

## Práctico 2: Capa de Red

### Objetivos:

- Comprender el protocolo IP.
- Comprender los conceptos de direcciones de red, subnet/supernet, máscara de red, puerta de enlace y dirección de broadcast.
- Comprender el concepto de ruteo estático y entender su funcionamiento.
- Comprender el protocolo ARP.

### Bibliografía y links de ayuda:

- Computer Networking de Kurose y Ross, Capítulo 4 y 5;
- Douglas E. Comer Capítulo 7 y 8;
- [https://www.wireshark.org/docs/wsug\\_html\\_chunked](https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked)
- <http://jodies.de/ipcalc>
- <http://www.vlsm-calc.net/>
- <http://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/download-packet-tracer-for-windows-and-linux.html>
- <https://study-ccna.com/ios-basic-commands/>

### NOTA 1 :

Los prácticos se deben ejecutar en Linux, idealmente Ubuntu 16.04 LTS. Aquellos que tengan Windows pueden instalar una máquina virtual para realizar los prácticos desde allí.

### NOTA 2:

Para la presentación de subredes, presentar la información tabulada.

### NOTA 3:

En los ejercicios en los que haya que confeccionar alguna topología de red, se sugiere utilizar el software PacketTracer (Enlaces de descarga en los links de ayuda).

## Ejercicio 1: Cálculos en espacios IP.

1.1 Sea la red 192.168.0.0/24, obtenga los espacios IP para una subdivisión en 2, 4 y 8 redes, identificando en cada caso dirección de red, máscara, puerta de enlace, dirección de broadcast y espacio de direccionamiento útil.

1.2 Sea la red 10.3.0.0/16, se necesitan redes separadas en donde a cada red no se conectarán más de 300 hosts por subred. Como requerimiento, se pide los espacios IP utilizando la máscara de subred que minimice la cantidad de direcciones IP en desuso.

1.3 Sea la red 200.16.22.0/24, se necesita direccionar 400 hosts en la red. ¿Es posible hacerlo en una red de éstas características? Responda Si/No, justificando cómo hacerlo, cualquiera sea su respuesta.

¿Qué diferencia se puede encontrar entre las direcciones de los primeros dos ejercicios respecto de la del tercer ejercicio?

1.1.-

### Subdivisión en 2:

→ *Subred 1*

**Dirección de red:** 192.168.0.0/25

**Mascara:** 255.255.255.128

**Puerta de enlace:** 192.168.0.1

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.127

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.1 a 192.168.0.126

→ *Subred 2*

**Dirección de red:** 192.168.0.128/25

**Mascara:** 255.255.255.128

**Puerta de enlace:** 192.168.0.129

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.255

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.129 a 192.168.0.254

### Subdivisión en 4:

→ *Subred 1*

**Dirección de red:** 192.168.0.0/26

**Mascara:** 255.255.255.192

**Puerta de enlace:** 192.168.0.1

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.63

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.1 a 192.168.0.62

→ *Subred 2*

**Dirección de red:** 192.168.0.64/26

**Mascara:** 255.255.255.192

**Puerta de enlace:** 192.168.0.65

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.127

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.65 a 192.168.0.126

→ *Subred 3*

**Dirección de red:** 192.168.0.128/26

**Mascara:** 255.255.255.192

**Puerta de enlace:** 192.168.0.129

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.191

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.129 a 192.168.0.190

→ *Subred 4*

**Dirección de red:** 192.168.0.192/26

**Mascara:** 255.255.255.192

**Puerta de enlace:** 192.168.0.193

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.255

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.193 a 192.168.0.254

Subdivisión en 8:

→ *Subred 1*

**Dirección de red:** 192.168.0.0/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.1

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.31

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.1 a 192.168.0.30

→ *Subred 2*

**Dirección de red:** 192.168.0.32/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.33

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.63

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.33 a 192.168.0.62

→ *Subred 3*

**Dirección de red:** 192.168.0.64/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.65

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.95

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.65 a 192.168.0.94

→ *Subred 4*

**Dirección de red:** 192.168.0.96/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.97

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.127

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.97 a 192.168.0.126

→ *Subred 5*

**Dirección de red:** 192.168.0.128/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.129

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.159

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.129 a 192.168.0.158

→ *Subred 6*

**Dirección de red:** 192.168.0.160/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.161

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.191

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.161 a 192.168.0.190

→ *Subred 7*

**Dirección de red:** 192.168.0.192/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.193

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.223

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.193 a 192.168.0.222

→ *Subred 8*

**Dirección de red:** 192.168.0.224/27

**Mascara:** 255.255.255.224

**Puerta de enlace:** 192.168.0.225

**Dirección de broadcast:** 192.168.0.255

**Espacio de direccionamiento útil:** 192.168.0.225 a 192.168.0.254

## 1.2.-

La dirección de red 10.3.0.0/16 presenta 65535 hosts disponibles, el objetivo es subdividir este número obteniendo como mínimo 300 hosts por subred de manera que se minimice la cantidad de direcciones IP en desuso.

Si se utilizan 24 bits de red (dejando 8 bits para hosts), la cantidad de hosts disponibles por subred es de 255 por lo que no se alcanza el mínimo deseado. Al utilizar 23 bits de red se obtienen 510 direcciones IP disponibles por subred, minimizando la cantidad de direcciones IP en desuso (quedarían 210 sin usar).

De esta manera, la red queda dividida en 128 subredes, con la mascara **255.255.254.0**

### 1.3-

No es posible direccionar 400 hosts en la red 200.16.22.0/24 debido a que, al tener 24 bits de red, quedan 8 bits para los hosts, dejando como máximo 254 hosts disponibles en esa red. Para poder direccionar más de 254 hosts, habría que quitar un bit de red y dejarlo para los hosts, dejando la red de la siguiente manera:

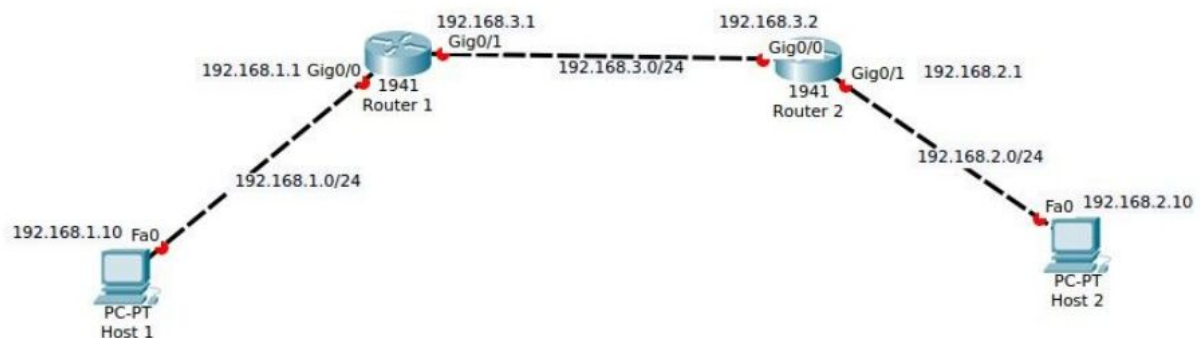
200.16.22.0/23 - 23 bits de red - 9 bits de host - 510 hosts disponibles

### 1.4-

La diferencia entre las direcciones es que las dos primeras se tratan de redes privadas mientras que la de este ejercicio se trata de una dirección de IP pública.

## Ejercicio 2:

2.1 Implementar la topología siguiente en el packet tracer:



2.2 Asignar las direcciones IP correspondientes a los hosts y las interfaces de los routers.

2.3 Asignar un default Gateway en el Host1 y Host2. ¿Host1 puede mandar un ping al Router1? Al Router 2? Al Host2? ¿Por qué (no) funciona?

2.4 Agregar la red 192.168.2.0/24 en la tabla de ruteo del Router 1. Repetir los tests del punto 2.3. ¿Por qué (no) llega el ping?

2.5 Agregar la red 192.168.1.0/24 en la tabla de ruteo del Router 2. Repetir los tests del punto 2.3. ¿Por qué (no) llega el ping?

### 2.3-

Teniendo asignada la puerta de enlace en el Host 1, este recibe una respuesta al ping que hace al Router 1, porque el Router 1 actúa como la puerta de enlace de la PC1.

El Host 1 no recibe respuesta del ping hecho al Router 2 ni al Host 2 porque ni el Router 1 ni el Router 2 tienen las tablas de ruteo asignadas (no saben a donde redireccionar un paquete que tiene como destino una dirección IP desconocida).

### 2.4-

Teniendo asignada la tabla de ruteo en el Router 1, de la siguiente manera:

**Red destino:** 192.168.2.0

**Mascara:** 255.255.255.0

**Salgo siguiente:** 192.168.3.2 (Router 2)

Al hacer los ping:

**Host 1 a Router 2:** se produce un time out porque, si bien el paquete llega al Router 2, este no tiene la dirección de la red de Host 1 en su tabla de ruteo por lo que, cuando tiene que devolver el paquete al Host 1, no sabe a donde enviarlo.

**Host 1 a Host 2:** se produce un time out por la misma razón que antes. El paquete llega a Host 2 porque el Router 1 tiene en su tabla de ruteo la dirección de red del Host 2, pero el paquete no puede volver.

### 2.5-

Agregando en la tabla de ruteo en el Router 2, de la siguiente manera:

**Red destino:** 192.168.1.0

**Mascara:** 255.255.255.0

**Salgo siguiente:** 192.168.3.1 (Router 1)

Tanto el ping de Host 1 al Router 1 como del Host 1 al Host 2 es exitoso, ya que ambos router saben a donde redireccionar los paquetes. La entrega indirecta se realiza efectivamente.

### Ping del Host 1 al Host 2:

```
C:\>ping 192.168.2.10

Pinging 192.168.2.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=14ms TTL=126
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time=12ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.2.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 14ms, Average = 6ms
```

### Ping del Host 2 al Host 1:

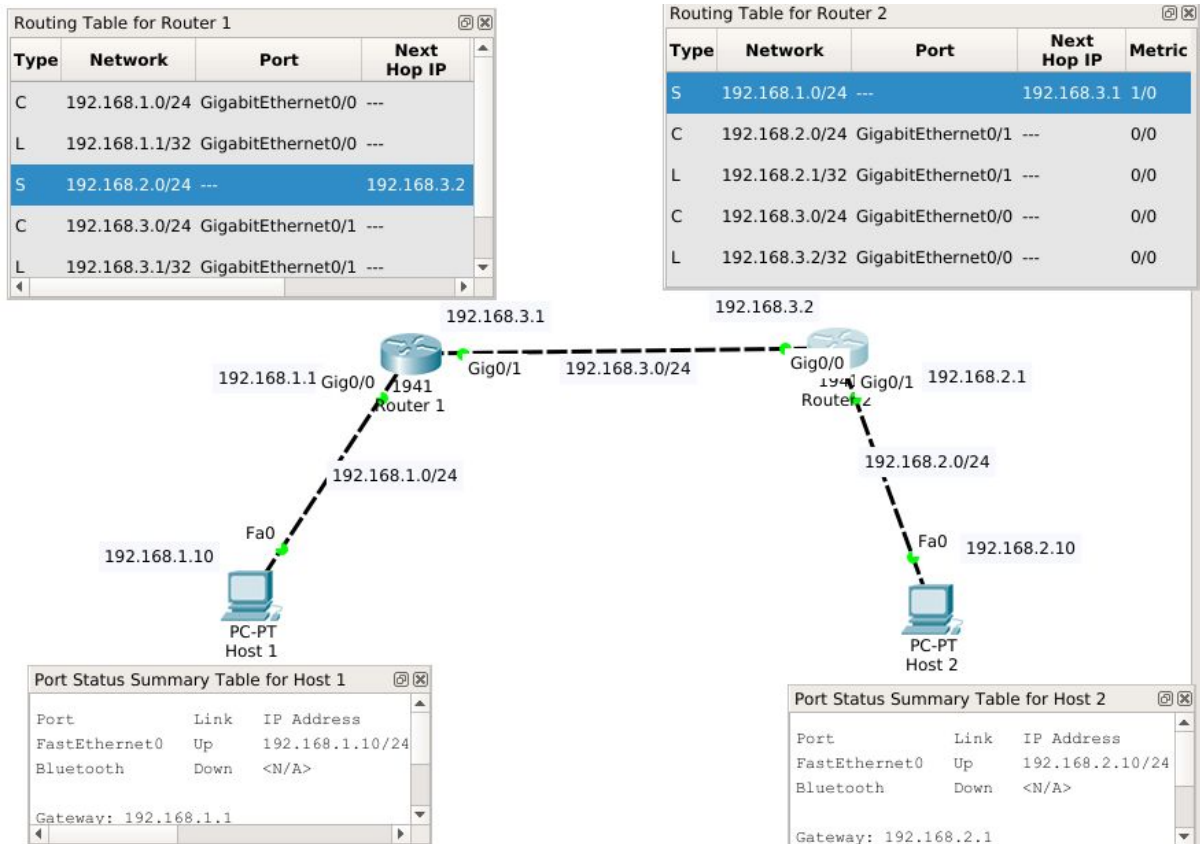
```
C:\>ping 192.168.1.10

Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=14ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=11ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 14ms, Average = 6ms
```

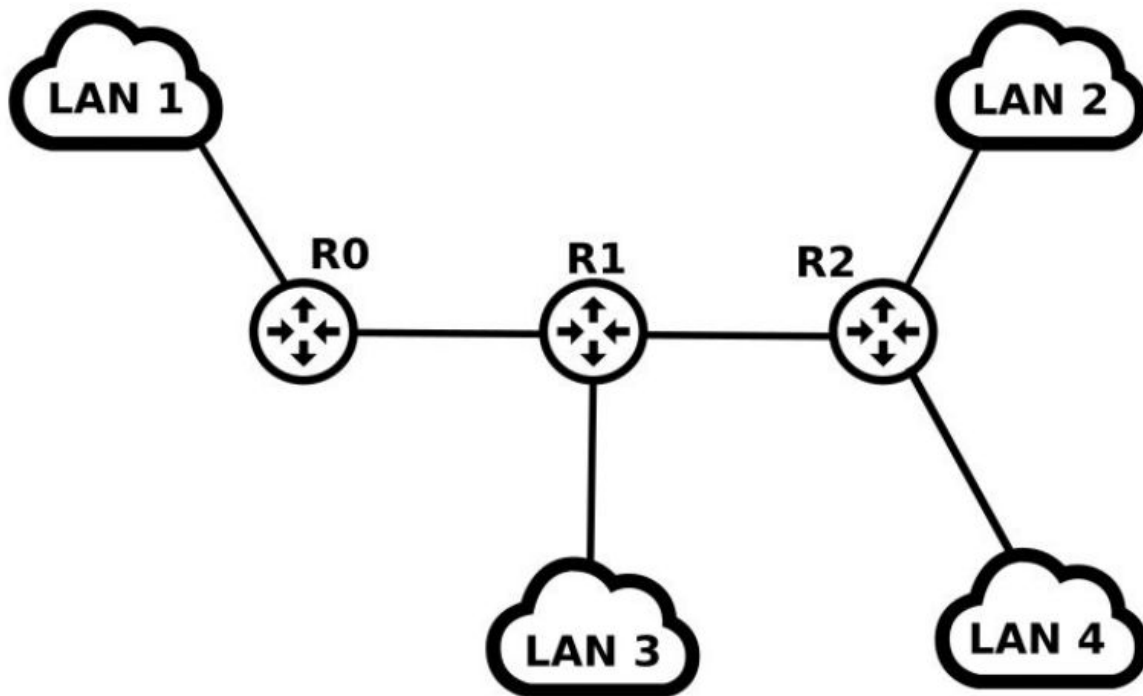
### Configuración completa de la red:



### Ejercicio 3: Redes de área local. Ruteo estático. VLSM.

Supongamos que tenemos sólo una dirección de red disponible para usar, la 172.18.32.0/16.

Se necesita armar una topología como la siguiente:



Sabiendo que:

- A la LAN1 se conectarán un promedio de 3800 hosts.
- A la LAN2 se conectarán un promedio de 1500 hosts.
- La LAN3 es de administración, por lo que no se conectarán más de 20 hosts.
- A la LAN4 se conectarán un promedio de 400 hosts.

3.1 ¿De cuántas redes debemos disponer para poder lograr comunicación total entre los hosts?

3.2 Definir el espacio de direcciones IP para cada red, ya sea Link o LAN, especificando en cada caso: Dirección de red, máscara de subred, puerta de enlace, dirección de broadcast y espacio de direccionamiento útil. **Como requerimiento, se pide los espacios IP utilizando la máscara de subred que minimice la cantidad de direcciones IP en desuso.**

3.3 Definidos los espacios de redes a utilizar, describir cómo sería la tabla de enrutamiento para los routers R0, R1 y R2.



3.4 Explicar paso a paso cómo sucede el proceso de comunicación entre un host de la LAN1 y la LAN4.

3.5 Implementar la topología planteada en PacketTracer, definiendo las tablas de ruteo antes descritas y teniendo en cuenta que no es necesario simular la cantidad de hosts calculados en cada subred, con un host por LAN es suficiente.

**AYUDA:** Se pueden crear subredes a partir de una subred ;)

### 3.1-

Se necesitan 6 subredes para comunicar totalmente a todos los hosts, ya que hay 4 redes LAN y 2 Links para los Router.

### 3.2-

**Link1** es el enlace entre Router0 y Router1.

**Link2** es el enlace entre Router1 y Router2.

Subred	Dir. de red	Mascara de subred	Puerta de enlace	Dir. de broadcast	Espacio asignable
<b>LAN1</b>	172.18.32.0	/20	172.18.32.1	172.18.47.255	172.18.32.1 - 172.18.47.254
<b>Link1</b>	172.18.58.32	/30	172.18.58.33	172.18.58.35	172.18.58.33 - 172.18.58.34
<b>LAN3</b>	172.18.58.0	/27	172.18.58.1	172.18.58.31	172.18.58.1 - 172.18.58.30
<b>Link2</b>	172.18.58.36	/30	172.18.58.37	172.18.58.39	172.18.58.37 - 172.18.58.38
<b>LAN2</b>	172.18.48.0	/21	172.18.48.1	172.18.55.255	172.18.48.1 - 172.18.55.254
<b>LAN4</b>	172.18.56.0	/23	172.18.56.1	172.18.57.255	172.18.56.1 - 172.18.57.254

La cantidad de hosts disponibles para utilizar es de 6684 mientras que el número de hosts establecidos en los requerimientos son de 5724, el porcentaje de desuso mínimo es 14,4%

### 3.3-

**Tabla de ruteo para R0:**

Dir. de destino	Salto siguiente
172.18.32.0/20 (LAN1)	Directamente conectado
172.18.58.0/27 (LAN3)	172.18.58.33 (Router1)
172.18.56.0/23 (LAN4)	172.18.58.33 (Router1)
172.18.48.0/21 (LAN2)	172.18.58.33 (Router1)

**Tabla de ruteo para R1:**

Dir. de destino	Salto siguiente
172.18.58.0/27 (LAN3)	Directamente conectado
172.18.56.0/23 (LAN4)	172.18.58.37 (Router2)
172.18.48.0/21 (LAN2)	172.18.58.37 (Router2)
172.18.32.0/20 (LAN1)	172.18.58.34 (Router0)

**Tabla de ruteo para R2:**

Dir. de destino	Salto siguiente
172.18.58.0/27 (LAN3)	172.18.58.38 (Router1)
172.18.56.0/23 (LAN4)	Directamente conectado
172.18.48.0/21 (LAN2)	Directamente conectado
172.18.32.0/20 (LAN1)	172.18.58.38 (Router1)

### 3.4-

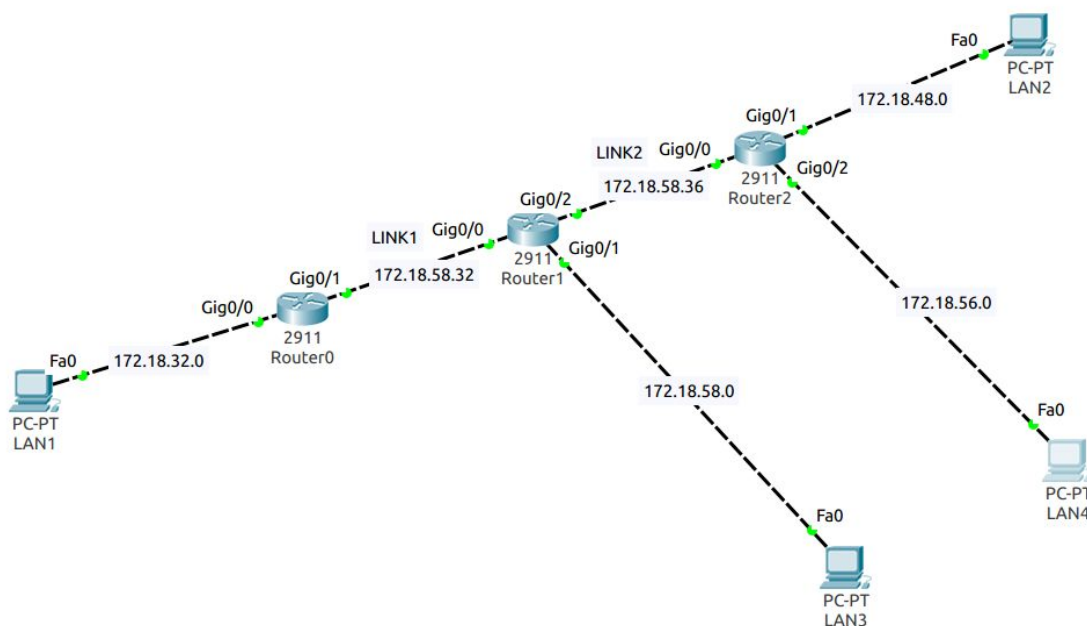
La comunicación entre un **host (A)** de la **LAN1** y un **host (B)** de la **LAN4** se realiza de la siguiente manera:

- ❖ El host **A** envía un paquete con dirección de destino la del host **B**, la cual está dentro de las direcciones de la **LAN4** (172.18.56.0) a su puerta de enlace, que sería el **Router0** (172.18.32.1).
- ❖ El **Router0** recibe ese paquete y, utilizando su tabla de ruteo, se fija a donde tiene que redireccionarlo.

- ❖ En su tabla aparece que, los paquetes con destino a la red de **LAN4** deben ser redireccionados al **Router1**. Reenvía el paquete al **Router1** manteniendo la dirección de destino del host **B**.
- ❖ El **Router1** recibe el paquete y lo redirecciona al **Router2**, ya que así lo indica su tabla de ruteo.
- ❖ El **Router2** recibe el paquete y, utilizando su tabla de ruteo, entrega el paquete al destino en la **LAN4**, ya que la tabla indica que está directamente conectado.

### 3.5-

#### Topología implementada en Packet Tracer



Pings desde host de LAN1 a hosts de LAN4 y de LAN2.

```
C:\>ping 172.18.56.2

Pinging 172.18.56.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 172.18.56.2: bytes=32 time=12ms TTL=125
Reply from 172.18.56.2: bytes=32 time=12ms TTL=125
Reply from 172.18.56.2: bytes=32 time=12ms TTL=125

Ping statistics for 172.18.56.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 12ms, Maximum = 12ms, Average = 12ms
```

```
C:\>ping 172.18.48.2

Pinging 172.18.48.2 with 32 bytes of data:

Reply from 172.18.48.2: bytes=32 time=12ms TTL=125
Reply from 172.18.48.2: bytes=32 time=13ms TTL=125
Reply from 172.18.48.2: bytes=32 time=13ms TTL=125
Reply from 172.18.48.2: bytes=32 time=11ms TTL=125

Ping statistics for 172.18.48.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 11ms, Maximum = 13ms, Average = 12ms
```

## **Bibliografía**

[1] Subnet Calculator <http://www.vlsm-calc.net/>

[2] IP Calculator <http://jodies.de/ipcalc>

[3] Cisco IP Addressing and Subnetting  
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13788-3.html#cidr>

[4] Filminas presentación del practico TP2 - Comunicaciones de Datos