

## Teoría de las comunicaciones

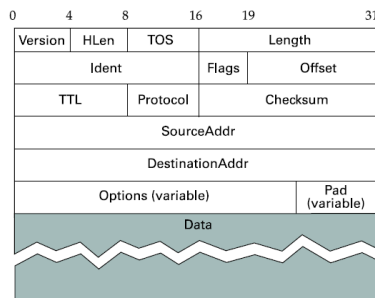
### Práctica 3: Internetworking - Ruteo

#### 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"><li>interface de salida, si la red destino se encuentra directamente conectada a esa interface; o bien</li><li>dirección IP del próximo salto, si la red destino es una red remota</li></ul>

#### 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:

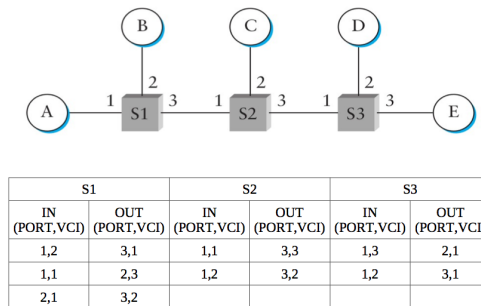
RFC 791: IPV4, RFC 792: ICMP, RFC 2131: DHCP, RFC 826: ARP, RFC 1918: ADDRESS ALLOCATION FOR PRIVATE INTERNETS

#### 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?



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

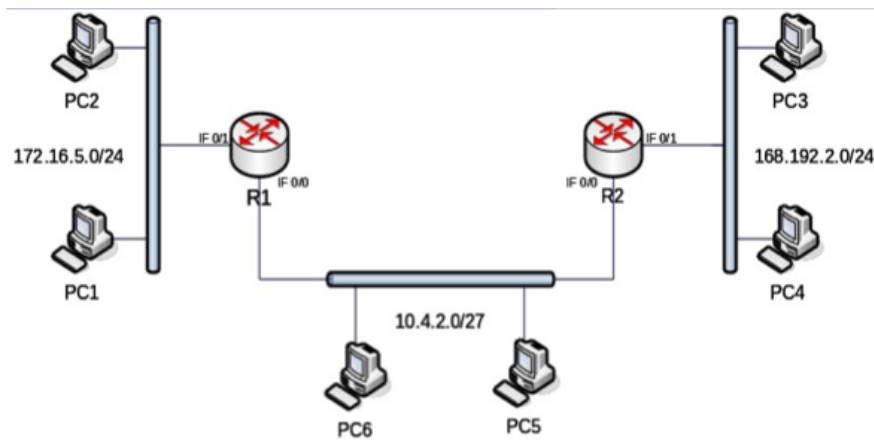
Tabla ARP		
Dirección IP	Dirección MAC	Interface
135.46.60.78	00:D0:B7:6C:F6:17	Interface1
135.46.56.16	00:12:3F:ED:3F:2C	Interface0
135.46.56.55	00:03:FF:5B:F1:C8	Interface0
135.46.59.5	00:60:08:C0:E3:38	Interface0
135.46.57.14	00:10:4B:C6:F6:92	Interface0

- 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

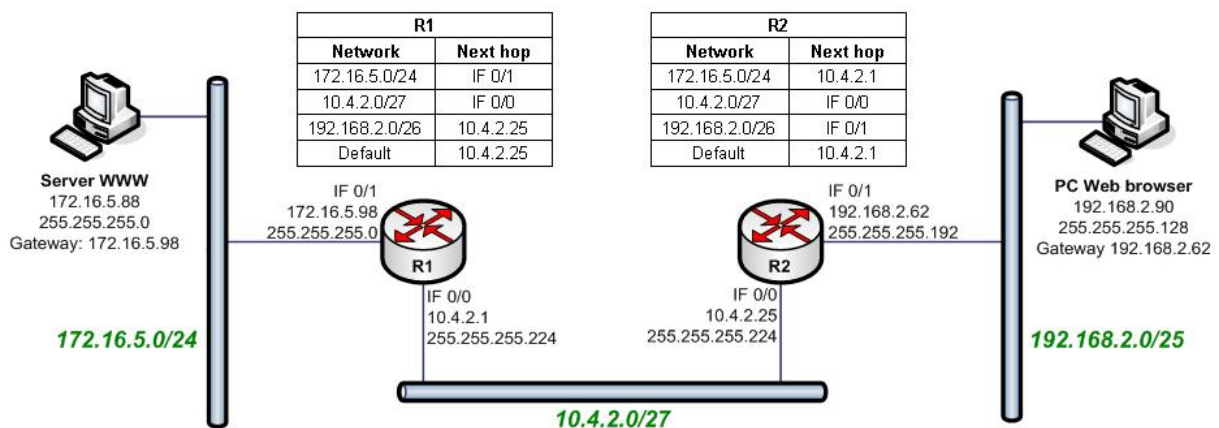
Dada la red de la figura, asigne direcciones a todos los dispositivos (dirección/máscara) y muestre las tablas de forwarding de los routers y de las computadoras sabiendo que deben poder comunicarse todos los nodos de la red.



### 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.

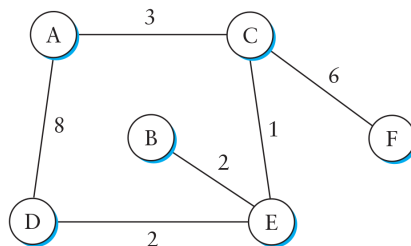
- ¿En qué lugar de la red se pierde el paquete del ping? Explique.
- Enumere y describa todos los errores que encuentre. Justifique.



*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 cuanto tiempo demoró el paquete en ir y regresar, entre otras pocas informaciones.*

### Ejercicio 7

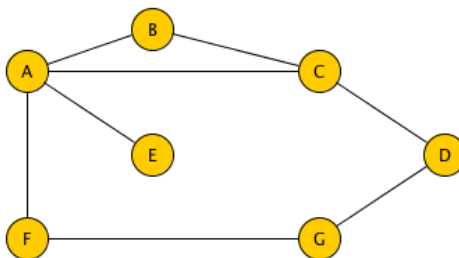
En la red de la figura los enlaces están etiquetados con los costos relativos.



- 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. ¿Que 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  $t$ ?

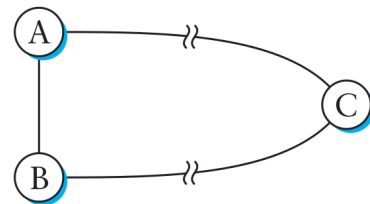
- Forwarding IP con Ruteo Estático.
- Forwarding IP con OSPF.
- Forwarding IP con RIP.
- Flooding.

### 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.

- ¿Cómo pudo haber sucedido?
- ¿Que debería hacer C? ¿Qué debería asumir?

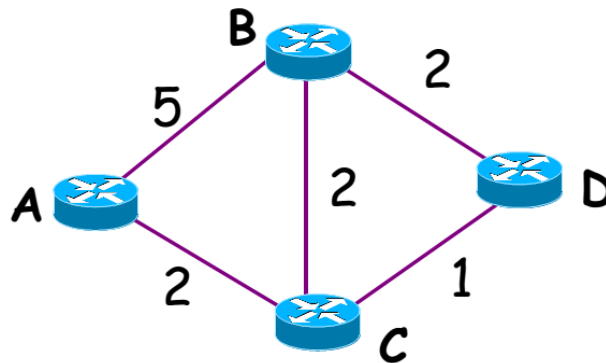
*No asumir que los LSPs contienen marcas de tiempo sincronizadas.*



### Ejercicio 12

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

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



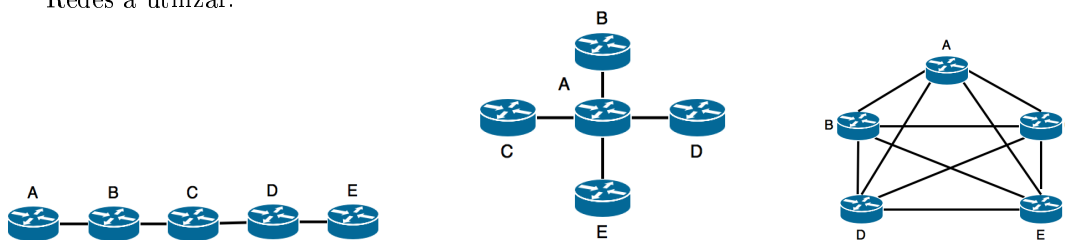
### Ejercicio 13

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

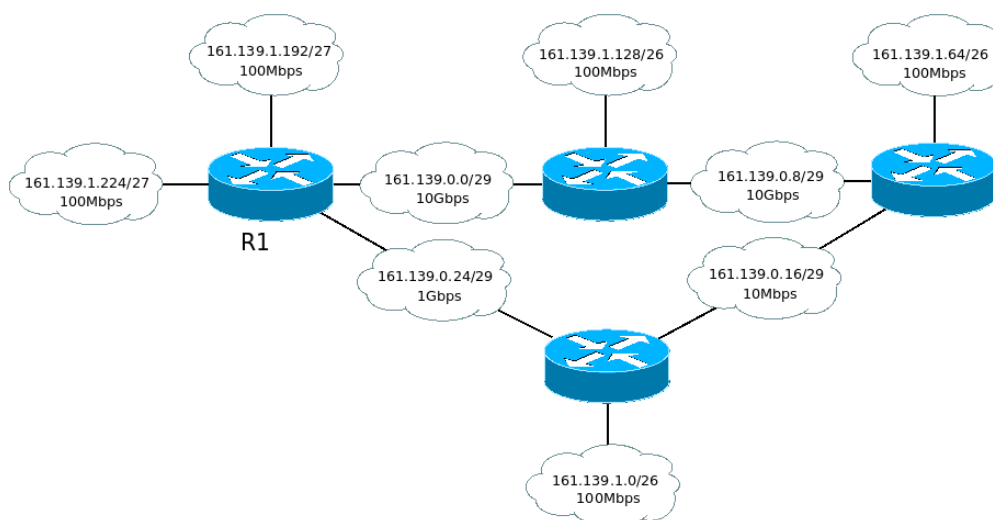
En una red un router tiene solo dos interfaces configuradas con las direcciones IP y máscaras 10.0.2.1/24 y 10.0.3.1/30. A su vez, tiene directamente conectado un solo router vecino, del cuál recibe periódicamente un paquete RIP con la siguiente información de ruteo:

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

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

### Ejercicio 16

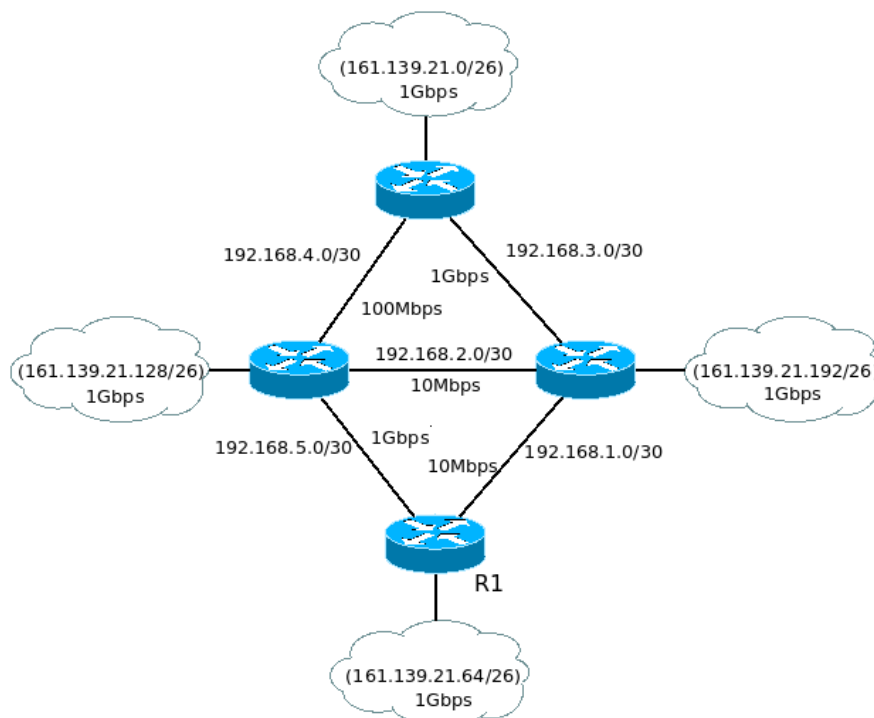
En la red de la figura se interconectan varias subredes mediante 4 routers, que corren simultáneamente los protocolos RIP y OSPF.



- Muestre un posible mensaje OSPF que inunda el router R1.
- 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 protocolo 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: Internet-working.

**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](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.**