

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



---

## Redes de Computadoras

### Práctico 2: Capa de enlace. Dominio de broadcast. VLANs.

Contrera, Ivan  
Malano, Leandro

- 1) Para poder configurar las VLAN, primero hay que instalar dicha característica, utilizando el comando `sudo apt-get install vlan`, y luego cargando el módulo 8021q con `sudo modprobe 8021q`. Una vez hecho lo anterior, se debe acceder al archivo interfaces ubicado en `/etc/network/interfaces` y crear las redes virtuales como se muestra a continuación:

```
source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

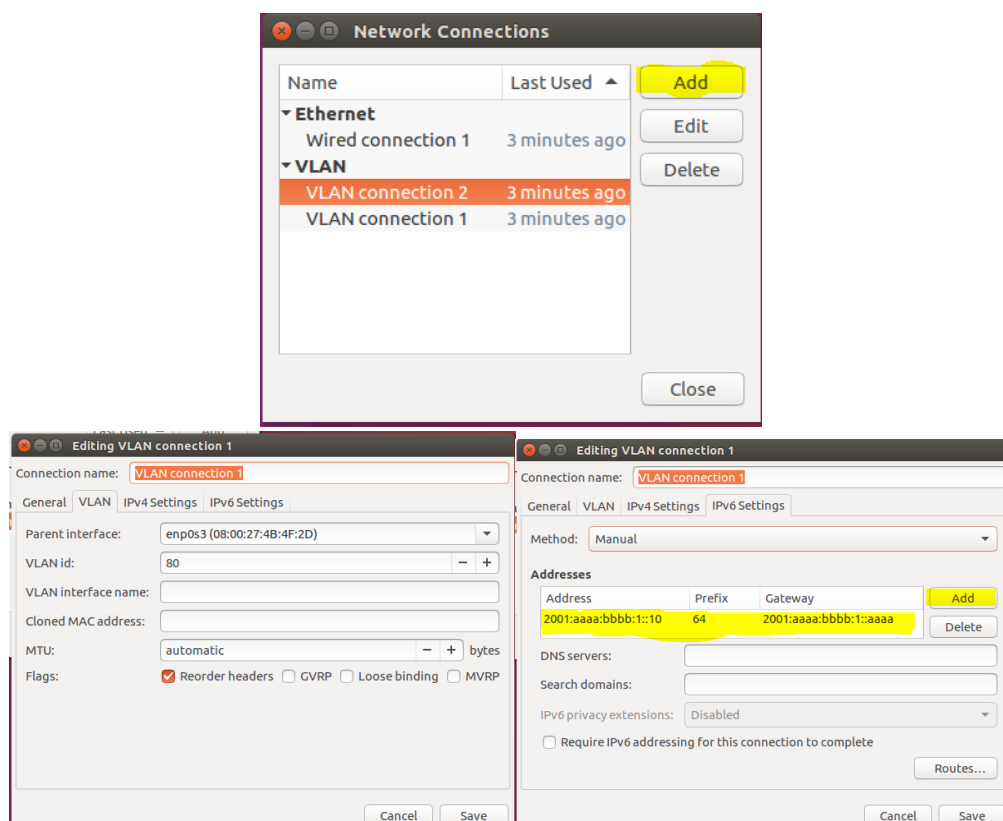
# The primary network interface
#auto enp0s3
#iface enp0s3 inet dhcp

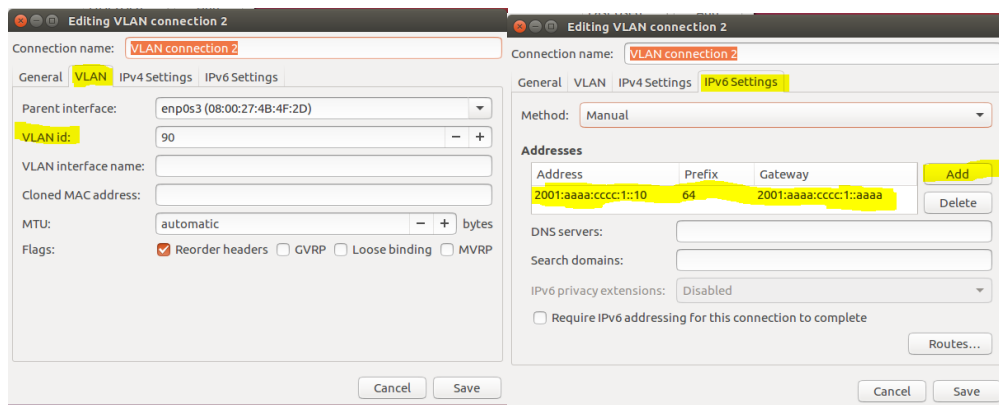
auto enp0s3.80
    iface enp0s3.80 inet6 static
        address 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa
        netmask 64
        vlan-raw-device enp0s3

auto enp0s3.90
    iface enp0s3.90 inet6 static
        address 2001:aaaa:cccc:1::aaaa
        netmask 64
        vlan-raw-device enp0s3

auto enp0s3.70
    iface enp0s3.70 inet6 static
        address 2001:aaaa:dddd:1::aaaa
        netmask 64
        vlan-raw-device enp0s3
```

- 2) Para configurar las VLAN en el cliente, se debe instalar la misma característica y luego mediante opciones gráficas se configuran:





3) En el punto 1, aparte de crear las VLAN, se asignaron las direcciones IP:

```

enp0s3.80 Link encap:Ethernet direcciónHW 08:00:27:77:b6:32
Dirección inet6: fe80::e08f:1ae:6dde:8b16/64 Alcance:Enlace
Dirección inet6: 2001:aaaa:bbbb:1::10/64 Alcance:Global
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
Paquetes RX:25 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
Paquetes TX:143 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
colisiones:0 long.colaTX:1000
Bytes RX:2152 (2.1 KB) TX bytes:14638 (14.6 KB)

enp0s3.90 Link encap:Ethernet direcciónHW 08:00:27:77:b6:32
Dirección inet6: fe80::f1bb:c927:2b76:bea8/64 Alcance:Enlace
Dirección inet6: 2001:aaaa:cccc:1::10/64 Alcance:Global
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
Paquetes RX:7 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
Paquetes TX:85 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
colisiones:0 long.colaTX:1000
Bytes RX:592 (592.0 B) TX bytes:9730 (9.7 KB)

```

después borrar

```

ivancontrera@ubuntulvan:~$ route -A inet6
Tabla de ruteado IPV6 del núcleo

```

Destination	Next Hop	Flag	Met	Ref	Use	If
2001:aaaa:bbbb:1::/64	::	U	256	1	51	enp0s3.80
2001:aaaa:cccc:1::/64	::	U	256	1	40	enp0s3.90
2001:aaaa:dddd:1::/64	::	U	256	1	16	enp0s3.70

4) Y en el cliente, ya una vez configuradas las VLAN y su ip, no se debe hacer más nada, solamente probar la conectividad entre las tres redes virtuales.

5) Para verificar el correcto funcionamiento, se enviaran paquetes ICMPv6 del tipo *echo request* desde el cliente desde cada interfaz hacia todas las ip:

- Desde VLAN 80:

```

ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa -I enp0s3.80
PING 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa(2001:aaaa:bbbb:1::aaaa) from 2001:aaaa:bbbb:1::10 en
p0s3.80: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.275 ms
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.25 ms
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.659 ms

```

hacia interfaz del router (VLAN 80)

```

ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:cccc:1::aaaa -I enp0s3.80
PING 2001:aaaa:cccc:1::aaaa(2001:aaaa:cccc:1::aaaa) from 2001:aaaa:bbbb:1::10 en
p0s3.80: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::aaaa: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.12 ms
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::aaaa: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.27 ms
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::aaaa: icmp_seq=3 ttl=64 time=2.14 ms

```

hacia interfaz del router (VLAN 90)

```

ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:dddd:1::aaaa -I enp0s3.80
PING 2001:aaaa:dddd:1::aaaa(2001:aaaa:dddd:1::aaaa) from 2001:aaaa:bbbb:1::10 en
p0s3.80: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:dddd:1::aaaa: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.548 ms
64 bytes from 2001:aaaa:dddd:1::aaaa: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.30 ms
64 bytes from 2001:aaaa:dddd:1::aaaa: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.680 ms

```

hacia interfaz del router (VLAN 70)

```
ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:cccc:1::10 -I enp0s3.80
PING 2001:aaaa:cccc:1::10(2001:aaaa:cccc:1::10) from 2001:aaaa:cccc:1::10 enp0s3
.80: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::10: icmp_seq=1 ttl=64 time=8.33 ms
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::10: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.669 ms
```

hacia interfaz del cliente (VLAN 90)

- Desde VLAN 90:

```
ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa -I enp0s3.90
PING 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa(2001:aaaa:bbbb:1::aaaa) from 2001:aaaa:cccc:1::10 en
p0s3.90: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.250 ms
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::aaaa: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.696 ms
```

hacia interfaz del router (VLAN 80)

```
ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:cccc:1::aaaa -I enp0s3.90
PING 2001:aaaa:cccc:1::aaaa(2001:aaaa:cccc:1::aaaa) from 2001:aaaa:cccc:1::10 en
p0s3.90: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::aaaa: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.287 ms
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::aaaa: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.694 ms
64 bytes from 2001:aaaa:cccc:1::aaaa: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.41 ms
```

hacia interfaz del router (VLAN 90)

```
ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:dddd:1::aaaa -I enp0s3.90
PING 2001:aaaa:dddd:1::aaaa(2001:aaaa:dddd:1::aaaa) from 2001:aaaa:cccc:1::10 en
p0s3.90: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:dddd:1::aaaa: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.535 ms
64 bytes from 2001:aaaa:dddd:1::aaaa: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.685 ms
64 bytes from 2001:aaaa:dddd:1::aaaa: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.851 ms
```

hacia interfaz del router (VLAN 70)

```
ivan@ivan-VirtualBox:~$ ping6 2001:aaaa:bbbb:1::10 -I enp0s3.90
PING 2001:aaaa:bbbb:1::10(2001:aaaa:bbbb:1::10) from 2001:aaaa:bbbb:1::10 enp0s3
.90: 56 data bytes
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::10: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.341 ms
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::10: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.796 ms
64 bytes from 2001:aaaa:bbbb:1::10: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.703 ms
```

hacia interfaz del cliente (VLAN 80)

6) Una vez hechas algunas capturas con tcpdump utilizando el comando `sudo tcpdump -w captura4.pcap`, se importa un archivo (disponible en [https://drive.google.com/open?id=176mrxVWmnRr1BXamVZMd5IE\\_ksvzcsYv](https://drive.google.com/open?id=176mrxVWmnRr1BXamVZMd5IE_ksvzcsYv)) que luego se abre en wireshark, y se analiza un paquete ICMPv6 echo request donde se observan las siguientes características correspondientes a una VLAN:

```

▶ Frame 28: 122 bytes on wire (976 bits), 122 bytes captured (976 bits)
▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_c6:da:4e (08:00:27:c6:da:4e), Dst: PcsCompu_4b:4f:2d (08:00:27:4b:4f:2d)
  ▶ Destination: PcsCompu_4b:4f:2d (08:00:27:4b:4f:2d)
  ▶ Source: PcsCompu_c6:da:4e (08:00:27:c6:da:4e)
    Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)
  ▶ 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 90
    000. .... = Priority: Best Effort (default) (0)
    ...0 .... = CFI: Canonical (0)
    ... 0000 0101 1010 = ID: 90
    Type: IPv6 (0x86dd)
  ▶ Internet Protocol Version 6, Src: 2001:aaaa:cccc:1::10, Dst: 2001:aaaa:cccc:1::10
  ▶ Internet Control Message Protocol v6

```

En el subcampo Type dentro de Ethernet II, el valor es 0x8100, correspondiente al protocolo 802.1Q de VLAN. Luego otro campo 802.1Q, donde esta la etiqueta de la red virtual, y se puede ver el subcampo ID con el valor 80, que indica que el paquete pertenece a la VLAN 80.

7) Suponiendo que se desea hacer un ping entre la ip 2001:aaaa:bbbb:1::10 (VLAN 80) y 2001:aaaa:cccc:1::10 (VLAN 90), primero se envía un paquete neighbor solicitation para obtener la MAC de la interfaz del router. Como se va a enviar por un enlace troncal, se debe etiquetar la trama ethernet con la identificación de la VLAN 80. El router recibe la solicitud y este responde de la misma manera con una trama neighbor advertisement. Luego el cliente envía un paquete ICMPv6 de tipo echo request, donde también se debe etiquetar. El router, una vez recibido el paquete, lo analiza con la tabla de enrutamiento y sabe que debe reenviarlo a la otra red virtual (90), información que tiene en dicha tabla, donde la interfaz virtual es enp0s3.90. A continuación solicita nuevamente la MAC (aunque sea el mismo equipo físico, son dos redes distintas) tal cual se explicó anteriormente. Finalizado lo anterior, antes de enviar el ICMPv6 del ping a la ip de destino, etiqueta la trama con la Id = 90 (en lugar de la 80 que venía teniendo antes). Luego se manda por el enlace troncal. El cliente lo recibe, y responde haciendo lo mismo que se hizo para enviarlo, aunque excluyendo la solicitudes de las MAC, ya que quedaron almacenadas anteriormente.

## EJERCICIO 2:

- 1) Para configurar tanto el router como el switch, se deben conectar ambos (en forma separada) con la pc mediante un cable de consola, y con el software putty se abre una conexión serial, donde se verá un entorno

de programación tal cual se ven en el packet tracer. La siguiente captura muestra la creación de las sub interfaces virtuales de cada VLAN en una interfaz física del router:

```
Router(config-subif)#interface fa0/0.10
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#interface fa0/0.20
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#interface fa0/0.30
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 30
Router(config-subif)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#interface fa0/0.40
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 40
Router(config-subif)#ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#
```

INTERFAZ FÍSICA: FastEthernet 0/0

VLAN 10: FastEthernet 0/0.10 (IP = 192.168.10.1)

VLAN 20: FastEthernet 0/0.20 (IP = 192.168.20.1)

VLAN 30: FastEthernet 0/0.30 (IP = 192.168.30.1)

VLAN 40: FastEthernet 0/0.40 (IP = 192.168.40.1)

con el comando *encapsulation dot1q id* le da una etiqueta a los paquetes que son enviados al switch.

Para guardar las configuraciones de forma permanente, se ejecutan los siguientes comandos:

```
Router#copy running
Router#copy running-config st
Router#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
```

De esta forma no se perderán cuando se apague el router.

2) En la siguiente captura se muestra como se creo una VLAN como nativa:

```
Router(config-if)#interface fa0/0.1
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 1 native
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
```

VLAN nativa: 1

3) En el switch, para configurar una vlan nativa para los enlaces troncales, se hace lo siguiente:

```
Switch(config-if)#s
01:26:26: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state f
o u
Switch(config-if)#switchport trunk native vlan 1
Switch(config-if)#switchport trunk allow vlan 1,10,20,30,40
Switch(config-if)#end
Switch#
01:29:11: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

INTERFAZ FÍSICA TRONCAL: GigabitEthernet 0/5

4) En el switch, a continuación se configuran 4 interfaces de acceso para las distintas VLAN:



```

Switch(config)#interface GigabitEthernet 0/1
Switch(config-if)#
01:31:51: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
01:31:52: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#end
Switch#
01:32:39: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface gig
Switch(config)#interface gigabitEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#end
Switch#
01:33:08: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface gigabitEthernet 0/3
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 30
Switch(config-if)#end
Switch#conf
01:33:30: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Translating "cole"...domain server (255.255.255.255)
% Unknown command or computer name, or unable to find computer address
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface gigabitEthernet 0/4
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 40
Switch(config-if)#end
Switch#
01:33:48: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

```

INTERFACES FÍSICAS DE ACCESO: GigabitEthernet 0/1-2-3-4.

En la siguiente captura se muestran las VLAN configuradas:

```

Switch#sh
01:36:23: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
% Type "show ?" for a list of subcommands
Switch#show vlan brief

```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9 Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13 Gi0/14, Gi0/15, Gi0/16, Gi0/17 Gi0/18, Gi0/19, Gi0/20, Gi0/21 Gi0/22, Gi0/23, Gi0/24
10	VLAN0010	active	Gi0/1
20	VLAN0020	active	Gi0/2
30	VLAN0030	active	Gi0/3
40	VLAN0040	active	Gi0/4
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trnet-default	act/unsup	

```

Switch#

```

5) Para los clientes, se configuran de manera manual las distintas direcciones IPv4 y solo se conectan sin necesidad de configurar ninguna VLAN (cosa que sí se hizo en el ejercicio 1), ya que las interfaces del switch son las que determinan las distintas redes virtuales.

IP EN LOS CLIENTES:

VLAN 10: 192.168.10.2

VLAN 20: 192.168.20.2

VLAN 30: 192.168.30.2

VLAN 40: 192.168.40.2

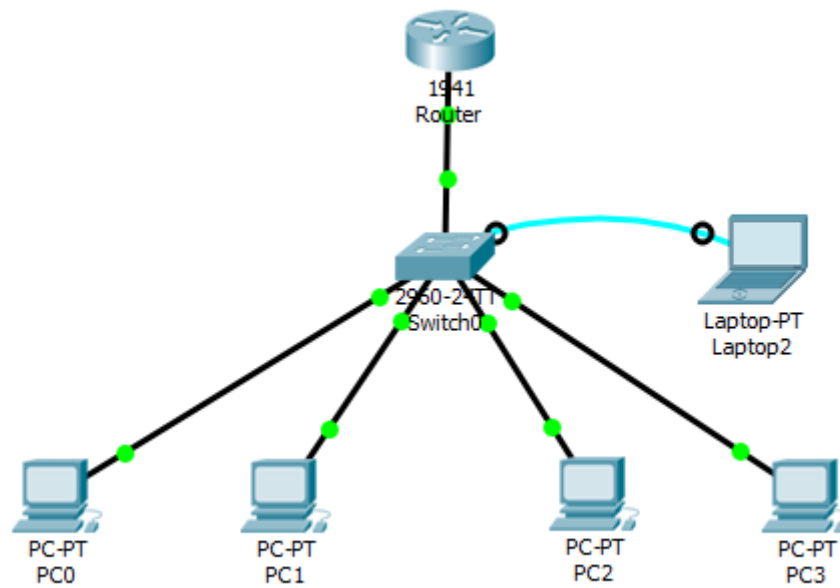
En el siguiente enlace se podrá ver el video de la demostración del funcionamiento.

[www.youtube.com/watch?v=U2MNPoO2378](http://www.youtube.com/watch?v=U2MNPoO2378)

6) Para IPv6, se usó el mismo tratamiento que el ejercicio anterior con IPv4. Cabe destacar que en este caso se tuvo que configurar las ip globales pertenecientes a cada host, de tal forma que cada uno corresponda a una red distinta. Hay que destacar que las diferencias con las configuraciones de las VLAN anteriores (en IPv4) están en los direccionamientos en los hosts y en el router, ya que la configuración de las redes virtuales se hacen en el switch,

que solo es de capa 2. Las configuraciones se hicieron en el simulador packet tracer, donde para habilitar el enrutamiento en IPv6, se usó el comando *ipv6 unicast -routing*, ya que en caso contrario los paquetes no salían de cada red virtual. A continuación se mostraran algunas capturas:

- Modelo en packet tracer:



- Direccionamiento de un cliente:

IPv6 Configuration		
<input type="radio"/> DHCP	<input type="radio"/> Auto Config	<input checked="" type="radio"/> Static
IPv6 Address	2001:AAAA:BBBB:1::10 / 64	
Link Local Address	FE80::201:97FF:FE6E:D193	
IPv6 Gateway	2001:AAAA:BBBB:1::AAAA	
IPv6 DNS Server		

- Subinterfaces del router:

```

Router#show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0      [up/up]
GigabitEthernet0/0.10   [up/up]
    FE80::202:17FF:FE5D:2C01
    2001:AAAA:BBBB:1::AAAA
GigabitEthernet0/0.20   [up/up]
    FE80::202:17FF:FE5D:2C01
    2001:AAAA:BBBB:2::AAAA
GigabitEthernet0/0.30   [up/up]
    FE80::202:17FF:FE5D:2C01
    2001:AAAA:BBBB:3::AAAA
GigabitEthernet0/0.40   [up/up]
    FE80::202:17FF:FE5D:2C01
    2001:AAAA:BBBB:4::AAAA
GigabitEthernet0/0.50   [up/up]
    FE80::202:17FF:FE5D:2C01
    2001:AAAA:BBBB:5::AAAA
GigabitEthernet0/1      [administratively down/down]
Vlan1                   [administratively down/down]

```

- Switch con sus VLAN configuradas:

VLAN Name	Status	Ports
-----	-----	-----
1    default	active	Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9  Fa0/12, Fa0/13  Fa0/16, Fa0/17  Fa0/20, Fa0/21  Fa0/24, Gig0/1  Gig0/2
10   VLAN0010	active	Fa0/1
20   VLAN0020	active	Fa0/2
30   VLAN0030	active	Fa0/3
40   VLAN0040	active	Fa0/4
50   VLAN0050	active	

- Ping entre dos pc de distintas VLAN:

```

C:\>ping 2001:AAAA:BBBB:2::10

Pinging 2001:AAAA:BBBB:2::10 with 32 bytes of data:

Reply from 2001:AAAA:BBBB:2::10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 2001:AAAA:BBBB:2::10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 2001:AAAA:BBBB:2::10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 2001:AAAA:BBBB:2::10: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 2001:AAAA:BBBB:2::10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

fuentes de información:

[https://www.wireshark.org/docs/wsug\\_html\\_chunked/AppToolstcpdump.html](https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/AppToolstcpdump.html)

<http://codigoyfutbol.blogspot.com.ar/2013/12/configuracion-de-ipv6-tanto-en-linux.html>

<https://wiki.ubuntu.com/vlan>

<https://ccnadesdecero.es/routing-entre-vlan-router-on-a-stick/>

[https://www.cisco.com/c/m/en\\_us/techdoc/dc/reference/cli/n5k/commands/encapsulation-dot1q.html](https://www.cisco.com/c/m/en_us/techdoc/dc/reference/cli/n5k/commands/encapsulation-dot1q.html)