

Laboratorio 3

Daniel Felipe Pinilla Daza
Julián Sebastián Alvarado

Presentado a: Diego Alejandro Barragán

Universidad Santo Tomás – Sede Principal
Bogotá D.C

Introducción

En el presente laboratorio se desarrolló la práctica orientada a conocer y configurar el switch. Este ejercicio tuvo como finalidad comprender el funcionamiento de los dispositivos de interconexión en una red local (LAN), así como familiarizarse con la configuración básica de un switch gestionable mediante el uso de software.

Durante la práctica se estableció comunicación con el equipo a través del puerto serial, accediendo a la interfaz de configuración del sistema operativo del switch (IOS). Se exploraron parámetros fundamentales como la memoria NVRAM, las direcciones MAC, el número de versión del firmware, la tabla ARP, y la configuración de VLANs.

El desarrollo de esta práctica permitió fortalecer las competencias en administración de redes, además de proporcionar una comprensión práctica de cómo los switches gestionan el tráfico de datos, segmentan redes mediante VLANs y permiten una conectividad eficiente entre distintos dispositivos como PCs, Raspberry Pi y microcontroladores Arduino dentro de un entorno institucional.

Objetivos

Objetivo general

- Implementar y analizar distintos métodos de detección y control de errores en la comunicación serie entre microcontroladores, con el fin de comprender su funcionamiento y efectividad.

Objetivos específicos

1. Configurar la comunicación UART entre Arduino y Raspberry Pi Pico para validar el envío y recepción de datos.
2. Implementar un esquema de verificación simple mediante checksum y comprobar su capacidad para detectar errores.
3. Desarrollar un protocolo de retransmisión basado en ACK/NACK, evaluando su comportamiento bajo diferentes probabilidades de error.
4. Comparar las técnicas de detección de errores VRC y LRC, analizando sus ventajas, desventajas y eficiencia en la transmisión.
5. Documentar el procedimiento y los resultados obtenidos, destacando la importancia de los mecanismos de control de errores en aplicaciones reales.

Marco Teórico

Un **switch** es un dispositivo de capa 2 (modelo OSI) encargado de interconectar múltiples dispositivos dentro de una red local (LAN), permitiendo la transmisión de datos entre ellos mediante el direccionamiento MAC. Los switches modernos pueden trabajar también a nivel de capa 3, implementando VLANs y rutas estáticas, lo que permite segmentar redes y mejorar la seguridad y el rendimiento.

3.1 Memoria NVRAM

La NVRAM (Non-Volatile RAM) almacena la configuración de inicio del switch (startup-config). Su contenido permanece aunque el dispositivo se reinicie.

3.2 VLAN (Virtual Local Area Network)

Las VLAN permiten dividir lógicamente una red física en subredes independientes. Por ejemplo:

- VLAN 10 → Máscara /24 → 255.255.255.0
- VLAN 20 → Máscara /16 → 255.255.0.0
- VLAN 30 → Máscara /8 → 255.0.0.0

Esto permite mejorar la administración del tráfico y la seguridad.

3.3 Puertos troncales y de acceso

- **Modo acceso:** conecta dispositivos finales (PC, Raspberry Pi, Arduino).
- **Modo troncal:** transporta varias VLANs simultáneamente entre switches o routers.

3.4 Tabla ARP

La tabla ARP (Address Resolution Protocol) asocia direcciones IP con direcciones MAC, permitiendo la comunicación entre dispositivos dentro de la red.

Desarrollo

Punto 1: Conociendo el switch que existe en la Santoto y la red interna del mismo

Objetivo: Configurar switch básico (24/48 puertos) que exista en la universidad Santo Tomás.

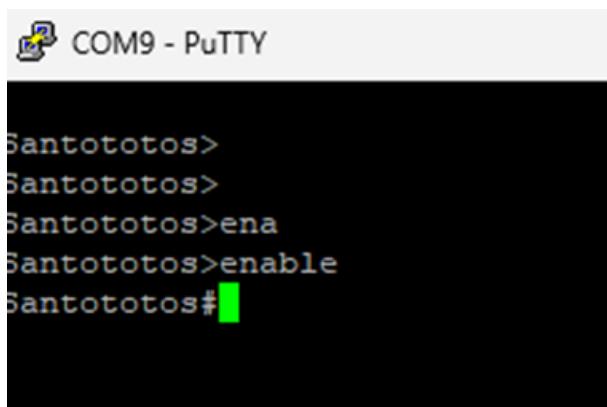
Materiales y previo

- Cable consola (RJ-45 → DB9 o USB-Serial).
- Putty (o Tera Term, minicom).
- Cables Ethernet (patch).
- 1 PC ETM, 1 portátil.

Desarrollar la conexión inicial con el hiperterminal llamado “Putty” y explicar la forma de conexión por medio del protocolo usado

Conexión por consola (Putty)

1. Conecta el cable consola al puerto CONSOLE del switch y al PC.
2. **Putty** → selecciona **Serial**.
 - Parám.: **9600** baudios, **8** bits, **None** parity, **1** stop bit, **Flow control: None**.
 - El protocolo que se está utilizando es el RS-232.



```
Santototos>
Santototos>
Santototos>ena
Santototos>enable
Santototos#
```

Figura 1: Inicio del switch en Putty

Se observa como se inicia el switch en la consola de Putty y con *enable* se accede al modo privilegiado.

Visualizar la información que tenga el switch en la memoria NVRAM, adicionalmente explorar su MAC

Ahora indagamos en el switch sus propiedades con ayuda de los siguientes comandos:

- `show running-config` para Configuración en RAM

```
Santototos>enable
Santototos#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 4394 bytes
!
! Last configuration change at 00:00:50 UTC Mon Mar 1 1993
!
version 15.2
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Santototos
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
username admin privilege 15 secret 5 $1$znb/$3K./b.nhEx7vepk6oWAY3/
no aaa new-model
system mtu routing 1500
!
```

Figura 2: Configuración en RAM

- `show startup-config` para Configuración en NVRAM

```
Santototos#show startup-config
Using 3104 out of 65536 bytes
!
! Last configuration change at 00:09:27 UTC Mon Mar 1 1993
!
version 15.2
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Santototos
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
username admin privilege 15 secret 5 $1$znb/$3K./b.nhEx7vepk6oWAY3/
no aaa new-model
system mtu routing 1500
!
```

Figura 3: Configuración en NVRAM

- `show version` para ver la versión, número de serie, modelo

```

Santototos#show version
Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 15.2(2)E8, RELEASE
SE SOFTWARE (fcl)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2018 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 22-Jan-18 07:09 by prod_rel_team

ROM: Bootstrap program is C2960 boot loader
BOOTLDR: C2960 Boot Loader (C2960-HBOOT-M) Version 15.0(2r)EZ1, RELEASE SOFTWARE
(fcl)

Santototos uptime is 14 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:/c2960-lanbasek9-mz.152-2.E8/c2960-lanbasek9-mz.152-
2.E8.bin"
Last reload reason: power-on

```

Figura 4: Versión del switch

- show vlan brief para VLANs existentes

```

Santototos#show vlan brief

VLAN Name          Status    Ports
-- -- --
1   default        active    Fa0/23, Fa0/24, Gi0/1, Gi0/2
2   VLAN 2         active
3   VLAN 3         active
4   VLAN 4         active
5   VLAN 5         active
8   VLAN8          active
9   VLAN9          active
10  VLAN10         active    Fa0/2, Fa0/4, Fa0/5
20  VLAN20         active    Fa0/3, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
                           Fa0/9, Fa0/10
30  VLAN30         active    Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14
                           Fa0/15
40  VLAN40         active    Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19
                           Fa0/20
50  VLAN50         active    Fa0/21, Fa0/22
666 VLAN666       active
1002 fddi-default  act/unsup
1003 token-ring-default  act/unsup
1004 fddinet-default  act/unsup
1005 trnet-default   act/unsup

```

Figura 5: VLANs existentes

- show mac address-table para tabla MAC

Mac Address Table			
Vlan	Mac Address	Type	Ports
A11	0100.0ccc.cccc	STATIC	CPU
A11	0100.0ccc.cccd	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0000	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0001	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0002	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0003	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0004	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0005	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0006	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0007	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0008	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0009	STATIC	CPU
A11	0180.c200.000a	STATIC	CPU
A11	0180.c200.000b	STATIC	CPU
A11	0180.c200.000c	STATIC	CPU
A11	0180.c200.000d	STATIC	CPU
A11	0180.c200.000e	STATIC	CPU
A11	0180.c200.000f	STATIC	CPU
A11	0180.c200.0010	STATIC	CPU
All	ffff.ffff.ffff	STATIC	CPU
Total Mac Addresses for this criterion: 20			

Figura 6: Tabla MAC

- `show users` para ver los usuarios conectados

Santototos#show users					
Line	User	Host(s)	Idle	Location	
* 0 con 0		idle	00:00:00		
Interface	User	Mode	Idle	Peer Address	

Figura 7: Usuarios conectados

- `show interfaces status` para ver el estado y velocidad de interfaces

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Fa0/1		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/2		notconnect	10	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/3		notconnect	20	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/4		notconnect	10	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/5		notconnect	10	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/6		notconnect	20	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/7		notconnect	20	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/8		notconnect	20	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/9		notconnect	20	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/10		notconnect	20	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/11		notconnect	30	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/12		notconnect	30	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/13		notconnect	30	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/14		notconnect	30	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/15		notconnect	30	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/16		notconnect	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/17		notconnect	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/18		notconnect	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/19		notconnect	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/20		notconnect	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/21		notconnect	50	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/22		notconnect	50	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/23		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/24		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Gi0/1		notconnect	1	auto	auto	Not Present
Gi0/2		notconnect	1	auto	auto	Not Present

Figura 8: Estado de interfaces

Generación de las tres interfaces de VLAN

Los pasos para desarrollar estos son los siguientes:

- Entrar en modo configuración
- Crear las 3 VLAN y nombrarlas
- Configurar interfaces virtuales con diferentes máscaras

```
Santototos#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Santototos(config)#vIan 10
Santototos(config-vlan)#name VLAN10
Santototos(config-vlan)#exit
```

Figura 9: Modo de configuración

```

Santototos(config)#vlan 20
Santototos(config-vlan)#name VLAN 20
Santototos(config-vlan)#exit
Santototos(config-vlan)#exit
Santototos(config)#vlan 30
Santototos(config-vlan)#name VLAN30
Santototos(config-vlan)#exit
Santototos(config)#interface vlan10
Santototos(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Santototos(config-if)#no sh
Santototos(config-if)#no shutdown
Santototos(config-if)#exit
Santototos(config)#interface vlan20
Santototos(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.0.0
Santototos(config-if)#no shutdown
Santototos(config-if)#exit
Santototos(config)#interface vlan30
Santototos(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Santototos(config-if)#no shutdown
Santototos(config-if)#exit

```

Figura 10: Creación de VLANs

```

Santototos#show vlan brief
-----  

VLAN Name          Status    Ports  

-----  

1    default        active    Fa0/23, Fa0/24, Gi0/1, Gi0/2  

2    VLAN 2         active  

3    VLAN 3         active  

4    VLAN 4         active  

5    VLAN 5         active  

8    VLAN8          active  

9    VLAN9          active  

10   VLAN10         active    Fa0/2, Fa0/4, Fa0/5  

20   VLAN 20        active    Fa0/3, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8  
                  Fa0/9, Fa0/10  

30   VLAN30         active    Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14  
                  Fa0/15  

40   VLAN40         active    Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19  
                  Fa0/20  

50   VLAN50         active    Fa0/21, Fa0/22  

666  VLAN666        active  

1002 fddi-default  act/unsup  

1003 token-ring-default  act/unsup  

1004 fddinet-default  act/unsup  

1005 trnet-default   act/unsup  

Santototos#show ip interface brief
-----  

Interface      IP-Address  OK? Method Status      Protocol  

Vlan1          192.168.1.10 YES NVRAM up        down  

Vlan10         192.168.10.1 YES NVRAM up        down  

Vlan20         172.16.0.1  YES manual up       down  

Vlan30         10.0.0.1   YES manual up       down  

FastEthernet0/1 unassigned  YES unset  down      down  

FastEthernet0/2 unassigned  YES unset  down      down  

FastEthernet0/3 unassigned  YES unset  down      down

```

Figura 11: Configuración de interfaces VLAN

Como se puede observar el VLAN10 tiene una máscara de 24, el VLAN20 una máscara de 16 y el VLAN30 una máscara de 8.

Punto 2: Desarrollo de diferentes conexiones topológicas de red

Desarrollar diferentes conexiones topológicas de red (estrella, árbol, anillo y parcial) donde se pruebe comunicación y comportamiento de los nodos.

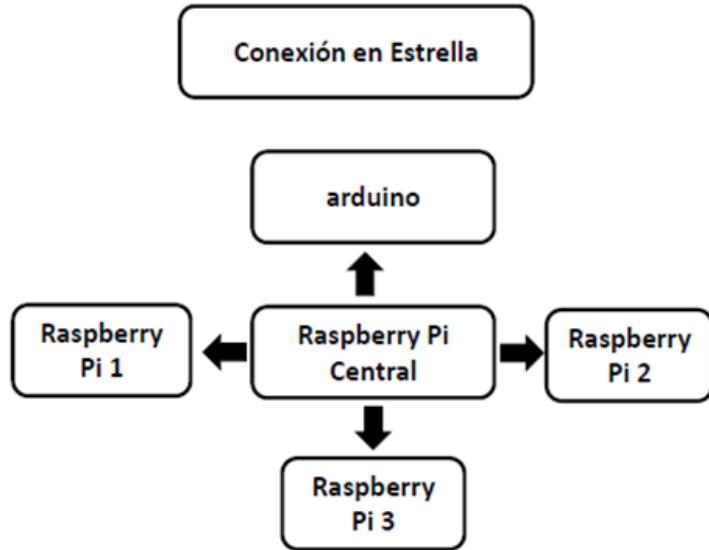


Figura 12: Diagrama de conexión topológica

En nuestro caso no se utilizó raspberry, lo que se utilizó fueron computadores en vez de raspberry para hacer las conexiones.



Figura 13: Conexión física de los equipos

Después de conectar todos los PCs al switch por medio de cables de red, el paso siguiente es asignarle una IP a cada PC que se vaya a utilizar.

SW1>show mac address-table			
Mac Address Table			
Vlan	Mac Address	Type	Ports
All	0100.0ccc.cccc	STATIC	CPU
All	0100.0ccc.cccd	STATIC	CPU
All	0180.c200.0000	STATIC	CPU
All	0180.c200.0001	STATIC	CPU
All	0180.c200.0002	STATIC	CPU
All	0180.c200.0003	STATIC	CPU
All	0180.c200.0004	STATIC	CPU
All	0180.c200.0005	STATIC	CPU
All	0180.c200.0006	STATIC	CPU
All	0180.c200.0007	STATIC	CPU
All	0180.c200.0008	STATIC	CPU
All	0180.c200.0009	STATIC	CPU
All	0180.c200.000a	STATIC	CPU
All	0180.c200.000b	STATIC	CPU
All	0180.c200.000c	STATIC	CPU
All	0180.c200.000d	STATIC	CPU
All	0180.c200.000e	STATIC	CPU
All	0180.c200.000f	STATIC	CPU
All	0180.c200.0010	STATIC	CPU
All	ffff.ffff.ffff	STATIC	CPU
1	14b3.1f00.5ca8	DYNAMIC	Fa0/3
1	bc0f.f3e7.77ac	DYNAMIC	Fa0/2
2	14b3.1f00.63c2	DYNAMIC	Fa0/4
Total Mac Addresses for this criterion: 23			

Figura 14: Asignación de dirección IP

Después se comprobó que todos los PCs estaban conectados al switch. En cada consola de los computadores conectados, se muestra la dirección IP, la máscara y la puerta de enlace para verificar su correcta configuración y así comunicarse con el switch.

```
C:\Users\ETH3-01>ipconfig
Configuración IP de Windows

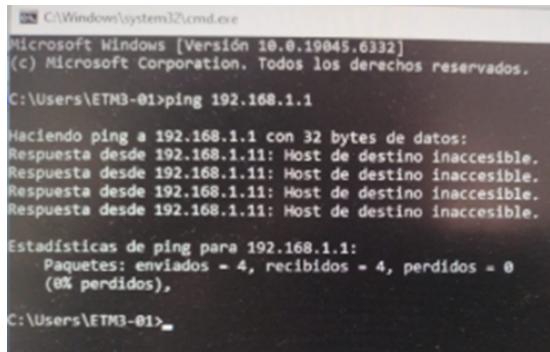
Adaptador de Ethernet Ethernet 3:
  Sufijo DNS específico para la conexión. . .
  Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::e676:5e65:4997:e23d%6
  Dirección IPv4 de configuración automática: 169.254.63.22
  Máscara de subred . . . . . : 255.255.0.0
  Puerta de enlace predeterminada . . . . .

Adaptador de Ethernet Ethernet 2:
  Sufijo DNS específico para la conexión. . .
  Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::f97a:c06e:6cff:4091%14
  Dirección IPv4. . . . . : 192.168.1.11
  Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
  Puerta de enlace predeterminada . . . . : 192.168.1.1

C:\Users\ETH3-01>
```

Figura 15: Verificación de configuración de red

Se verifica haciendo ping al switch para visualizar su correcto funcionamiento y la transmisión de datos. Y esto se realiza con todos los equipos conectados, los cuales son 3 PCs.



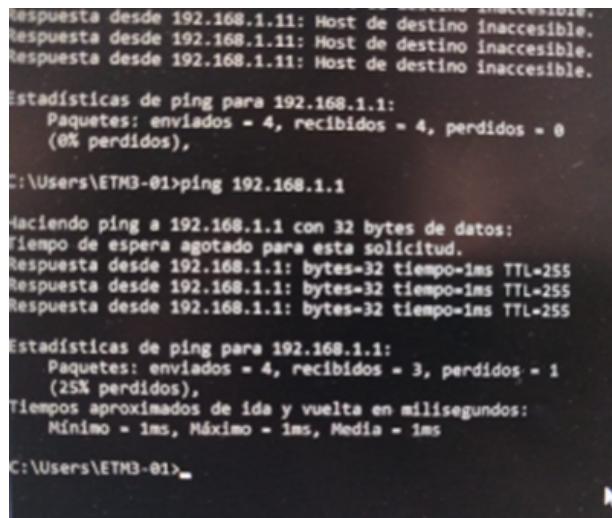
```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.6332]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.11: Host de destino inaccesible.

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
C:\Users\ETM3-01>
```

Figura 16: Prueba de conectividad ping



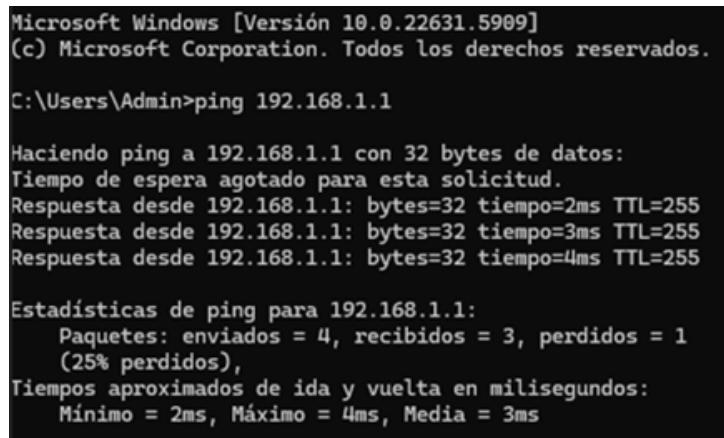
```
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.6332]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
                (25% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
C:\Users\ETM3-01>
```

Figura 17: Verificación de conectividad



```
Microsoft Windows [Versión 10.0.22631.5909]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Admin>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=4ms TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
                (25% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 4ms, Media = 3ms
C:\Users\Admin>
```

Figura 18: Resultado de ping

También en Putty se verifica si todos los equipos están conectados al switch.

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
Vlan1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/2	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/3	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/4	unassigned	YES	unset	up	up
FastEthernet0/5	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/6	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/7	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/8	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/9	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/10	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/11	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/12	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/13	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/14	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/15	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/16	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/17	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/18	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/19	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/20	unassigned	YES	unset	down	down

Figura 19: Verificación en Putty

Lo siguiente es ver si hay comunicaciones entre los equipos para así dar por completada la conexión de estrella. Desde un PC hacemos ping a otro PC con su IP asignada.

```
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.1.10

Haciendo ping a 192.168.1.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
```

Figura 20: Comunicación entre PCs

Se observa que la comunicación es correcta, ya que los paquetes enviados son recibidos nuevamente. Y esto se realiza con cada uno de los equipos.

```
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.1.10

Haciendo ping a 192.168.1.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms

C:\Users\ETM3-01>_
```

Figura 21: Pruebas de comunicación entre equipos

Conexión en árbol

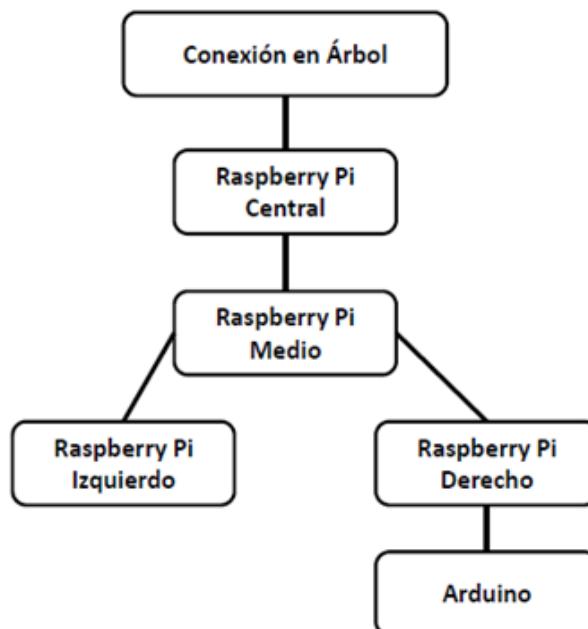


Figura 22: Diagrama de conexión en árbol

Como no se usaron raspberry, en este caso la central es el PC1, el medio es el switch, y las ramificaciones son PCs.

Primer paso es conectar todos los PCs al switch y verificar que sí estén conectados correctamente con el siguiente comando.

```

SW-LAB>enable
SW-LAB#show mac address-table
*Mar 1 00:25:33.672: %IP-4-DUPADDR: Duplicate address 192.168.1.2 on Vlan1, source by 14b3.1f00.5ca8
      Mac Address Table
-----
Vlan   Mac Address           Type      Ports
----  -----
All    0100.0ccc.cccc     STATIC    CPU
All    0100.0ccc.cccc     STATIC    CPU
All    0180.c200.0000     STATIC    CPU
All    0180.c200.0001     STATIC    CPU
All    0180.c200.0002     STATIC    CPU
All    0180.c200.0003     STATIC    CPU
All    0180.c200.0004     STATIC    CPU
All    0180.c200.0005     STATIC    CPU
All    0180.c200.0006     STATIC    CPU
All    0180.c200.0007     STATIC    CPU
All    0180.c200.0008     STATIC    CPU
All    0180.c200.0009     STATIC    CPU
All    0180.c200.000a     STATIC    CPU
All    0180.c200.000b     STATIC    CPU
All    0180.c200.000c     STATIC    CPU
All    0180.c200.000d     STATIC    CPU
All    0180.c200.000e     STATIC    CPU
All    0180.c200.000f     STATIC    CPU
All    0180.c200.0010     STATIC    CPU
All    ffff.ffff.ffff     STATIC    CPU
1     14b3.1f00.5ca8     DYNAMIC   Fa0/3
1     14b3.1f00.63c2     DYNAMIC   Fa0/4
1     bc0f.f3e7.77ac     DYNAMIC   Fa0/2
Total Mac Addresses for this criterion: 23
SW-LAB#

```

Figura 23: Verificación de conexiones en el switch

Ahora se realiza una prueba de conectividad para ver que todos los dispositivos estén comunicando.

```

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.1.2

Haciendo ping a 192.168.1.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.2:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
(25% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

Figura 24: Prueba de conectividad

```
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo<1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
(25% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms
```

Figura 25: Resultado de prueba de conectividad

Se le asignan los nombres a cada equipo para saber qué papel cumplen en la conexión tipo árbol.

```
SW-LAB#show interfaces status

Port      Name        Status      Vlan      Duplex    Speed Type
Fa0/1     Dispositivo_Dispo  notconnect  1          auto      auto 10/100BaseTX
Fa0/2     PC1_Raiz       connected   1          a-full   a-100 10/100BaseTX
Fa0/3     PC2_Rama       connected   1          a-full   a-100 10/100BaseTX
Fa0/4     PC3_Rama       connected   1          a-full   a-100 10/100BaseTX
Fa0/5
Fa0/6
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
--More--
```

Figura 26: Asignación de nombres a equipos

Como se ve el PC1 es la raíz del árbol y los demás PCs son las ramas y después se verifican MACs en el switch.

```
SW-LAB#show arp

Protocol Address          Age (min)  Hardware Addr  Type  Interface
Internet 192.168.1.1      6          bc0f.f3e7.77ac  ARPA  Vlan1
Internet 192.168.1.2      -          4c71.0cbd.57c0  ARPA  Vlan1
Internet 192.168.1.3      0          14b3.1f00.63c2  ARPA  Vlan1
```

Figura 27: Tabla MAC del switch

Ahora para demostrar que en verdad la conexión del árbol funciona se realiza la siguiente prueba:

- Desconectar el cable de PC2 (rama).

- Desde PC1 (raíz) se prueba ping 192.168.1.3 → debe seguir funcionando (otra rama no se cae).
- Registra en el switch cómo cambia la tabla MAC (`show mac address-table`) y `show interfaces status` para ver Fa0/3 notconnect.

Esto demuestra que la caída de una hoja no afecta a otras hojas (siempre que el tronco/switch siga activo).

Después de desconectarse el PC2, se verifica que la rama del PC3 siga comunicando.

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Fa0/1	Dispositivo1_Dispo	notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/2	PC1_Raiz	connected	1	a-full	a-100	10/100BaseTX
Fa0/3	PC2_Rama	notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/4	PC3_Rama	connected	1	a-full	a-100	10/100BaseTX
Fa0/5		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/6		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/7		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/8		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/9		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/10		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/11		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/12		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/13		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/14		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/15		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/16		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/17		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/18		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/19		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/20		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/21		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX

Figura 28: Estado después de desconectar PC2

```
C:\Users\Admin>ping 192.168.1.3

Haciendo ping a 192.168.1.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.3: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms
```

Figura 29: Verificación de comunicación con PC3

La comunicación es exitosa, esto quiere decir que si una rama no está comunicando, no debería afectar a las demás ramas del árbol.

Conexión en anillo

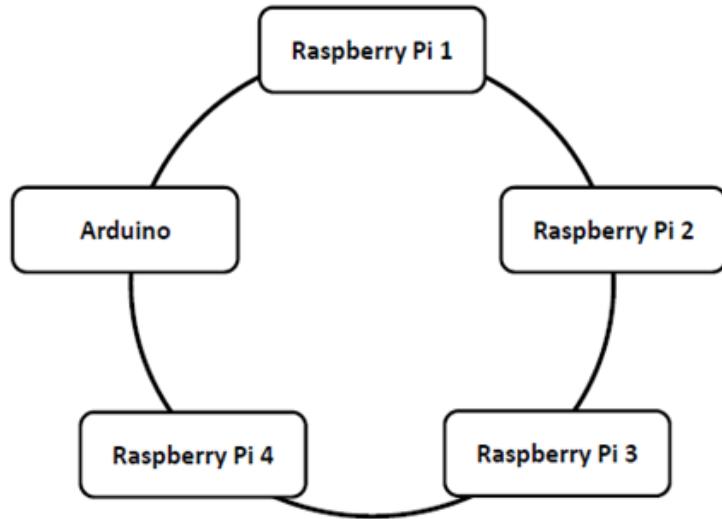


Figura 30: Diagrama de conexión en anillo

Se conectan todos los dispositivos en anillo y se verifica en el switch.

Para saber que todos los dispositivos están comunicando, les hacemos ping con cada PC.

```
C:\Users\Admin>ping 192.168.2.2

Haciendo ping a 192.168.2.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.2.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.2:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms
```

Figura 31: Prueba de ping en conexión anillo (1)

```
C:\Users\ETM3-01>ipconfig  
    configuración IP de Windows  
  
Adaptador de Ethernet Ethernet 2:  
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : fe80::f97a:c06e:6cff:4091%14  
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : 192.168.2.2  
    Dirección IPv4. . . . . . . . . . . . . : 192.168.2.3  
    Máscara de subred . . . . . . . . . . . : 255.255.255.0  
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.251.121.1  
  
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.2.3  
    Haciendo ping a 192.168.2.3 con 32 bytes de datos:  
    Respuesta desde 192.168.2.3: bytes=32 tiempo<1ms TTL=128  
    Respuesta desde 192.168.2.3: bytes=32 tiempo<1ms TTL=128  
    Respuesta desde 192.168.2.3: bytes=32 tiempo<1ms TTL=128  
    Respuesta desde 192.168.2.3: bytes=32 tiempo<1ms TTL=128  
  
    Estadísticas de ping para 192.168.2.3:  
        Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0  
                    (0% perdidos),  
        Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:  
            Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Figura 32: Prueba de ping en conexión anillo (2)

```
Dirección IPv4. . . . . . . . . . . . . . . . . : 192.168.2.3  
Máscara de subred . . . . . . . . . . . . . . . . . : 255.255.255.0  
Puerta de enlace predeterminada . . . . . . . . . . . : 10.251.121.1  
  
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.2.1  
    Haciendo ping a 192.168.2.1 con 32 bytes de datos:  
    Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128  
    Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128  
    Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128  
    Respuesta desde 192.168.2.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128  
  
    Estadísticas de ping para 192.168.2.1:  
        Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0  
                    (0% perdidos),  
        Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:  
            Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms
```

Figura 33: Prueba de ping en conexión anillo (3)

Para probar que la conexión anillo sí funciona vamos a realizar una prueba, desconectaremos el PC2.

All	ffff.ffff.ffff	STATIC	CPU
1	14b3.1f00.63c2	DYNAMIC	Fa0/4
1	bc0f.f3e7.77ac	DYNAMIC	Fa0/2
Total Mac Addresses for this criterion: 22			

Figura 34: Estado del switch con PC2 desconectado

Ya desconectado el PC2 la comunicación no debería funcionar, para probar esto desde el PC1 vamos a hacerle ping al PC3.

```
C:\Users\Admin>ping 192.168.2.3

Haciendo ping a 192.168.2.3 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para 192.168.2.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
                (100% perdidos),
```

Figura 35: Fallo de comunicación en anillo

Como se puede visualizar no se está realizando la comunicación, ya que desconectamos un equipo en la conexión del anillo, dando así como exitosa la prueba realizada.

Conexión parcial

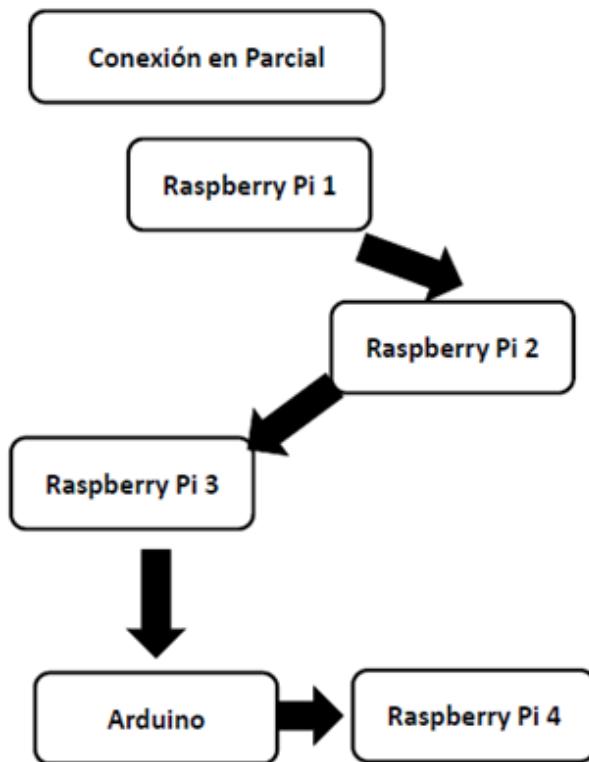


Figura 36: Diagrama de conexión parcial

Primero que todo se verifica que todos los dispositivos estén correctamente conectados haciendo ping entre ellos.

```
C:\Users\Admin>ping 192.168.3.3

Haciendo ping a 192.168.3.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.3.3: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.3: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.3.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms

C:\Users\Admin>ping 192.168.3.2

Haciendo ping a 192.168.3.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.3.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms
```

Figura 37: Verificación inicial de conectividad

```
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.3.1

Haciendo ping a 192.168.3.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.3.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.3.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.3.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms
```

Figura 38: Pruebas de ping entre equipos

Después de verificar que todo esté perfectamente conectado, se realiza una prueba para comprobar la conexión parcial.

Se desconecta el cable de PC2 que va al switch, esto quiere decir que solo el PC1 se conecta al switch y PC2 y PC3 están desconectados.

Pero PC2 y PC3 a pesar de estar desconectados al switch todavía tienen comunicación entre ellos como se demuestra donde se hace ping del 2 al 3.

```
C:\Users\ETM3-01>ping 192.168.3.3

Haciendo ping a 192.168.3.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.3.3: bytes=32 tiempo<1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.3.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
                (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Figura 39: Comunicación entre PC2 y PC3 sin switch

Esto comprueba que la conexión parcial es totalmente exitosa entre los equipos y el switch.

Conclusiones

1. La configuración y administración de switches mediante la interfaz de línea de comandos (CLI) a través de protocolos como RS-232 y herramientas como Putty, permitió comprender el funcionamiento interno de los dispositivos de capa 2 del modelo OSI. La exploración de comandos fundamentales como `show running-config`, `show vlan brief` y `show mac address-table` demostró ser esencial para la gestión efectiva de redes locales, facilitando la visualización de la configuración activa, las VLANs existentes y la tabla de direcciones MAC, lo cual es fundamental para el diagnóstico y optimización del tráfico de red.
2. La implementación de VLANs con diferentes máscaras de subred (/24, /16 y /8) evidenció la capacidad de segmentación lógica de una red física, lo que permite mejorar significativamente la administración del tráfico, la seguridad y el rendimiento de la red. Esta práctica demostró cómo las redes virtuales pueden aislar dominios de broadcast y optimizar el uso del ancho de banda, proporcionando una solución escalable para entornos institucionales que requieren separación de recursos sin necesidad de infraestructura física adicional.
3. El análisis de diferentes topologías de red (estrella, árbol, anillo y parcial) permitió comprender el comportamiento y la robustez de cada configuración ante fallos de conectividad. Se verificó que en topologías tipo estrella y árbol, la desconexión de un nodo no afecta la comunicación entre los demás dispositivos, mientras que en la topología de anillo, la desconexión de un solo nodo interrumpe completamente la comunicación. La topología parcial demostró la posibilidad de mantener comunicación entre dispositivos incluso cuando no todos están conectados al switch central, evidenciando la importancia de seleccionar la topología adecuada según los requisitos de disponibilidad y tolerancia a fallos del sistema.

Referencias

1. Cisco Systems. (2024). *Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference*. Recuperado de https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/fundamentals/command/cf_command.html
2. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2021). *Redes de computadoras* (6^a ed.). Pearson Educación.
3. Stallings, W. (2022). *Comunicaciones y redes de computadores* (10^a ed.). Pearson Educación.
4. Odom, W. (2020). *CCNA 200-301 Official Cert Guide Library*. Cisco Press.
5. IEEE Standards Association. (2018). *IEEE 802.1Q - Virtual LANs Standard*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
6. Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Redes de computadoras: Un enfoque descendente* (8^a ed.). Pearson Educación.
7. Cisco Networking Academy. (2023). *Switching, Routing, and Wireless Essentials*. Recuperado de <https://www.netacad.com/>
8. Forouzan, B. A. (2021). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones* (5^a ed.). McGraw-Hill Education.