



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Ciencias de la Computación

Práctica No 5

Enrutamiento estático

ASIGNATURA

Redes de Computadoras 2025-1

Integrantes del equipo DIA 2.0

López Diego Gabriela 318243485

San Martín Macías Juan Daniel 318181637

Rivera Zavala Javier Alejandro 311288876

Juárez Ubaldo Juan Aurelio 421095568

Ortiz Amaya Bruno Fernando 318128676

FECHA DE ENTREGA

21 de octubre del 2024

Introducción

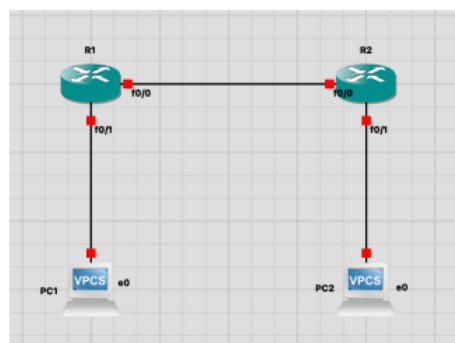
Ya hemos encontrado optimizado la manera en la que se asignan las redes, ahora toca hacer instalaciones básicas para que nos vayan asignando más tareas, en este caso tenemos el problema que 2 profesores pokemones se encuentran lejos uno del otro y desean mandarse correos de manera óptima, en este caso también uno de los profesores nos ha pedido que desee mandarle unos resultados al presidente de la asociación de Investigadores de Gran Renombre Pokémon, para que pueda publicar un artículo, debemos ayudarlo en esto.

Enrutamiento estático

Recordando que es el enrutamiento, es el proceso en el que los routers “aprenden” o “analizan” las redes remotas a esta, de tal manera que se encuentra una ruta posible para llegar a esta (puede ser óptima o no). El objetivo de esto es que exista un intercambio de datos entre ellas (Por ejemplo, mandar un correo a tu amigo).

Por parte del enrutamiento estático, lo podemos ver como una que se fija manualmente, diciéndole la ruta específica que debe seguir lo que viene siendo el paquete de datos. Como ventajas, serian que tenemos total control de la ruta, al haber algún error podemos ver en qué parte fallo, así mismo podemos crear rutas alternativas en caso de que la original falle, relativamente fácil de implementar en redes pequeñas, así como gastos generales reducidos, por lo que hacer cálculos por sí misma no es necesario (encontrar la mejor ruta posible). La configuración es relativamente sencilla, dependiendo el simulador que se use, cambiará un poco el comando (o comandos a seguir).

Apoyandonos del siguiente ejemplo, mostraremos los pasos a seguir:



Topología de Ejemplo.

Suponiendo que que la red de la izquierda consiste en:

- PC1: 192.168.0.2/24
- F0/1_ 192.168.0.1/24

Y la de la derecha en:

- PC2: 192.168.1.2/24
- F0/1: 192.168.1.1/24

Y la conexión entre routers es:

- F0/0 (izquierda): 10.0.0.1.30
- F0/0 (derecha): 10.0.0.2/24

Una vez teniendo creada nuestra topología

1. Asignamos direcciones ip a nuestras computadoras.

```
[PC1> ip 192.168.0.2/24 192.168.0.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.0.2 255.255.255.0 gateway 192.168.0.1

[PC1> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

El segundo Parametro, corresponde al gateway

2. Asignamos direcciones ip a los routers, de esta manera ya estaran conectadas a las pc

```
[R1(config)#interface FastEthernet 0/1
R1(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#end
*Mar 1 00:02:35.415: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state t
o up
*Mar 1 00:02:36.415: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthern
et0/1, changed state to up
R1(config)#end
R1#
*Mar 1 00:02:38.231: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]? R1
%Error copying nvram:R1 (Invalid argument)
R1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R1#
```

En copy, solo dar enter, dado que estamos guardando.

3. Para verificar realizamos un ping entre estos 2.

```
[PC1> ping 192.168.0.1

84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=69.622 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=8.630 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=13.096 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=3.773 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=6.596 ms
```

4. Configuramos el enlace P2P entre los routers.

```
R1#configure t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface fastethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#end
R1#
*Mar 1 00:34:19.715: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state t
o up
*Mar 1 00:34:20.715: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthern
et0/0, changed state to up
R1#
*Mar 1 00:34:20.823: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
```

5. Configuramos las rutas estáticas.

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.0.2
R1(config)#end
R1#
```

En este caso es ip route IDREDDestino MASCARA INTERFACE

Existe otra manera donde en vez de INTERFACE se usa NEXT_HOP, investiga como se utiliza.

Una vez que este completo tenemos:

```
PC2> ping 192.168.0.1

84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=1 ttl=254 time=21.798 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=2 ttl=254 time=23.639 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=3 ttl=254 time=22.116 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=4 ttl=254 time=26.506 ms
84 bytes from 192.168.0.1 icmp_seq=5 ttl=254 time=25.491 ms
```

NOTA: En este caso solo lo hice de un lado la configuración (Se mostro en imágenes), para que funcione manera optima se debe hacer la configuración completa.



Actividad

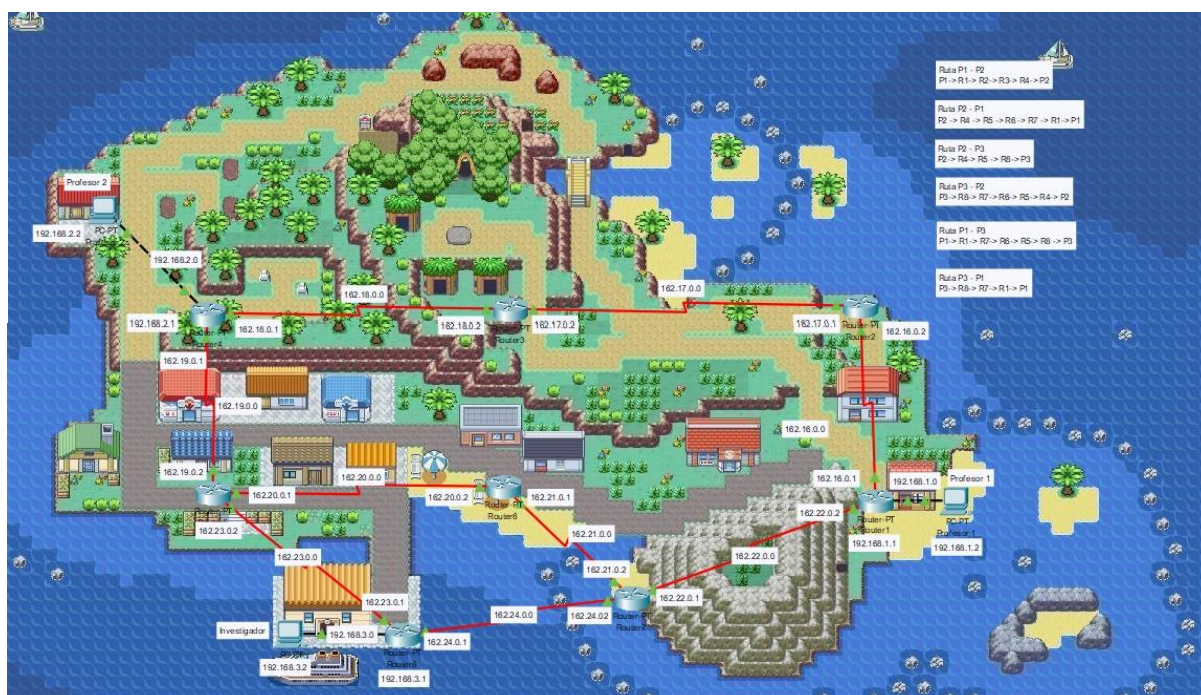
1. De acuerdo a tu región, ubica la casa en la que vive el primer profesor pokémon, en casi todos los juegos, se ubica a lado de donde se inicia (literalmente es tu vecino).

El profesor Kukui vive en las inmediaciones de la playa, en una de las costas de la isla Melemele, misma que se encuentra dentro de la región de Alola. Ahí mismo tiene su laboratorio, dónde gusta de experimentar con los ataques de sus pokemon.



2. Selecciona de manera arbitraria, una zona la cual se encuentre alejada de este, es decir, a varias ciudades de distancia (recordemos que viven lejos los profesores) (por lo menos 2 o 3 nodos intermedios).
3. Para hacerlo de forma realista, supón que existen varios routers para llegar, (Has que sea como el ejemplo, solo que entre cada router se encuentre otro más).
4. El mandarse mensajes en este caso se simulará con un ping, es decir ping P1 a P2.
5. El segundo profesor como le mandara mensajes al investigador, debe contener otra ruta, haz lo mismo que hiciste con P1 y P2 pero ahora entre P2 y P3.
6. Una vez hecho esto, genera una ruta alternativa entre P1 y P2 así como P2 y P3.
7. Finalmente descubrimos, que P1 también quiere publicar un pequeño artículo, por lo que requerimos que también se pueda contactar con P3, genera una ruta adicional de P1 a P3
8. Añade capturas de pantalla por cada paso realizado, así como tu topología resultante, explicando o mencionando donde se encuentran los profesores, así como en qué ciudad.

El Profesor Kukui necesita contactar a sus colegas, el profesor Gabriel Oak y la doctora Lusamine, para ello se ha implementado una red dentro de la isla, donde el profesor Oak puede acceder a ella, desde una casa en el extremo opuesto al de la casa del profesor Kukui, y la profesora Lusamine se conecta desde una computadora en el puerto en el cuál reside temporalmente. Aquí ilustramos la topología de la red:



Evidentemente el primer paso fue construir la topología, dado que sería un poco redundante explicar paso a paso cómo se armó (ya se ha visto en prácticas anteriores), describiremos el proceso de forma general y sólo ahondaremos en aquellos pasos verdaderamente necesarios. En primer lugar, se colocaron las 3 computadoras en los lugares convenidos, después se colocaron suficientes routers intermedios (del tipo PT) para cumplir con los requisitos de la simulación, una vez posicionados los mismos, y con una idea más clara de la topología a implementar, tuvimos que modificar la configuración de algunos routers.

Para establecer la red implementamos una conexión serial entre routers, lo cual como ya mencionamos, requirió de modificar algunos de ellos al añadirles un puerto serial extra, en particular a los routers 7 y 5



Tuvimos que añadir un módulo PT-Router-NM-1S, apagando el router y añadiendo el módulo necesario. Posteriormente conectamos los routers entre sí haciendo uso de cable serial DTE y las computadoras a sus respectivos routers con cable de cobre cruzado.

Luego de haber hecho las conexiones físicas, lo primero que hicimos fue establecer las condiciones para que hubiese flujo de datos desde las computadoras hacia los routers y viceversa, para ello tuvimos que acceder a la configuración de IP de cada computadora, establecer la dirección y máscara de subred de cada una, así como el gateway por defecto (la dirección IP del router en turno). Luego de configurar cada PC, se configura la interfaz por la que se conecta cada PC a su router, Fast Ethernet 0/0 en todos los casos.

De esto último, es necesario establecer la dirección IP de la interfaz, su máscara y activar el protocolo para que se mantenga activo.

The image contains two screenshots of network configuration windows. The top window is titled 'IP Configuration' and shows the 'Static' radio button selected. It contains four input fields: 'IPv4 Address' with the value '192.168.1.2', 'Subnet Mask' with '255.255.255.0', 'Default Gateway' with '192.168.1.1', and 'DNS Server' with '0.0.0.0'. The bottom window is titled 'FastEthernet0/0' and shows port settings. 'Port Status' is 'On' (checked), 'Bandwidth' is 'Auto' (checked), 'Duplex' is 'Full Duplex' (checked), and 'MAC Address' is '0060.3E6C.E6A4'. At the bottom of this window is an embedded 'IP Configuration' box with 'IPv4 Address' set to '192.168.1.1' and 'Subnet Mask' set to '255.255.255.0'.

Una vez logrado lo anterior, es necesario establecer también el enlace entre los routers, para ello se necesita ingresar dentro de la configuración de cada interfaz conectada en forma serial, en nuestro caso empleamos el entorno gráfico, podría haberse hecho mediante comandos. Los extremos de cada cable deben de ir cada uno hacia interfaces dentro de una misma red, esto para facilitar el reconocimiento entre routers subsecuentes. Para asignar direcciones IP a los routers seguimos el protocolo 162.X.0.Y, dónde X es un entero mayor o igual a 17 y Y un entero igual a 1 ó 2, para las PC usamos el protocolo 192.168.A.B con A un entero igual a 1, 2 ó 3 y B un entero igual a 2 para la PC y 1 para la interfaz del router. Todo lo anterior se hizo con el fin de dotar de mayor realismo a la simulación, así como de facilitar el posterior enrutamiento, de hecho, se procuró que las interfaces conectadas entre los routers fuesen las mismas respecto del aparato siguiente siempre que fuera posible, es decir S2/0 de un router se conecta con S2/0 del siguiente, S3/0 de un router con S3/0 del siguiente. Al igual que con la conexión entre router y PC, se activo el protocolo para hacer posible la transferencia de paquetes (equivale a ingresar no shutdown en la terminal).

Serial2/0

Port Status ☒ On

Duplex ☐ Full Duplex

Clock Rate 2000000

IP Configuration

IPv4 Address 162.17.0.1

Subnet Mask 255.255.0.0

Device Name: Router2
 Device Model: Router-PT
 Hostname: Router

Port	Link	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
FastEthernet0/0	Down	<not set>	<not set>	0007.EC90.0B49
FastEthernet1/0	Down	<not set>	<not set>	00D0.D3D1.D5C9
Serial2/0	Up	162.17.0.1/16	<not set>	<not set>
Serial3/0	Up	162.16.0.2/16	<not set>	<not set>
FastEthernet4/0	Down	<not set>	<not set>	000D.BDE0.01E0
FastEthernet5/0	Down	<not set>	<not set>	00D0.5808.6BB9

Physical Location: Intercity > Home City > Corporate Office > Main Wiring Closet > Rack > Router2

Se efectuó tal proceso con todos los routers de la topología. Posteriormente fue necesario hacer el enrutamiento estático, este proceso requiere de hacer del conocimiento de cada router, la existencia de todas aquellas redes dentro de la ruta a definir, entre ellas y desde luego, la red objetivo, pero también aquellas redes intermedias que cada router no conociera (no están conectadas a una de sus interfaces). Para ello es necesario colocar la red a conocer, la máscara para identificar dicha red, 255.255.255.0 para las PC/router y 255.255.0.0 para las router/router, así como la ip de la interfaz con la que se conectan hacia el siguiente router (next hop).

Static Routes

Network 192.3.0.0

Mask 255.255.255.0

Next Hop 162.22.0.1

Network Address

162.17.0.0/16 via 162.16.0.2

192.168.2.0/24 via 162.16.0.2

162.18.0.0/16 via 162.16.0.2

162.21.0.0/16 via 162.22.0.1

162.20.0.0/16 via 162.22.0.1

162.19.0.0/16 via 162.22.0.1

Network Address
192.168.2.0/24 via 162.19.0.1
162.21.0.0/16 via 162.20.0.2
162.22.0.0/16 via 162.20.0.2
192.168.1.0/24 via 162.20.0.2
192.168.3.0/24 via 162.23.0.1

Network Address
162.19.0.0/16 via 162.20.0.1
192.168.2.0/24 via 162.20.0.1
162.22.0.0/16 via 162.21.0.2
192.168.1.0/24 via 162.21.0.2
162.24.0.0/16 via 162.21.0.2
192.168.3.0/24 via 162.20.0.1

Primero se efectuó este proceso para la ruta que va de la computadora del profesor KuKui hasta la computadora del profesor Oak, haciendo el enrutamiento bidireccional para poder obtener respuesta, una vez logrado lo anterior, procedimos con una ruta desde la computadora del profesor Oak hacia la computadora del profesor Kukui. Fue necesario eliminar el enrutamiento bidireccional en los routers pertinentes para que así los mensajes de P1 a P2 viajaran por la primera ruta y los de respuesta, es decir de P2 a P1, viajaran por la segunda ruta, esto último se implementó así para hacer visible que ambas rutas funcionan, aunque en estricto sentido no es necesario.

```

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.2.2

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=123
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=123
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=123

Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 4ms, Average = 4ms

C:\>ping 192.168.2.2

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=80ms TTL=123
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=123
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=123
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=123

Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 80ms, Average = 23ms

```

```

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.1.2

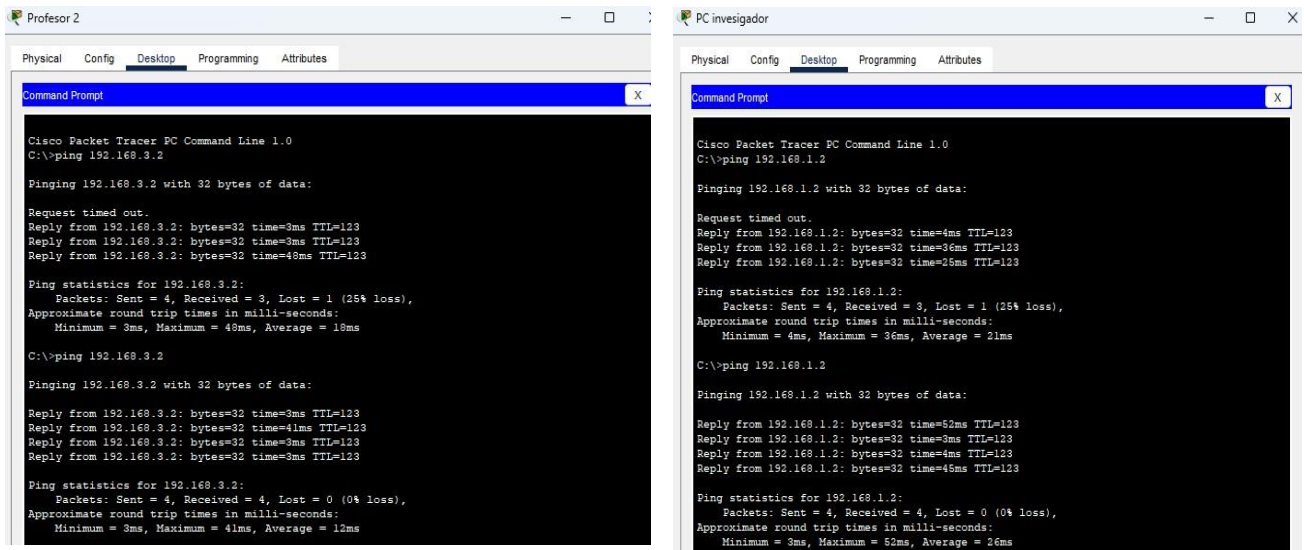
Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=4ms TTL=124
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=4ms TTL=124
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=10ms TTL=124
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=33ms TTL=124

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 33ms, Average = 12ms

```

Procedimos de la misma forma con las rutas entre P2 y P3 (Oak y Lusamine respectivamente), así como las rutas entre P1 y P3, hasta que finalmente conseguimos la conexión que deseábamos tener en un principio. Algunas rutas comparten tramos y otras sólo los extremos, las 2 rutas entre P1 y P2 son un ejemplo del segundo caso, mientras que las rutas entre P2 y P3, así como las rutas entre P1 y P3 son instancias del primer caso.



Dicho todo lo anterior, esperamos que quede clara nuestra implementación del enrutamiento, también es preciso hacer notar que dentro de la configuración de la IP de las PC se requiere dejar tal cuál la opción “static” para el enrutamiento. Para usar la interfaz gráfica de las distintas partes del proceso se requirió o entrar dentro de la pestaña Desktop de las PC para hacer ping desde el command prompt, o bien ir directo a la pestaña de configuración y ahí a la opción de Routing -> Static para el enrutamiento, además de Desktop -> IP configuration para las direcciones de las computadoras.

Teoría

1. Al generar rutas alternativas, como sabe el router por donde ir para llegar a sus destinos, es decir, como sabe que ruta tomar.

Cuando dentro de un mismo router se generan rutas estáticas (o dinámicas) alternativas, el router utiliza la tabla de enrutamiento para elegir la mejor ruta hacia un destino determinado. Los routers cuentan con una tabla de enrutamiento que contiene información sobre las rutas disponibles para llegar a diferentes redes, entonces, cuando por un router pasa un paquete de datos, dicho dispositivo consulta la tabla de enrutamiento para encontrar la mejor ruta. Se da preferencia a la máscara de subred con mayor longitud e incluso se considera el costo de la ruta cuando la misma es dinámica.

El router elegirá la ruta con las mejores métricas, así mismo, se pueden utilizar las rutas alternativas hacia un mismo destino, como un respaldo de la ruta principal que hayamos definido nosotros mismos manualmente (estáticas) o el router (dinámicas).

2. Realiza una investigación sobre Wireshark, ve en qué consiste el programa y sus usos de este, finalmente si es posible observar cómo se transmiten los paquetes entre los profesores. (En GNS3 se pueden en Cisco pero no lo he intentado).

Wireshark es un software que permite monitorear de cerca el envío de paquetes de información dentro de una red de computadoras y analizar protocolos (conocido como sniffer), podemos visualizar a través de él todos los detalles de la transacción de envío y recepción de paquetes, incluidos, pero no limitados a protocolos utilizados, direcciones IP de origen, destino e intermedias, tiempo transcurrido, etc.

Es un software ampliamente utilizado para monitorear de cerca el tráfico dentro de una red, de modo que es posible detectar errores y eventos que pudieran estar obstruyendo el ya mencionado tráfico. Además de lo anterior, el análisis de tráfico nos da métricas como los horarios de mayor incidencia, los lugares donde hay un mayor tráfico e incluso las direcciones IP que más paquetes envían o reciben, información que puede ser utilizada con diversos fines comerciales e incluso, para mejorar la configuración de las redes monitoreadas.

Cisco como tal no incluye una herramienta con todas las capacidades de Wireshark, sin embargo, su modo de simulación, así como las interfaces de texto que provee para interactuar con cada dispositivo simulado, nos permiten tener una idea de como se da el tráfico dentro de nuestras redes, así como detectar posibles errores y eventos. En el caso de esta práctica, podemos ver como los paquetes son enviados y como van pasando de router en router a través de una pequeña animación





3. Escribe lo aprendido sobre esta práctica, así como dificultades.

Durante el desarrollo de esta práctica logramos comprender mejor, conceptos vistos anteriormente, así como su utilidad y las particularidades de su implementación, en particular, el uso de las direcciones IP así como el subneteo y el uso de mascarar de subred, también quedaron mejor asentadas algunas de las diferencias entre el ruto estático y dinámico que se mencionaron en prácticas anteriores.

Nos familiarizamos un poco más con los tipos de conexiones y materiales más idóneos para realizar conexiones de red y, obviamente, comprendimos mejor lo que es un router y cuál es su función dentro de una red de computadoras, que no es otra si no dirigir el tráfico de datos entre diferentes redes, se encargan de recibir paquetes de datos, determinar la mejor ruta para enviarlos a su destino y reenviarlos a través de la red.

Tuvimos algunos problemas a la hora de establecer las rutas estáticas pues el contenido a nuestro alcance, respecto de ese tema, estaba algo desfazado y no cubría aspectos necesarios para poder llevar a cabo esta práctica. Además de lo anterior, también batallamos un poco tratando de encontrar el tipo de conexión más adecuada para poder implementar las redes que se nos pedían y en general configurar todo fue una tarea bastante engorrosa.

Nota: como se mencionó en la explicación del desarrollo de la práctica, eliminamos algunas partes de los ruteos estáticos para que los mensajes vayan por una ruta durante la ida y vayan por otra durante el regreso entre los pares de computadoras conectadas, eso en estricto sentido no era necesario pues como se explicó en una de las preguntas, el router puede determinar que ruta es mejor, pero lo dejamos así para que se pueda ver con facilidad que ambas rutas funcionan y no sólo una es la que está haciendo todo el trabajo.

Referencias

1. *Tabla de enrutamiento: Qué es, para qué sirve y cómo configurarla.* (n.d.). RedesZone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/tabla-enrutamiento-router-que-es/>
2. *Wireshark: Qué es y ejemplos de uso.* (2021, January 7). OpenWebinars.net. <https://openwebinars.net/blog/wireshark-que-es-y-ejemplos-de-uso/>
3. *Cisco Nexus 7000 Series NX-OS Unicast Routing Configuration Guide - Configuring Static Routing [Cisco Nexus 7000 Series Switches].* (n.d.). Cisco. https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/nexus7000/sw/unicast/config/cisco_nexus7000_unicast_routing_config_guide_8x/configuring_static_routing.html
4. Marcelo. (2019, July 17). *Enrutamiento Estático (Rutas Estáticas).* CCNA Desde Cero. <https://ccnadesdecero.com/curso/rutas-estaticas/>