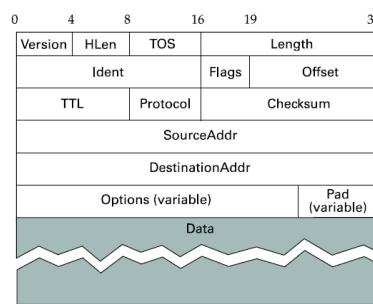


Tabla de forwarding:

Network (Red)	Next hop (Próximo salto)
Red destino	<ul style="list-style-type: none">interface de salida, si la red destino se encuentra directamente conectada a esa interface; o biendirección IP del próximo salto, si la red destino es una red remota

Protocolos de ruteo interno o intradominios (IGP, Internal Gateway Protocol):

Distance vector (vector de distancias): RIP (Routing Information Protocol)

Link state (estado del enlace): OSPF (Open Shortest Path First)

Protocolos de ruteo externo o interdominios (EGP, External Gateway Protocols):

Path vector: BGP (Border Gateway Protocol)

OSPF Frame

ID	NUM	SEQ	TTL	RED	COSTO
----	-----	-----	-----	-----	-------

RIP Frame

RED	COSTO
-----	-------

Métricas relevantes:

Métrica de RIP= 1

Métrica de OSPF= 10^{10} / Ancho de banda [bps]

Protocolos y normas:

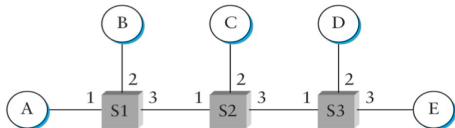
RFC 791: IPV4, RFC 792: ICMP, RFC 2131: DHCP, RFC 826: ARP, RFC 1918: ADDRESS ALLOCATION FOR PRIVATE INTERNETS

Herramientas y comandos

PING, TRACEROUTE, TRACERT, IFCONFIG, IPCONFIG, ROUTE, SHOW IP ROUTE, ARP, SHOW IP ARP, SHOW INTERFACES

Ejercicio 1

Considere la red de circuitos virtuales de la figura, con las respectivas tablas de forwarding. ¿Cuántas conexiones hay?



S1		S2		S3	
IN (PORT,VCI)	OUT (PORT,VCI)	IN (PORT,VCI)	OUT (PORT,VCI)	IN (PORT,VCI)	OUT (PORT,VCI)
1,2	3,1	1,1	3,3	1,3	2,1
1,1	2,3	1,2	3,2	1,2	3,1
2,1	3,2				

Tanto para circuitos virtuales como para datagramas:

- ¿Qué información es necesaria (en términos de la información en los headers y las tablas de forwarding)?
- ¿Qué sucede con los flujos de datos entre los hosts ante la caída de un elemento de la red (nodo o enlace)?

Ejercicio 2

- ¿Cuál es el problema de poner el número de versión en otro lugar que no sea el principio del header?
- ¿Que campos del header IP *pueden* ser modificados por un router? ¿Cuáles *deberían* ser modificados?
- ¿Cuál es el tamaño máximo del paquete IP? ¿Qué campo del header define este tamaño? ¿Se utilizan normalmente paquetes de tamaño máximo? ¿Porqué?

Ejercicio 3

Dada la siguiente salida de *ipconfig*, un comando de consola que muestra los valores de configuración de redes de TCP/IP:

```
PC>ipconfig /all
FastEthernet0 Connection:(default port)
Physical Address.....: 00E0.A382.B560
IP Address.....: 4.0.0.100
Subnet Mask.....: 255.0.0.0
Default Gateway.....: 4.4.4.4
DNS Servers.....: 216.239.32.10
DHCP Servers.....: 4.4.4.1

Wireless0 Connection:(default port)
Physical Address.....: 00E0.AB27.C1A3
IP Address.....: 4.0.0.101
Subnet Mask.....: 255.0.0.0
Default Gateway.....: 4.4.4.4
DNS Servers.....: 216.239.32.10
DHCP Servers.....: 4.4.4.1
```

Wireless1 Connection:(default port)
Physical Address.....: 00E0.AB27.D41F
IP Address.....: 192.168.0.101
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.0.1
DNS Servers.....: 192.168.0.1
DHCP Servers.....: 192.168.0.1

- ¿Cuántas interfaces tiene el equipo? ¿Qué nombres tienen? ¿Tienen algo en común?
- Explicar cada una de las líneas de la salida del comando (ignorando los campos DNS y DHCP).

Ejercicio 4

Dados dos routers (**A** y **B**) cada uno con 2 interfaces: Interface0 e Interface1, que presentan las siguientes tablas de forwarding y la misma tabla ARP:

Tabla de Forwarding de A	
Red	Próximo Salto
135.46.56.0/22	Interface1
135.46.60.0/22	Interface0
192.53.40.0/23	135.46.60.50
192.53.40.0/24	135.46.60.100
Default	135.46.62.100

Tabla de forwarding de B	
Red	Próximo Salto
135.46.56.0/25	Interface0
135.46.60.0/25	Interface1
192.53.40.0/23	Interface1

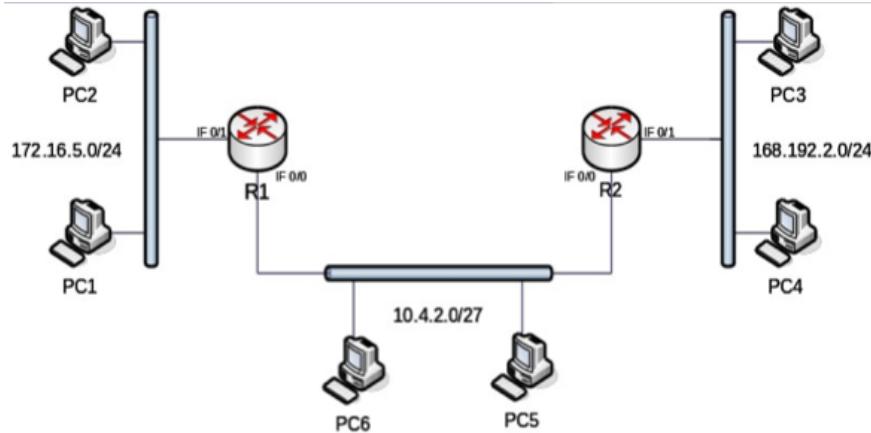
Tabla ARP		
Dirección IP	Dirección MAC	Interface
135.46.60.78	00:D0:B7:6C:F6:17	Interface1
135.46.56.16	00:12:3F:ED:3F:2C	Interface0
135.46.56.55	00:03:FF:5B:F1:C8	Interface0
135.46.59.5	00:60:08:C0:E3:38	Interface0
135.46.57.14	00:10:4B:C6:F6:92	Interface0

- Rescribir cada una de las redes en notación netmask (Ej.: /24 como 255.255.255.0).
- Indicar la dirección de red, cantidad máxima de hosts y dirección broadcast para cada una.
- Describir qué hace cada router cuando recibe un paquete con destino a las siguientes direcciones:

135.46.57.14 ; 135.46.63.10 ; 135.46.52.2 ; 208.70.188.15 ; 135.46.62.62 ; 192.53.40.7 ; 135.46.56.7

Ejercicio 5

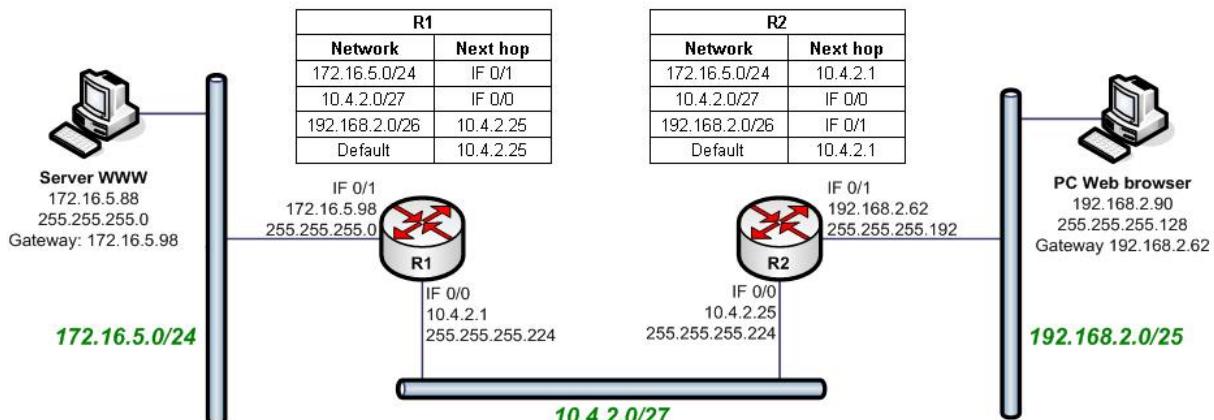
Dada la red de la figura, asigne direcciones a todos los dispositivos (dirección/máscara) y muestre las tablas de forwarding de los routers y de las computadoras sabiendo que deben poder comunicarse todos los nodos de la red.



Ejercicio 6

Un usuario en 192.168.2.90 realiza un ping a 172.16.5.88 resultando que este no responde debido a que la configuración de la red (interfaces de routers o hosts, tablas de forwarding) tiene errores.

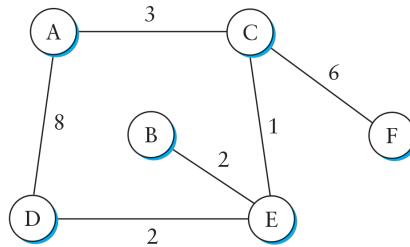
- ¿En qué lugar de la red se pierde el paquete del ping? Explique.
- Enumere y describa todos los errores que encuentre. Justifique.



Ayuda: El comando ping se utiliza para comprobar si una determinada interfaz de red se encuentra activa. El ping envía paquetes al IP que se le indique, espera una respuesta, y nos dice cuánto tiempo demoró el paquete en ir y regresar, entre otras pocas informaciones.

Ejercicio 7

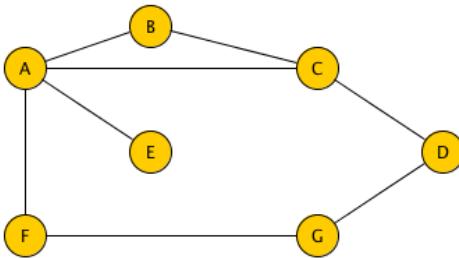
En la red de la figura los enlaces están etiquetados con los costos relativos.



- Mostrar la tabla de forwarding para cada nodo. Cada tabla en cada nodo debe reflejar la ruta de menor costo para el envío de un paquete a un determinado destino.
- ¿De qué maneras se pueden llenar esas tablas? Mencione las diferencias más significativas.

Ejercicio 8

Mostrar los mensajes RIP generados por el nodo A y la matriz global de Vector de Distancia en los siguientes escenarios:



- Los nodos recién bootean y solo conocen las distancias de sus vecinos inmediatos.
- Los nodos ya propagaron la información del inciso anterior.
- La red ya convergió.

Ejercicio 9

Entre Link State y Distance Vector:

- Compare la información que llevan los mensajes. ¿Qué datos envía cada uno?
- ¿Cuanto conocimiento de la red necesita un nodo para poder correr cada algoritmo? (uso de memoria)
- Compare los envíos de los paquetes. ¿Entre quienes se da el intercambio de información?
- Compare la carga de CPU dedicada a la ejecución del algoritmo en cada nodo.
- Para cada uno de los aspectos anteriores analice su crecimiento en función del tamaño de la red. ¿Qué tipo de protocolo escala mejor?

Ejercicio 10

¿Cuáles de las siguientes estrategias de ruteo y forwarding obtienen el camino más corto a destino para un datagrama dado en todo tiempo t ?

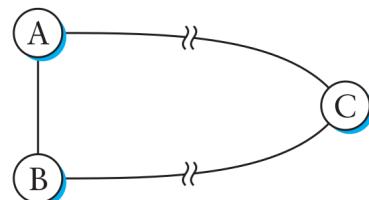
- Forwarding IP con Ruteo Estático.
- Forwarding IP con OSPF.
- Forwarding IP con RIP.
- Flooding.

Ejercicio 11

En la red de la figura, los nodos usan un algoritmo basado en Link State. En un momento dado C recibe dos Link State Packets(LSPs) contradictorios: uno de A que dice que el enlace entre A y B está caído y uno de B diciendo que el enlace entre A y B está activo.

- a. ¿Cómo pudo haber sucedido?
- b. ¿Qué debería hacer C? ¿Qué debería asumir?

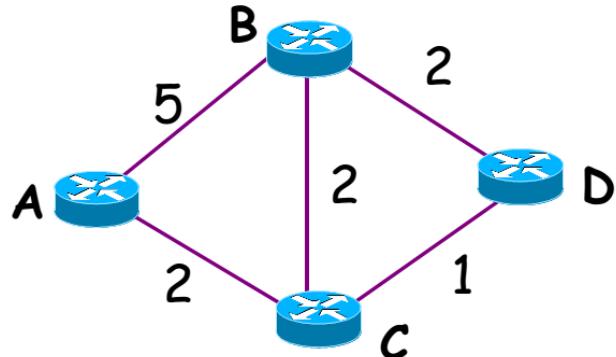
No asumir que los LSPs contienen marcas de tiempo sincronizadas.



Ejercicio 12

Dada la red de la figura, suponer que el protocolo de ruteo es utilizado es OSPF. Se pide:

- a. Mostrar todos los mensajes (el contenido de los campos relevantes) que recibe A hasta que la red converge.
- b. Explicar cómo A construye su tabla de ruteo a partir de los mensajes recibidos.



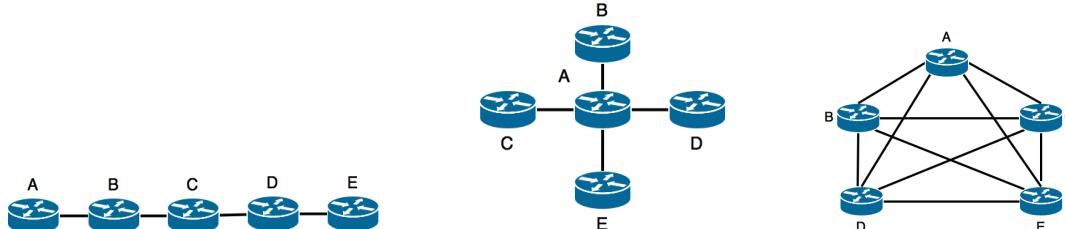
Ejercicio 13

Calcule la capacidad de red (bps) consumida por los protocolos **OSPF** y **RIP** para las redes ya convergidas (presentadas al final del ejercicio) asumiendo las siguientes condiciones:

- Los updates automáticos se producen cada 30 segundos.
- El overhead impuesto por los headers es de 32 bits para ambos protocolos.
- Las métricas se almacenan con un entero de 32 bits.

- Las direcciones utilizadas son IPv4.
- Para el caso de **OSPF**: no tener en cuenta paquetes de control (ACK, HELLO, etc); los updates automáticos **modifican** las tablas de forwarding.

Redes a utilizar:



Ejercicio 14

Dada la siguiente información que ha sido obtenida de distintos equipos de una red TCP/IP funcionando correctamente, se pide:

Red	Máscara	Próximo salto	
192.168.13.0	255.255.255.0	FastEthernet0/1	
158.42.52.0	255.255.252.0	FastEthernet0/0	
168.254.0.0	255.255.0.0	158.42.55.243	
0.0.0.0	0.0.0.0	158.42.55.250	
Mac Address	Ports		
0004.9aa4.7b48	Fa0/3		
0004.9ad7.5882	Fa0/4		
000c.cfc7.d401	Fa0/1		
00d0.ff9e.db01	Fa0/2		
Address	Age (min)	Hardware Addr	Interface
158.42.52.20	3	0004.9aa4.7b48	FastEthernet0/0
158.42.52.253	-	000c.cfc7.d401	FastEthernet0/0
158.42.53.125	4	0004.9ad7.5882	FastEthernet0/0
158.42.55.243	2	00d0.ff9e.db01	FastEthernet0/0
192.168.13.1	-	000c.cfc7.d402	FastEthernet0/1

Age (min): edad, en minutos, de la entrada de la caché. El guión (-) significa que la dirección es local.

- Realizar un esquema gráfico que muestre cómo están conectadas las redes, routers, switches y hosts que se deducen de las tablas, así como sus direcciones IP, máscaras y mac-address. Para las direcciones de las redes utilizar formato CIDR. NOTA: Hay que asignar sólo los datos que pueden conocerse a partir de las tablas, no es necesario añadir información extra.
- El dispositivo que posee la tabla número 1 debe reenviar datagramas a las siguientes IP's: **158.42.196.11, 158.42.52.13, 127.0.0.1, 192.168.1.1, 192.168.13.123, 168.254.255.255**. Indique la entrada de la tabla de forwarding que se utilizaría para forwardear cada uno de estos datagramas.

Ejercicios de Parcial

Ejercicio 15

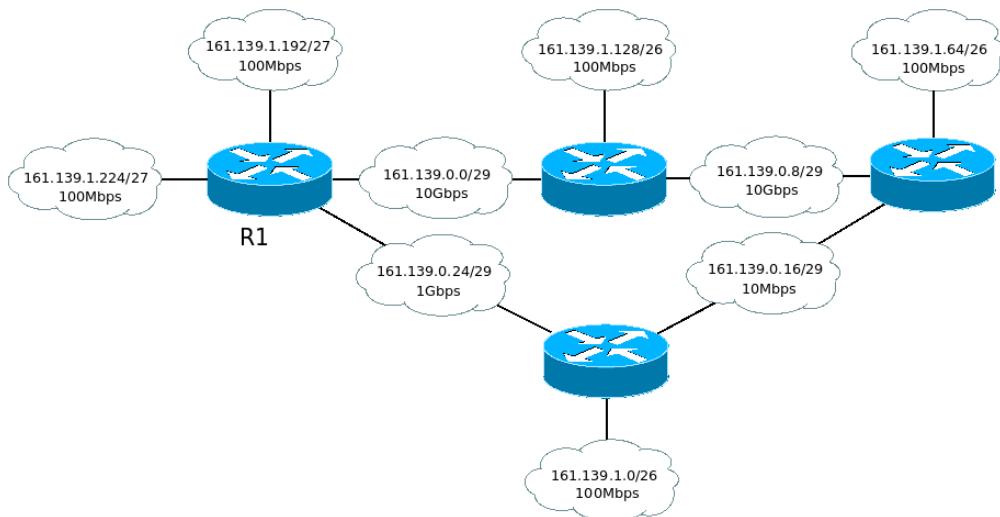
En una red un router tiene solo dos interfaces configuradas con las direcciones IP y máscaras 10.0.2.1/24 y 10.0.3.1/30. A su vez, tiene directamente conectado un solo router vecino, del cuál recibe periódicamente un paquete RIP con la siguiente información de ruteo:

10.0.2.0	10.0.3.0	10.0.4.0	10.0.5.0
255.255.255.0	255.255.255.252	255.255.255.0	255.255.255.0
1	0	0	1

- a. Muestre una posible topología de red que se pueda deducir de la configuración del router y la información de ruteo que recibe.
- b. Muestre un posible paquete RIP que envía el router que recibe la información de ruteo.
- c. Mostrar la tabla de forwarding del router que recibe la información de ruteo.

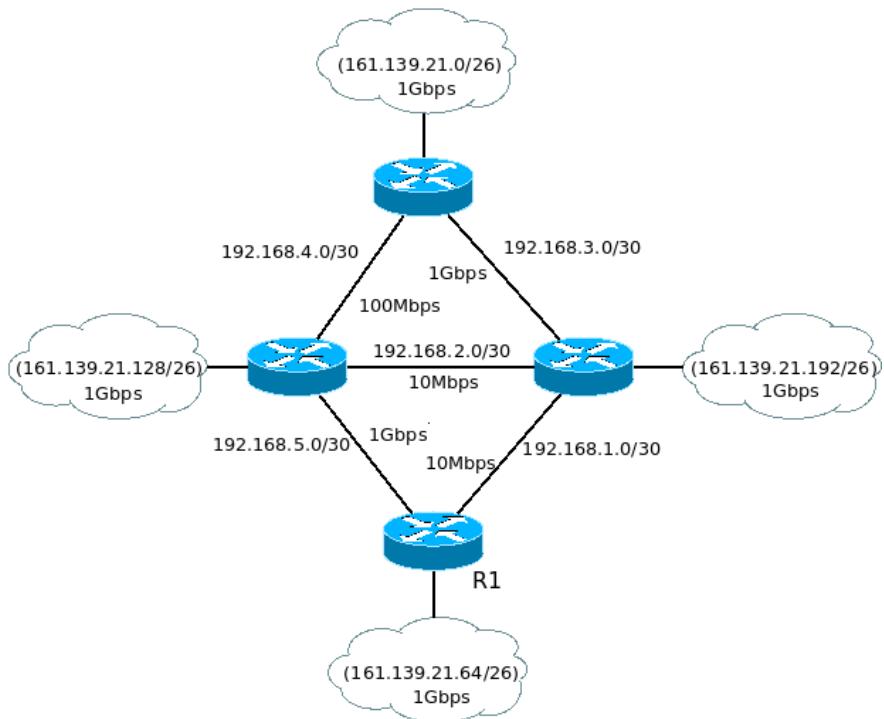
Ejercicio 16

En la red de la figura se interconectan varias subredes mediante 4 routers, que corren simultáneamente los protocolos RIP y OSPF.



- a. Muestre un posible mensaje OSPF que inunda el router R1.
- b. La red 169.139.0.24/29 se encuentra implementada con un switch que en un momento dado se apaga y los dispositivos conectados pierden conectividad. Suponiendo que los routers están corriendo el protocolo RIP, muestre los mensajes RIP que el router R1 envía a sus vecinos antes y después que se actualice la nueva topología. ¿Cuáles son las diferencias?

Ejercicio 17



En la red de la figura se interconectan 4 subredes mediante 4 routers, que corren el protocolos OSPF.

- Muestre el mensajes OSPF que envía el router R1 al resto.
- Mostrar la tabla de forwarding para para el router R1. Asignar direcciones IPs a todas las interfaces que haga falta.
- Mostrar la tabla de routing para el router R1.

Bibliografía y recursos

Computer Networks: A systems approach. 5ta Edición. Peterson & Davie. Capítulo 3: Internetworking.

Computer Networks, 5ta Edición. Andrew S.Tanenbaum & David J.Wetherall. Capítulo 5: The Network Layer (Secciones 5.1, 5 .2, 5.5, 5.6 y 5.7).

Redes de Computadoras. Quinta edición. Andrew S.Tanenbaum & David J.Wetherall. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2012.

The TCP/IP Guide http://www.tcpipguide.com/free/t_toc.htm

Ping: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ping>

RFC 2453: RIP Version 2 (Hasta sección 3.10.2).

RFC 2328: OSPF Version 2.