

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y FORMALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

---



---

# Complejidad Algoritmica

---

**Autores:**

Cusirramos Chiri Santiago Jesus (2023601381)

**Docente:**

Samael Marcos Jiménez Chata

**Curso:**

Computacion en Red II

**AREQUIPA-PERÚ**

**2025**

# Índice

<b>1 Reconocimientos</b>	<b>2</b>
<b>2 Objetivo</b>	<b>2</b>
<b>3 Palabras clave</b>	<b>2</b>
<b>4 Marco Teórico</b>	<b>3</b>
4.1 Enrutamiento Inter VLAN. . . . .	3
4.2 Configuración del enrutamiento inter VLAN antiguo. . . . .	4
4.3 Configuración de Router-On-A-Stick. . . . .	5
4.4 Verificación de subinterfaces. . . . .	6
4.5 Verificación de enrutamiento. . . . .	6
4.6 Verificación de la configuración del switch y router. . . . .	6
<b>5 Actividad</b>	<b>9</b>
5.1 Parte 1: Armar la red y configurar los parámetros básicos de los dispositivos. . .	9
5.2 PARTE 2: Configurar los switches con las VLAN y los enlaces troncales . . . .	11
5.3 PARTE 3: Configurar routing entre VLAN basado en enlaces troncales . . . .	12
5.3.1 Paso 1. Configurar una subinterfaz para la VLAN 1. . . . .	12
5.3.2 Configurar una subinterfaz para la VLAN 10 . . . . .	13
5.3.3 Configurar una subinterfaz para la VLAN 20 . . . . .	13
5.3.4 Habilitar la interfaz G0/1 . . . . .	13
5.3.5 Verifique la conectividad . . . . .	13
<b>6 Cuestionario</b>	<b>15</b>

## 1. Reconocimientos

COMPLETAR

## 2. Objetivo

- Configurar las VLAN en todos los switches
- Configurar subinterfaces en el router en la encapsulacion 802.1Q
- Explicar el enrutamiento entre VLAN

## 3. Palabras clave

- VLAN
- Enrutamiento Inter-VLAN
- Router-on-a-Stick
- Subinterfaces
- Switch Capa 3
- 802.1Q.

we

## 4. Marco Teórico

Los switches de capa 2 tienen una funcionalidad limitada en cuanto IPv4 y IPv6, estos no puede realizar las funciones de routing de los router. Mientras que los switches de capa 2 adquieren cada vez una mayor funcionalidad de IP, como el hacer routing estático, no admiten routing dinámico. Esto hace que la cantidad de VLAN posibles en estos dispositivos de capa 2 sea insuficiente.

Una VLAN es un dominio de difusión, por lo que las computadoras en VLAN separas no pueden comunicarse sin algun dispositivo de routing (switch multicapa o router).

### 4.1. Enrutamiento Inter VLAN.

El enrutamiento inter VLAN es un proceso para reenviar el trafico de la red desde una VLAN a otra mediante un router. Las VLAN estan asociadas a **subredes IP** ubicadas en la red. En terminos generales, esto facilita el rpoceso de enrutamiento en un ambiente de multiples VLAN.

El enrutamiento inter VLAN necesita interfaces física múltiples en el router y en el switch. Esto nos produce una necesidad grande por estas interfaces. Sin embargo, algunos software del router permiten interfaces configuradas con enlaces truncales.

El **Router-on-a-Stick** es un tipo de configuracion de router en la cual una interfaz unica enruta el trafico entre multiples VLAN en una red.

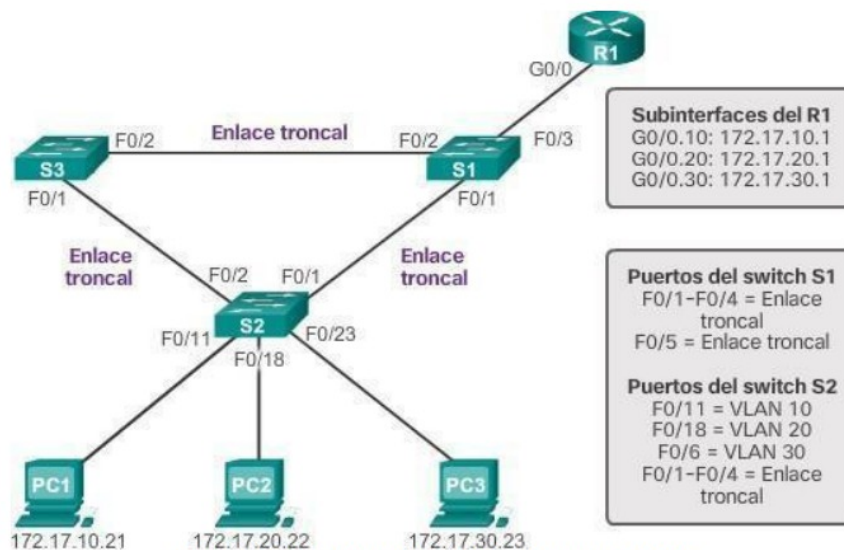


Figura 1: Enrutamiento inter VLAN "Router-on-a-stick"

Figura 1: Router on a sick

La interfaz del router se configura para funcionar como un enlace troncal, esta conectado a un puerto del switch configurado en modo de enlace troncal. EL router reenvia el trafico enrutado de la VLAN petiquetada para la VLAN de destino, por la misma interfaz fisica.

## 4.2. Configuracion del enrutamiento inter VLAN antiguo.

**Configuración del switch.** Utilice el comando `vlan idvlan` del modo de configuración global para crear las VLAN. Una vez que se crean las VLAN, los puertos de switch se asignan a las VLAN adecuadas. El comando `switchport access vlan idvlan` se ejecuta desde el modo de configuración de interfaz en el switch para cada interfaz a la cual se conecta el router. Utilice el comando `copyrunning - configstartup - config` para guardar una copia de seguridad de la configuración en ejecución en la configuración de inicio.

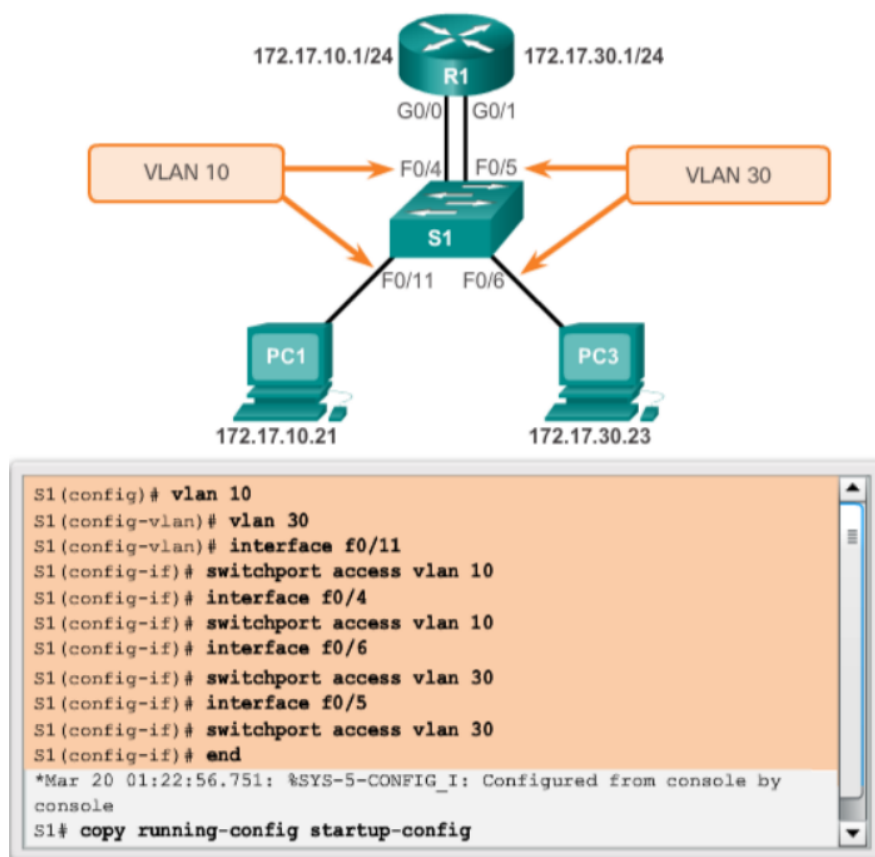


Figura 2: Configuración del switch

**Configuración de la interfaz del router.** Para configurar una interfaz específica, pase al modo de configuración de interfaz desde el modo de configuración global. Cada interfaz se configura con una dirección IP mediante el comando `ip address dirección_máscara_subred en el modo de configuración`

Las interfaces del router están deshabilitadas de manera predeterminada y es necesario habilitarlas con el comando `no shutdown` antes de utilizarlas. Una vez que se emite el comando del modo de configuración de interfaz `no shutdown`, se muestra una notificación que indica que el estado de la interfaz cambió a `activo (up)`. Esto indica que la interfaz ahora está habilitada.

Es necesario asignar cada interfaz del router a una subred única para que se produzca el routing.

Una vez que se asignan las direcciones IP a las interfaces físicas y que las interfaces se habilitan, el router es capaz de llevar a cabo routing entre VLAN.

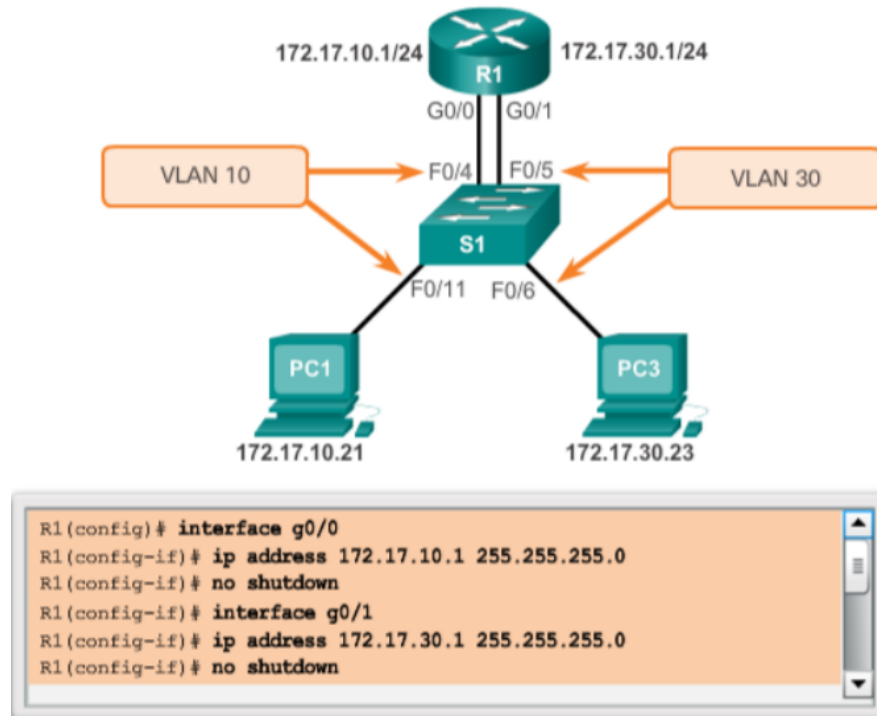


Figura 3: Configuración del switch

### 4.3. Configuración de Router-On-A-Stick.

Los enlaces troncales de VLAN permiten que una única interfaz física del router enrute el tráfico de varias VLAN. Esta técnica se denomina “router-on-a-stick” y utiliza subinterfaces virtuales en el router para superar las limitaciones de interfaces físicas del hardware.

Las subinterfaces son interfaces virtuales basadas en software asignadas a interfaces físicas. Cada subinterfaz se configura de forma independiente con su propia dirección IP y máscara de subred. Esto permite que una única interfaz física forme parte de varias redes lógicas de manera simultánea. En el router, se crean subinterfaces para cada VLAN única en la red. A cada subinterfaz se le asigna una dirección IP específica para su subred/VLAN y también se configura para etiquetar las tramas para esa VLAN. De esa manera, el router puede mantener separado el tráfico de cada subinterfaz a medida que atraviesa el enlace troncal hacia el switch.

**Configuración del switch.** Habilitar el enlace troncal en el puerto del switch que está conectado al router. Para configurar el puerto del switch como un puerto de enlace troncal, ejecute el comando **switchport mode trunk** en el modo de configuración de la interfaz.

**Configuración de subinterfaces del router.** A cada subinterfaz se le asigna una dirección IP específica a la subred de la cual será parte y se configura en tramas con etiqueta de la VLAN para la VLAN con la cual interactuará la interfaz.

Cada subinterfaz se crea con el comando *Intid – Interfaz.id – Subinterfaz* en el modo de configuración global. La sintaxis para la subinterfaz es la interfaz física, en este caso g0/0, seguida de un punto y un número de subinterfaz. El número de subinterfaz es configurable, pero en general refleja el número de VLAN.

Antes de asignar una dirección IP a una **subinterfaz**, es necesario configurar la subinterfaz

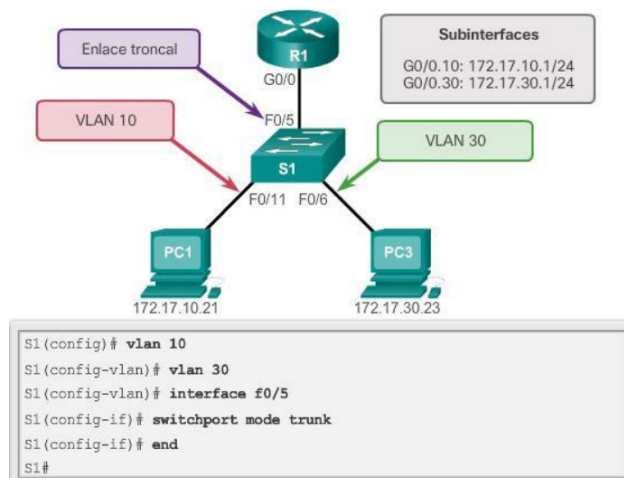


Figura 4: Configuración del switch

para que funcione en una VLAN específica mediante el comando **encapsulation dot1q VLAN-id**.

Es necesario asignar una dirección IP a cada subinterfaz del router en una subred única para que se produzca el routing. Una vez que se configuran las subinterfaces, es necesario habilitarlas.

A diferencia de las interfaces físicas, las subinterfaces no se habilitan con el comando `no shutdown` en el nivel del modo de configuración de subinterfaz del software IOS de Cisco. Introducir el comando `no shutdown` en el nivel de subinterfaz no tiene ningún efecto. En cambio, cuando se habilita la interfaz física con el comando `no shutdown`, todas las subinterfaces configuradas se habilitan. De manera similar, si la interfaz física está deshabilitada, todas las subinterfaces están deshabilitadas. En este ejemplo, en el modo de configuración de interfaz se introduce el comando `no shutdown` para la interfaz G0/0, lo que, a su vez, habilita todas las subinterfaces configuradas.

#### 4.4. Verificación de subinterfaces.

El comando **show vlans** muestra información sobre las subinterfaces VLAN del IOS de Cisco.

Para examinar la tabla de routing utilice el comando **show ip route**

#### 4.5. Verificación de enrutamiento.

Después de configurar el router y el switch para llevar a cabo el enrutamiento inter VLAN, el siguiente paso es verificar la conectividad de host a host. Para ello utilice el comando `ping` y `tracert`.

#### 4.6. Verificación de la configuración del switch y router.

Para verificar la configuración del switch:

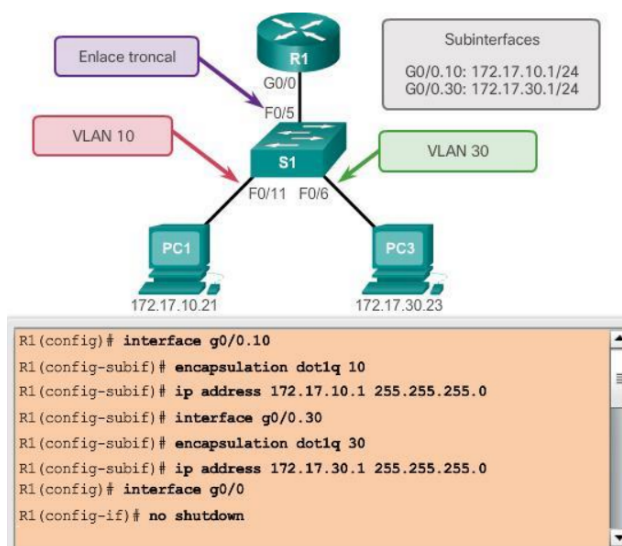


Figura 5: Configuración de subinterfaces del router

```

R1# show vlans
<resultado omitido>
Virtual LAN ID: 10 (IEEE 802.1Q Encapsulation)
vLAN Trunk Interface: GigabitEthernet0/0.10
Protocols Configured: Address: Received: Transmitted:
IP 172.17.10.1 11 18
<resultado omitido>
Virtual LAN ID: 30 (IEEE 802.1Q Encapsulation)
vLAN Trunk Interface: GigabitEthernet0/0.30
Protocols Configured: Address: Received: Transmitted:
IP 172.17.30.1 11 8
<resultado omitido>

```

Figura 6: Comando show vlans

```

R1#sh ip rou
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1.1
L 192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.1
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1.10
L 192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.10
192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1.20
L 192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.20
R1#

```

Figura 7: Tabla de enrutamiento de router-on-a-stick



```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.20.3

Pinging 192.168.20.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.20.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>tracert 192.168.20.3

Tracing route to 192.168.20.3 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.10.1
  2  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.20.3

Trace complete.

C:\>
```

Figura 8: Enter Caption

- show interfaces id-interfaz
- switchport show running-config

Para verificar la configuración del router:

- show interfaces
- show running-config

## 5. Actividad

Tabla de direcciones.

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de subred	Gateway predeterminado
R1	G0/1.1	192.168.1.1	255.255.255.0	No corresponde
R1	G0/1.10	192.168.10.1	255.255.255.0	No corresponde
R1	G0/1.20	192.168.20.1	255.255.255.0	No corresponde
R1	Lo0	209.165.200.225	255.255.255.224	No corresponde
S1	VLAN 1	192.168.1.11	255.255.255.0	192.168.1.1
S2	VLAN 1	192.168.1.12	255.255.255.0	192.168.1.1
PC-A	NIC	192.168.10.3	255.255.255.0	192.168.10.1
PC-B	NIC	192.168.10.3	255.255.255.0	192.168.20.1

Cuadro 1: Tabla de direccionamiento de red

Especificaciones de la topología:

Puertos	Asignaciones	Red
S1 F0/1	Enlace troncal de 802.1Q	No corresponde
S2 F0/1	Enlace troncal de 802.1Q	No corresponde
S1 F0/5	Enlace troncal de 802.1Q	No corresponde
S1 F0/6	VLAN 10: Estudiantes	192.168.10.0/24
S2 F0/18	VLAN 20: Cuerpo docente	192.168.20.0/24

Cuadro 2: Tabla de asignación de puertos y redes

Realizar la siguiente topología.

### 5.1. Parte 1: Armar la red y configurar los parametros basicos de los dispositivos.

```

S1(config)#enable secret class
S1(config)#line console 0
S1(config-line)#pass
S1(config-line)#password cisco
S1(config-line)#login
S1(config-line)#exi
S1(config-line)#exit
S1(config)#
S1(config)#line vty 0 15
S1(config-line)#pas

```

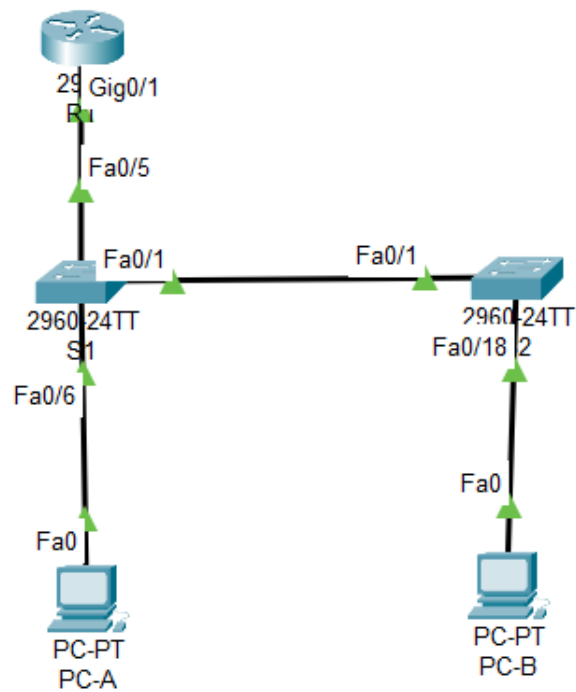


Figura 9: Topologia

```

S1(config-line)#password cisco
S1(config-line)#login
S1(config-line)#exit
S1(config)#
S1(config)#host
S1(config)#hostname S1

```

Para el S2.

```

Switch(config)#enable secret class
Switch(config)#line console 0
Switch(config-line)#password cisco
Switch(config-line)#login
Switch(config-line)#exit
Switch(config)#line vty 0 15
Switch(config-line)#password cisco
Switch(config-line)#log
Switch(config-line)#login
Switch(config-line)#exit
Switch(config)#hostname S2
S2(config)#

```

Vlan

```

S1(config)#int vlan 1

```

```
S1(config-if)#ip add 192.168.1.11 255.255.255.0
S1(config-if)#
```

```
Ip default-gateway
```

```
S1(config)#ip default-gateway 192.168.1.1
```

## 5.2. PARTE 2: Configurar los switches con las VLAN y los enlaces troncales

**Configurar las VLANs en S1 y S2** Los comandos que estan aqui, se replicaron en el S2 en su mayoria.

```
S1(config)# vlan 10
S1(config-vlan)# name Students
S1(config-vlan)# vlan 20
S1(config-vlan)# name Faculty
S1(config-vlan)# exit
```

```
S1#sh vl br
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/7 Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11 Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15 Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19 Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23 Fa0/24, Gig0/1, Gig0/2
10	Students	active	Fa0/6
20	Faculty	active	
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

```
S1#
```

Por otra parte, tenemos los enlaces troncales.

```
S1(config-if)# interface f0/5
S1(config-if)# switchport mode trunk
```

```
S1(config-if)# interface f0/1
S1(config-if)# switchport mode trunk
```

```
S1#sh int trunk
```

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Fa0/1	on	802.1q	trunking	1

Fa0/5	on	802.1q	trunking	1
Port	Vlans allowed on trunk			
Fa0/1	1-1005			
Fa0/5	1-1005			
Port	Vlans allowed and active in management domain			
Fa0/1	1,10,20			
Fa0/5	1,10,20			
Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned			
Fa0/1	1,10,20			
Fa0/5	1,10,20			

Aqui designamos la interfaz para las computadoras

```
S1(config-if)# interface f0/6
S1(config-if)# sw mo acc
S1(config-if)# sw acc vl 10
```

### 5.3. PARTE 3: Configurar routing entre VLAN basado en enlaces troncales

En la parte 3, configurará el R1 para enrutar a varias VLAN mediante la creación de subinterfases para cada VLAN. Este método de routing entre VLAN se denomina “router-on-a-stick”.

#### 5.3.1. Paso 1. Configurar una subinterfaz para la VLAN 1.

1. Cree una subinterfaz en la interfaz G0/1 de; R1 para la VLAN 1 y use el 1 como ID de la subinterfaz. En el espacio proporcionado, escribe el comando:

```
R1# configure terminal
R1(config)# int G0/1.1
R1(config)# exit
```

Configure la subinterfaz para que opere en la VLAN 1. En el espacio proporcionado, escriba el comando que utilizó.

```
R1(config)# int G0/1.1
R1(config-subif)# encapsulation dot1Q 1
```

Configure la subinterfaz con la dirección IP de la tabla de direccionamiento. En el espacio proporcionado, escriba el comando que utilizó.

```
R1(config)# int G0/1.1
R1(config-subif)# encapsulation dot1Q 1
R1(config-subif)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

### 5.3.2. Configurar una subinterfaz para la VLAN 10

```
R1# configure terminal
R1(config)# interface GigabitEthernet0/1.10
R1(config-subif)# encapsulation dot1Q 1
R1(config-subif)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-subif)# exit
R1(config)# exit
```

### 5.3.3. Configurar una subinterfaz para la VLAN 20

```
R1# configure terminal
R1(config)# interface GigabitEthernet0/1.20
R1(config-subif)# encapsulation dot1Q 1
R1(config-subif)# ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
R1(config-subif)# exit
R1(config)# exit
```

### 5.3.4. Habilitar la interfaz G0/1

```
R1(config)# interface GigabitEthernet0/1
R1(config-if)# no shutdown
```

### 5.3.5. Verifique la conectividad

- Introduzca el comando para ver la tabla de routing en el R1. ¿Qué redes se enumeran?

```
R1#sh ip int br
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protoc
GigabitEthernet0/0      unassigned      YES unset  administratively down down
GigabitEthernet0/1      unassigned      YES unset  up              up
GigabitEthernet0/1.1    192.168.1.1     YES manual  up              up
GigabitEthernet0/1.10   192.168.10.1    YES manual  up              up
GigabitEthernet0/1.20   192.168.20.1    YES manual  up              up
Vlan1                   unassigned      YES unset  administratively down down
R1#
```

- ¿Es posible hacer ping de la PC-A al gateway predeterminado de la VLAN 10?

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.10.1

Pinging 192.168.10.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.10.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

Figura 10: PC-A a el gateway de VLAN 10

- ¿Es posible hacer ping de la PC-A a la PC-B?

```
C:\>ping 192.168.20.3

Pinging 192.168.20.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.3: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.20.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

Figura 11: PC-A a la PC-B

- ¿Es posible hacer ping de la PC-A a la interfaz Lo0?

```
R1(config)#int lo0
R1(config-if)#ip add 209.165.200.225 255.255.255.224
R1(config-if)#
```

```
C:\>ping 209.165.200.225

Pinging 209.165.200.225 with 32 bytes of data:

Reply from 209.165.200.225: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 209.165.200.225: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 209.165.200.225: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 209.165.200.225: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 209.165.200.225:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>
```

Figura 12: PC-A a la Lo0

- ¿Es posible hacer ping de la PC-A al S2?

```

C:\>ping 192.168.1.12

Pinging 192.168.1.12 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.1.12: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 192.168.1.12: bytes=32 time<1ms TTL=254

Ping statistics for 192.168.1.12:
    Packets: Sent = 4, Received = 2, Lost = 2 (50% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

Figura 13: PC-A al S2

## 6. Cuestionario

1. ¿Para qué sirven las subinterfaces? Las subinterfaces permiten dividir una interfaz física en varias interfaces lógicas para manejar diferentes VLANs. Esto nos permite hacer un mejor manejo de las VLAN y nos ahorra costos.

```

S1#sh int tr

```

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Fa0/1	on	802.1q	trunking	1
Fa0/5	on	802.1q	trunking	1

```

S1#sh int tr

```

Port	Vlans allowed on trunk
Fa0/1	1-1005
Fa0/5	1-1005

```

S1#sh int tr

```

Port	Vlans allowed and active in management domain
Fa0/1	1,10,20
Fa0/5	1,10,20

```

S1#sh int tr

```

Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/1	1,10,20
Fa0/5	1,10,20

S1#

2. ¿Cuándo se debe usar el enrutamiento inter VLAN? Se usa cuando se necesita permitir la comunicación entre dispositivos en diferentes VLANs. El enrutamiento inter-VLAN se debe utilizar en los siguientes casos:
  - Cuando hosts en diferentes VLANs necesitan comunicarse entre sí.
  - Cuando se requiere controlar y filtrar el tráfico entre redes lógicas (VLANs) por motivos de seguridad o políticas de red.
3. ¿Es posible realizar enrutamiento inter VLAN con un switch de capa 3? Fundamente su respuesta. Sí, es posible. Un switch de capa 3 tiene la capacidad de realizar enrutamiento



inter VLAN porque puede manejar tanto funciones de conmutación como de enrutamiento. Utiliza interfaces virtuales de enrutamiento (SVIs) para asignar una dirección IP a cada VLAN configurada. Cuando un dispositivo en una VLAN quiere comunicarse con otro en una VLAN diferente, el switch actúa como enrutador y dirige el tráfico entre ellas.

Esto se logra sin necesidad de un router físico adicional, ya que el switch de capa 3 puede tomar decisiones de enrutamiento entre las VLANs configuradas. Esta funcionalidad se configura mediante protocolos de enrutamiento o rutas estáticas, permitiendo la comunicación eficiente entre dispositivos de diferentes VLANs dentro de la misma red.