



FUNDAMENTOS DE REDES

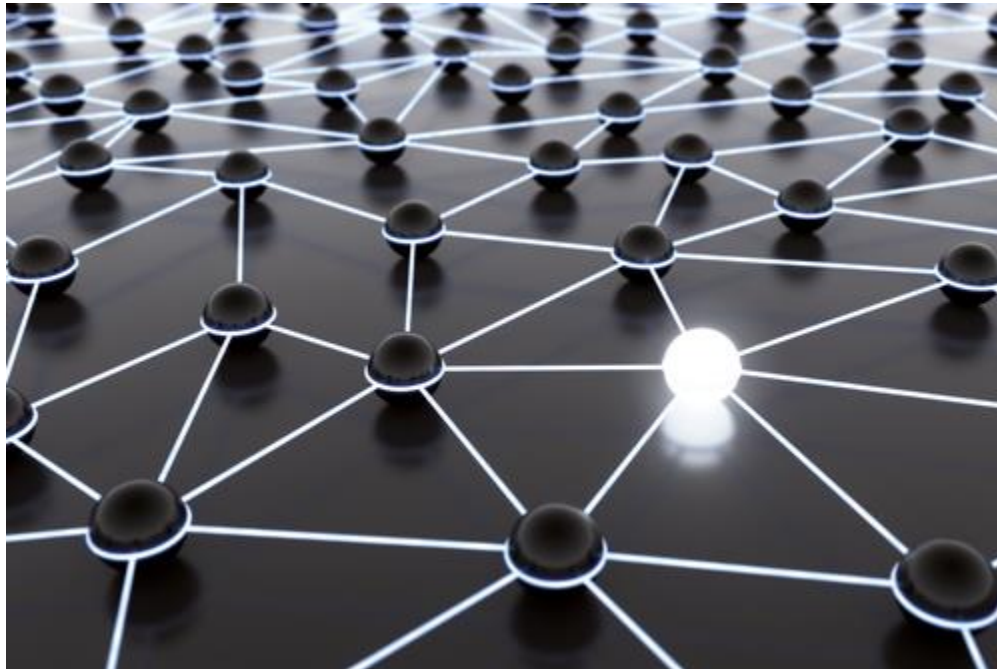
CAPA DE RED

Daniel Barragán C.

daniel.barragan@correounivalle.edu.co

Lunes y Miércoles 3:00 pm a 5:00 pm – Edificio 331 Oficina 2114

Capa de red



Agenda

- Introducción
- Tipos de servicio
- Enrutamiento
- Enrutamiento Jerárquico
- IP (Internet Protocol)
- Enrutamiento en Internet
- Multicast

Introducción

- Selecciona una ruta entre dos sistemas que pueden estar ubicados en zonas geográficas distintas
- Provee un servicio llamado del mejor esfuerzo (no garantiza tiempo de entrega, ni orden de llegada, ni incluso la llegada)



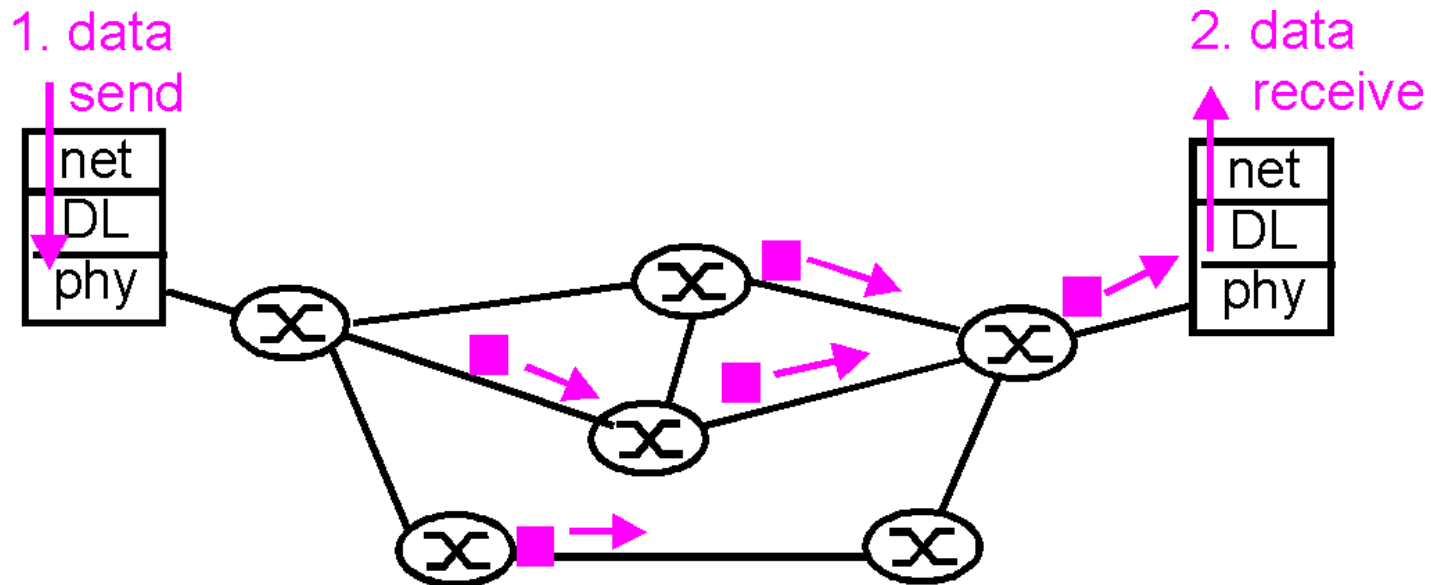
Tipos de Servicio

Datagramas

- Cada paquete se encamina independientemente, sin que el origen y el destino tengan que pasar por un establecimiento de comunicación previo
- Es un tipo de servicio no orientado a conexión

Tipos de Servicio

Datagramas



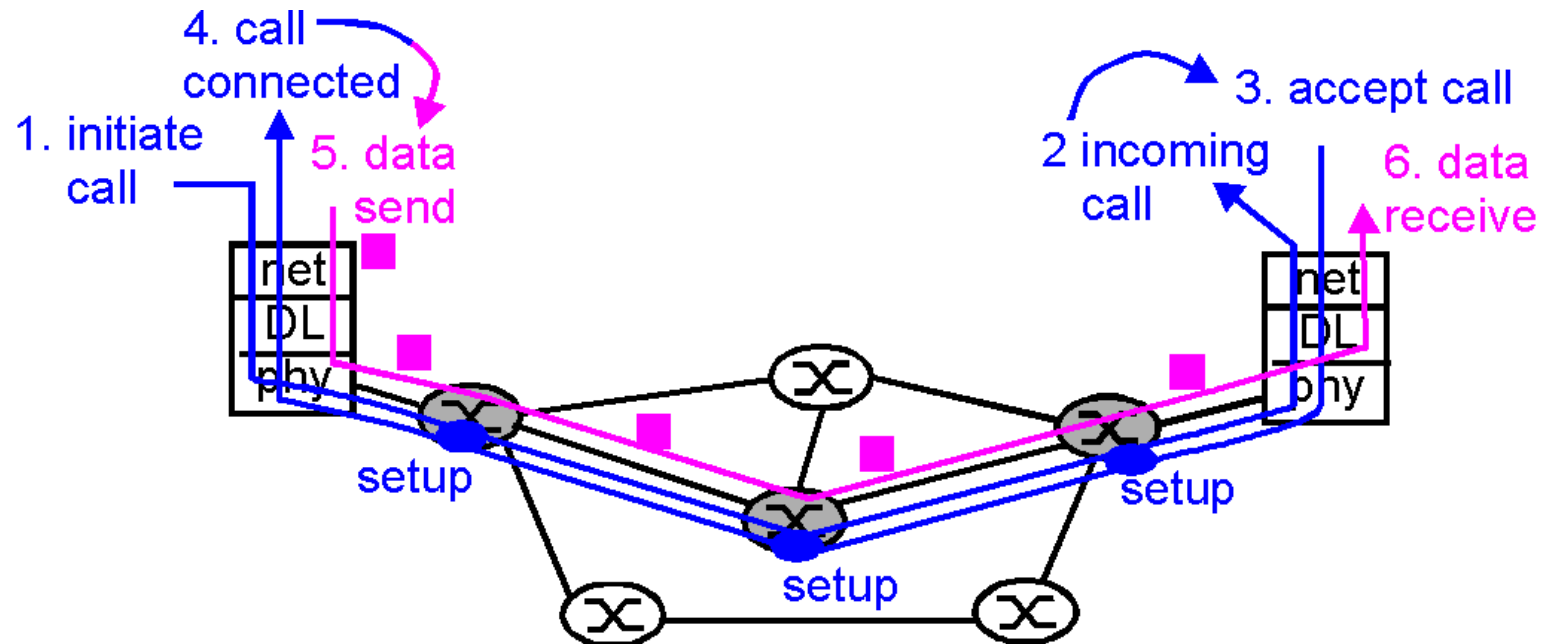
Tipos de Servicio

Circuitos Virtuales

- Dos equipos que quieran comunicarse tienen que empezar por establecer una conexión. Durante este establecimiento de conexión, todos los routers reservarán recursos para ese circuito virtual específico
- Es un servicio orientado a conexión

Tipos de Servicio

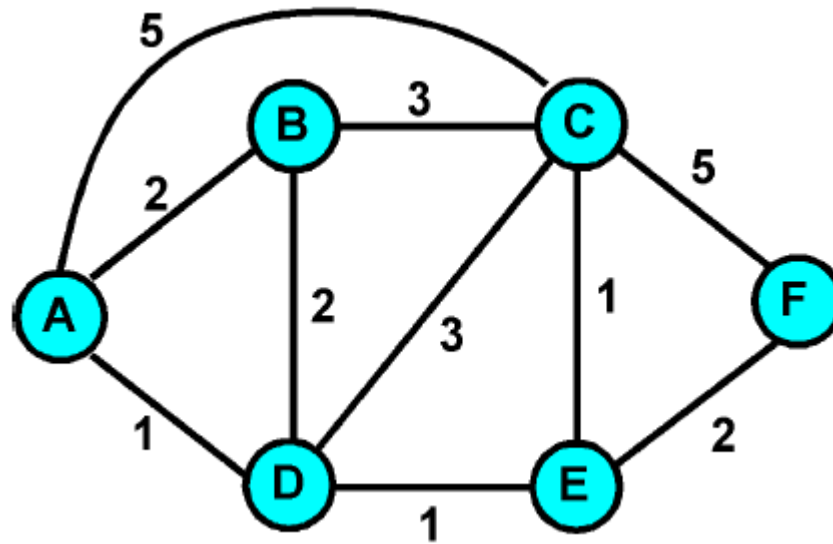
Circuitos Virtuales



Enrutamiento

- Las técnicas de enrutamiento se basan en el estado de la red, el cual es dinámico
- El problema consiste en encontrar un camino óptimo entre un origen y un destino. La selección óptima de este camino puede tener diferentes criterios

Enrutamiento



- Cual es el camino más corto entre A y F ?

Enrutamiento

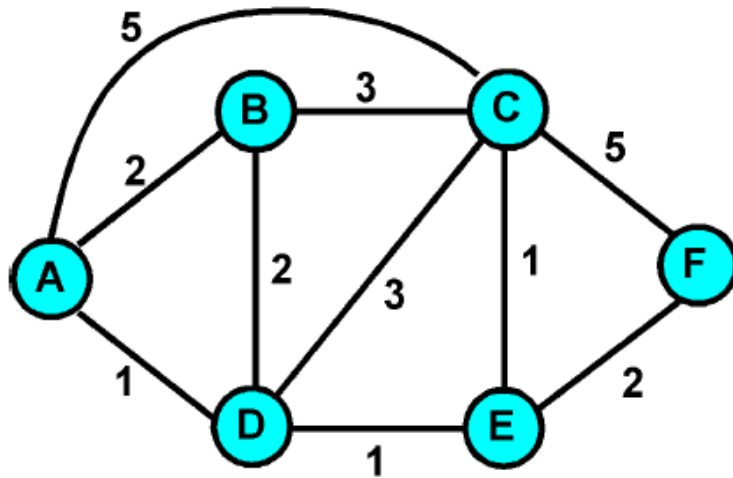
Los algoritmos de enrutamiento son principalmente de dos tipos:

- **Link State Routing**
- **Distance Vector Routing**

Enrutamiento

Link State Routing

Un ejemplo de este tipo de algoritmo es el algoritmo de Dijkstra. Este algoritmo es iterativo y calcula el camino más corto de un nodo a cualquier otro nodo en la red

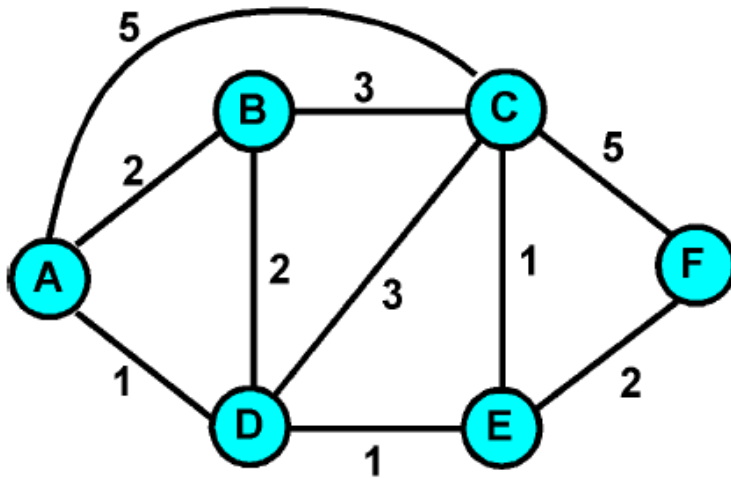


N: Conjunto de Nodos

D(X): Costo mínimo

p(X): Nodo previo

Paso	N	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)	D(F), p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	inf	Inf

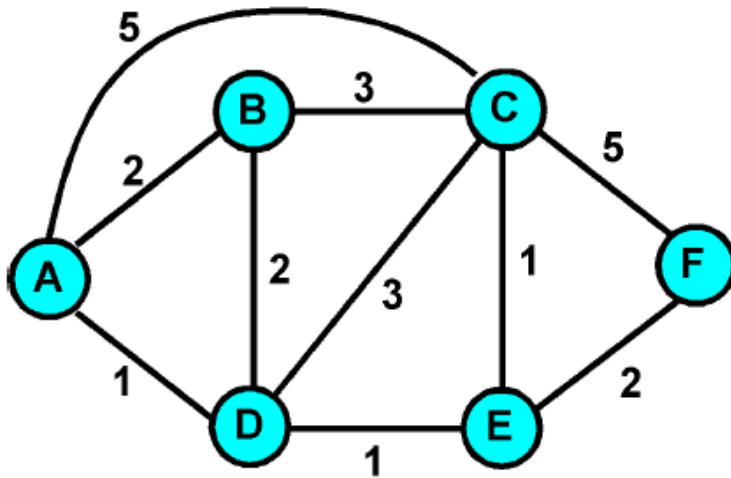


N: Conjunto de Nodos

D(X): Costo mínimo

p(X): Nodo previo

Paso	N	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)	D(F), p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	inf	Inf
1	AD	2,A	4,D		2,D	Inf

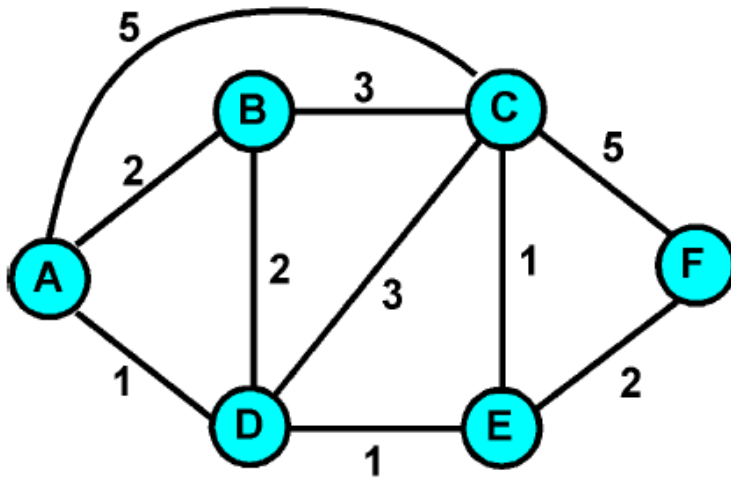


N: Conjunto de Nodos

D(X): Costo mínimo

p(X): Nodo previo

Paso	N	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)	D(F), p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	inf	Inf
1	AD	2,A	4,D		2,D	Inf
2	ADE	2,A	3,E			4,E

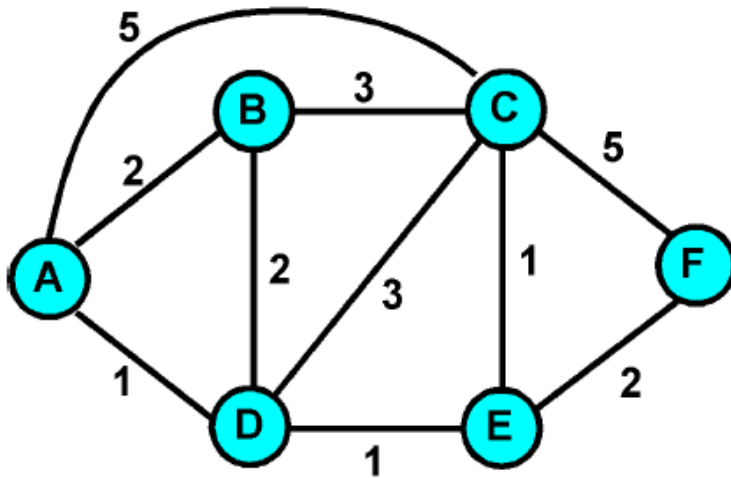


N: Conjunto de Nodos

D(X): Costo mínimo

p(X): Nodo previo

Paso	N	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)	D(F), p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	inf	Inf
1	AD	2,A	4,D		2,D	Inf
2	ADE	2,A	3,E			4,E
3	ADEB		3,E			4,E

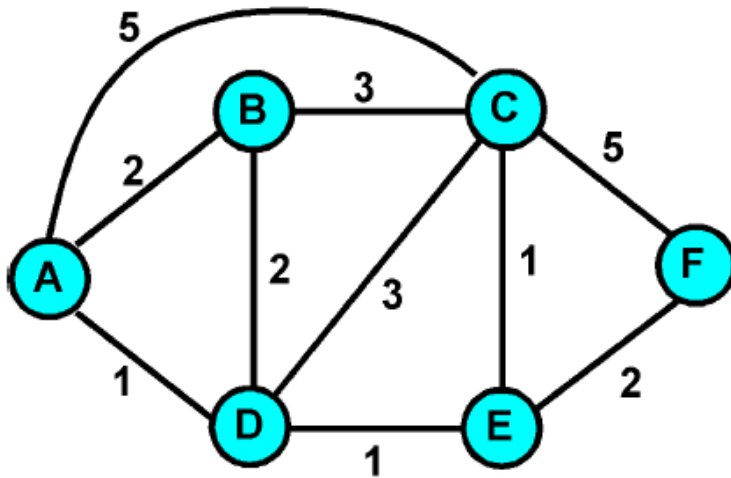


N: Conjunto de Nodos

D(X): Costo mínimo

p(X): Nodo previo

Paso	N	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)	D(F), p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	inf	Inf
1	AD	2,A	4,D		2,D	Inf
2	ADE	2,A	3,E			4,E
3	ADEB		3,E			4,E
4	ADEBC					4,E



N: Conjunto de Nodos

D(X): Costo mínimo

p(X): Nodo previo

Paso	N	D(B), p(B)	D(C), p(C)	D(D), p(D)	D(E), p(E)	D(F), p(F)
0	A	2,A	5,A	1,A	inf	Inf
1	AD	2,A	4,D		2,D	Inf
2	ADE	2,A	3,E			4,E
3	ADEB		3,E			4,E
4	ADEBC					4,E
5	ADEBCF					

Enrutamiento

Link State Routing

A partir de la tabla anterior para ir de A hacia F:

El camino de A hacia F con el menor costo es de 4 unidades y tiene como predecesor E

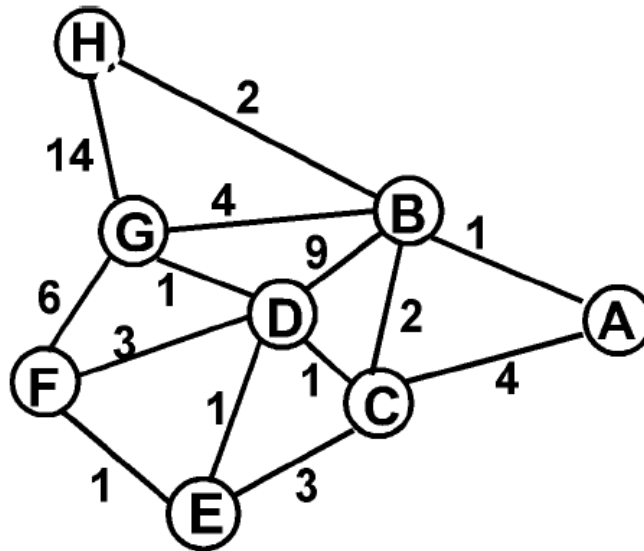
El camino de A hacia E con el menor costo es de 2 unidades y tiene como predecesor D

El camino de A hacia D con el menor costo es de 1 unidad y tiene como predecesor A

Enrutamiento

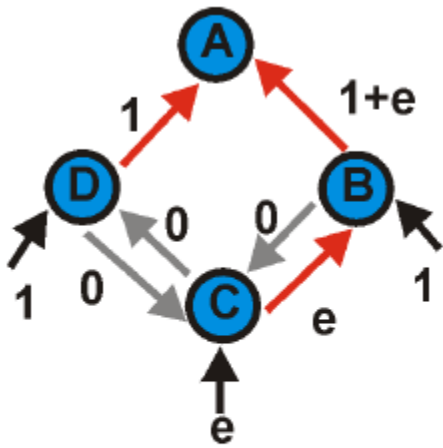
Link State Routing (Ejercicio)

Calcule el camino mas corto desde F hacia los demás nodos, siguiendo el proceso descrito anteriormente

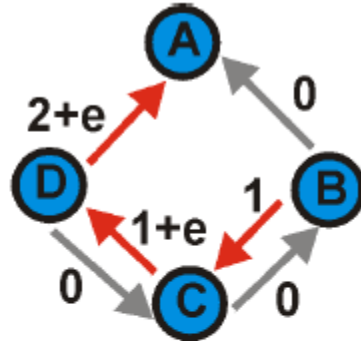


Enrutamiento

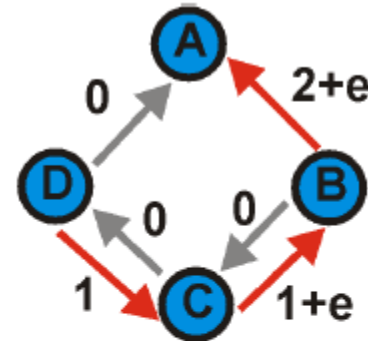
Link State Routing (Fallos)



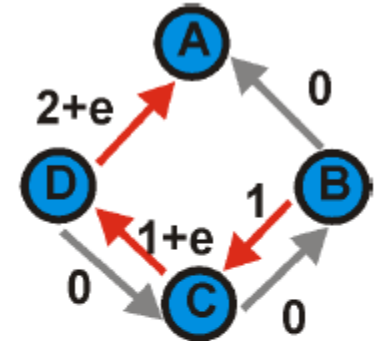
(a): initial routing



(b): B, C
detect better
path to A,
clockwise



(c): B, C, D
detect better
path to A,
counterclockwise



(d): B, C, D
detect better
path to A,
clockwise

Enrutamiento

Distance Vector Routing

Un ejemplo de este tipo de algoritmo es el algoritmo de Bellman-Ford. Este algoritmo es iterativo y opera de forma distribuida, de modo que al final se conocen los caminos mas cortos entre todos los nodos de la red

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

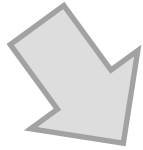
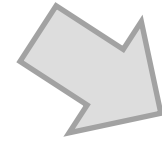


Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

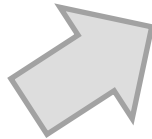


Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

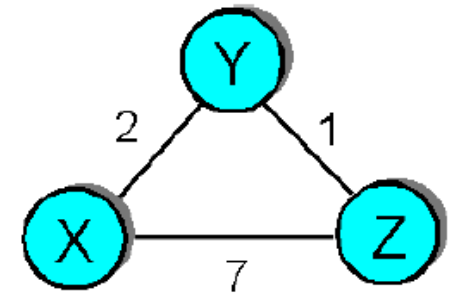
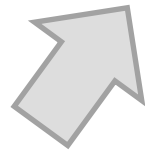
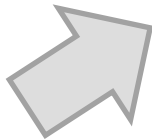


Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0		
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

$$d(x,y)=2$$

$$d(x,z)+d(z,y) = 7 + 1 = 8$$

$$d(x,z)=7$$

$$d(x,y)+d(y,z) = 2 + 1 = 3$$

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y		0	
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z			0

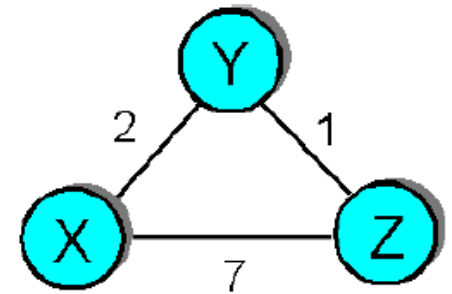


Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

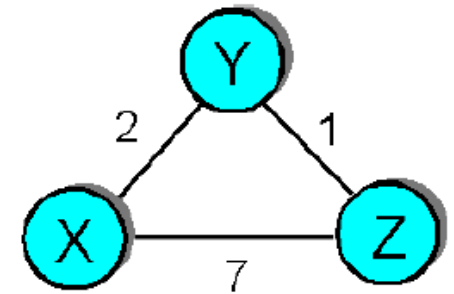
Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y		0	
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z			0



$$d(y,x)=2$$

$$d(y,z)+d(z,x) = 1 + 7 = 8$$

$$d(y,z)=1$$

$$d(y,x)+d(x,z) = 2 + 7 = 9$$

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

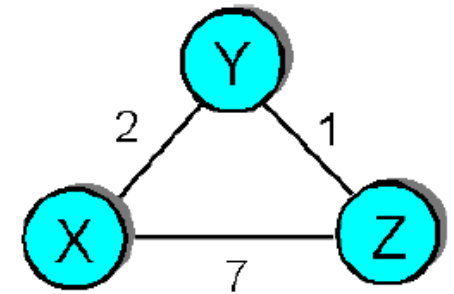
Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	←	←	0



$$d(z,x)=7$$

$$d(z,y)+d(y,x) = 1 + 2 = 3$$

$$d(z,y)=1$$

$$d(z,x)+d(x,y) = 7 + 2 = 9$$

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	3	1	0

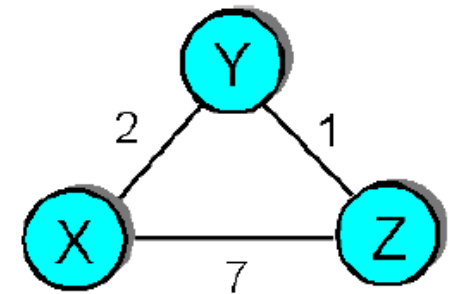


Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	3	1	0

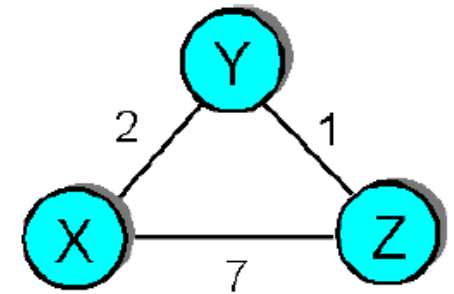


Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	inf	inf	Inf
	Z	inf	inf	inf

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo X				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	3	1	0

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	2	0	1
	Z	inf	inf	inf

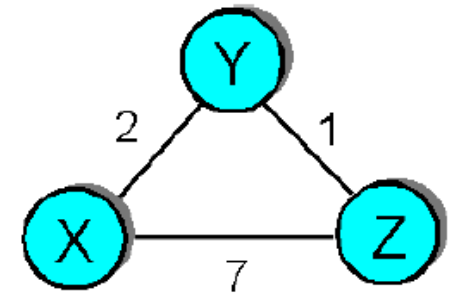
Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Y				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	3	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	inf	inf	Inf
	Y	inf	Inf	Inf
	Z	7	1	0

Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	7
	Y	2	0	1
	Z	3	1	0

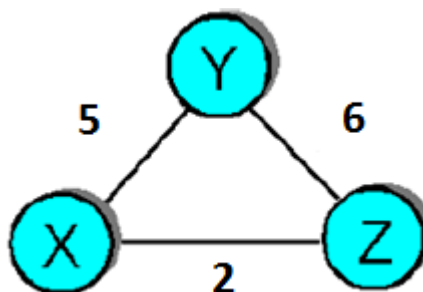
Tabla Nodo Z				
	costo hacia			
Desde		X	Y	Z
	X	0	2	3
	Y	2	0	1
	Z	3	1	0



Enrutamiento

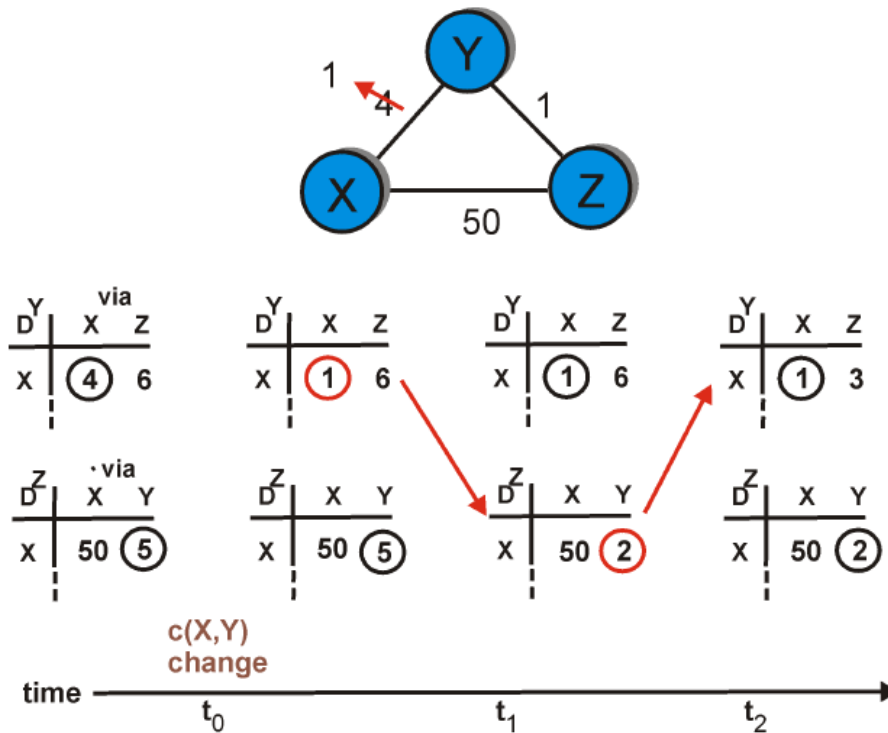
Distance Vector Routing (Ejercicio)

Calcule las tablas de distancia, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente



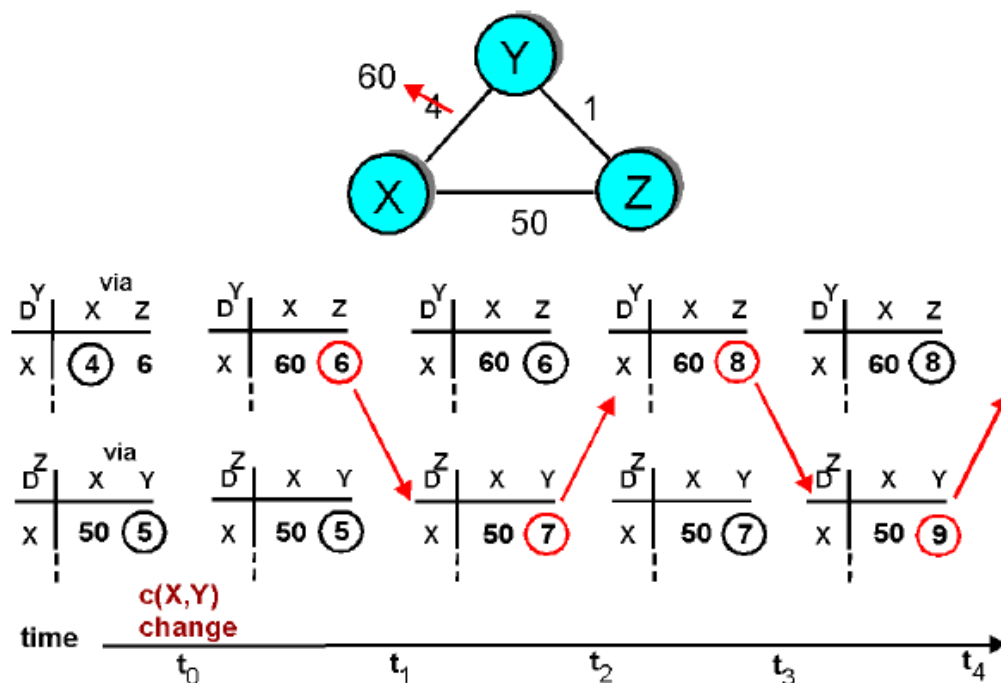
Enrutamiento

Distance Vector Routing (Fallos)



Enrutamiento

Distance Vector Routing (Fallos)

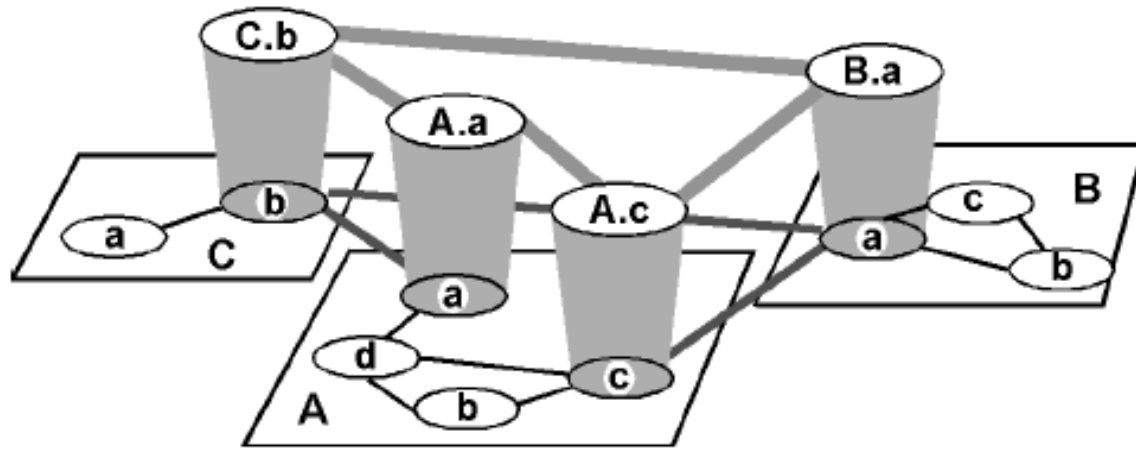


Enrutamiento Jerárquico

- A mayor cantidad de enrutadores, mayor tiempo necesario para calcular el camino óptimo

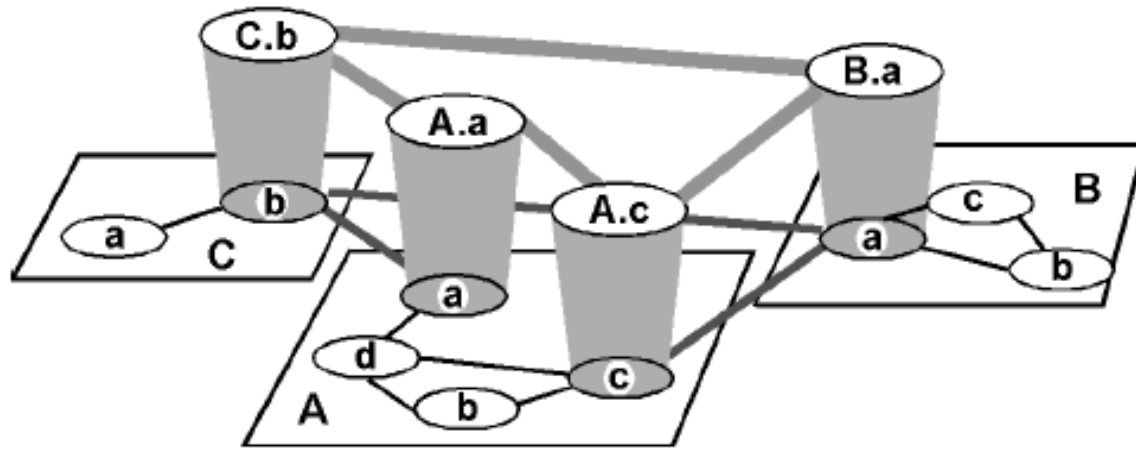


Enrutamiento Jerárquico



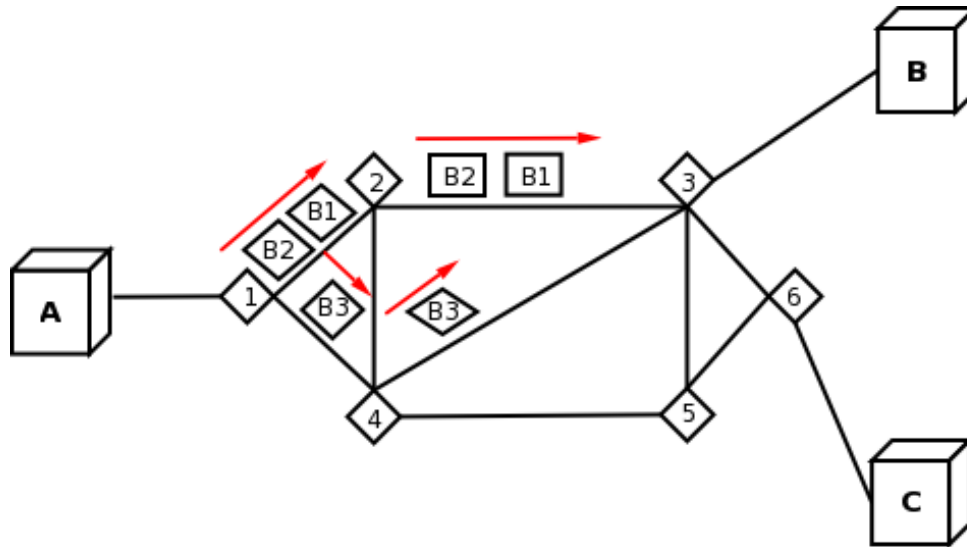
- Los enrutadores son agrupados por regiones o sistemas autónomos (SA)
- Los enrutadores que intercambian información entre regiones o SA son llamados enrutadores de puerta de enlace

Enrutamiento Jerárquico



- Las regiones o SA emplean algoritmos de enrutamiento tipo Link State o Distance Vector. Los enrutadores de puerta de enlace emplean el algoritmo de enrutamiento inter-autónomo

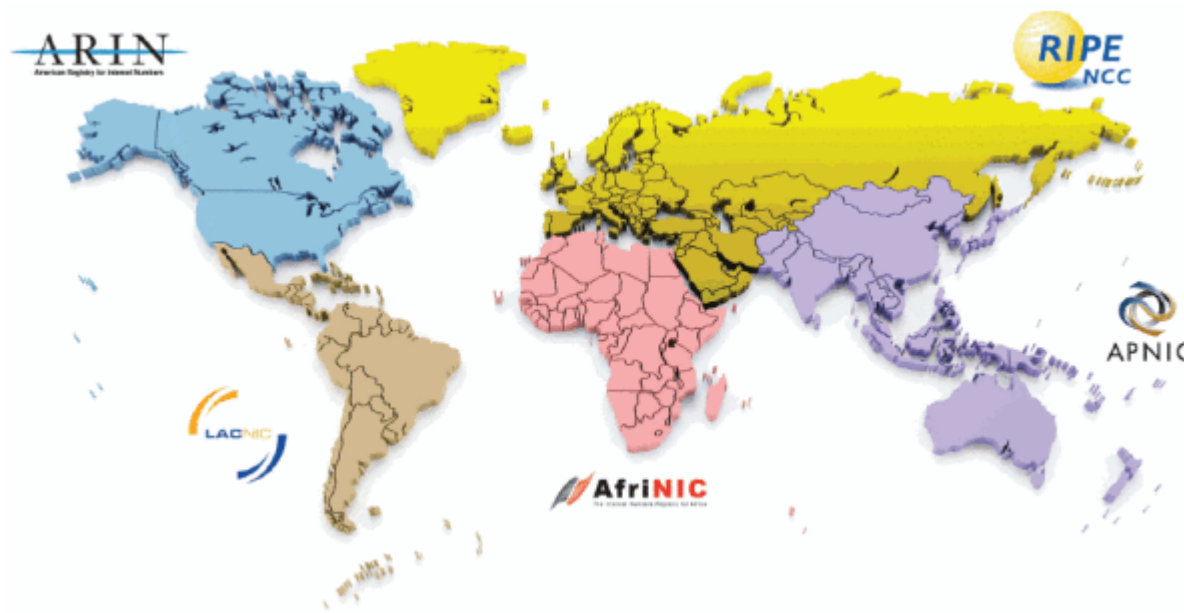
IP (Internet Protocol)



La Internet es una red de datagramas

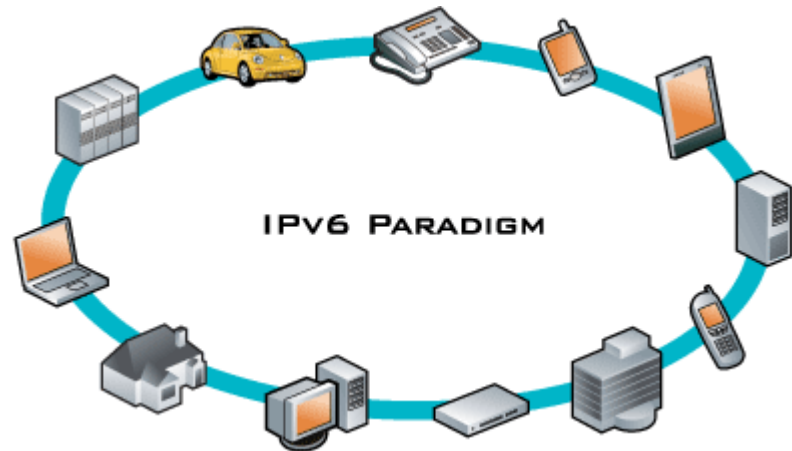
La internet es un sistema no orientado a conexión, es importante comprender la forma de identificar el origen y el destino de las comunicaciones vía Internet

IP (Internet Protocol)



La entidad encargada de la asignación de direcciones IP y el servicio de registro de nombres de dominio es la ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers).

IP (Internet Protocol)



Existen dos versiones de IP para el direccionamiento del origen y destino en la Internet, la versión 4 y la versión 6

IP (Internet Protocol)

Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Version				IHL				DSCP				ECN				Total Length															
4	32	Identification															Flags				Fragment Offset												
8	64	Time To Live								Protocol								Header Checksum															
12	96	Source IP Address																															
16	128	Destination IP Address																															
20	160	Options (if IHL > 5)																															

Datagrama IPv4

IP (Internet Protocol)

Differentiated Services Code Point

Explicit Congestion Notification

Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Version				IHL				DSCP				ECN				Total Length															
4	32	Identification																Flags				Fragment Offset											
8	64	Time To Live								Protocol								Header Checksum															
12	96	Source IP Address																															
16	128	Destination IP Address																															
20	160	Options (if IHL > 5)																															

Internet Header Length

Datagrama IPv4

IP (Internet Protocol)

Version: version del protocolo IP

IHL: Internet Header Length, longitud del header en palabras de 32bits

DSCP: <http://tools.ietf.org/html/rfc2474>

ECN: <http://tools.ietf.org/html/rfc3168>

TL: Longitud total del paquete en bytes

Identification: identifica los fragmentos de un datagrama IP

Flags: bit 1: no fragmentar, bit 2: mas fragmentos

Fragment Offset: Es un desplazamiento relativo al primer paquete

TTL: Corresponde al número de enrutadores que el paquete puede atravesar

Protocol: <http://tools.ietf.org/html/rfc790>

Header Checksum: Usado para corrección de error del header

Source Address: Dirección IP fuente

Destination Address: Dirección IP destino

Options: Opciones

Padding: Relleno a 32 bits

IP (Internet Protocol)

Clases de IP

Clase	Direcciones Disponibles		Numero de Redes	Cantidad de Hosts	Uso	-
	DE	A				
A	0.0.0.0	127.255.255.255	128	16,777,214	Redes Grandes	-
B	128.0.0.0	191.255.255.255	16,384	65,534	Redes Medianas	-
C	192.0.0.0	223.255.255.255	2,097,152	254	Redes Pequeñas	-
D	224.0.0.0	239.255.255.255	-	-	Multicast	-
E	240.0.0.0	255.255.255.255	-	-	Investigacion	-
Especiales						Redes
	DE	A	Uso	Descripcion		-
	127.0.0.0	127.255.255.255	Loopback	No utilizable		-
	169.254.0.0	169.254.0.255	Link Local	Cuando DHCP no se ejecuta, no utilizable		-
	10.0.0.0	10.255.255.255	Privado	Rango Privado Clase A		1
	172.16.0.0	172.31.255.255	Privado	Rango Privado Clase B		16
	192.168.0.0	192.168.255.255	Privado	Rango Privado Clase C		256

IP (Internet Protocol)

Clases de IP

CLASE A	Red		Host	
Octeto	1	2	3	4
Bits	11111111	00000000	00000000	00000000
Mascara (defecto)	255	0	0	0

Dirección de Red: Primer octeto (8 bits)

Dirección de Host: Últimos 3 octetos (24 bits)

CLASE B	Red		Host	
Octeto	1	2	3	4
Bits	11111111	11111111	00000000	00000000
Mascara x defecto	255	255	0	0

Dirección de Red: Primeros 2 octetos (16 bits)

Dirección de Host: Últimos 2 octetos (16 bits)

CLASE C	Red			Host
Octeto	1	2	3	4
Bits	11111111	11111111	11111111	00000000
Mascara x defecto	255	255	255	0

Dirección de Red: Primeros 3 octetos (24 bits)

Dirección de Host: Último octeto (8 bits)

IP (Internet Protocol)

Tipos de Encaminamiento

- Encaminamiento con clase (classful routing)
- Encaminamiento sin clase (classless routing)

IP (Internet Protocol)

Encaminamiento con clase (classful routing):

Emplea el concepto de clases para la asignación de direcciones IP para redes y direcciones para equipos

Problema:

Identifique a partir de la dirección de red 192.168.1.0:

la cantidad de equipos en la red, el rango de direcciones, la dirección de broadcast y la mascara de red

IP (Internet Protocol)

Solución:

Dirección de red: 192.168.1.0 (Clase C)

Cantidad de equipos en la red: 254 (2^8-2)

Rango de direcciones IP: 192.168.1.1-254

Dirección de Broadcast: 192.168.1.255

Mascara de red: 255.255.255.0

IP (Internet Protocol)

Encaminamiento sin clase (classless routing)

Emplea un concepto llamado subneteo para la asignación de direcciones IP para redes y direcciones para equipos

<http://www.ietf.org/rfc/rfc950.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1878.txt>

IP (Internet Protocol)

Problema:

Nos dan la dirección de red Clase C 192.168.1.0 /24 para obtener mediante subneteo 4 subredes con un mínimo de 50 hosts por subred.

IP (Internet Protocol)

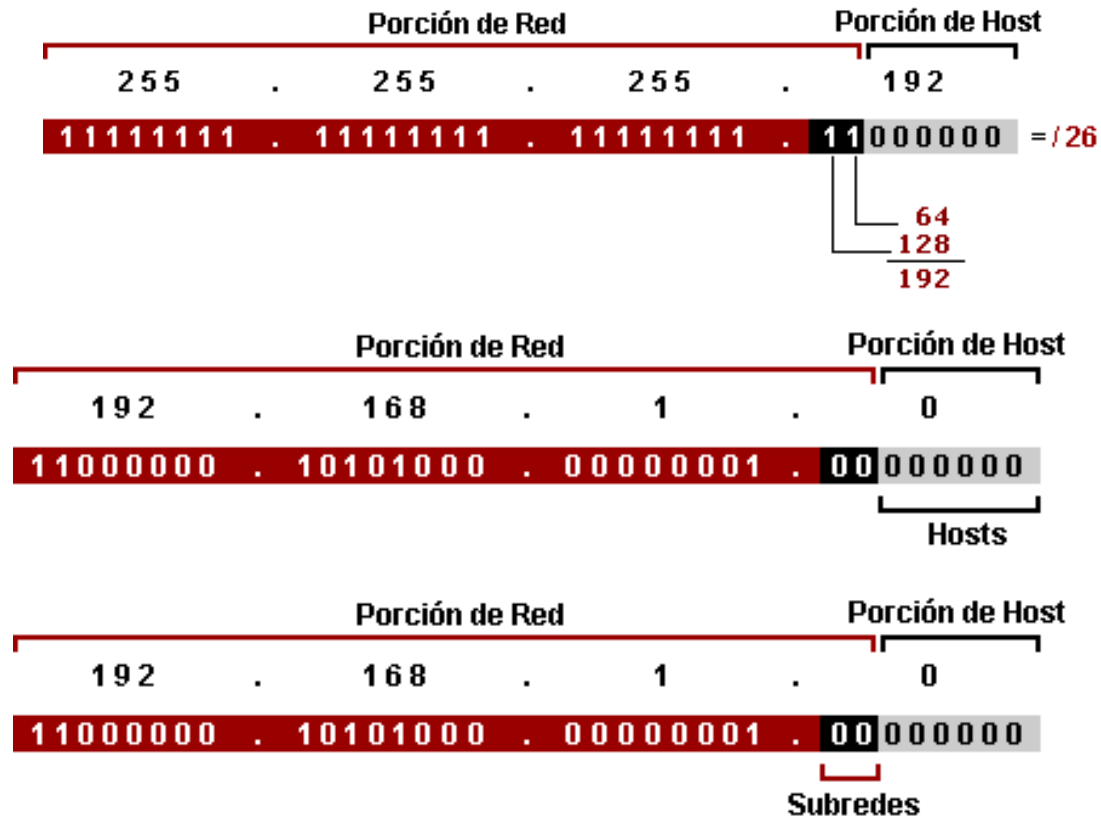
Solución:

Porción de Red			Porción de Host
255	.	255	0
11111111	.	11111111	00000000 = /24

2^N	Redes	Máscara Binario	Máscara Decimal
2^1	2	11111111 . 11111111 . 11111111 . 10000000	255 . 255 . 255 . 128
2^2	4	11111111 . 11111111 . 11111111 . 11000000	255 . 255 . 255 . 192
2^3	8	11111111 . 11111111 . 11111111 . 11100000	255 . 255 . 255 . 224
2^4	16	11111111 . 11111111 . 11111111 . 11110000	255 . 255 . 255 . 240
2^5	32	11111111 . 11111111 . 11111111 . 11111000	255 . 255 . 255 . 248
2^6	64	11111111 . 11111111 . 11111111 . 11111100	255 . 255 . 255 . 252

IP (Internet Protocol)

Solución:



IP (Internet Protocol)

Solución:

N° de Subred	Rango IP *		Hosts Asignables x Subred
	Desde	Hasta	
1	192.168.1.0	192.168.1.63	62
2	192.168.1.64	192.168.1.127	62
3	192.168.1.128	192.168.1.191	62
4	192.168.1.192	192.168.1.255	62

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Problema:

Nos dan la dirección de red Clase B 132.18.0.0 /16 para obtener mediante subneteo un mínimo de 50 subredes y 1000 hosts por subred.

IP (Internet Protocol)

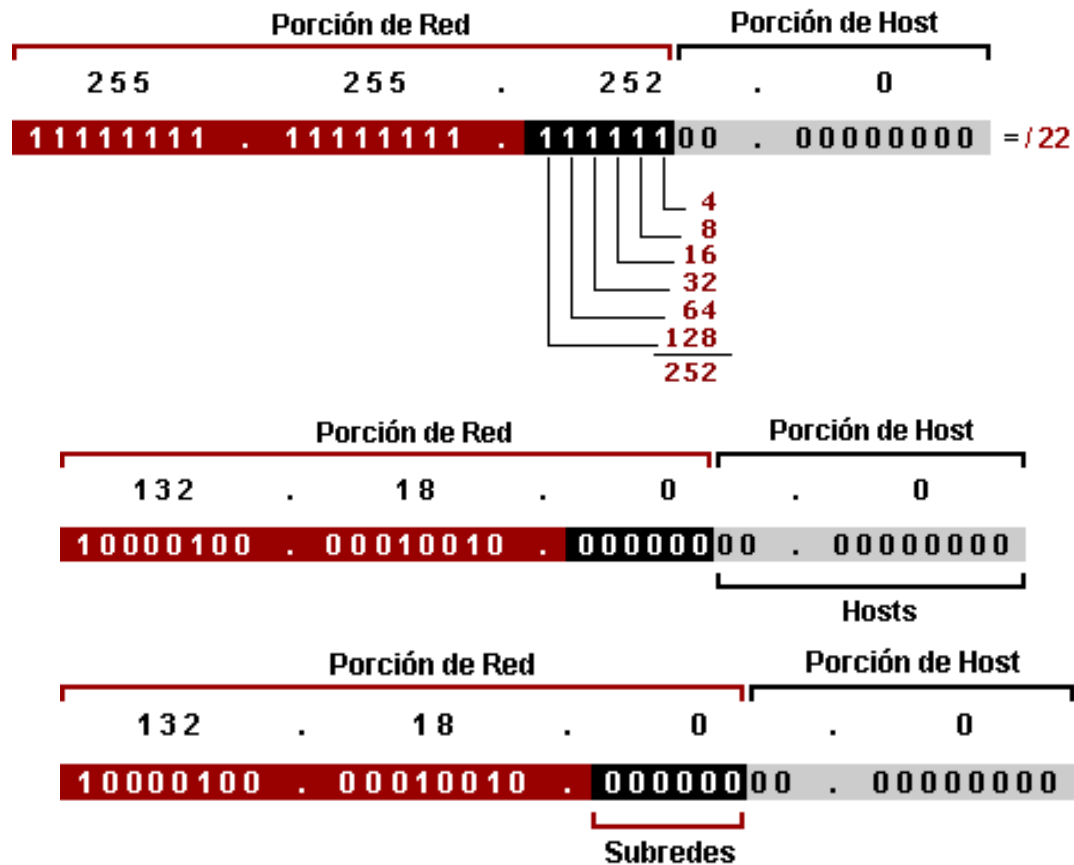
Solución:

Porción de Red				Porción de Host			
255	.	255	.	0	.	0	
11111111	.	11111111	.	00000000	.	00000000	= / 16

2^N	Redes	Mascara Binario	Máscara Decimal
2^1	2	11111111 . 11111111 . 10000000 . 00000000	255 . 255 . 128 . 0
2^2	4	11111111 . 11111111 . 11000000 . 00000000	255 . 255 . 192 . 0
2^3	8	11111111 . 11111111 . 11100000 . 00000000	255 . 255 . 224 . 0
2^4	16	11111111 . 11111111 . 11110000 . 00000000	255 . 255 . 240 . 0
2^5	32	11111111 . 11111111 . 11111000 . 00000000	255 . 255 . 248 . 0
2^6	64	11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000	255 . 255 . 252 . 0
2^7	128	11111111 . 11111111 . 11111110 . 00000000	255 . 255 . 254 . 0
2^8	256	11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000	255 . 255 . 255 . 0
2^9	512	11111111 . 11111111 . 11111111 . 10000000	255 . 255 . 255 . 128
2^{10}	1024	11111111 . 11111111 . 11111111 . 11000000	255 . 255 . 255 . 192

IP (Internet Protocol)

Solución:



IP (Internet Protocol)

Solución:

Nº de Subred	Rango IP *		Hosts Asignables x Subred
	Desde	Hasta	
1	132.18.0.0	132.18.3.255	1.022
2	132.18.4.0	132.18.7.255	1.022
3	132.18.8.0	132.18.11.255	1.022
4	132.18.12.0	132.18.15.255	1.022
5	132.18.16.0	132.18.19.255	1.022
6	132.18.20.0	132.18.23.255	1.022
7	132.18.24.0	132.18.27.255	1.022
8	132.18.28.0	132.18.31.255	1.022
9	132.18.32.0	132.18.35.255	1.022
10	132.18.36.0	132.18.39.255	1.022
...			
60	132.18.236.0	132.18.239.255	1.022
61	132.18.240.0	132.18.243.255	1.022
62	132.18.244.0	132.18.247.255	1.022
63	132.18.248.0	132.18.251.255	1.022
64	132.18.252.0	132.18.255.255	1.022

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Problema:

Nos dan la dirección de red Clase A 10.0.0.0 /8 para obtener mediante subneteo un mínimo de 7 subredes

IP (Internet Protocol)

Solución:

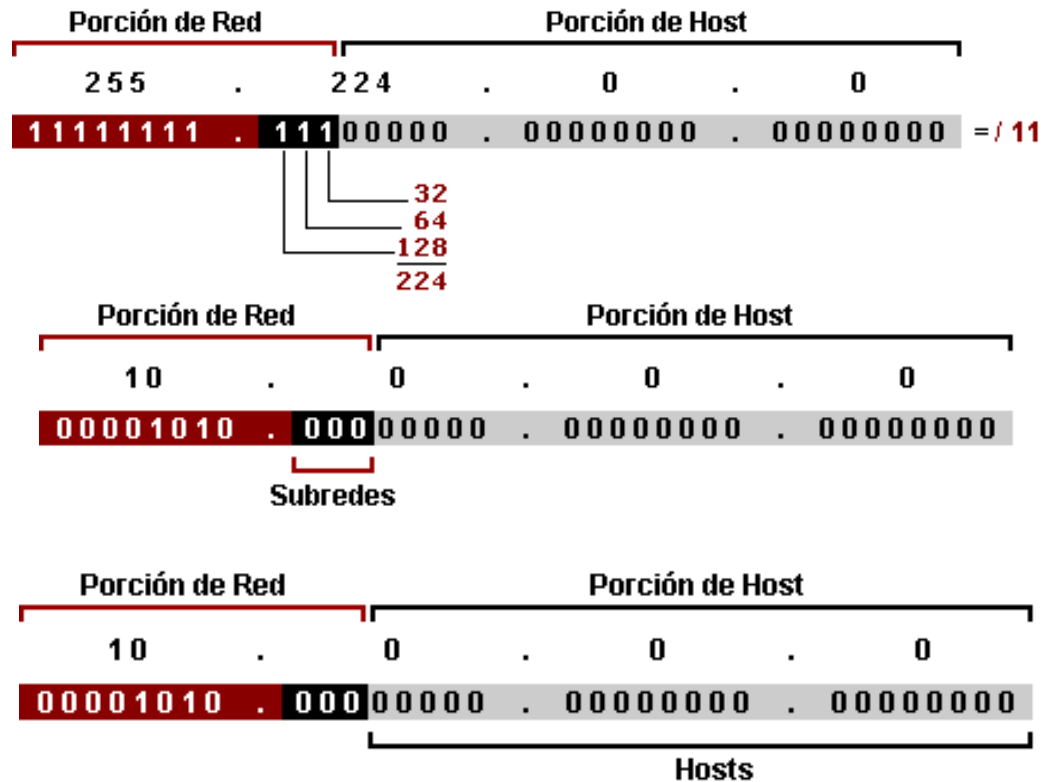
Porción de Red		Porción de Host				
255	.	0	.	0	.	0
11111111	.	00000000	.	00000000	.	00000000

= / 8

2^N	Redes	Mascara Binario	Máscara Decimal
2^1	2	11111111 . 10000000 . 00000000 . 00000000	255 . 128 . 0 . 0
2^2	4	11111111 . 11000000 . 00000000 . 00000000	255 . 192 . 0 . 0
2^3	8	11111111 . 11100000 . 00000000 . 00000000	255 . 224 . 0 . 0
2^4	16	11111111 . 11110000 . 00000000 . 00000000	255 . 240 . 0 . 0
2^5	32	11111111 . 11111000 . 00000000 . 00000000	255 . 248 . 0 . 0
2^6	64	11111111 . 11111100 . 00000000 . 00000000	255 . 252 . 0 . 0
2^7	128	11111111 . 11111110 . 00000000 . 00000000	255 . 254 . 0 . 0

IP (Internet Protocol)

Solución:



IP (Internet Protocol)

Solución:

N° de Subred	Rango IP *		Hosts Asignables x Subred
	Desde	Hasta	
1	10.0.0.0	10.31.255.255	2.097.150
2	10.32.0.0	10.63.255.255	2.097.150
3	10.64.0.0	10.95.255.255	2.097.150
4	10.96.0.0	10.127.255.255	2.097.150
5	10.128.0.0	10.159.255.255	2.097.150
6	10.160.0.0	10.191.255.255	2.097.150
7	10.192.0.0	10.223.255.255	2.097.150
8	10.224.0.0	10.255.255.255	2.097.150

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Subneteo con VLSM (Mascara de Longitud Variable)

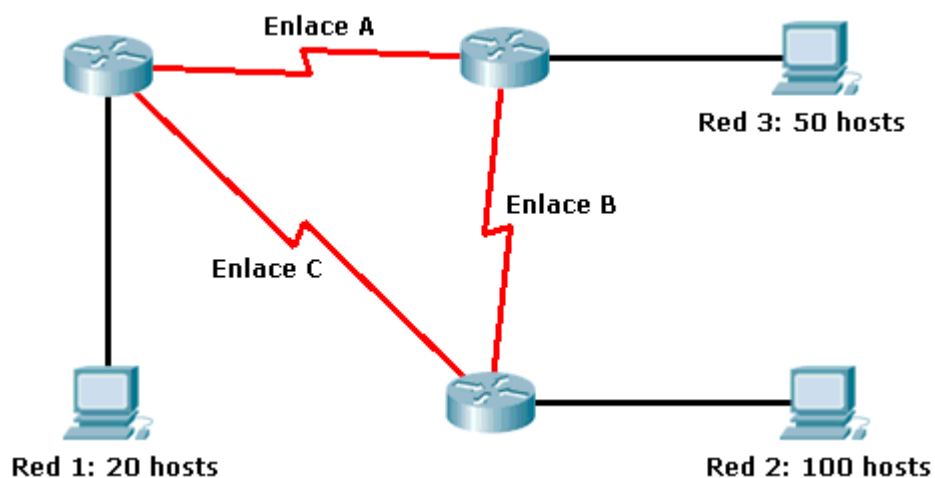
El proceso de VLSM toma una dirección de red o subred y la divide en subredes más pequeñas adaptando las máscaras según las necesidades de hosts de cada subred, generando una máscara diferente para las distintas subredes de una red

IP (Internet Protocol)

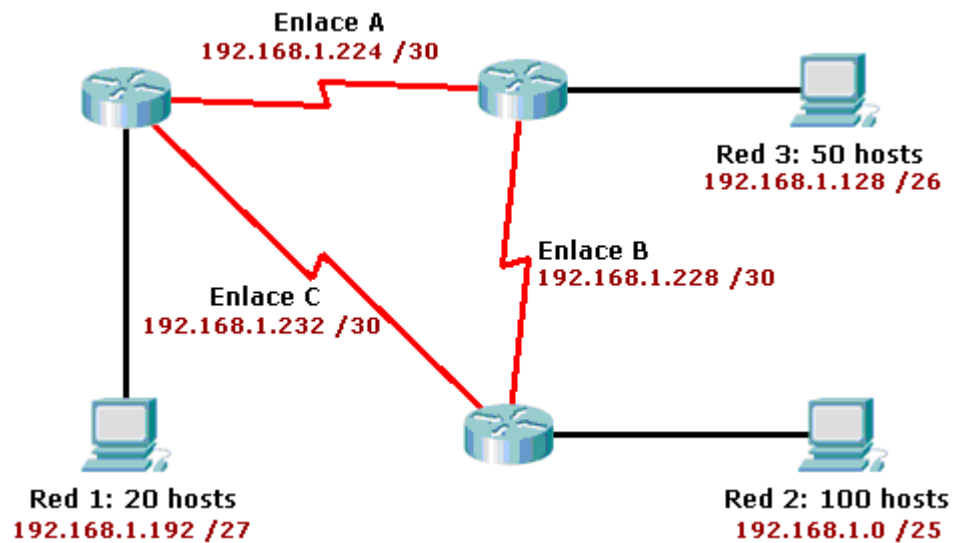
Problema:

Dada la siguiente topología y la dirección IP 192.168.1.0/24, se nos pide que por medio de subneteo con VLSM obtengamos direccionamiento IP para los hosts de las 3 subredes, las interfaces Ethernet de los routers y los enlaces seriales entre los routers.

IP (Internet Protocol)



IP (Internet Protocol)



IP (Internet Protocol)

Solución:

Red 2: $100 \text{ host} + 2 \text{ (red y broadcast)} + 1 \text{ (Ethernet)} = 103 \text{ direcciones}$

Red 3: $50 \text{ host} + 2 \text{ (red y broadcast)} + 1 \text{ (Ethernet)} = 53 \text{ direcciones}$

Red 1: $20 \text{ host} + 2 \text{ (red y broadcast)} + 1 \text{ (Ethernet)} = 23 \text{ direcciones}$

Total Redes: $103 + 53 + 23 = 179 \text{ direcciones}$

Enlace A: $2 + 2 \text{ (red y broadcast)} = 4 \text{ direcciones}$

Enlace B: $2 + 2 \text{ (red y broadcast)} = 4 \text{ direcciones}$

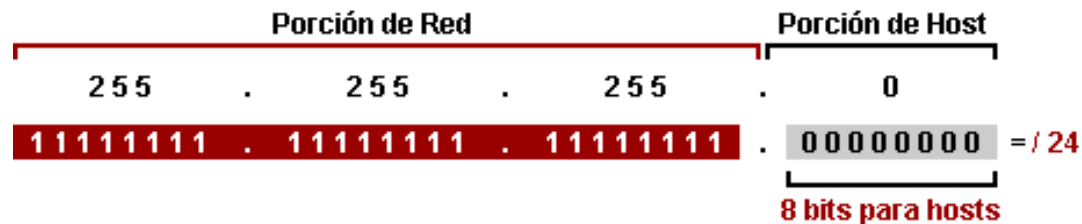
Enlace C: $2 + 2 \text{ (red y broadcast)} = 4 \text{ direcciones}$

Total Enlaces: $4 + 4 + 4 = 12 \text{ direcciones}$

Total Redes + Total Enlaces: $179 + 12 = 191 \text{ direcciones}$

IP (Internet Protocol)

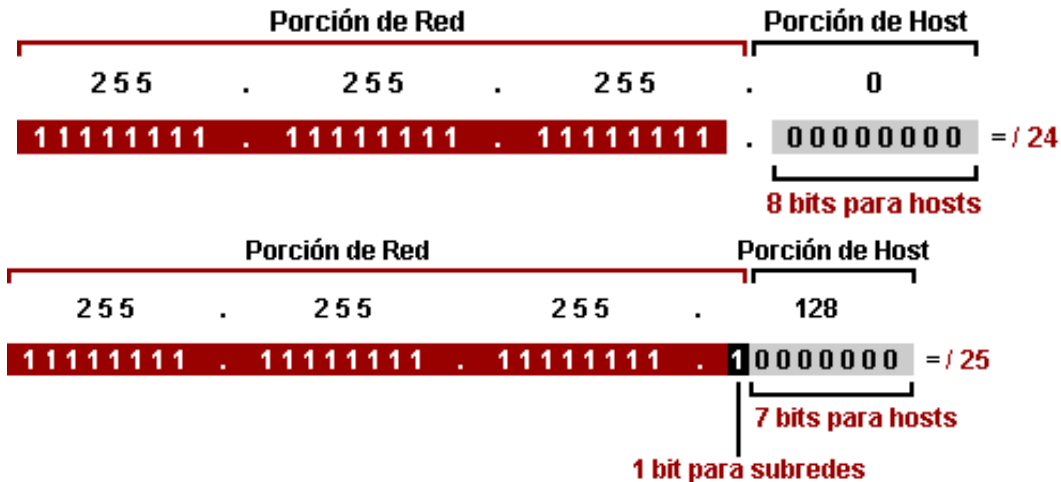
Solución:



- $2^1 = 2$ Direcciones (ninguna asignable)
- $2^2 = 4$ Direcciones (2 direcciones asignables)
- $2^3 = 8$ Direcciones (6 direcciones asignables)
- $2^4 = 16$ Direcciones (14 direcciones asignables)
- $2^5 = 32$ Direcciones (30 direcciones asignables)
- $2^6 = 64$ Direcciones (62 direcciones asignables)
- $2^7 = 128$ Direcciones (126 direcciones asignables)

IP (Internet Protocol)

Solución:

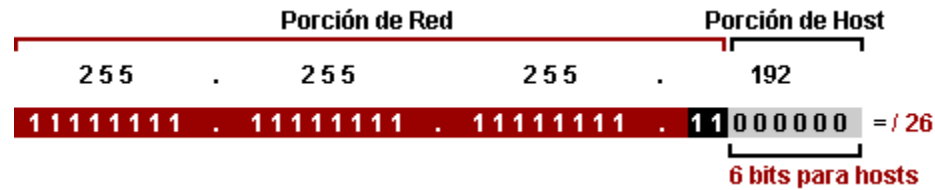
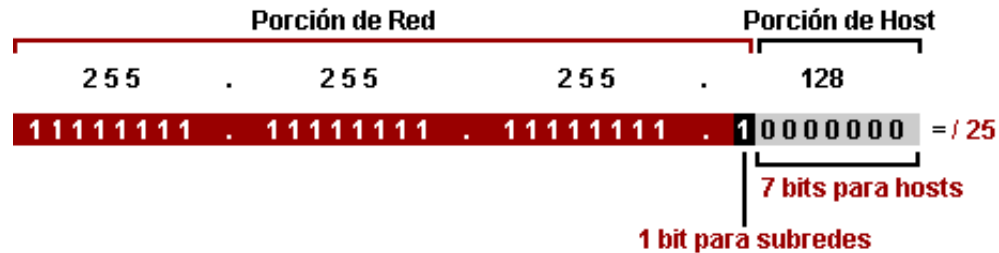


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	192.168.1.0	192.168.1.127	128	RED 2	/25
1	192.168.1.128	192.168.1.255	128

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:

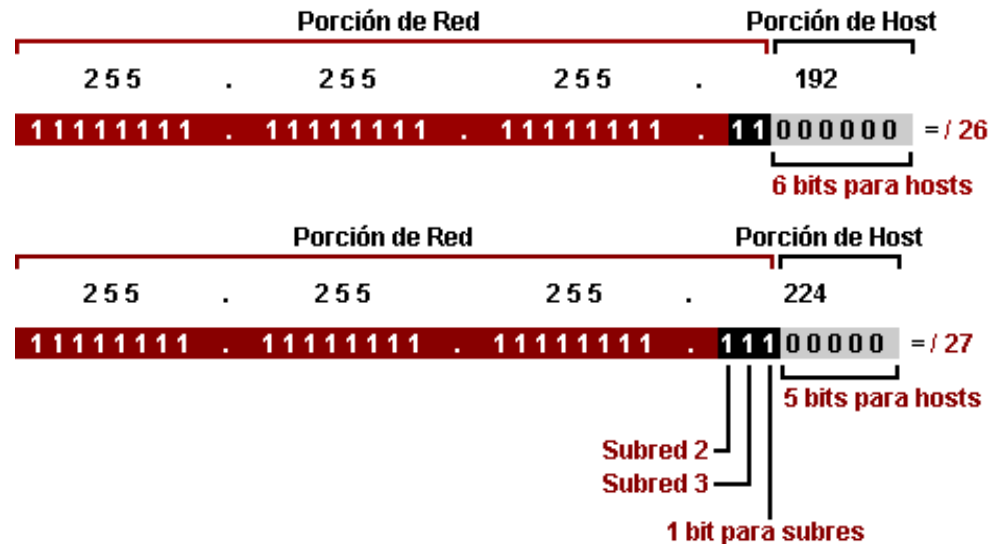


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	192.168.1.0	192.168.1.127	128	RED 2	/25
1	192.168.1.128	192.168.1.191	64	RED 3	/26
2	192.168.1.192	192.168.1.255	64

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:

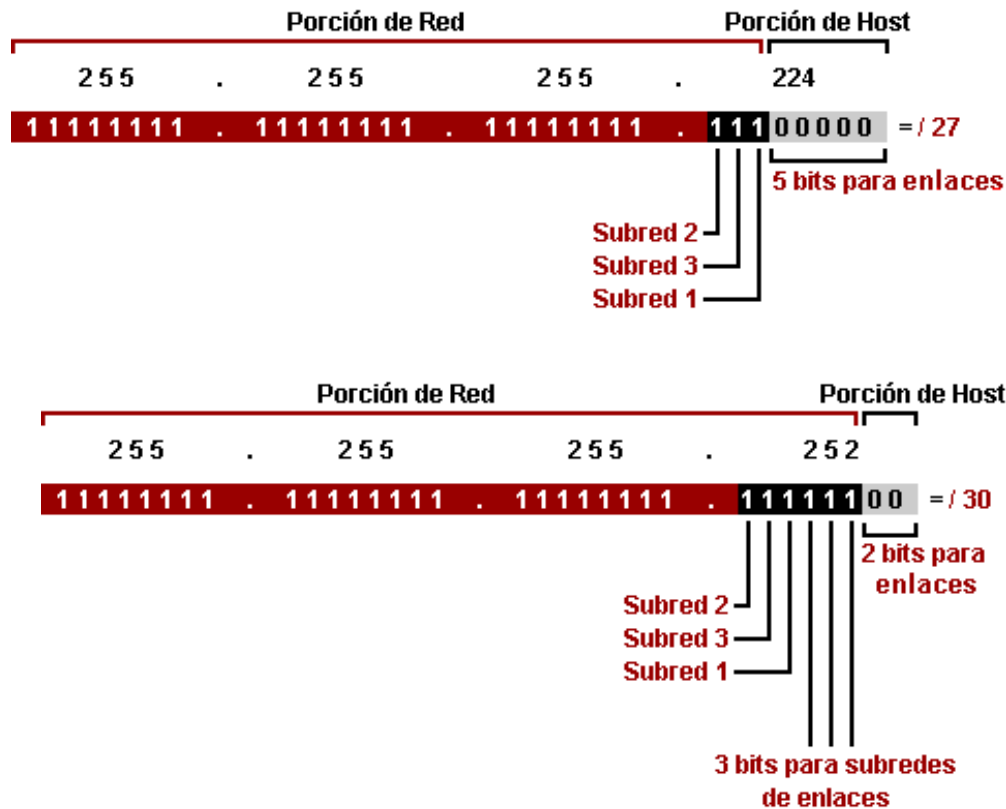


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	192.168.1.0	192.168.1.127	128	RED 2	/25
1	192.168.1.128	192.168.1.191	64	RED 3	/26
2	192.168.1.192	192.168.1.223	32	RED 1	/27
3	192.168.1.224	192.168.1.255	32

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:



IP (Internet Protocol)

Solución:

Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	192.168.1.0	192.168.1.127	128	RED 2	/25
1	192.168.1.128	192.168.1.191	64	RED 3	/26
2	192.168.1.192	192.168.1.223	32	RED 1	/27
3	192.168.1.224	192.168.1.227	4	Enlace A	/30
4	192.168.1.228	192.168.1.231	4	Enlace B	/30
5	192.168.1.232	192.168.1.235	4	Enlace C	/30

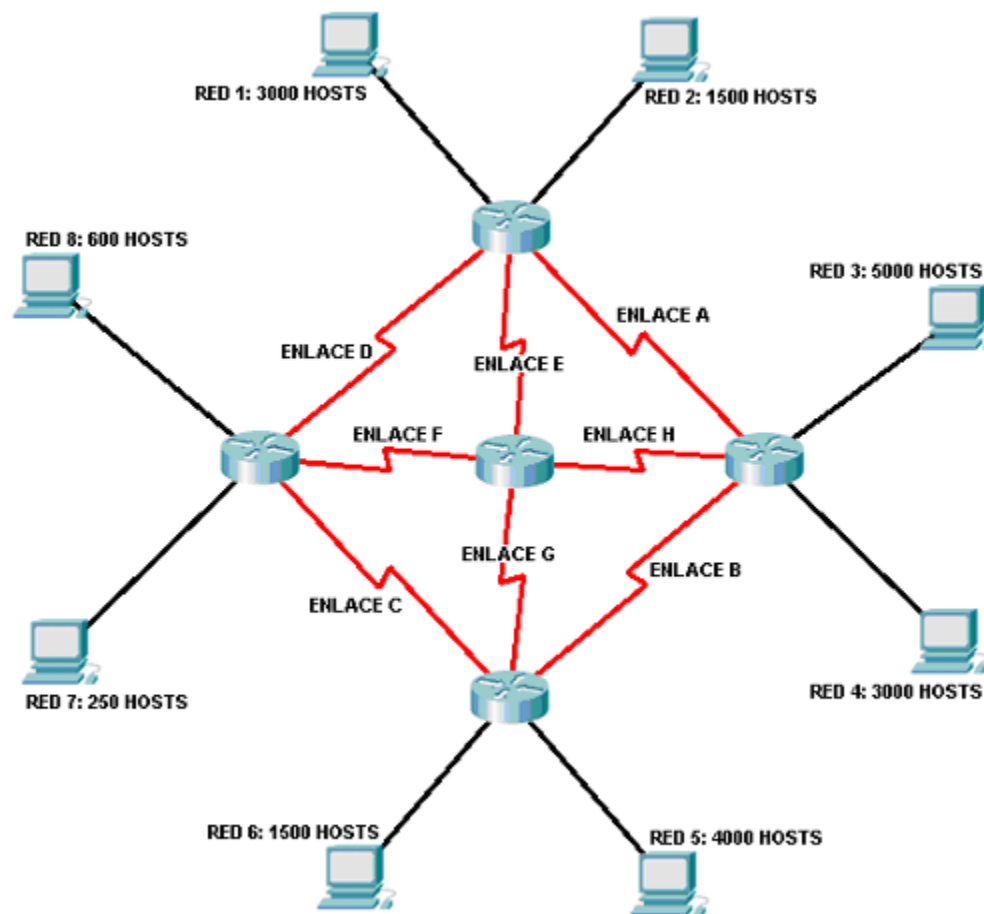
* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

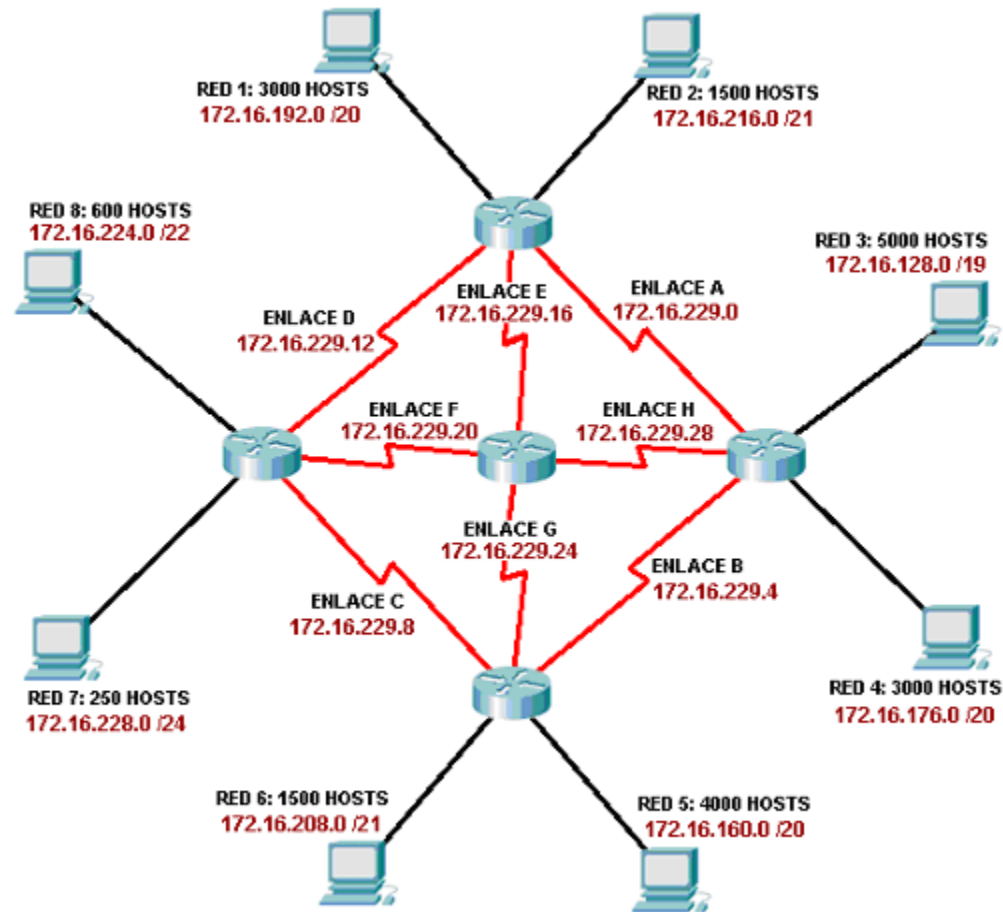
Problema:

Dada la siguiente topología y la dirección IP de subred 172.16.128.0 /17, debemos mediante subneteo con VLSM obtener direccionamiento IP para los hosts de las 8 redes, las interfaces Ethernet de los routers y los enlaces seriales entre los routers.

IP (Internet Protocol)



IP (Internet Protocol)



IP (Internet Protocol)

Solución:

Red 3: 5000 hosts + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **5003 direcciones**

Red 5: 4000 hosts + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **4003 direcciones**

Red 4: 3000 hosts + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **3003 direcciones**

Red 1: 3000 hosts + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **3003 direcciones**

Red 6: 1500 host s + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **1503 direcciones**

Red 2: 1500 hosts + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **1503 direcciones**

Red 8: 600 host s + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **603 direcciones**

Red 7: 250 hosts + 2 (red y broadcast) + 1 (Ethernet) = **253 direcciones**

Total Redes: 5003 + 4003 + 3003 + 3003 + 1503 + 1503 + 603 + 253 = **18.874**

IP (Internet Protocol)

Solución:

Enlace A: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Enlace B: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Enlace C: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Enlace D: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Enlace E: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Enlace F: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Enlace G: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

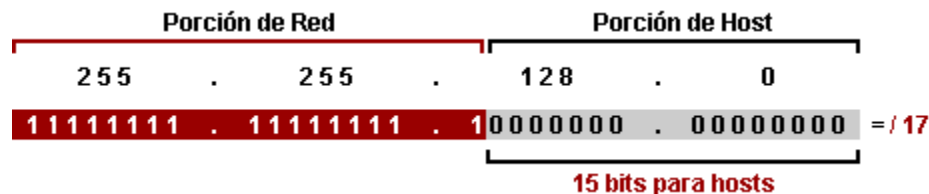
Enlace H: $2 + 2$ (red y broadcast) = **4 direcciones**

Total Enlaces: $4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 32$ direcciones

Total Redes + Total Enlaces: $18.874 + 32 = 18.906$ direcciones

IP (Internet Protocol)

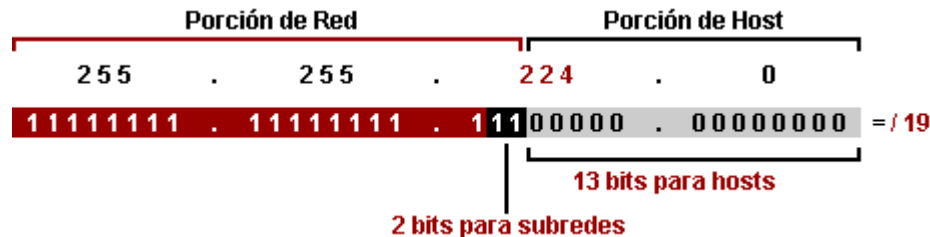
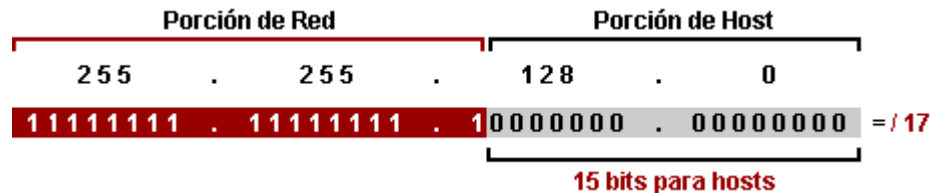
Solución:



- $2^1 = 2$ Direcciones (ninguna asignable)
- $2^2 = 4$ Direcciones (2 direcciones asignables)
- $2^3 = 8$ Direcciones (6 direcciones asignables)
- $2^4 = 16$ Direcciones (14 direcciones asignables)
- $2^5 = 32$ Direcciones (30 direcciones asignables)
- $2^6 = 64$ Direcciones (62 direcciones asignables)
- $2^7 = 128$ Direcciones (126 direcciones asignables)
- $2^8 = 256$ Direcciones (254 direcciones asignables)
- $2^9 = 512$ Direcciones (510 direcciones asignables)
- $2^{10} = 1024$ Direcciones (1022 direcciones asignables)
- $2^{11} = 2048$ Direcciones (2046 direcciones asignables)
- $2^{12} = 4096$ Direcciones (4094 direcciones asignables)
- $2^{13} = 8192$ Direcciones (8190 direcciones asignables)

IP (Internet Protocol)

Solución:

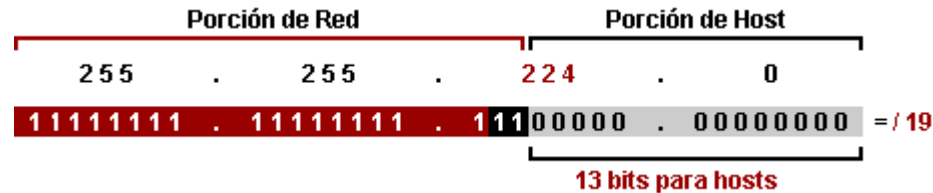


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	---	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2	172.16.160.0	172.16.191.255	8192	---	/19
3	172.16.192.0	172.16.223.255	8192	---	/19
4	172.16.224.0	172.16.255.255	8192	---	/19

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:



1 bit para subredes

Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	---	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	---	/20
3	172.16.192.0	172.16.223.255	8192	---	/19
4	172.16.224.0	172.16.255.255	8192	---	/19

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

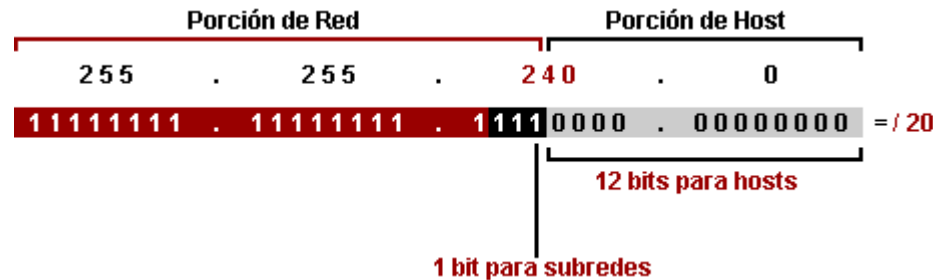
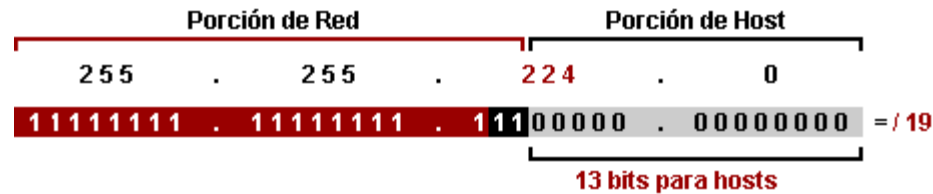
Solución:

Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	---	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3	172.16.192.0	172.16.223.255	8192	---	/19
4	172.16.224.0	172.16.255.255	8192	---	/19

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:

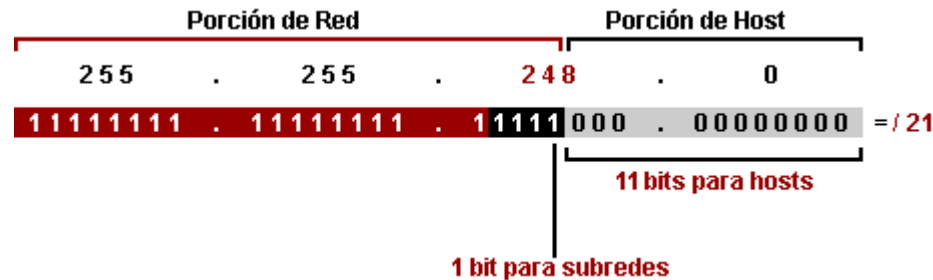


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	...	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3A	172.16.192.0	172.16.207.255	4096	RED 1	/20
3B	172.16.208.0	172.16.223.255	4096	...	/20
4	172.16.224.0	172.16.255.255	8192	...	/19

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:



Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	...	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3A	172.16.192.0	172.16.207.255	4096	RED 1	/20
3B	172.16.208.0	172.16.215.255	2048	RED 6	/21
3C	172.16.216.0	172.16.223.255	2048	...	/21
4	172.16.224.0	172.16.255.255	8192	...	/19

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

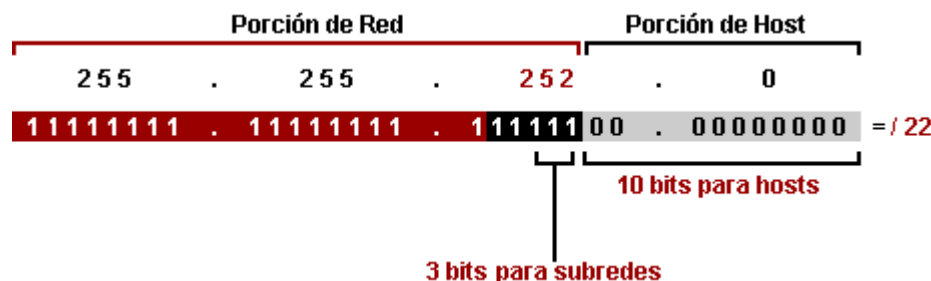
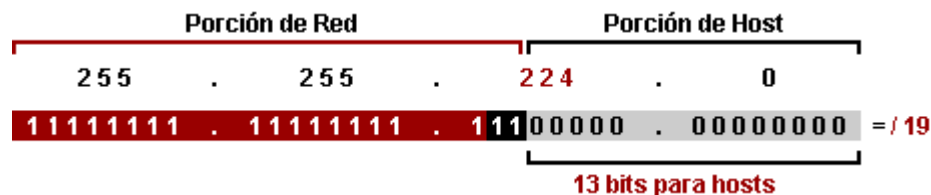
Solución:

Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	---	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3A	172.16.192.0	172.16.207.255	4096	RED 1	/20
3B	172.16.208.0	172.16.215.255	2048	RED 6	/21
3C	172.16.216.0	172.16.223.255	2048	RED 2	/21
4	172.16.224.0	172.16.255.255	8192	---	/19

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:

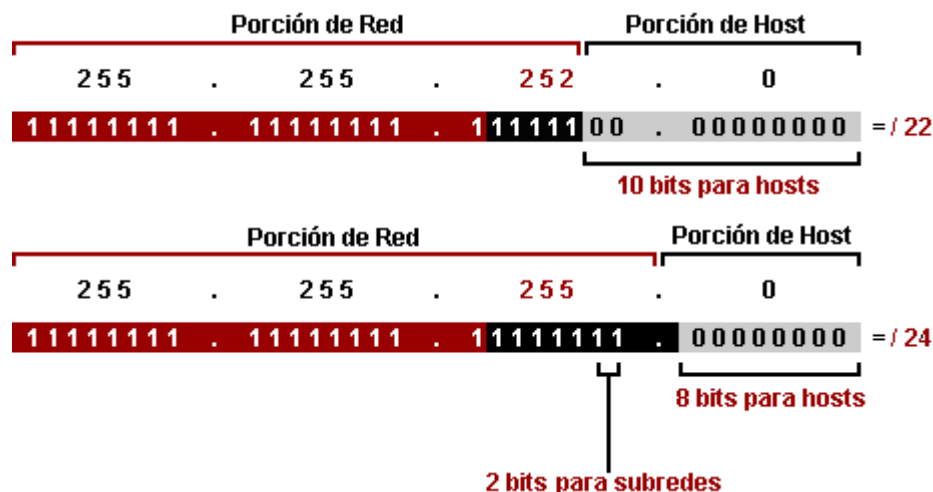


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	...	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3A	172.16.192.0	172.16.207.255	4096	RED 1	/20
3B	172.16.208.0	172.16.215.255	2048	RED 6	/21
3C	172.16.216.0	172.16.223.255	2048	RED 2	/21
4A	172.16.224.0	172.16.227.255	1024	RED 8	/22
4B	172.16.228.0	172.16.255.255	1024	...	/22

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:

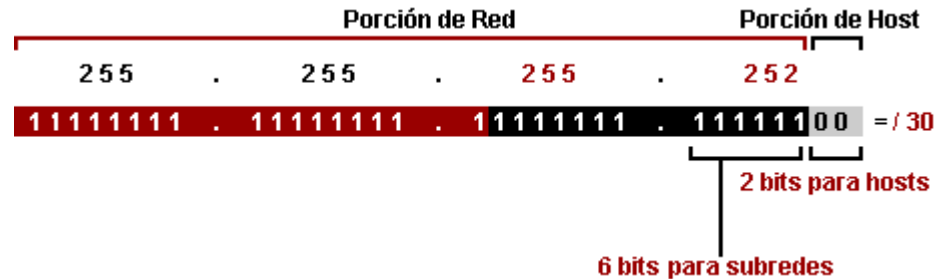
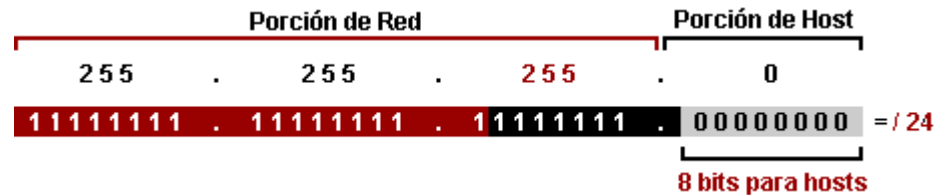


Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	---	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3A	172.16.192.0	172.16.207.255	4096	RED 1	/20
3B	172.16.208.0	172.16.215.255	2048	RED 6	/21
3C	172.16.216.0	172.16.223.255	2048	RED 2	/21
4A	172.16.224.0	172.16.227.255	1024	RED 8	/22
4B	172.16.228.0	172.16.228.255	256	RED 7	/24
4C	172.16.229.0	172.16.229.255	256	---	/24

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Solución:



IP (Internet Protocol)

Solución:

Subred	Rango IP *		Direcciones x Subred	Asignada	
	Desde	Hasta			
0	172.16.0.0	172.16.127.255	32768	---	/17
1	172.16.128.0	172.16.159.255	8192	RED 3	/19
2A	172.16.160.0	172.16.175.255	4096	RED 5	/20
2B	172.16.176.0	172.16.191.255	4096	RED 4	/20
3A	172.16.192.0	172.16.207.255	4096	RED 1	/20
3B	172.16.208.0	172.16.215.255	2048	RED 6	/21
3C	172.16.216.0	172.16.223.255	2048	RED 2	/21
4A	172.16.224.0	172.16.227.255	1024	RED 8	/22
4B	172.16.228.0	172.16.228.255	256	RED 7	/24
4C	172.16.229.0	172.16.229.3	4	Enlace A	/30
4D	172.16.229.4	172.16.229.7	4	Enlace B	/30
4E	172.16.229.8	172.16.229.11	4	Enlace C	/30
4F	172.16.229.12	172.16.229.15	4	Enlace D	/30
4G	172.16.229.16	172.16.229.19	4	Enlace E	/30
4H	172.16.229.20	172.16.229.23	4	Enlace F	/30
4I	172.16.229.24	172.16.229.27	4	Enlace G	/30
4J	172.16.229.28	172.16.229.31	4	Enlace H	/30

* La primera y la última dirección IP de cada Subred no se asignan ya que contienen la dirección de red y broadcast de la Subred.

IP (Internet Protocol)

Offset del Octeto	Bit Offset	0								1								2								3							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Versión				Clase de Tráfico								Etiqueta de Flujo																			
4	32	Longitud del campo de datos															Cabecera Siguiente								Limite de Saltos								
8	64	Dirección de Origen																															
C	96																																
10	128																																
14	160																																
18	192	Dirección de Destino																															
1C	224																																
20	256																																
24	288																																

Datagrama IPv6

Enrutamiento en Internet

La internet consiste de sistemas autónomos (SA) interconectados. El administrador de cada sistema autónomo escoge un algoritmo de enrutamiento para su región



Enrutamiento en Internet

Los algoritmos de enrutamiento empleados para sistemas autónomos son:

RIP (Routing Information Protocol): Se basa en el algoritmo de distance vector. Limita el diámetro de la red a 15 saltos. Los enrutadores intercambian las tablas de enrutamiento con sus vecinos

IGRP: (Internal Gateway Routing Protocol): Se basa en el algoritmo de distance vector. Es propietario de Cisco

Enrutamiento en Internet

OSPF (Open Shortest Path First): Se basa en el algoritmo de link state. Cada enrutador construye un mapa entero de la red. Permite asignar diferentes caminos a un datagrama. La información de enrutamiento requiere de autenticación. Permite asignar calidad de servicio a diferentes tipos de tráfico

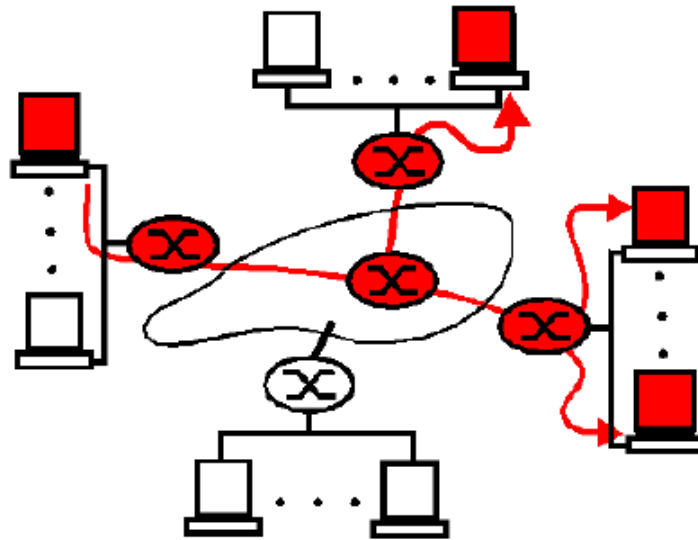
Enrutamiento en Internet

Para conectar los sistemas autónomos se emplea el algoritmo BGP

BGP (Border Gateway Protocol): A diferencia de los otros algoritmos de enrutamiento no propaga costos sino caminos; es decir; la ruta de enrutadores hasta un sistema autónomo determinado. Es de criterio del administración de cada sistema autónomo rechazar ciertas rutas

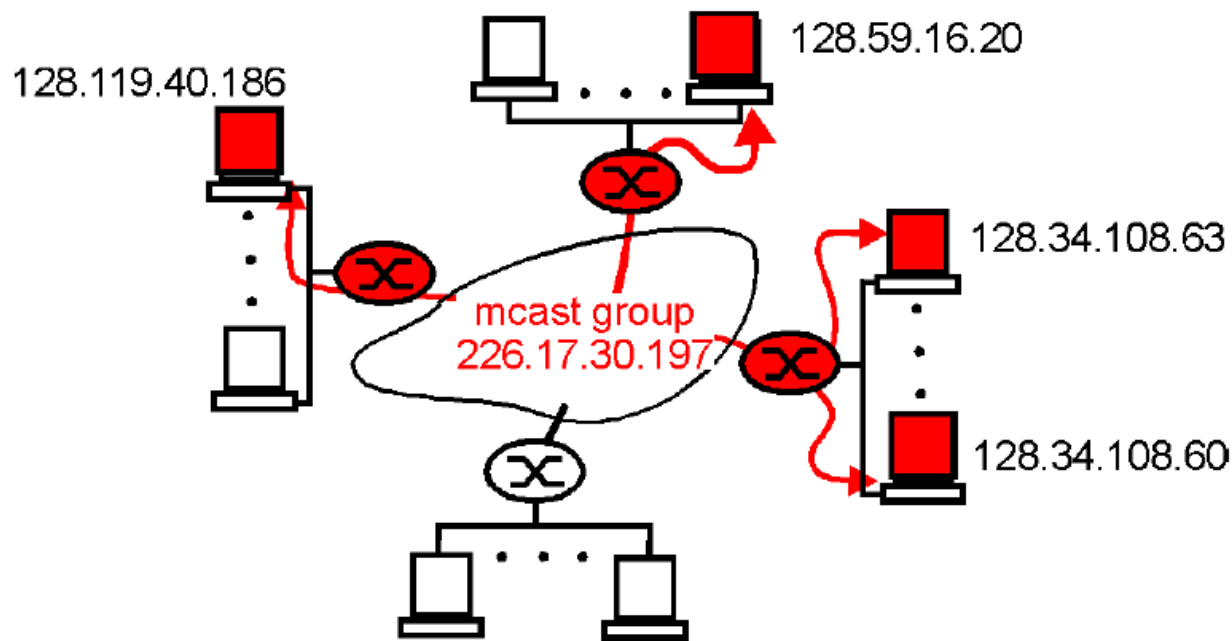
Multicast

La comunicación entre un emisor y un receptor emplea direcciones IP del tipo Unicast, para varios receptores se emplean direcciones del tipo Multicast



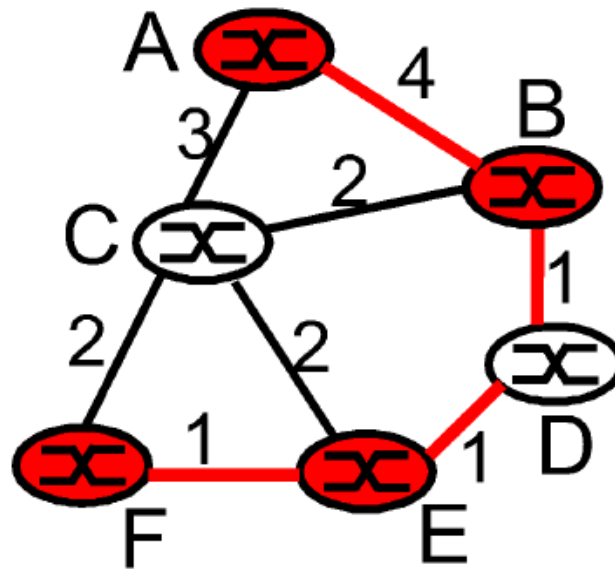
Multicast

Se emplea un identificador de grupo por medio de una dirección IP de clase D



Multicast

El objetivo del enrutamiento Multicast es encontrar el árbol que conecta todos los enrutadores que tienen equipos pertenecientes al grupo Multicast



Bibliografía

Computer Networking: A Top-Down Approach

Sexta Edición (2012)

James F. Kurose and Keith W. Ross

Using Snort and Ethereal to Master The 8 Layers Of An Insecure Network

Primera Edición (2006)

Michael Gregg, Stephen Watkins, George Mays, Chris Ries, Ronald M. Bades, Brandon Franklin

Asesorías

daniel.barragan@correounivalle.edu.co

Edificio 331 – Oficina 2114

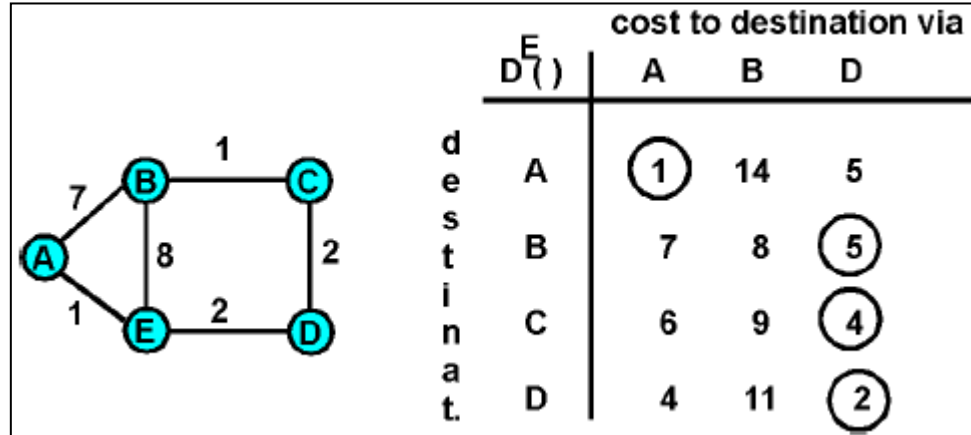
Lunes y Miércoles 2:00 pm – 5:00 pm



Enrutamiento (Anexo)

Distance Vector Routing

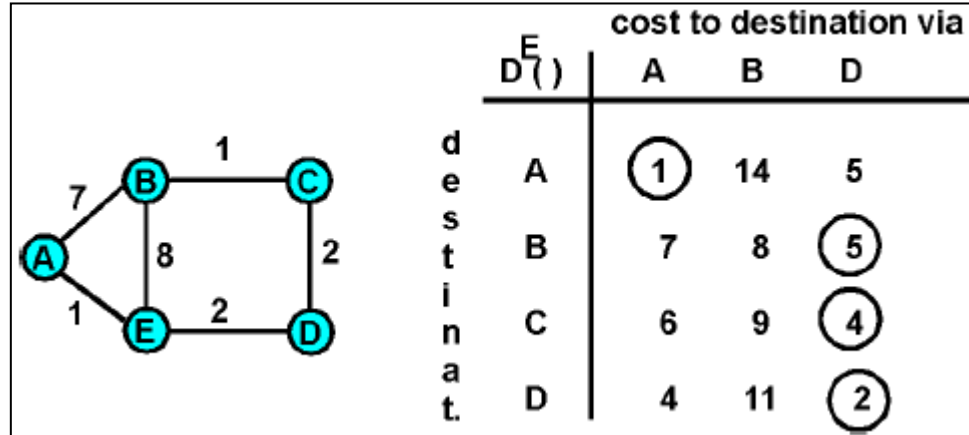
Otra forma de representar el algoritmo gráficamente es como se muestra en la siguiente figura.



Enrutamiento (Anexo)

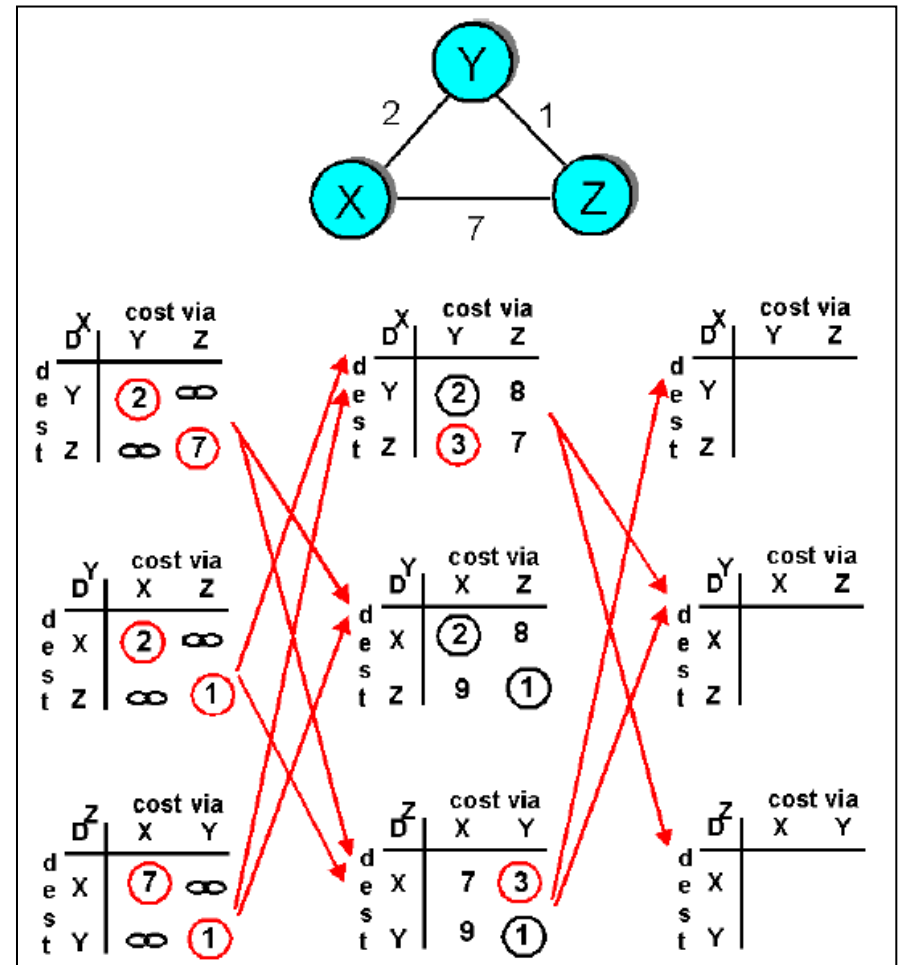
Distance Vector Routing

Interpretación: Estando en E, si el primer movimiento fue hacia B, el costo del camino mas corto hacia A es 14 ($8+1+2+2+1$)



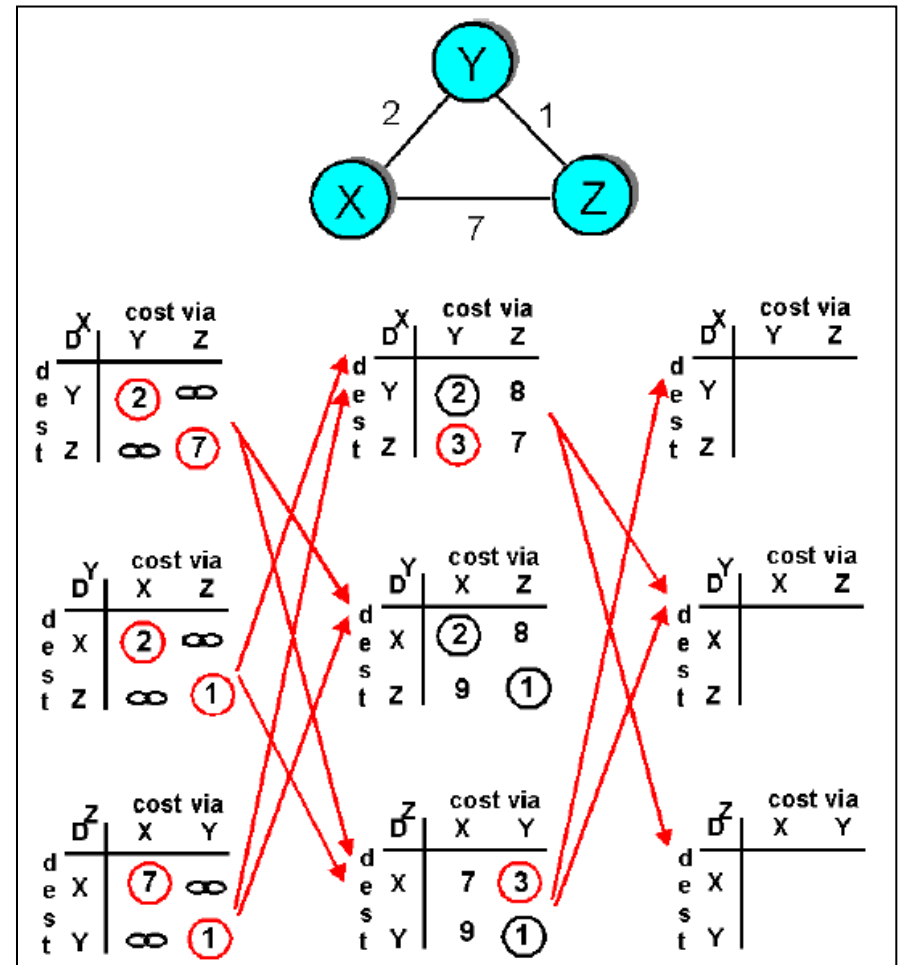
Enrutamiento (Anexo)

En la gráfica se puede observar la convergencia del algoritmo (empleando la nueva representación) para el mismo ejemplo tratado en clase



Enrutamiento (Anexo)

Note que en un comienzo se marcan como infinitos los caminos para los que se desconoce su costo



Enrutamiento (Anexo)

Problema

Empleando la nueva representación, muestre la convergencia del algoritmo para la topología que se muestra en la figura

