



## Laboratorio de Redes de Computadoras SDI 13760

Práctica 2 - Configuración de elementos de conectividad:  
concentrador (hub), conmutador (switch) y enrutador (router).

Profesor:

Francisco Javier Del Olmo Hernández

Alumnos:

Ivan Valadez Vargas - 195717

Aldahir López Navarrete - 198069

Fecha:

12 de Septiembre 2024

## Práctica 2

# Configuración de elementos de conectividad: *concentrador (hub)*, *conmutador (switch)* y *enrutador (router)*.

---

### Objetivos

1. Identificar la diferencia operativa de los diversos elementos de conectividad: *concentrador* (HUB), *conmutador* (SWITCH) y *enrutador* (ROUTER)
2. Configurar los parámetros mínimos requeridos en los elementos de conectividad para poner en operación una red de datos
3. Simular la transmisión y recepción de paquetes para relacionar la funcionalidad de los elementos de conectividad con el modelo de referencia OSI y el modelo INTERNET.

### Marco Teórico

Para lograr la comunicación de datos entre dos equipos terminales se requiere interconectar y configurar equipos de conectividad que permitan la transmisión de paquetes. Existen diferentes equipos de conectividad y se clasifican de acuerdo a su operación en relación al modelo de referencia OSI.

El equipo de conectividad más sencillo es el *concentrador* o HUB el cual opera a nivel de la capa física, por lo que su tarea es la retransmisión de bits amplificando la señal (repetidor multipuerto) y acoplando medios de transmisión. El *conmutador* o SWITCH opera a nivel de la de enlace de datos, permitiendo la transmisión de tramas basándose en las direcciones físicas o MAC. Finalmente, el *enrutador* o ROUTER basa su operación en la capa de red, permitiendo el enrutamiento de los paquetes o datagramas, apoyándose en la dirección lógica del destinatario (IP) y en las tablas de enrutamiento.

El *concentrador* y el *conmutador* son empleados para construir redes de área local (LAN, por sus siglas en inglés), sin embargo, hoy en día los *conmutadores* son los más empleados en la construcción de redes LAN debido al mejor desempeño que tienen sobre los *concentradores*. Por otro lado, los *enrutadores* permiten la interconexión entre diferentes redes conformando redes de área amplia (WAN, por sus siglas en inglés)

### Recursos de hardware, software e información por equipo de trabajo

- Este documento se encuentra en Canvas.
- Dos PCs con *AlmaLinux* nativo, por cada equipo de trabajo.
- Cisco *Packet Tracer*, Software de configuración y simulación de Redes de Computadoras.

## Desarrollo

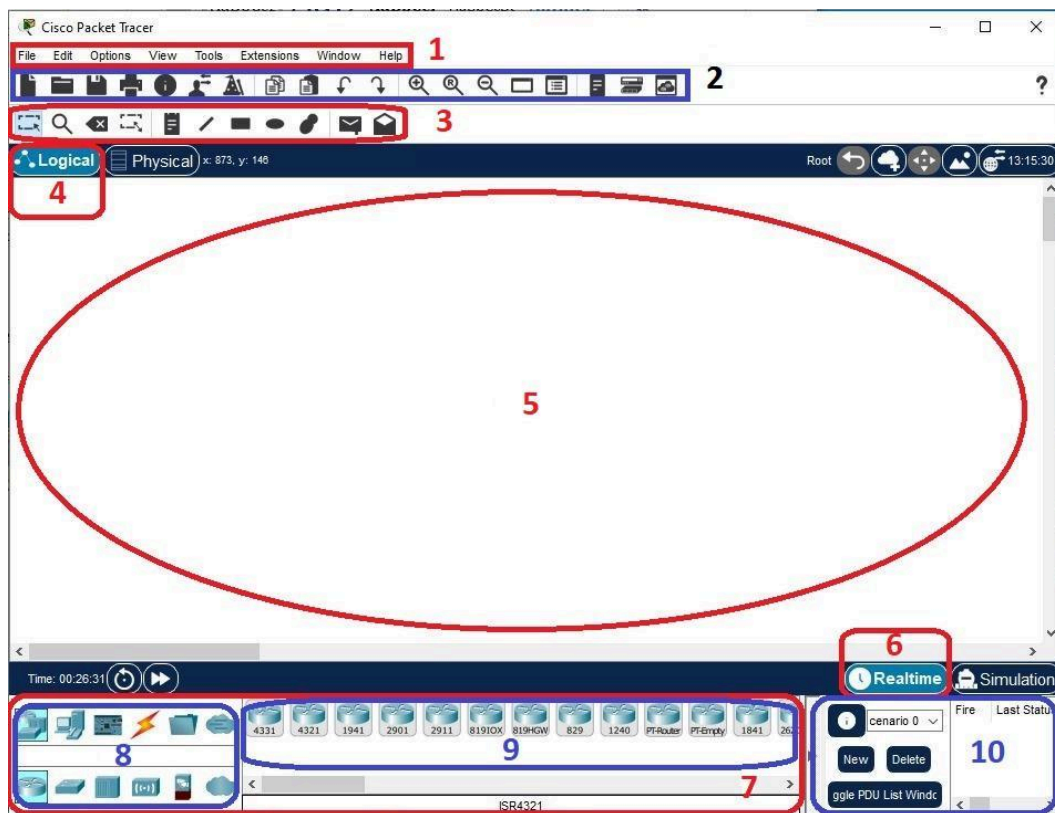
En esta práctica se utilizará el programa de configuración y simulación de Cisco, *Packet Tracer*, usando modelos de PCs, Hub Genérico, Switch 2960 y Router 2811, los cuales permitirán construir y verificar la conectividad de la red del siguiente escenario:

- Construir una red que interconecte dos oficinas (Matriz y Sucursal) a través de un enlace WAN. **Cada sede debe tener su propio enrutador.**
- La red de la oficina matriz tiene dos áreas: Tecnologías de Información (TI) y Recursos Humanos (RH), y la sucursal solo un área Administrativa (ADM). La red LAN de TI será construida con un *concentrador* mientras que las otras dos redes LAN serán conformadas por *conmutadores*
- Cada área tendrá dos computadoras y una dirección IP clase C con máscara de 24 bits (máscara de 255.255.255.0).



### I. Interface gráfica de Packet Tracer

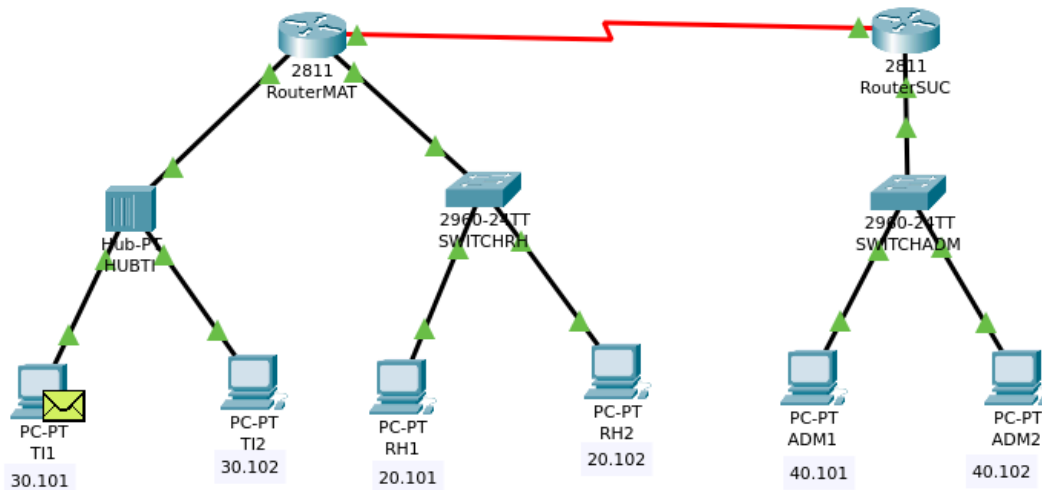
1. Arranque el programa *Packet Tracer* el cual presentará la siguiente interfaz gráfica:



- 1 **Menu Bar** Provee menus como File, Edit, Options, View, Tools, Extensions, y Help; además de comandos como Open, Save, Save as Pkz, Print y Preferences. También puede usar Activity Wizard del menú de Extensiones.
- 2 **Main Tool Bar** Provee botones de acceso rápido a varios comandos de los menús de **Menu Bar**.
- 3 **Common Tools Bar** Provee acceso a herramientas más comunes del área de trabajo: **Select, Move Layout, Place Note, Delete, Inspect, Resize Shape, Add Simple PDU, y Add Complex PDU**.
- 4 **Logical/Physical Workspace and Navigation Bar** Se puede intercambiar entre el área de trabajo físico y área de trabajo lógico, con las pestañas de la barra.
- 5 **Workspace** En esta área es donde se crea la red, se observa la simulación, y se observa una variedad de información y de estadísticas
- 6 **Realtime/Simulation Bar** Se puede intercambiar entre el Modo en Tiempo Real y el Modo de Simulación.
- 7 **Network Component Box** Aquí se seleccionan los dispositivos y las conexiones para ponerlas en el área de trabajo. Contiene la caja de Tipo de Dispositivos y la Caja de Dispositivo Específicos.
- 8 **Device-Type Selection Box** Contiene el tipo de dispositivo y conexiones disponibles en Packet Tracer. Después escoge el dispositivo en Device-Specific Selection Box.
- 9 **Device-Specific Selection Box** En esta caja se escoge el dispositivo específico que se desea poner en la red y la forma particular de conexión
- 10 **User Created Packet Window\*** Esta ventana administra los paquetes que se colocan en la red durante los escenarios de simulación

## II. Diseño de la red

2. En el siguiente espacio, representar esquemáticamente la topología de la red según lo especificado en el apartado de *Desarrollo*. Puede colocar el diagrama final una vez que lo haya montado en *Packet Tracer*, o diseñarlo con otra herramienta.



3. Completar la siguiente tabla con los parámetros de red correspondientes:

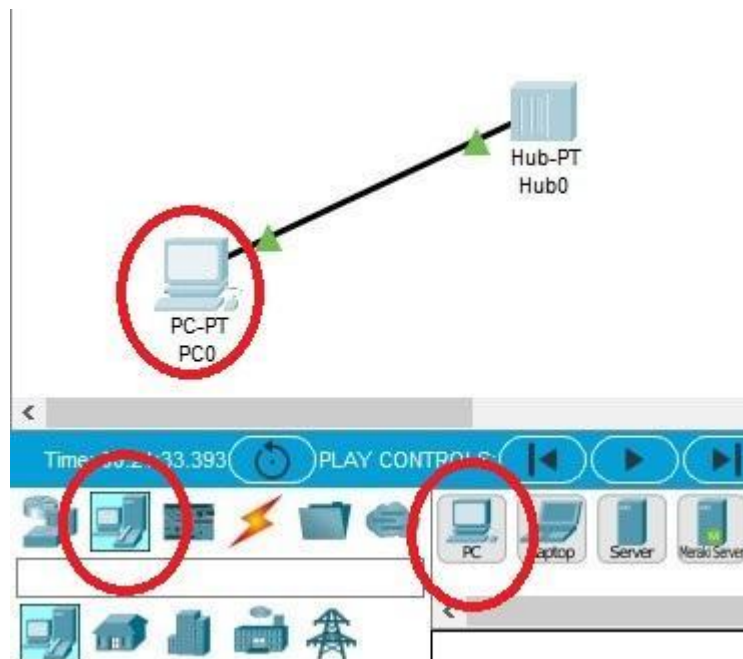
Área	Equipo/ Interfaz	Nombre	Dirección de red IP	Dispositivo	Modelo	Nombre
TI	PC1	TI1	192.168.30.0	Concentrador (HUB)	Generico	HUBTI
	PC2	TI2				
RH	PC3	RH1	192.168.20.0	Conmutador (SWITCH)	2960	SWITCHRH
	PC4	RH2				
ADM	PC5	ADM1	192.168.40.0	Conmutador (SWITCH)	2960	SWITCHADM
	PC6	ADM2				
Matriz-W AN	LAN1	RH3	192.168.20.0	Enrutador	2811	RouterMAT
	LAN2	TI3	192.168.30.0			
	WAN1	WAN1	192.168.10.0			

Sucursal- WAN	LAN3	ADM3	192.168.40.0	Enrutador	2811	routerSUC
	WAN1	WAN2	192.168.10.0			

**Nota:** Para los modelos de dispositivos (concentrador, conmutador y enrutador) vea las opciones en la caja de dispositivos de *Packet Tracer*. Los modelos son: Hub Genérico, Switch 2960 y Router 2811.

### III. Construcción de la red

- Insertar en el área de trabajo de *Packet Tracer* todos los componentes de la red según la topología del punto 2 y crear las conexiones entre todos los dispositivos.



En el caso del enrutador lea la nota de más abajo antes de conectar.

¿Qué tipo de conexión se utilizó en?


Enlaces LAN Copper Straight-Through (Ethernet)

Enlace WAN Serial DCE

Facilidades de la herramienta.

¿Qué pasa cuando coloca el puntero del mouse sobre los dispositivos? Se muestra un menu con la información del dispositivo, incluyendo, nombre, hostname, puertos, ubicación física.

**Notas:**

- El enrutador deberá contener un módulo con puertos seriales para su comunicación WAN. Para insertar los módulos hay que apagar el enrutador. **Enrutador - > click -> pestaña Physical - > seleccione tarjeta de puertos seriales síncronos.**
- Utilizando la herramienta de notas  escribir en la topología las direcciones IP de las PCs y de las interfaces de los enrutadores para propósito de documentación
- Guarde su proyecto usando el número de equipo como **Nombre\_EquipoTrab.pkt.**
- RECUERDE ir haciendo *pings* entre los equipos que muestren conectividad (verde): entre PCs; entre PC y dispositivos de red.

#### IV. Configuración de los componentes

5. Para configurar los parámetros de las computadoras de *click* en el ícono de la PCs y en la pestaña de configuración (pestaña **Config**), en **Global->Settings->Display Name** proporcione el Nombre y Gateway; en **INTERFACE->FastEthernet0** proporcione la IP y la máscara, de aquí puede obtener la dirección MAC.

Anote en la siguiente tabla los datos de configuración y las direcciones MAC asignadas a cada PC:

Nombre de la PC	Dir. IP	Máscara	Gateway (Ruta predeterminada)	Dirección MAC
TI1	192.168.30.101	255.255.255.0	192.168.30.1	0002.4A5A.C356
TI2	192.168.30.102	255.255.255.0	192.168.30.1	0001.437D.E408
RH1	192.168.20.101	255.255.255.0	192.168.20.1	00E0.A346.9B9D
RH2	192.168.20.102	255.255.255.0	192.168.20.1	00E0.A337.167E
ADM1	192.168.40.101	255.255.255.0	192.168.40.1	00D0.FF22.6255
ADM2	192.168.40.102	255.255.255.0	192.168.40.1	0030.F2C7.02D7

6. Configure el nombre del concentrador dando click en el dispositivo y proporcione la información en **Global->Settings->Display Name** de la pestaña **Config**
7. Cuál es el nombre de la interfaz / puerto físico en todas las computadoras? Fast Ethernet 0

8. Para los conmutadores, configure el nombre de cada dispositivo y fije la velocidad de las interfaces que conectan las computadoras en FastEthernet a 100Mbps y Full Duplex

```
¿Cuál es la sintaxis en la línea de comando para configurar:  
SWITCHRH>enable  
SWITCHRH#configure terminal  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
SWITCHRH(config)#  
SWITCHRH(config)#hostname RH20  
RH20(config)#  
RH20(config)#  
Nombre del conmutador: RH20  
Velocidad de la interfaz: 100 Mbps  
Modo de Transmisión: Duplex
```

**Notas:**

- Si los enlaces con las computadoras se desactivaron, entonces fije los mismos parámetros de velocidad y modo de transmisión en las PCs. Esta disparidad de configuración entre los puertos de los conmutadores y las interfaces de los equipos terminales representa un serio problema en la vida real !!!!
- En la ventana de comandos (CLI) salga del submenú (Config-if) con el comando **#end** y salve la configuración con el comando **#write memory**
- No olvide guardar su proyecto periódicamente

```
¿Por qué no se puede configurar la velocidad de transmisión de las interfaces de un concentrador?  
No se puede configurar la velocidad de transmisión de las interfaces de un concentrador (hub) porque un concentrador es un dispositivo de red básico que funciona en la capa física del modelo OSI y simplemente repite las señales de red que recibe a todas sus interfaces. No tiene la capacidad de gestionar o controlar las velocidades de transmisión, ya que no distingue entre dispositivos conectados ni negocia velocidades.
```

9. Finalmente, para los enrutadores es necesario configurar:

- Nombre
- Direcciones IP de las interfaces
- Enrutamiento estático, para esta práctica

Completar la siguiente tabla con los parámetros a configurar:



Nombre del enrutador	Interfaz	Dir. IP	Máscara	Dirección MAC
routerMAT	WAN1	192.168.10.1	255.255.255.0	NA
	LAN1	192.168.20.1	255.255.255.0	0010.118C.2D01
	LAN2	192.168.30.1	255.255.255.0	0010.118C.2D02
RouterSUC	LAN3	192.168.40.1	255.255.255.0	000D.BD22.2301
	WAN1	192.168.10.2	255.255.255.0	NA


**Nota:** En este punto verifique que todas las interfaces en el diagrama de red estén activas (círculo verde parpadeando).

Para que los enrutadores puedan operar, es necesario dar de alta las direcciones de red LAN, que están en los extremos, en forma estática. Introducir las direcciones de red en **Routing->Static** de la pestaña **Config** así como la máscara y el **Next Hop** que indica la dirección IP de la interfaz a través de la cual es alcanzada la red destino.

¿Cuál es la sintaxis en la línea de comando para dar de alta las direcciones de red en forma estática?

```
ip route direccionip_network direccionip_mascara direccionip_nexthop
```

## V. Simulación de tráfico



10. Seleccione la herramienta de inspección  y verifique:

- Para las PCs, el estado de las interfaces y la tabla ARP
- Para el concentrador, el estado de sus interfaces
- Para el conmutador, la tabla MAC y la tabla ARP
- Para el enrutador, la tabla de ruteo

Proporcione una breve explicación del contenido de cada una de las tablas. Para explicar, seleccione únicamente un elemento de cada tipo.

11. Ahora se simulará el tráfico ICMP (Ping); para ello es necesario construir un paquete PDU-ICMP (Protocol Data Unit) y definir tres escenarios:

a) Ping entre las computadoras del área de TI

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	TI1	TI2	IC...		0.000	N	0	(e...)	(delete)

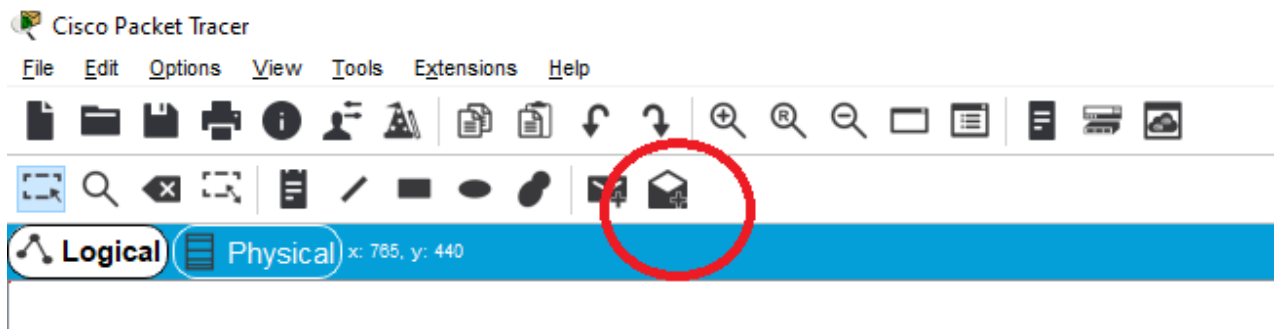
b) Ping entre computadoras de diferentes áreas en la oficina Matriz

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	T11	RH1	IC...		0.000	N	0	(e...)	(delete)

c) Ping entre computadoras de la oficina Matriz y Sucursal

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	T11	ADM1	IC...		0.000	N	0	(e...)	(delete)

Para construir un PDU se selecciona la pestaña *Simulation* y se da *click* en el ícono de Add Complex PDU como se muestra a continuación:



El cursor (ícono del mensaje) se coloca por encima del nodo desde donde se realizará el *ping* (IP fuente). Entonces se abrirá una caja de diálogo para proporcionar la información del PDU (dirección IP fuente, IP destino, número de secuencia, tamaño del PDU e información del tiempo de simulación). Cuando se presiona la opción **Create PDU**, éste aparece en la ventana de eventos como se muestra a continuación:

Create Complex PDU

**Source Settings**

Source Device: TL\_1

Outgoing Port: FastEthernet0 ☒ Auto Select Port

**PDU Settings**

Select Application: PING

Destination IP Address: 192.168.1.3

Source IP Address:

TTL: 32

TOS: 0

Sequence Number: 1000

Size: 0

**Simulation Settings**

☒ One Shot Time: 1 Seconds

☐ Periodic Interval: Seconds

Create PDU

Hay que notar que el PDU está asociado al **Scenario 0**. Recordar que hay que crear un PDU para cada escenario especificado.

Edit Filters

Show All/None

Event List

Realtime

Simulation



1

Scenario 0

New

Delete

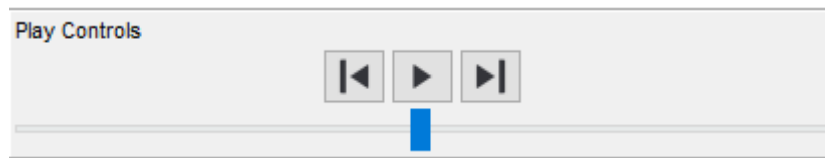
Toggle PDU List Window

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	E
	--	TL_1	192.168.1.3	ICMP		1.000	N	0	

12. Una vez creados los escenarios, se procederá a la simulación del envío de PDUs. La simulación se realizará para cada uno de los escenarios iniciando por el **Scenario 0**.

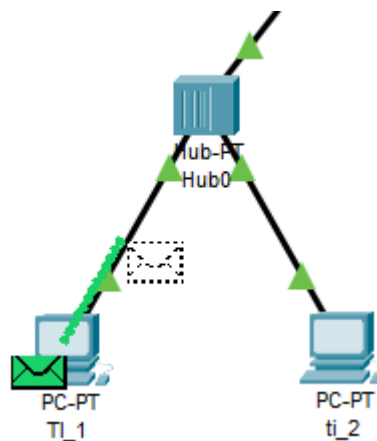
Se editarán filtros para que se muestren solamente los PDUs que interesan en la simulación. Presione el botón **Edit Filters** quite la selección **Show All/None** y elija solamente los protocolos ARP, ICMP y UDP.

De la barra de Control de Reproducción se selecciona el botón **Capture/Forward** para controlar el envío de PDUs, paso a paso.



**Nota:** No olvide guardar periódicamente su proyecto

Por cada click que se dé al botón de reproducción, el PDU viajará gráficamente en la ventana del área de trabajo (WorkSpace) y los eventos se grabarán en el panel de simulación (Simulation Panel) como se muestra a continuación:



Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	1.000	--	TI_1	ICMP
	1.001	TI_1	Hub0	ICMP
	1.002	Hub0	ti_2	ICMP
	1.002	Hub0	RT_MATRIZ	ICMP
	1.003	ti_2	Hub0	ICMP
	1.004	Hub0	TI_1	ICMP
	1.004	Hub0	RT_MATRIZ	ICMP

13 Preguntas:

- a) ¿Cuál es la principal diferencia entre un *concentrador* y un *conmutador*? ¿Por qué los primeros han dejado de usarse?

La principal forma está en la forma en la que gestionan el tráfico de red, un concentrador es un dispositivo que simplemente replica el tráfico de todos sus puertos, no tiene inteligencia y opera en la Capa 1. Un conmutador es más avanzado y filtra y envía los paquetes solo al puerto específico donde está conectado el dispositivo de destino. Esto reduce las colisiones y mejora la eficiencia de la red. Además un switch opera en capa 2.

Los concentradores han dejado de usarse principalmente porque son ineficientes. Al enviar datos a todos los dispositivos conectados, causan colisiones y congestionan la red, especialmente cuando hay mucho tráfico.

b) ¿Puede haber *conmutadores* con capacidad de enrutamiento? ¿En que condiciones puede ser útil?

Sí, existen conmutadores con capacidad de enrutamiento, conocidos como switches de capa 3 o switches multicapa. Pueden ser útiles en redes grandes o complejas, cuando queremos reducir dispositivos y costos,, mejorar rendimiento, bajar la latencia, y tener una administración centralizada.

c) ¿Cuál es la diferencia entre el enrutamiento estático y el enrutamiento dinámico?

**Enrutamiento Estático:**

Configuración: Manual.

Adaptabilidad: No se adapta automáticamente a cambios en la red.

Uso: Redes pequeñas y estables.

**Enrutamiento Dinámico:**

Configuración: Automática mediante protocolos de enrutamiento.

Adaptabilidad: Se ajusta automáticamente a cambios en la red.

Uso: Redes grandes y cambiantes.

d) ¿En cuales circunstancias se utiliza el enrutamiento estático?

Se usa cuando la red es pequeña, estable o se necesita control total sobre las rutas.

e) Describa qué hace el comando **ip route**

Permite manipular la tabla de enrutamiento del sistema. Esta tabla de enrutamiento es la que el sistema utiliza para decidir por dónde enviar los paquetes de red dependiendo de su destino

**Funciones principales de ip route:**

- Visualizar la tabla de enrutamiento
- Agregar rutas estáticas
- Eliminar rutas
- Modificar rutas existentes
- Mostrar rutas a una interfaz específica

f) Como Ud sabe los paquetes ICMP lo utilizan los comandos **ping** ¿Qué hacen los enrutadores para controlar los pings?

**Listas de control de acceso (ACL):** Las ACL permiten definir reglas para filtrar el tráfico de red, incluyendo los paquetes ICMP. Puedes configurar una ACL para permitir o bloquear el tráfico ICMP en función de la dirección IP de origen o destino, el tipo de mensaje ICMP, etc.

**Filtros de paquetes:** Los filtros de paquetes son otra forma de controlar el tráfico ICMP. Permiten inspeccionar los paquetes y tomar decisiones basadas en su contenido.

**QoS (Quality of Service):** Los mecanismos de QoS permiten priorizar ciertos tipos de tráfico, incluyendo los paquetes ICMP. Esto puede ser útil para garantizar que los paquetes ICMP críticos, como los utilizados para la resolución de problemas, se entreguen rápidamente.

### g) ¿Qué uso le dan los *enrutadores* a los paquetes ICMP?



Los enrutadores utilizan los paquetes ICMP para:

- Comunicar errores: Informar a los dispositivos de origen sobre problemas en la red.
- Optimizar el enrutamiento: Encontrar la mejor ruta para los paquetes.
- Proteger la red: Filtrar el tráfico ICMP no deseado.

#### Scenario 0

- Explique brevemente los eventos mostrados en la ventana *Event List*
- *El paquete se envía de la ti1 al hub, del hub al router y a ti2, ti2 lo regresa al hub y el hub lo envía nuevamente al router y a ti1*
- Observe las tablas ARP de las PCs y mencione qué diferencia hay con respecto a las tablas observadas en el punto 9
- Crea un nuevo registro debido al ping que se hizo, a las distintas computadoras
- ¿Por qué el PDU-ICMP llega tanto a la PC como al enrutador?
- 

#### Scenario 1

- Explique brevemente los eventos mostrados en la ventana *Event List*
- TI1 envía el paquete a el hub, el hub lo envía al router, luego se va al switch de rh, este distribuye a las compus de rh y regresan a ti1
- Observe las tablas ARP del enrutador y mencione qué diferencia hay con respecto a las tablas observadas en el punto 9
- Se agregaron nuevos registros, debido a los nuevos ping que se hicieron
- ¿Qué significa el PDU-ICMP con  y con  al final de la simulación?
- Indica el status de el envío del paquete, es decir si tuvo éxito o no

**Scenario 2**

- Explique la trayectoria de los PDU-ICMP mediante el análisis de los eventos mostrados en la ventana *Event List*  
TI1 envia el paquete al hub,el hub lo envia al router, luego el router lo envia al otro router, este último lo manda al switch y lo manda al ADM1

**Nota:** En cualquier momento de la simulación puede poner la herramienta de inspección (lupa) sobre el PDU que se va transmitiendo para observar su contenido.

**Nota:** No olvide enviar junto con su reporte el **Nombre\_EquipoTrab.pkt**.