



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO
DE INFORMÁTICA

Laboratorio 2:

“Subdivisión de Redes e Implementación de Protocolos *BGP* y *OSPF* en Sistemas Autónomos Estructurados Utilizando *Packet Tracer*”

Yasmine Pérez, 202004620-4
Beatrice Valdés, 201941556-5

Departamento de Ingeniería Civil Informática
Universidad Técnica Federico Santa María
Redes de Computadores - INF256
21 de Mayo de 2023

1. Resumen

En base a una topología de red definida se presenta una manera de asignación de direcciones IP a equipos mediante la división en subredes, con el posterior trabajo de configuración de protocolos para redes IP (OSPF y BGP), utilizando *Packet Tracer*. Finalmente se trabajó con la red configurada para analizar distintos comportamientos relevantes para el contexto.

2. Introducción

Como se ha estudiado en el curso, los Sistemas Autónomos (AS) son un grupo de redes IP que poseen una política de rutas propias e independientes y sirven para ayudar a manejar redes grandes. En el contexto del problema la red esta dividida en 3 sistemas autónomos, los cuales se van a conectar entre sí de alguna manera.

Es en este punto donde surge el concepto de los protocolos intra-AS e inter-AS. Los primeros rutean dentro del mismo sistema autónomo, mientras que los segundos se encargan de realizar el trabajo entre distintos AS. Un protocolo intra-AS conocido es OSPF (*Open Shortest Path First*) y un ejemplo de un protocolo inter-AS es BGP (*Border Gateway Protocol*). En este caso se configurarán ambos protocolos en los 3 AS mencionados previamente, con una topología dada, de manera que la red quede lista para la comunicación.

3. Desarrollo

3.1. Cálculo de Subredes

Red Arrius

Para dividir la red 12.0.0.0/8 en al menos 10 subredes se deben asignar suficientes bits para las subredes requeridas. Esto se puede lograr asignando 4 bits adicionales ($2^4 = 16$), obteniendo 16 combinaciones de las cuales se usarán las primeras 10.

La nueva máscara corresponderá a /12 y las subredes serán:

Número	Dirección	Rango
1	12.0.0.0/12	12.0.0.1 – 12.15.255.254
2	12.16.0.0/12	12.16.0.1 – 12.31.255.254
...
10	12.144.0.0/12	12.144.0.1 – 12.159.255.254

Tabla 1: Subredes para Red Arrius

La que finalmente se asignará es la con el nombre más pequeño la cual es la primera subred de la [tabla 1](#).

Red Cestrius

Para dividir la red 182.13.0.0/16 en al menos 2 subredes necesitaremos asignar 1 bit adicional ($2^1 = 2$) para las subredes. La nueva máscara corresponderá a /17 y las subredes serán:

Número	Dirección	Rango
1	182.13.0.0/17	182.13.0.1 – 182.13.127.254
2	182.13.128.0/17	182.13.128.1 – 182.13.255.254

Tabla 2: Subredes para Red Cestrius

La que finalmente se asignará es la segunda red con el nombre más pequeño la cual es la segunda subred de la [tabla 2](#).

Red Aradeol

En este caso se utilizará la red número 4 de la [tabla 1](#) la cual corresponde a la red con dirección 12.48.0.0/12. Esta se dividirá en al menos 4 subredes, por lo que necesitaremos 2 bits adicionales ($2^2 = 4$) para representar las subredes. La nueva máscara resultante será /14 y las subredes serán:

Número	Dirección	Rango
1	12.0.48.0/14	12.0.48.1 – 12.0.63.254
2	12.4.0.0/14	12.4.0.1 – 12.7.255.254
3	12.8.0.0/14	12.8.0.1 – 12.11.255.254
4	12.12.0.0/14	12.12.0.1 – 12.15.255.254

Tabla 3: Subredes para Red Aradeol

La que finalmente se asignará es la tercera red con el nombre más pequeño, la cual corresponde a la tercera subred de la [tabla 3](#).

Red Pantoran

Para dividir la red 192.168.0.0/24 utilizando 2 bits extra se puede utilizar una máscara de subred de /26, lo cual entregará 4 combinaciones posibles:

Número	Dirección	Rango
1	192.168.0.0/26	192.168.0.1 – 192.168.0.62
2	192.168.0.64/26	192.168.0.65 – 192.168.0.126
3	192.168.0.128/26	192.168.0.129 – 192.168.0.190
4	192.168.0.192/26	192.168.0.193 – 192.168.0.254

Tabla 4: Subredes para Red Pantoran

La dirección que se asignará será la segunda red con el nombre más grande, la cual es la tercera subred de la [tabla 4](#).

Red Rok

Para este caso, se utilizará la red número 1 de la [tabla 2](#), correspondiente a la dirección 182.13.0.0/17. Esta será dividida en 2 subredes para la cual necesitaremos 1 bits adicional ($2^0 = 1$). La nueva máscara corresponderá a /18 y las subredes son :

Número	Dirección	Rango
1	182.13.0.0/18	182.13.0.1 – 182.13.63.254
2	182.13.64.0/18	182.13.64.1 – 182.13.127.254

Tabla 5: Subredes para Red Rok

Finalmente se asignará la segunda red con el nombre más pequeño a la Red Rok, la cual es la segunda subred de la [tabla 5](#).

3.2. Asignación de IP

Con el cálculo de las subredes, asignaremos la IP para la red correspondiente y sus direcciones IP para los distintos dispositivos dentro de ella, en el programa “Cisco Packet Tracer” de la siguiente manera: Primero, se asigna la IP a la Red Arrius, la cual colocamos como texto para identificarla mejor visualmente. Luego, se le asignó la IP calculada al PC Valentad con su máscara de subred correspondiente y la IP del router con el cual se conectará (“Default Gateway”). Finalmente, para el Router Arrius, le asignamos dos IP para las distintas conexiones que realizará, una con el switch dentro de su misma red, y otra con los routers de distintas redes con los que establecerá conexión. Cabe notar que es importante que estos dispositivos se encuentren encendidos para establecer la conexión.

Véase el anexo [5.1](#) para visualizar mejor cada paso en el programa. De forma análoga, este proceso se realiza para las siguientes redes mencionadas anteriormente.

3.3. Enrutamiento

Se configuró el protocolo OSPF para el primer sistema autónomo, donde se utilizó el comando `show ip ospf neighbor`:

Router Arrius						
Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	
12.8.0.1	0	FULL/	-	00:00:32	3.0.0.2	Serial0/1/1
182.13.128.1	0	FULL/	-	00:00:32	2.0.0.2	Serial0/1/0

Router Aradeol						
Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	
4.4.4.4	0	FULL/	-	00:00:32	4.0.0.2	Serial0/0/0
182.13.128.1	0	FULL/	-	00:00:33	5.0.0.1	Serial0/0/1
12.0.0.1	0	FULL/	-	00:00:32	3.0.0.1	Serial0/1/1

Router Cestrius						
Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	
4.4.4.4	0	FULL/	-	00:00:37	1.0.0.2	Serial0/1/0
12.0.0.1	0	FULL/	-	00:00:32	2.0.0.1	Serial0/0/0
12.8.0.1	0	FULL/	-	00:00:30	5.0.0.2	Serial0/0/1

Router Marine						
Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	
12.8.0.1	0	FULL/	-	00:00:30	4.0.0.1	Serial0/0/0
182.13.128.1	0	FULL/	-	00:00:34	1.0.0.1	Serial0/1/0

Figura 1: Configuración de OSPF en un AS

Y el protocolo BGP para los otros dos sistemas autónomos, donde se utilizó el comando `show ip bgp summary`:

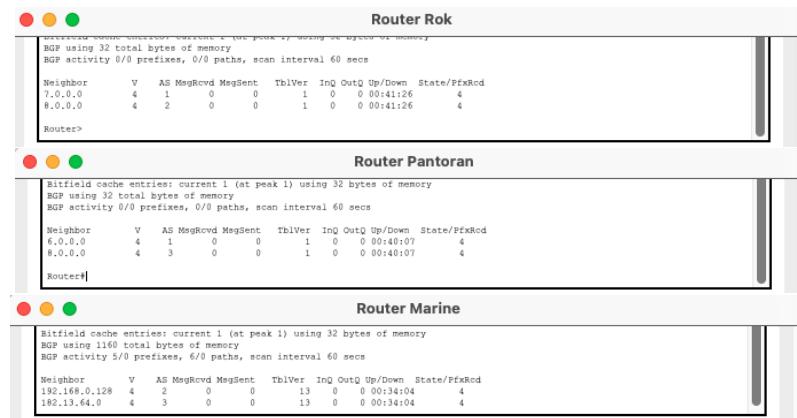


Figura 2: Configuración de BGP en dos AS

4. Preguntas y Análisis

4.1. Revisión de las Comunicaciones

En primer lugar se comenzaron verificando las comunicaciones en el primer sistema autónomo con la utilización de PDUs:

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
Fire	Successful	Oberdus	Norist	ICMP	Orange	0.000	N	0	(edit)	
Fire	Successful	Oberdus	Valentad	ICMP	Orange	0.000	N	1	(edit)	
Fire	Successful	Oberdus	Stenynn	ICMP	Green	0.000	N	2	(edit)	
Fire	Successful	Oberdus	Deserius	ICMP	Red	0.000	N	3	(edit)	
Fire	Successful	Valentad	Norist	ICMP	Green	0.000	N	4	(edit)	
Fire	Successful	Valentad	Stenynn	ICMP	Green	0.000	N	5	(edit)	
Fire	Successful	Valentad	Deserius	ICMP	Green	0.000	N	6	(edit)	
Fire	Successful	Stenynn	Deserius	ICMP	Purple	0.000	N	7	(edit)	
Fire	Successful	Stenynn	Norist	ICMP	Purple	0.000	N	8	(edit)	
Fire	Successful	Deserius	Norist	ICMP	Green	0.000	N	9	(edit)	

Figura 3: Comunicaciones en AS1

Luego se verificaron las comunicaciones en el segundo sistema autónomo de la misma manera:

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
Fire	Successful	Brakkar	Oziakk	ICMP	Green	0.000	N	0	(edit)	

Figura 4: Comunicaciones en AS2

Con ello se puede verificar que todos los host entre AS son capaces de comunicarse entre sí para poder acceder al servidor.

4.2. Aviso de Coordinación para el Ataque

Se envió un mensaje desde el PC Oberdus de la Red Cestrius al PC Stenynn de la Red Aradeol, posteriormente, se envía desde el mismo host de la Red Cestrius al PC Valentad de la Red Arrius, los cuales resultaron exitosos:

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num
	Successful	Oberdus	Stennyn	ICMP		0.000	N	0
	Successful	Oberdus	Valentad	ICMP		0.000	N	1

Figura 5: Mensajes desde Red Cestrius a Red Aradeol y Red Arrius

La ruta que siguió el primer mensaje, identificado por el programa, fue: PC Oberdus → Switch Cestrius → Router Cestrius → Router Aradeol → Switch Aradeol → PC Stennyn.

Por otro lado, la ruta del segundo mensaje fue el siguiente: PC Oberdus → Switch Cestrius → Router Cestrius → Router Arrius → Switch Arrius → PC Valentad.

Finalmente, podemos concluir que el motivo de porqué se eligen estas rutas, según lo visto en clases, es la tabla de enrutamiento que se genera al enviar un mensaje, utilizando algoritmos de ruteos para indicar al router la ruta más eficiente del envío, es decir, la menos costosa (no necesariamente la más corta) para la llegada exitosa del mensaje y evitar pérdidas.

4.3. Simulaciones de Contrataque Orkos

De la ruta del segundo mensaje mencionada anteriormente, la que envía el mensaje desde PC Oberdus a PC Valentad, si eliminamos una conexión entre los routers presente en la ruta, en este caso, la de Router Cestrius con Router Arrius, los mensajes podrán llegar a su destino mediante una ruta alternativa, la cual corresponde a: PC Oberdus → Switch Cestrius → Router Cestrius → Router Aradeol → Router Arrius → Switch Arrius → PC Valentad.

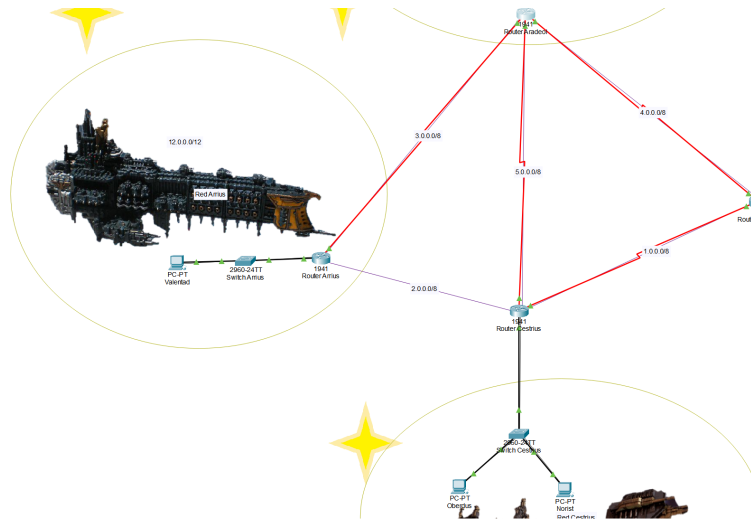


Figura 6: Conexión entre Router Cestrius-Router Arrius eliminada

4.4. Ha Llegado un Peor Enemigo al Combate

Para crear la conexión entre Gaunt Maw y Pantoran, dividiremos la dirección 192.168.0.0/24 utilizando 2 bits adicionales para definir las 4 subredes creadas ($2^2 = 4$). La nueva máscara de subred corresponde a /26 y las subredes son:

Número	Dirección	Rango
1	192.168.0.0/26	192.168.0.1 – 192.168.0.62
2	192.168.0.64/26	192.168.0.65 – 192.168.0.126
3	192.168.0.128/26	192.168.0.129 – 192.168.0.190
4	192.168.0.192/26	192.168.0.193 – 192.168.0.254

Tabla 6: Subredes para Red Gaunt Maw

Se asignará la primera red con el nombre más grande a la Red Gaunt Maw, la cual es la cuarta subred de la [tabla 6](#) y las direcciones IP asignadas para el Router Gaunt Maw, PC Devorador, PC Reina-Norna son 192.168.0.193, 192.168.0.194 y 192.168.0.195, respectivamente. (véase el anexo [5.2](#))

4.5. Los Marines Envían el Primer Ataque

Para verificar que el mensaje desde Devorador hasta Valentad, a través de la terminal, utilizamos el siguiente método:

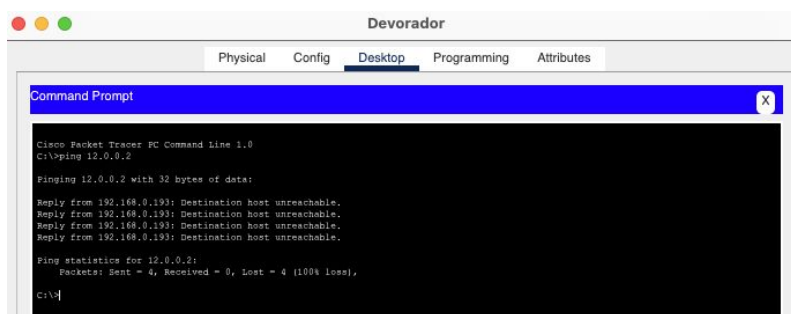


Figura 7: Método para la verificación por terminal la llegada de un mensaje

Cabe notar que la ruta que siempre se elegirá será la menos costosa y la más eficiente para llevar un paquete desde su origen hasta el destino, utilizando los algoritmos vistos en clases para lograrlo, y además con la tabla de enrutamiento, que indica específicamente la ruta paso a paso que recorrerá el mensaje.

4.6. Los Tiránidos Contraatacan

En primer lugar se ajustaron los anchos de banda de ambos routers (Ver anexo [5.3](#)) utilizando la CLI a 150kbps. El hecho de bajar el ancho de banda puede impactar en la toma de decisiones de las rutas de los protocolos. En este caso se trata del protocolo OSPF, donde variar el ancho de banda puede tener estos impactos, debido a que el costo para determinar el mejor camino para un destino es inversamente proporcional al ancho de banda de la interfaz. Esto es, si el ancho de banda baja, el costo asociado a esa interfaz va a aumentar, por lo que la ruta que toman los paquetes podrían evitar los routers Arrius y Pantoran. Se puede ver como cambia la métrica en la routing table (Anexo [5.3](#)) tanto al bajar el ancho de banda a 150kbps como al subirlo a 3500kbps. En este último caso, debido a que subió el ancho de banda el costo asociado a las interfaces de los routers bajará lo cual afectaría de igual forma a la toma de decisiones de OSPF (eligiendo esas rutas al tener menor costo).

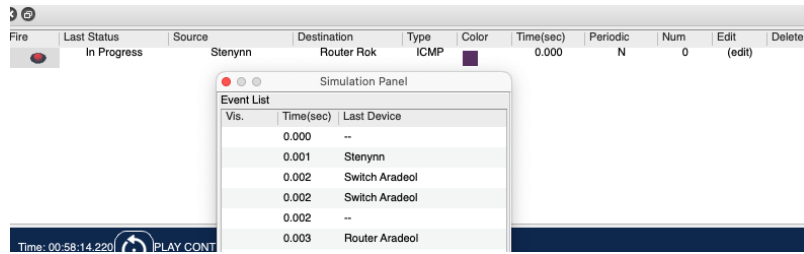


Figura 8: Envío de paquete luego de baja

4.7. Router Aradeol y Router Rok

En primer lugar se ajustaron los anchos de banda de ambos routers (Ver anexo 5.4) utilizando la CLI a 150kbps. Como se mencionó previamente, hecho de bajar el ancho de banda puede impactar en la toma de decisiones de las rutas de los protocolos. En este caso debido a que se trata del protocolo BGP el ancho de banda no afectará directamente a la toma de decisiones pero si puede llevar a mayor congestión, pérdidas de paquetes o delays, que pueden afectar al routing y a la estabilidad de BGP.

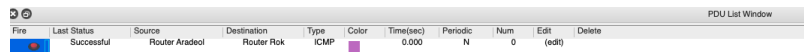
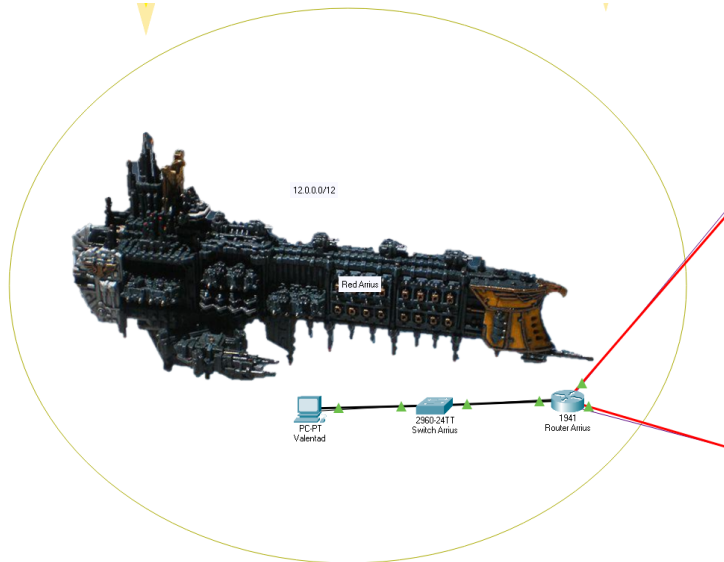


Figura 9: Llegada correcta del paquete

5. Anexos

5.1. Asignación de IP:

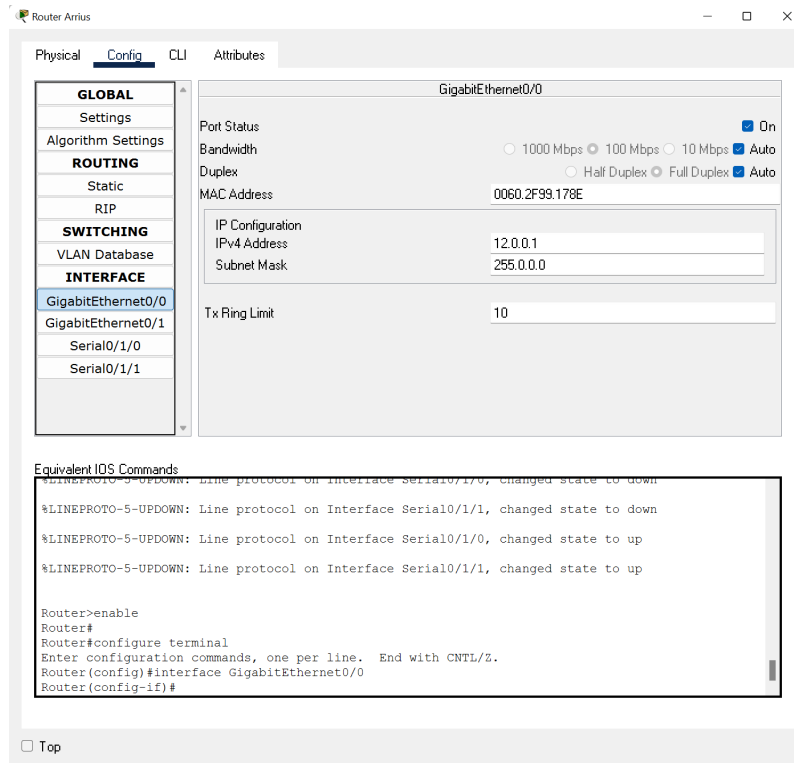
- Dirección IP Red Arrius:



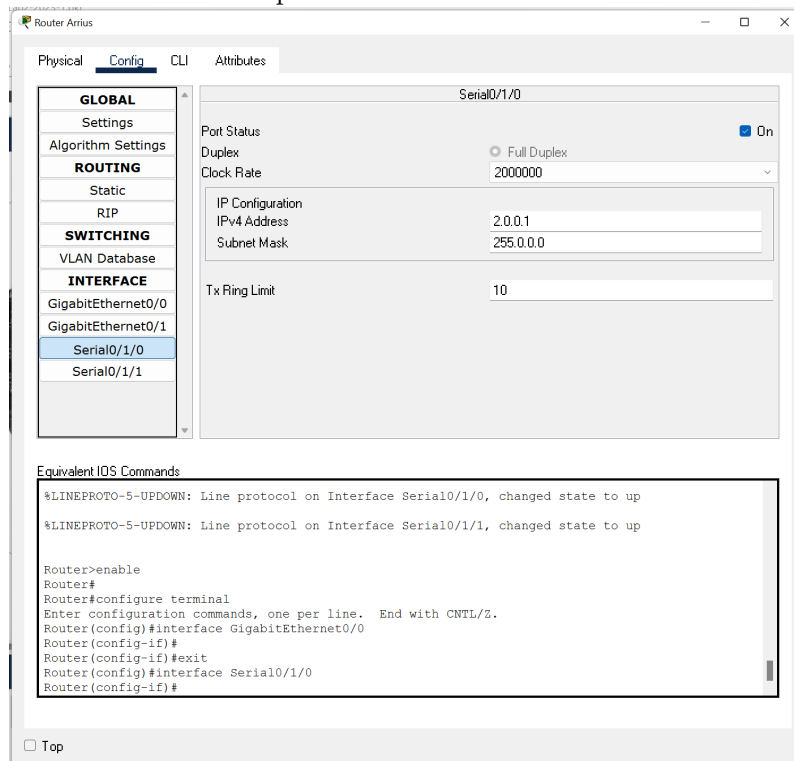
- Dirección IP PC Valentad:

IP Configuration window for the PC Valentad. The window shows the configuration for the FastEthernet0 interface. The IP Configuration section is selected, and the Static option is chosen. The IP Address is 12.0.0.2, the Subnet Mask is 255.0.0.0, the Default Gateway is 12.0.0.1, and the DNS Server is 0.0.0.0. The IPv6 Configuration section is also visible, with the Static option selected and the Link Local Address set to FE80::2E0:F9FF:FE49:B591. The 802.1X section is also visible, with the Use 802.1X Security checkbox unchecked and the Authentication method set to MD5.

- Dirección IP Router para conexión con un Switch:

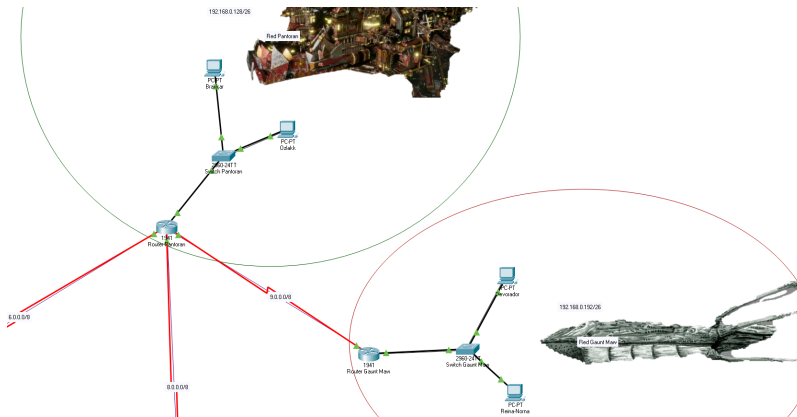


- Dirección IP Router para conexión con otro Router:

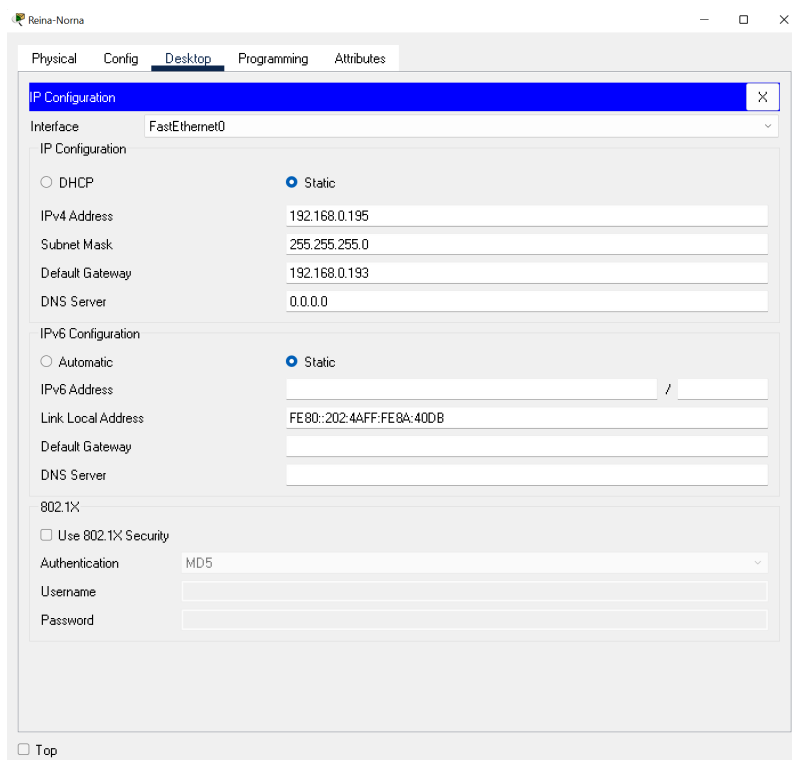


5.2. Pregunta 4.4:

- Conexión Red Gaunt Maw - Red Pantoran:

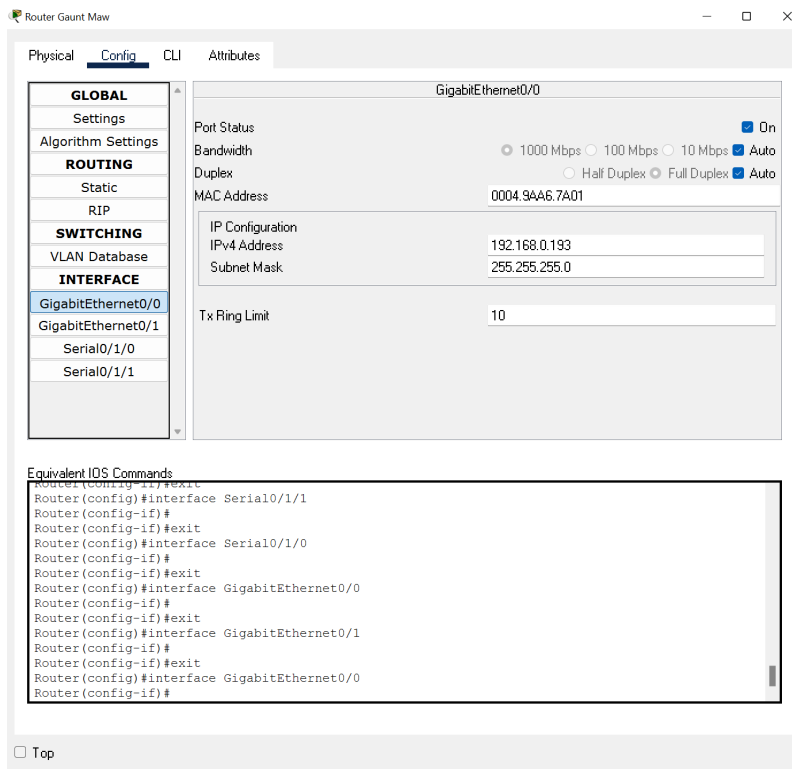


- Dirección IP PC Devorador:

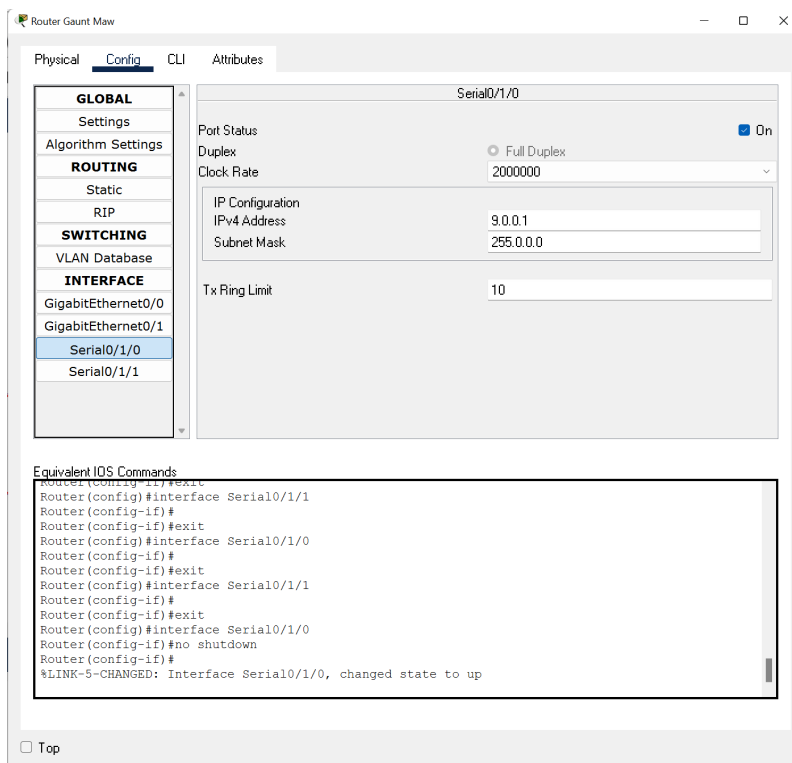


Se realiza el mismo procedimiento para asignar la dirección IP a PC Reina-Norna.

- Dirección IP Router Gaunt Maw para conexión con Switch:



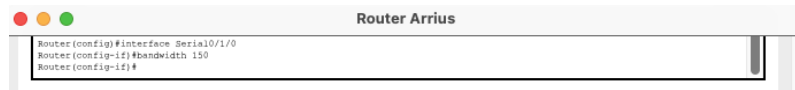
- Dirección IP Router Gaunt para conexión con Router Pantoran:



Se realiza el mismo procedimiento para asignar la dirección IP al Router Pantoran para establecer conexión con el Router Gaunt Maw.

5.3. Pregunta 4.6

- Ajustar ancho de banda router Arrius (Análogo para todas las interfaces):



- Antes y despues de routing table:

Routing Table for Router Arrius				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
O	1.0.0.0/8	Serial0/1/1	3.0.0.2	110/192
C	2.0.0.0/8	Serial0/1/0	---	0/0
L	2.0.0.1/32	Serial0/1/0	---	0/0
C	3.0.0.0/8	Serial0/1/1	---	0/0
L	3.0.0.1/32	Serial0/1/1	---	0/0
O	4.0.0.0/8	Serial0/1/1	3.0.0.2	110/730
O	5.0.0.0/8	Serial0/1/1	3.0.0.2	110/128
C	12.0.0.0/8	GigabitEthernet0/0	---	0/0
L	12.0.0.1/32	GigabitEthernet0/0	---	0/0
S	12.8.0.0/14	---	3.0.0.2	1/0
S	182.13.128.0/17	---	2.0.0.2	1/0

Routing Table for Router Arrius				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
O	1.0.0.0/8	Serial0/1/0	2.0.0.2	110/92
C	2.0.0.0/8	Serial0/1/0	---	0/0
L	2.0.0.1/32	Serial0/1/0	---	0/0
C	3.0.0.0/8	Serial0/1/1	---	0/0
L	3.0.0.1/32	Serial0/1/1	---	0/0
O	4.0.0.0/8	Serial0/1/1	3.0.0.2	110/730
O	5.0.0.0/8	Serial0/1/0	2.0.0.2	110/92
C	12.0.0.0/8	GigabitEthernet0/0	---	0/0
L	12.0.0.1/32	GigabitEthernet0/0	---	0/0
S	12.8.0.0/14	---	3.0.0.2	1/0
S	182.13.128.0/17	---	2.0.0.2	1/0

5.4. Pregunta 4.7

Ajustar ancho de banda router Rok (Análogo para todas las interfaces):

