

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Ciencias**

**Asignatura: Redes de computadoras**  
**Semestre: 2024-1**

**Profesor: Javier León Cotonieto**

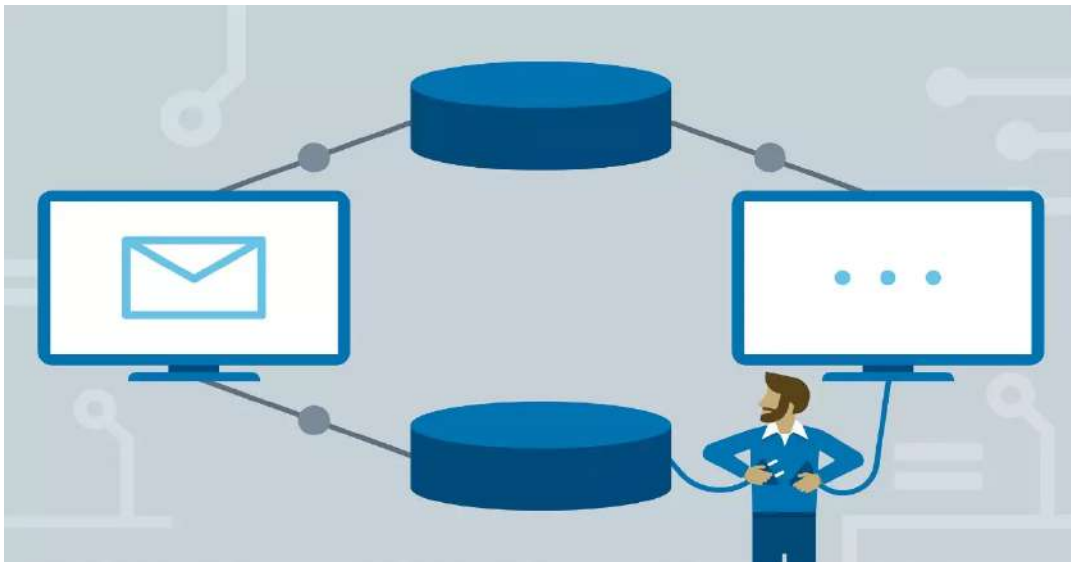
**Ayudantes: Magdalena Reyes Granados**  
**Itzel Gómez Muñoz**  
**Sandra Plata Velázquez**

***Práctica 10."Enrutamiento Dinámico Segunda Parte"***

**Equipo 5**

**Integrantes:**

- **Almanza Torres José Luis**
- **Jimenez Reyes Abraham**
- **Martínez Pardo Esaú**



## Ejercicio 1

Teniendo la siguiente topología, configure el protocolo de enrutamiento OSPF multi-área

### 1) Configure 3 áreas

a) Área 0

i) 10.0.X.0/8

ii) PC

b) Área 1

i) Enlace serial: 11.11.X.0/30

ii) Subred: 192.168.X.0/24

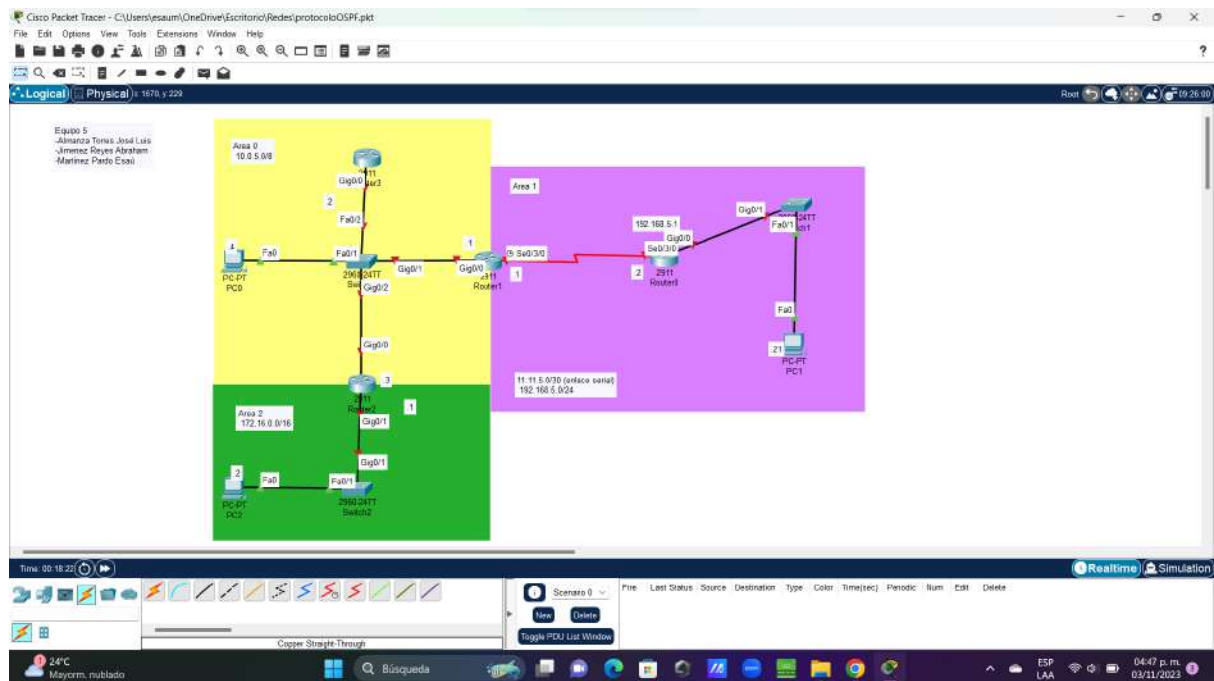
c) Área 2

i) 172.16.0.0/16

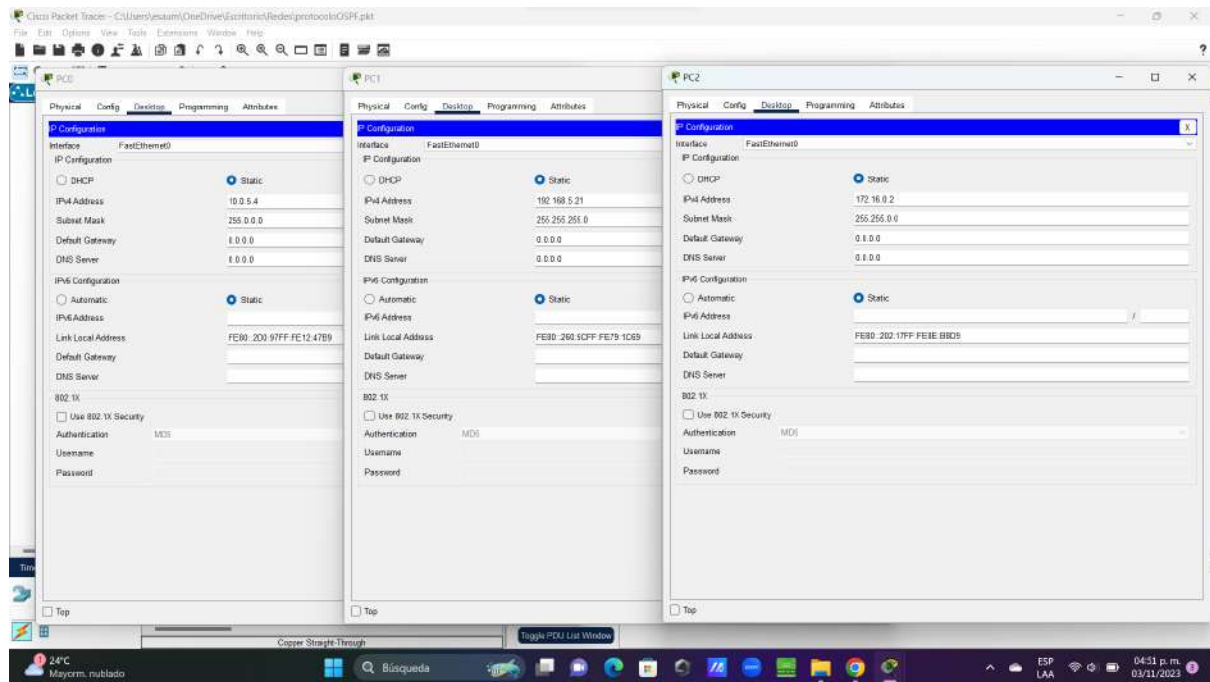
ii) PC

X es el número de equipo en el que trabajan.

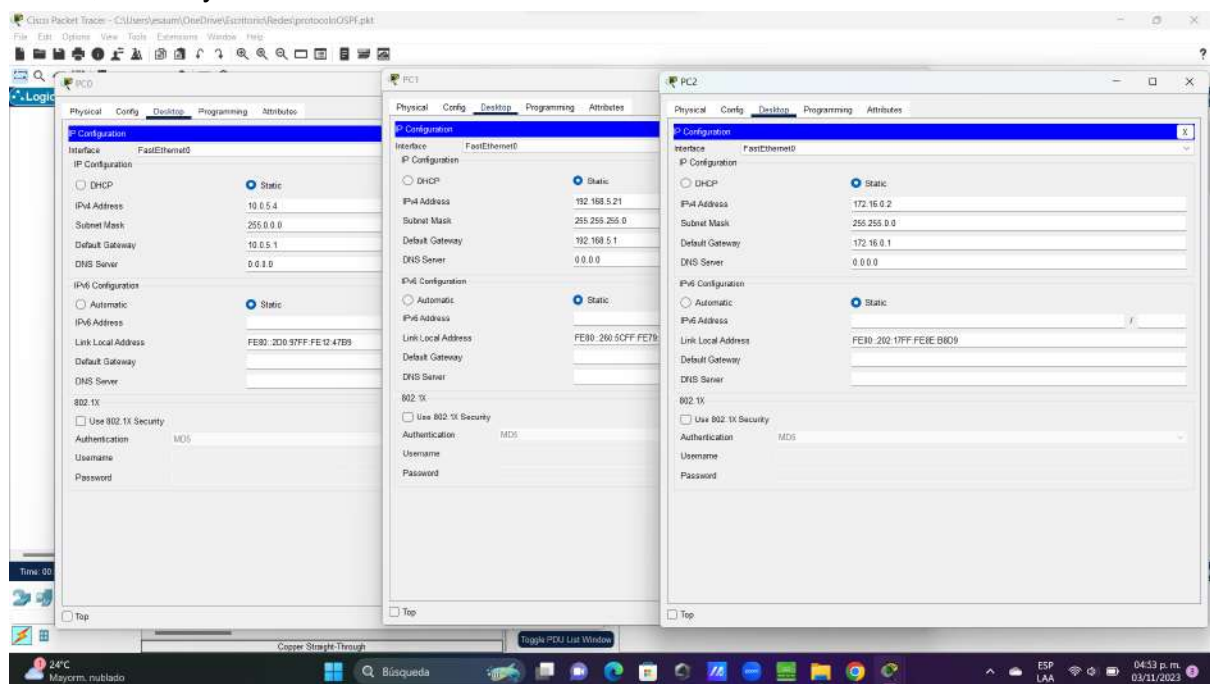
Construimos la topología



Configuramos las PC's  
Área 0, Área 1 y Área 2:

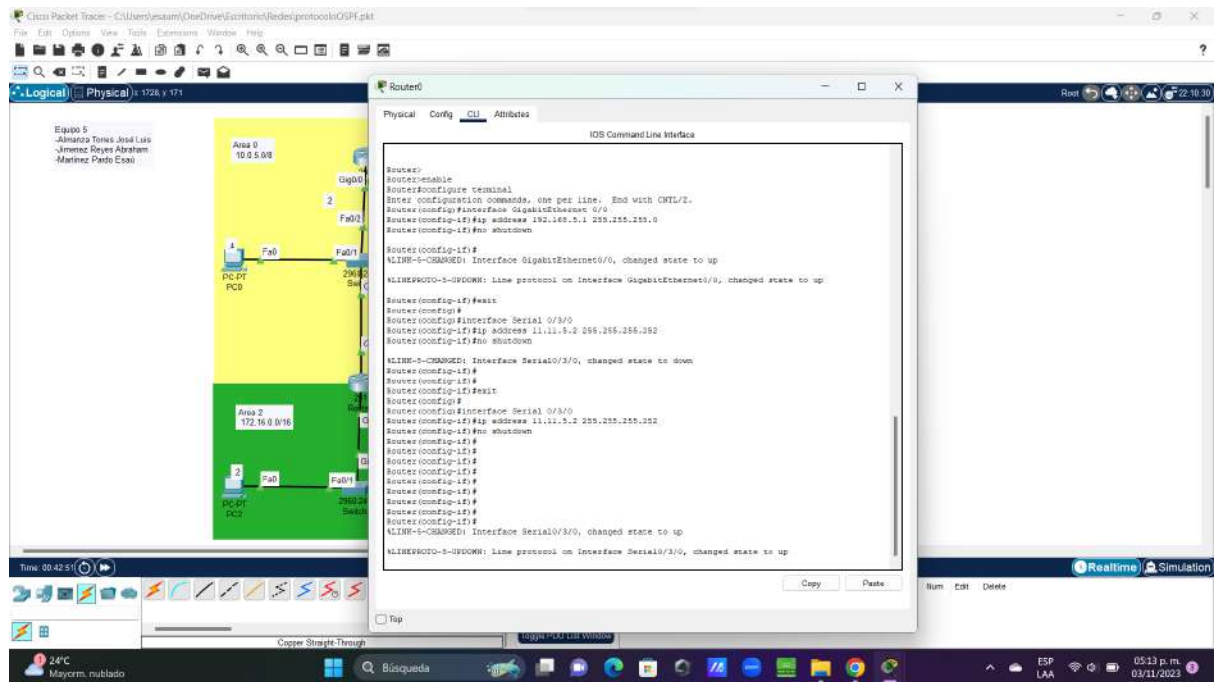


Configuramos gateway  
Área 0, Área 1 y Área 2:

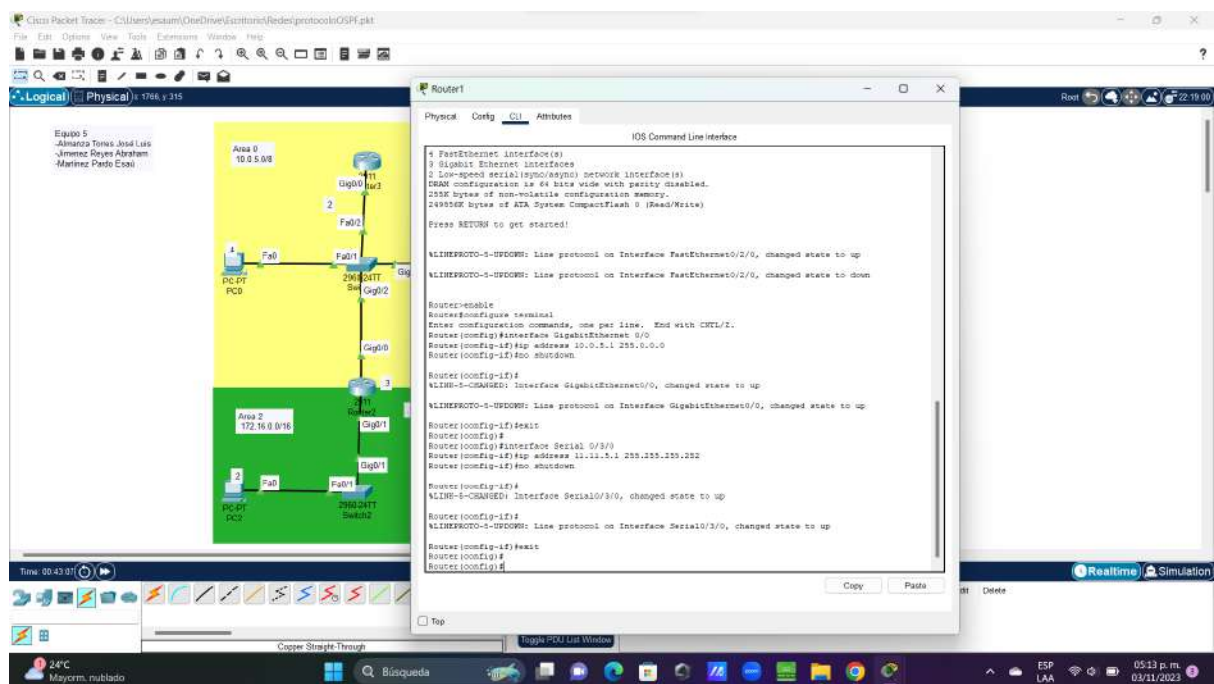


## Configuramos las IP's de las interfaces de los routers

### Router 0:



### Router 1:



## Router 2:

Router2 Configuration:

```

Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router2
Router2(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router2(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#
Router2(config-if)#interface GigabitEthernet0/1
Router2(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.0.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#
Router2(config-if)#interface GigabitEthernet0/2
Router2(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.0.0.0
Router2(config-if)#no shutdown
Router2(config-if)#
  
```

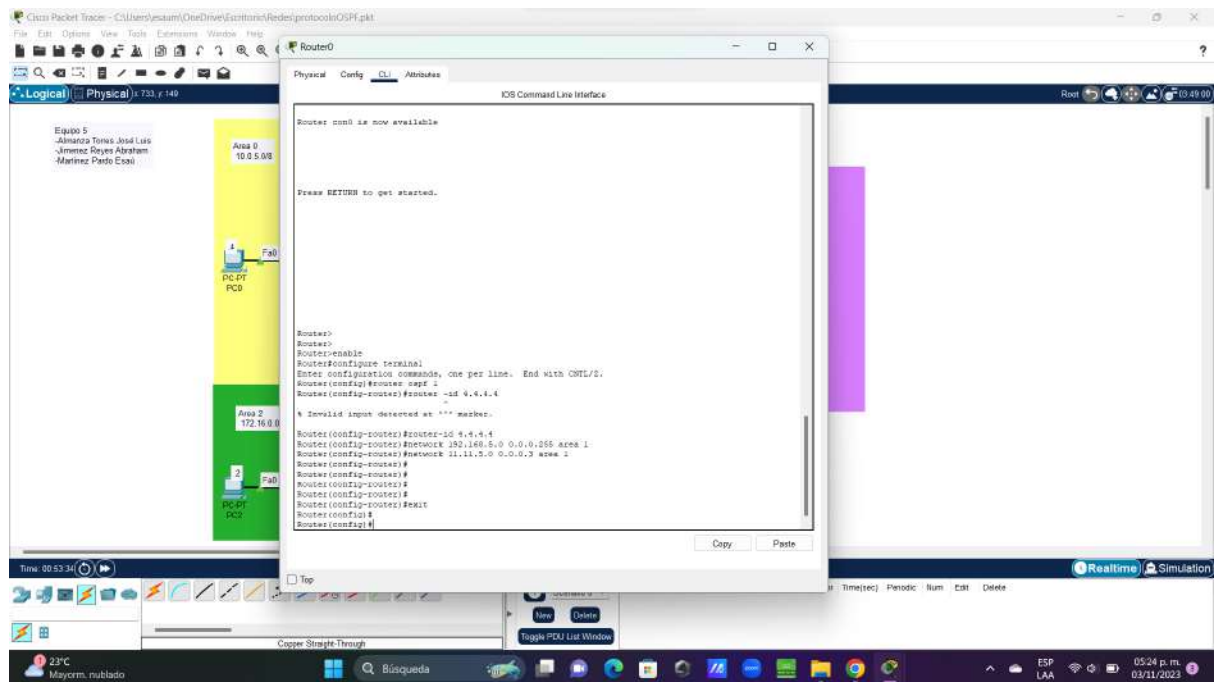
## Router 3:

Router3 Configuration:

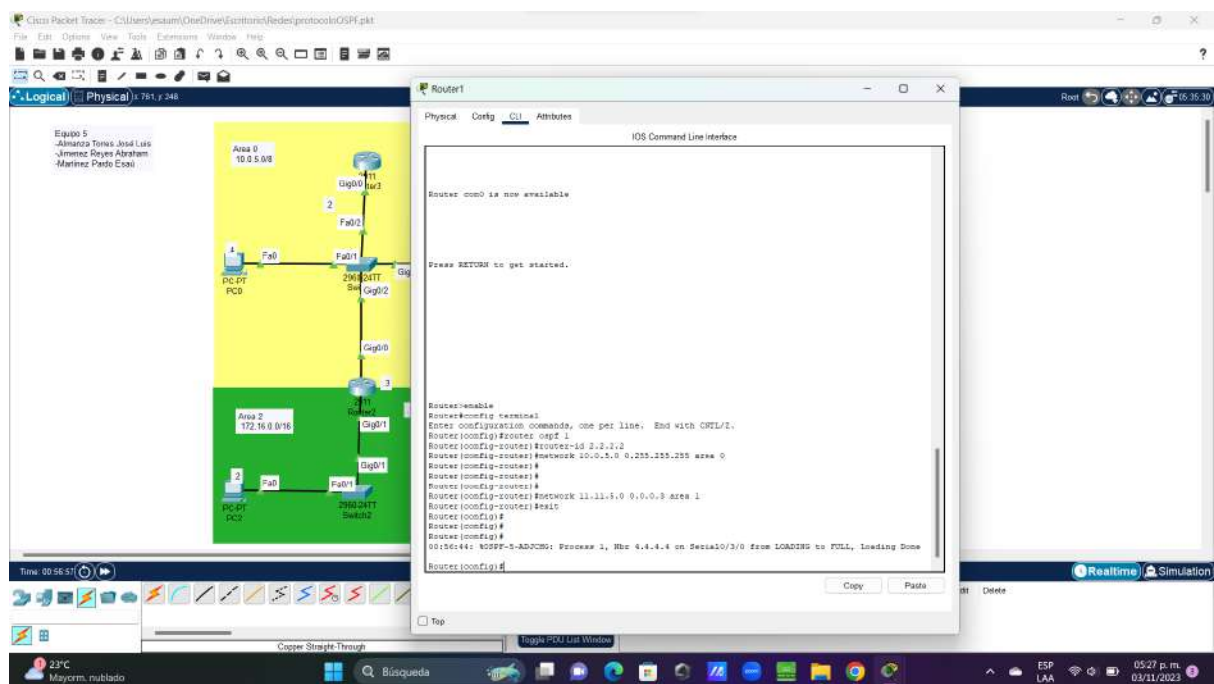
```

Router3>enable
Router3#configure terminal
Router3(config)#hostname Router3
Router3(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router3(config-if)#ip address 10.0.0.3 255.0.0.0
Router3(config-if)#no shutdown
Router3(config-if)#
Router3(config-if)#interface GigabitEthernet0/1
Router3(config-if)#ip address 172.16.0.3 255.255.0.0
Router3(config-if)#no shutdown
Router3(config-if)#
Router3(config-if)#interface GigabitEthernet0/2
Router3(config-if)#ip address 10.0.0.4 255.0.0.0
Router3(config-if)#no shutdown
Router3(config-if)#
  
```

Router 0:



Router 1:





## Router 2:

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface with a network diagram and the Router2 configuration window. The network diagram shows three areas: Area 0 (yellow) with IP 10.0.0.0/8, Area 2 (green) with IP 172.16.0.0/16, and Area 1 (purple) with IP 11.11.0.0/16. Router 2 is connected to Area 0 and Area 2. The Router2 configuration window shows the following commands:

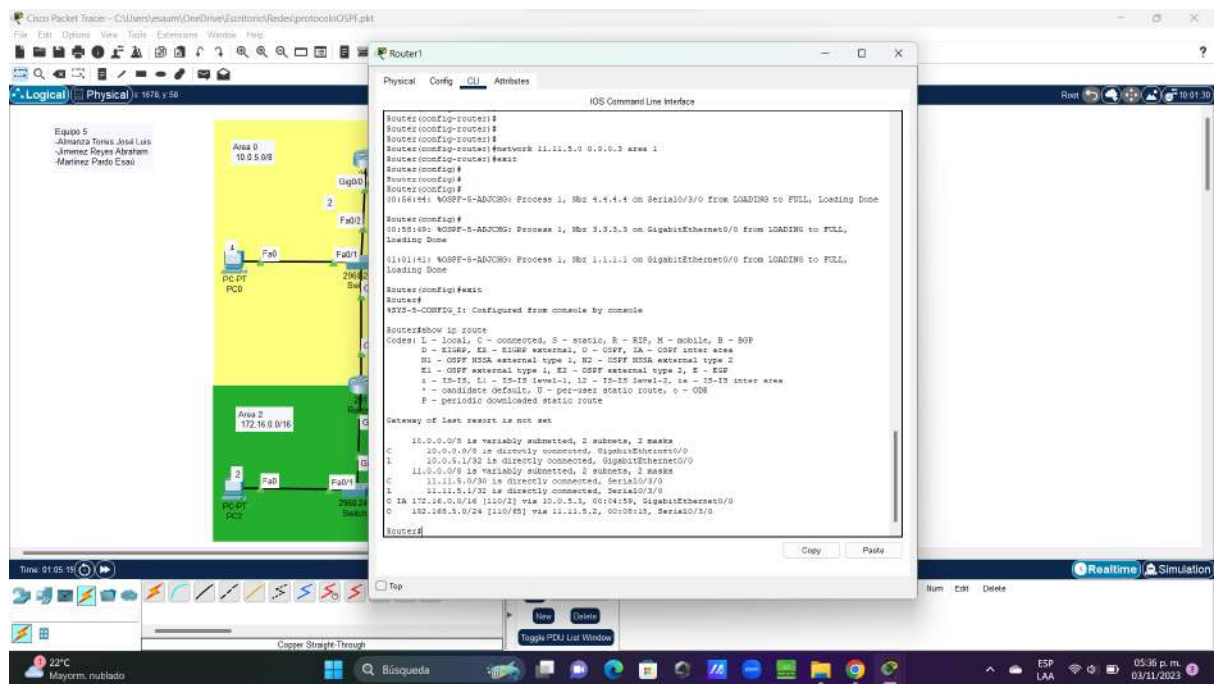
```
Router>enable
Router#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#router-id 3.3.3.3
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
Router(config-router)#
00:01:45: NOSP-5-ADJCHG: Process 1, Rtr 2.2.2.2 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
Router(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 2
Router(config-router)#exit
Router(config)#
Router#
N559-S-CORF10_1: Configured from console by console
Router#
```

## Router 3:

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface with a network diagram and the Router3 configuration window. The network diagram shows three areas: Area 0 (yellow) with IP 10.0.0.0/8, Area 2 (green) with IP 172.16.0.0/16, and Area 1 (purple) with IP 11.11.0.0/16. Router 3 is connected to Area 0 and Area 1. The Router3 configuration window shows the following commands:

```
Router>enable
Router#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#
01:01:41: NOSP-5-ADJCHG: Process 1, Rtr 3.3.3.3 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
Router(config)#
```

## Router0:





## Router2:

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface with Router2 selected. The 'CLI' tab is active, showing the following configuration:

```
Router2#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router2(config)#router ospf 1
Router2(config-router)#router-id 3.3.3.3
Router2(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
Router2(config-router)#
Router2#
1016149: NSRP-5-ADJING: Process 1, Mr 2.0.2.2 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
Router2#
Router2(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 2
Router2(config-router)#
Router2#
1016141: NSRP-5-ADJING: Process 1, Mr 1.1.1.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
Router2#
Router2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, s - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.0.0.0/8 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    11.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O IA  11.11.5.0/24 [110/65] via 10.0.5.1, 00:07:15, GigabitEthernet0/0
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    172.16.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    172.16.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O IA  192.168.5.0/24 [110/66] via 10.0.5.1, 00:07:15, GigabitEthernet0/0
Router2#
```

## Router3:

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface with Router3 selected. The 'CLI' tab is active, showing the following configuration:

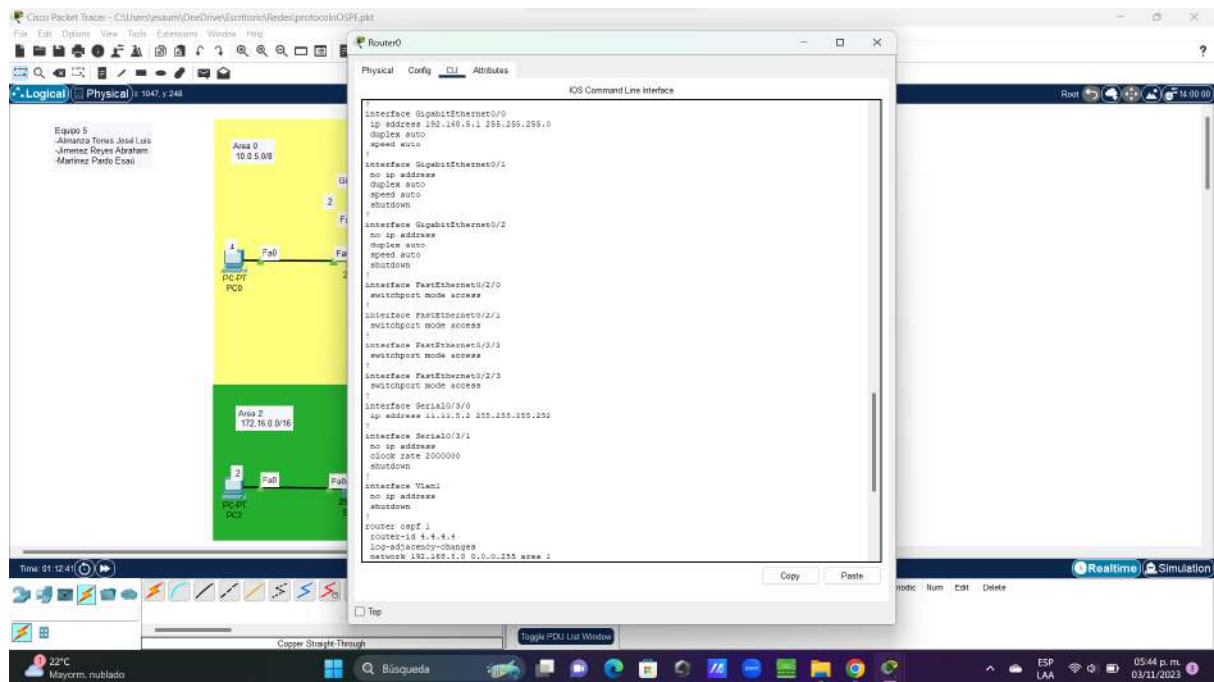
```
Router3#enable
Router3#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router3(config)#router ospf 1
Router3(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router3(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
Router3(config-router)#
Router3#
1016141: NSRP-5-ADJING: Process 1, Mr 2.0.2.2 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
Router3#
Router3(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 2
Router3(config-router)#
Router3#
1016141: NSRP-5-ADJING: Process 1, Mr 3.3.3.3 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
Router3#
Router3#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, s - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

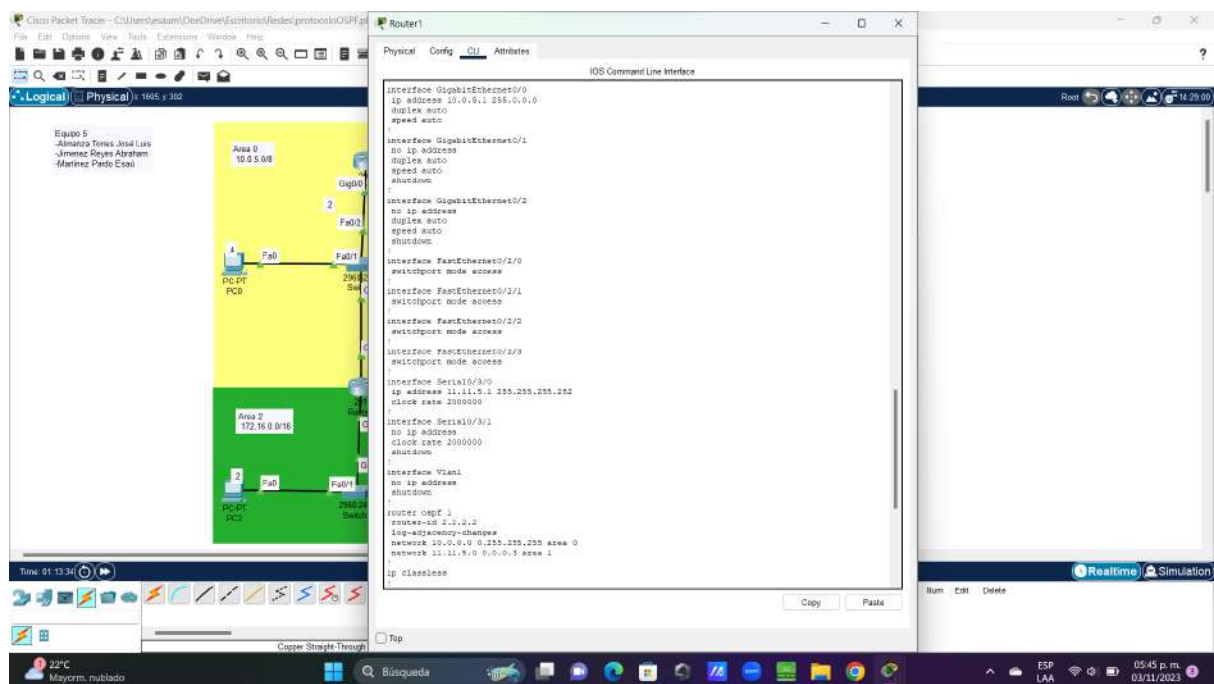
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.0.0.0/8 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    10.0.5.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    11.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O IA  11.11.5.0/24 [110/65] via 10.0.5.1, 00:04:42, GigabitEthernet0/0
O IA  172.16.0.0/16 [110/66] via 10.0.5.1, 00:04:42, GigabitEthernet0/0
O IA  192.168.5.0/24 [110/66] via 10.0.5.1, 00:04:42, GigabitEthernet0/0
Router3#
```

Probamos el comando show running-config

Router0:



Router1:



## Router2:

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface with Router2 selected. The left sidebar shows a network diagram with two areas: Area 0 (yellow) and Area 2 (green). Area 0 contains a PC/PT labeled 'PC0' connected to a switch. Area 2 contains a PC/PT labeled 'PC1' connected to a switch. The main window shows the 'Config' tab for Router2, with the 'CLI' (Command Line Interface) sub-tab active. The CLI window displays the following configuration:

```
interface GigabitEthernet0/0
ip address 10.0.0.0 255.0.0.0
duplex auto
speed auto

interface GigabitEthernet0/1
ip address 172.16.0.0 255.255.0.0
duplex auto
speed auto

interface GigabitEthernet0/2
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown

interface FastEthernet0/3/0
switchport mode access

interface FastEthernet0/3/1
switchport mode access

interface FastEthernet0/3/2
switchport mode access

interface FastEthernet0/3/3
switchport mode access

interface Vlan1
no ip address
shutdown

router ospf 1
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 2

ip classless
ip flow-export version 9
```

The bottom status bar shows the simulation is running in 'Realtime' mode. The system clock at the bottom right indicates 05:46 p.m. on 03/11/2023.

## Router3:

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface with Router3 selected. The left sidebar shows the same network diagram as the Router2 screenshot. The main window shows the 'Config' tab for Router3, with the 'CLI' (Command Line Interface) sub-tab active. The CLI window displays the following configuration:

```
spanning-tree mode pve

interface GigabitEthernet0/0
ip address 10.0.0.0 255.0.0.0
duplex auto
speed auto

interface GigabitEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown

interface GigabitEthernet0/2
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown

interface FastEthernet0/3/0
switchport mode access

interface FastEthernet0/3/1
switchport mode access

interface FastEthernet0/3/2
switchport mode access

interface FastEthernet0/3/3
switchport mode access

interface Vlan1
no ip address
shutdown

router ospf 1
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0

ip classless
ip flow-export version 9
```

The bottom status bar shows the simulation is running in 'Realtime' mode. The system clock at the bottom right indicates 05:47 p.m. on 03/11/2023.

### **3) Investigue el comando para obtener la tabla de adyacencias (neighbours)**

```
show ip ospf neighbor
```

Se usa para verificar si el router formó una adyacencia con los routers vecinos. Muestra la ID del router vecino, la prioridad del vecino, el estado de OSPF, el temporizador de tiempo muerto, la dirección IP de la interfaz vecina y la interfaz mediante la cual se puede acceder al vecino. Si no se muestra la ID del router vecino o este no se muestra en el estado FULL o 2WAY, los dos routers no formaron una adyacencia OSPF. Si dos routers no establecieron adyacencia, no se intercambiará la información de link-state. Las bases de datos de link-state incompletas pueden crear árboles SPF y tablas de enrutamiento imprecisos. Es posible que no existan rutas hacia las redes de destino o que estas no representen la ruta más óptima.

### **4) Investigue el comando para obtener la tabla de los dispositivos pertenecientes a la misma red (link-state).**

```
show ip protocols
```

Muestra información acerca de los protocolos de routing configurados. Si OSPF está configurado, en la información se incluye la ID del proceso OSPF, la ID del router, las redes que anuncia el router, los vecinos de los que el router recibe actualizaciones y la distancia administrativa predeterminada, que para OSPF es 110.

## Ejercicios adicionales con valor adicional

### 1. Investigue y explique el algoritmo en el que está basado el enrutamiento OSPF.

a. Teoría, diagramas, principio matemático, ejemplos, etc.

Open Shortest Path First (OSPF). El Protocolo de Enrutamiento de Árbol de Estado de Enlace. Es un protocolo de enrutamiento de red de capa 3. Se basa en un algoritmo de estado de enlace llamado "Dijkstra's Shortest Path First" (SPF) y está diseñado para el enrutamiento interno dentro de una red IP, lo que significa que se utiliza para determinar las rutas óptimas dentro de una sola red o dominio de enrutamiento. Se utiliza para calcular la ruta más corta desde un router (llamado "nodo raíz") a todos los demás routers en la red. El objetivo es determinar la topología de la red y los caminos más cortos desde el nodo raíz a todos los destinos posibles.

Pseudocódigo del algoritmo de Dijkstra, donde las variables (G,w,s) son:

G: Es el grafo en el que se está realizando el cálculo del camino más corto. El grafo G está compuesto por un conjunto de vértices y un conjunto de aristas que conectan estos vértices.  
w: Representa una función que asigna un peso o costo a cada arista del grafo. En otras palabras,  $w(u, v)$  es el peso de la arista que conecta el vértice u con el vértice v. Esta función w define la métrica que se utiliza para determinar el camino más corto.  
s: Es el vértice de origen o fuente a partir del cual se calcula el camino más corto hacia todos los demás vértices del grafo. El algoritmo de Dijkstra busca encontrar el camino más corto desde el vértice de origen s a todos los demás vértices en el grafo.

```
1. function Dijkstra(G, w, s)
2.   for each vertex v in V[G] // Inicialización
3.     d[v] := infinity // Distancia inicial no conocida
4.     previous[v] := undef
5.   d[s] := 0 // Distancia de la fuente
6.   S := empty set // Conjunto de vértices visitados
7.   Q := V[G] // Conjunto de vértices no visitados
8.   while Q is not an empty set
9.     u := Extract_Min(Q) // Extraer vértice con mejor d[u]
10.    S := S union {u} // Marcarlo como visitado
11.    for each edge (u, v) outgoing from u
12.      if d[u] + w(u, v) < d[v] // Relajar (u, v)
13.        d[v] := d[u] + w(u, v)
14.        previous[v] := u
```

Inicialización: Comienza inicializando algunas estructuras de datos y valores. G es el grafo en el que se realiza el cálculo, w es una función que asigna un peso a cada arista del grafo y s es el nodo de origen.

Bucle Principal: El algoritmo funciona en un bucle que se ejecuta mientras el conjunto de nodos no visitados (Q) no esté vacío. El objetivo es calcular la distancia más corta desde el nodo de origen (s) a todos los demás nodos.



**Selección del Nodo más Cercano:** En cada iteración del bucle, se selecciona el nodo (u) no visitado que tiene la distancia más corta ( $d[u]$ ) desde el nodo de origen. Esta selección se realiza mediante la función  $\text{Extract\_Min}(Q)$ , que generalmente se implementa con una cola de prioridad para garantizar la eficiencia.

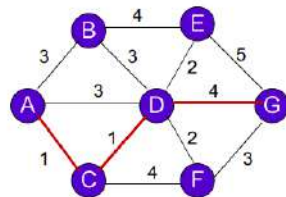
**Marcado como Visitado:** El nodo (u) seleccionado se marca como visitado y se agrega al conjunto de nodos visitados (S).

**Relajación de los Nodos Vecinos:** Luego, se itera sobre todas las aristas que salen del nodo (u) a otros nodos (v). Para cada arista, se verifica si la distancia desde el nodo de origen (s) hasta el nodo (v) a través de (u) es más corta que la distancia actualmente conocida a (v) (almacenada en  $d[v]$ ). Si es más corta, se actualiza la distancia de  $d[v]$  y se establece el nodo (u) como el nodo anterior ( $\text{previous}[v]$ ) en el camino más corto desde (s) a (v).

**Finalización:** El algoritmo continúa seleccionando nodos no visitados, marcándolos como visitados y relajando las aristas hasta que no queden nodos sin visitar en el conjunto (Q). Una vez que se ha calculado la distancia más corta desde (s) a todos los demás nodos, el algoritmo termina.

El resultado final del algoritmo es un conjunto de distancias mínimas (d) desde el nodo de origen (s) a todos los demás nodos en el grafo y una estructura de datos ( $\text{previous}$ ) que permite reconstruir el camino más corto desde (s) a cualquier otro nodo.

## Ejemplo Aplicación Dijkstra

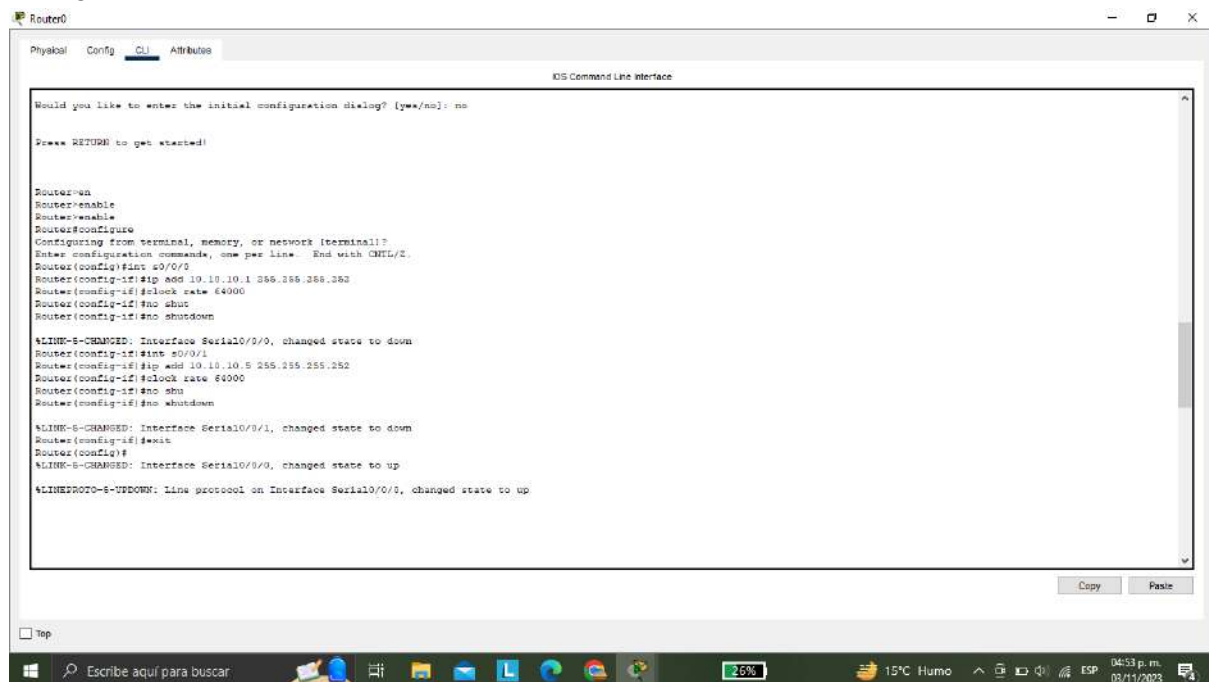


Iter.	d[A]	d[B]	d[C]	d[D]	d[E]	d[F]	d[G]
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
1	0	3	1	3	$\infty$	$\infty$	$\infty$
2	-	3	-	2	$\infty$	5	$\infty$
3	-	3	-	-	4	4	6
4	-	-	-	-	4	4	6
5	-	-	-	-	-	4	6
6	-	-	-	-	-	-	6

## 2. Configure en enrutamiento OSPF áreas Virtual-Link (mínimo 3, máximo 5).

- Las áreas al menos deben de contar con los siguientes dispositivos correctamente configurados: Dos routers, Un switch, dos PC.
- Las áreas NO pueden estar unidas al área 0
- Configurar un área que contenga un servidor con cualquiera de estos servicios: DHCP, Correo o SYSLOG-NTP.
- Al menos debe de existir un enlace serial.

Configuramos los routers.



The screenshot shows the configuration window for Router0. The 'CLI' tab is active, displaying the IOS Command Line Interface. The configuration process is as follows:

```
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no

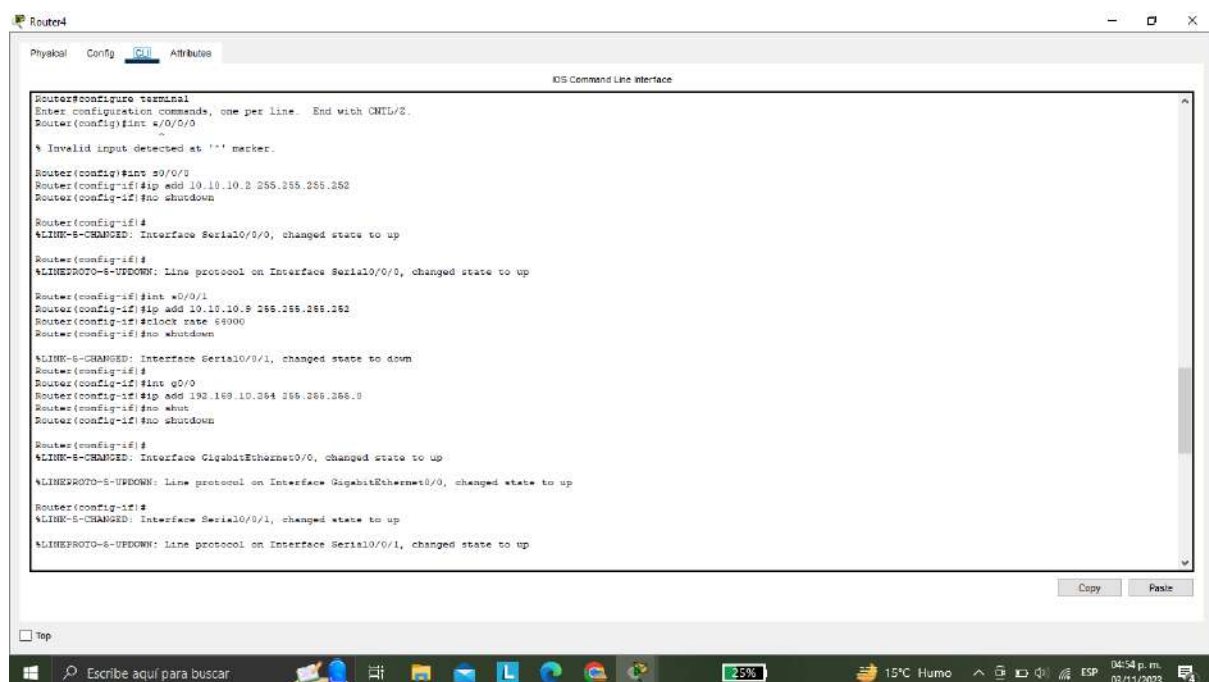
Press RETURN to get started!

Router>en
Router>enable
Router>enable
Router>configure
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int s0/0/0
Router(config-if)#ip add 10.10.10.1 255.255.255.252
Router(config-if)#clock rate 64000
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to down
Router(config-if)#int s0/0/1
Router(config-if)#ip add 10.10.10.5 255.255.255.252
Router(config-if)#clock rate 64000
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/1, changed state to down
Router(config-if)#exit
Router(config)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to up
```



The screenshot shows the configuration window for Router4. The 'CLI' tab is active, displaying the IOS Command Line Interface. The configuration process is as follows:

```
Router>configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int s0/0/0
Router(config-if)#ip add 10.10.10.2 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown

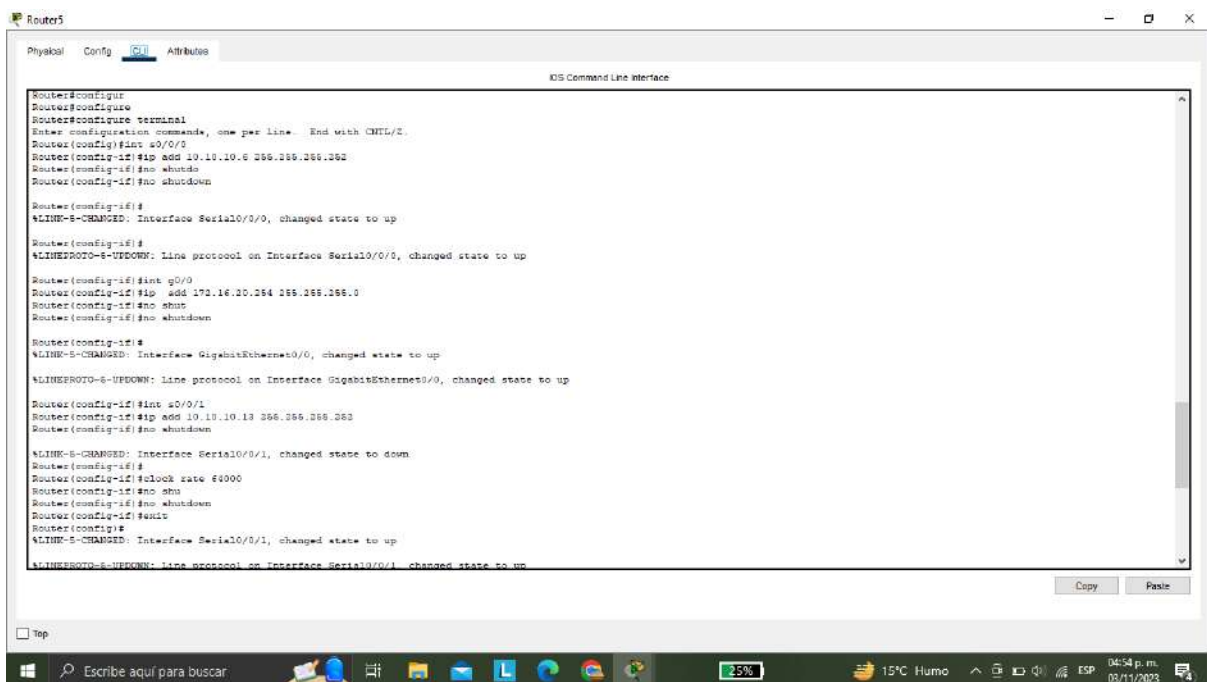
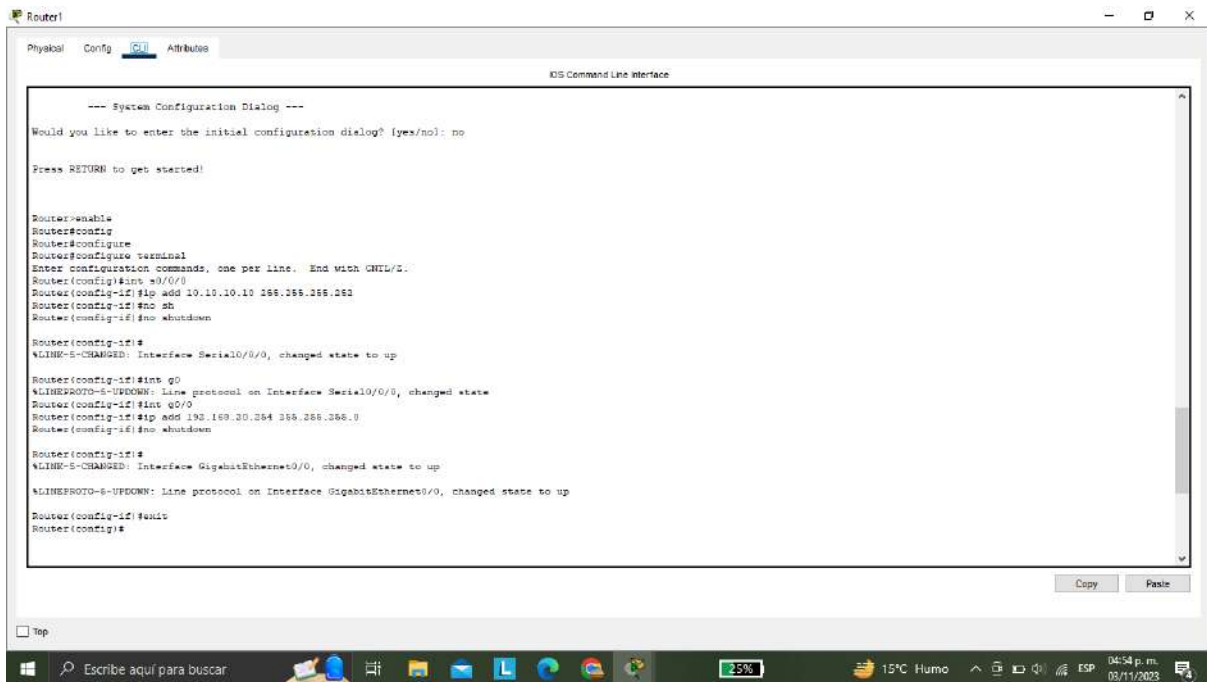
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to up
Router(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to up

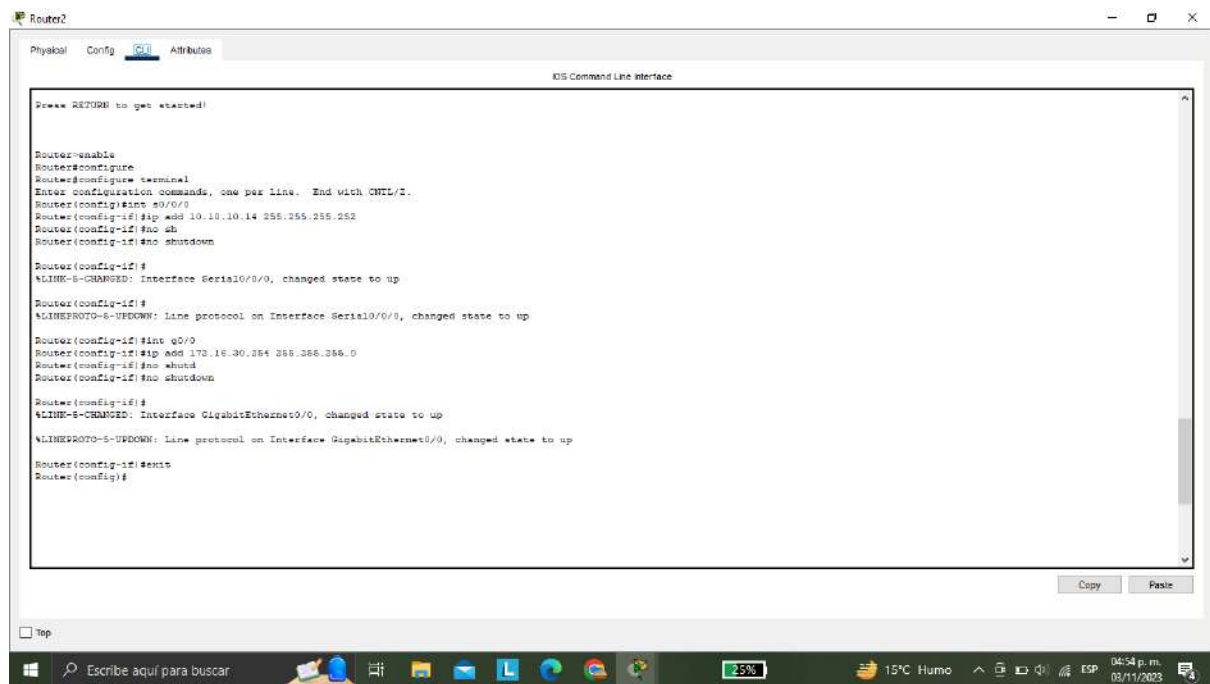
Router(config-if)#int s0/0/1
Router(config-if)#ip add 10.10.10.9 255.255.255.252
Router(config-if)#clock rate 64000
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/1, changed state to down
Router(config-if)#
Router(config-if)#int g0/0
Router(config-if)#ip add 192.168.10.364 255.255.255.0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#no shutdown

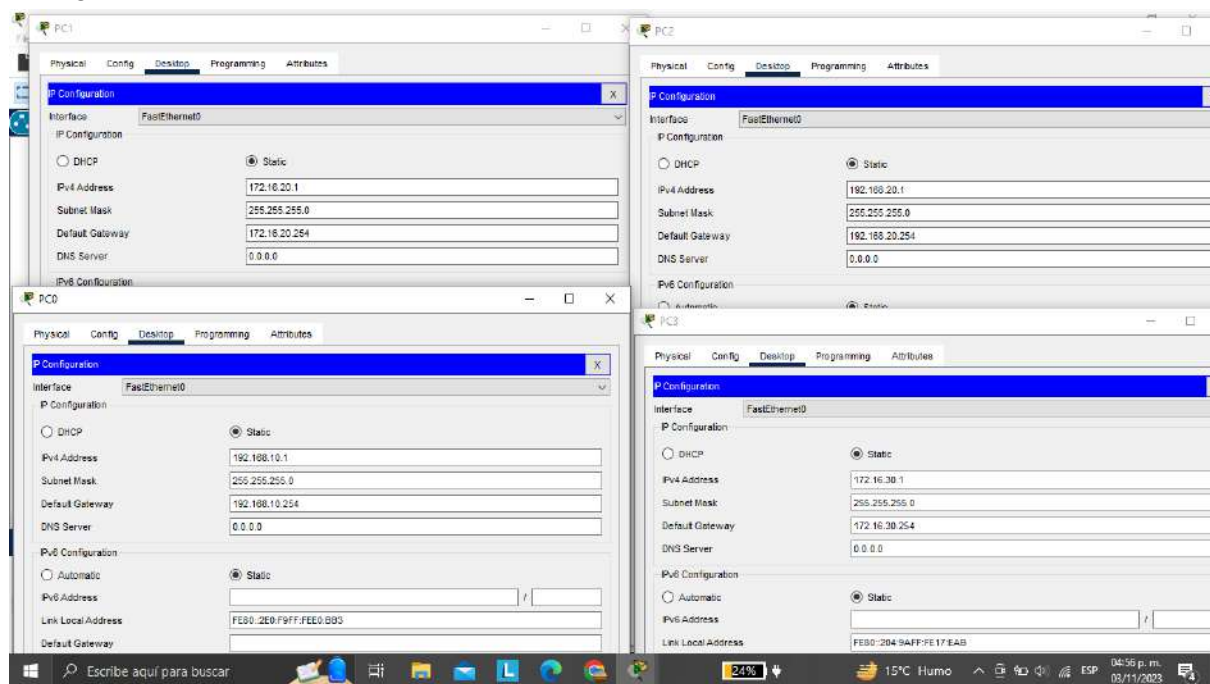
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/1, changed state to up
```

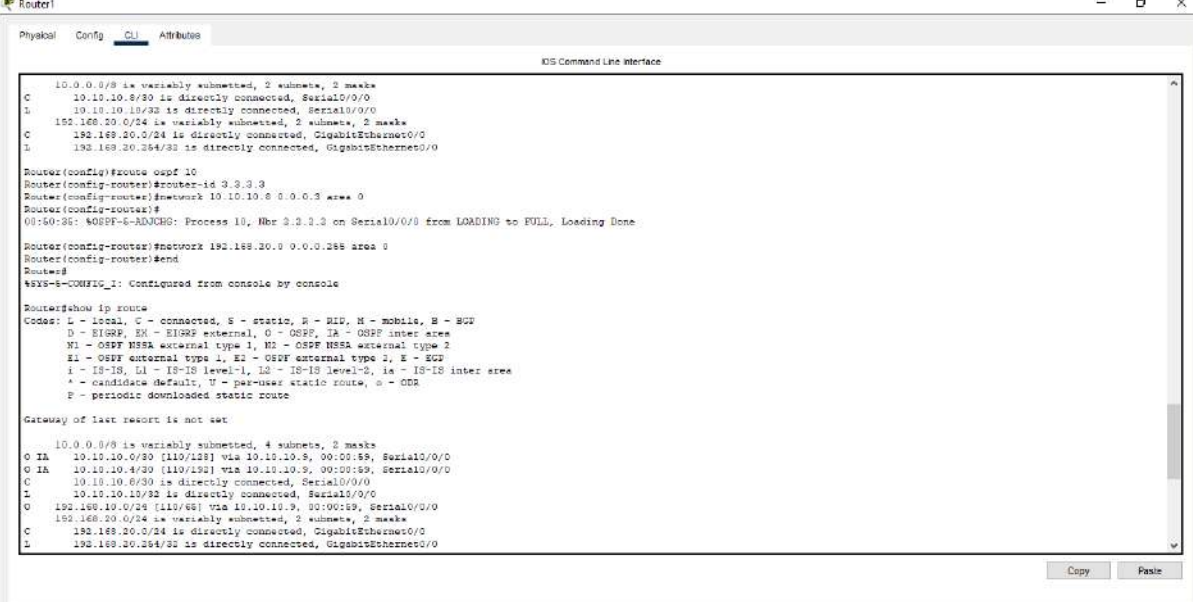




## Configuramos nuestras pc



## Configuramos el OSPF



The screenshot shows the CLI of Router1. The configuration includes OSPF version 10, router ID 3.3.3, and network 10.10.10.8 0.0.0.3 area 0. It also shows the configuration of interfaces 10/0/0/0, 10/0/0/1, 10/0/0/2, and 10/0/0/3. The output of the 'show ip route' command is displayed, showing the OSPF routing table with various codes and metrics.

```
Router1
CLI
Attributes
IOS Command Line Interface

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 10.10.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 10.10.10.10/30 is directly connected, Serial0/0/0
C 152.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 192.168.20.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0

Router(config)#router ospf 10
Router(config-router)#router-id 3.3.3.3
Router(config-router)#network 10.10.10.8 0.0.0.3 area 0
Router(config-router)#
00:50:36: %OSPF-6-ADJCHG: Process 10, Hdr 3.3.3.3 on Serial0/0/0 from LOADING to FULL, Loading Done

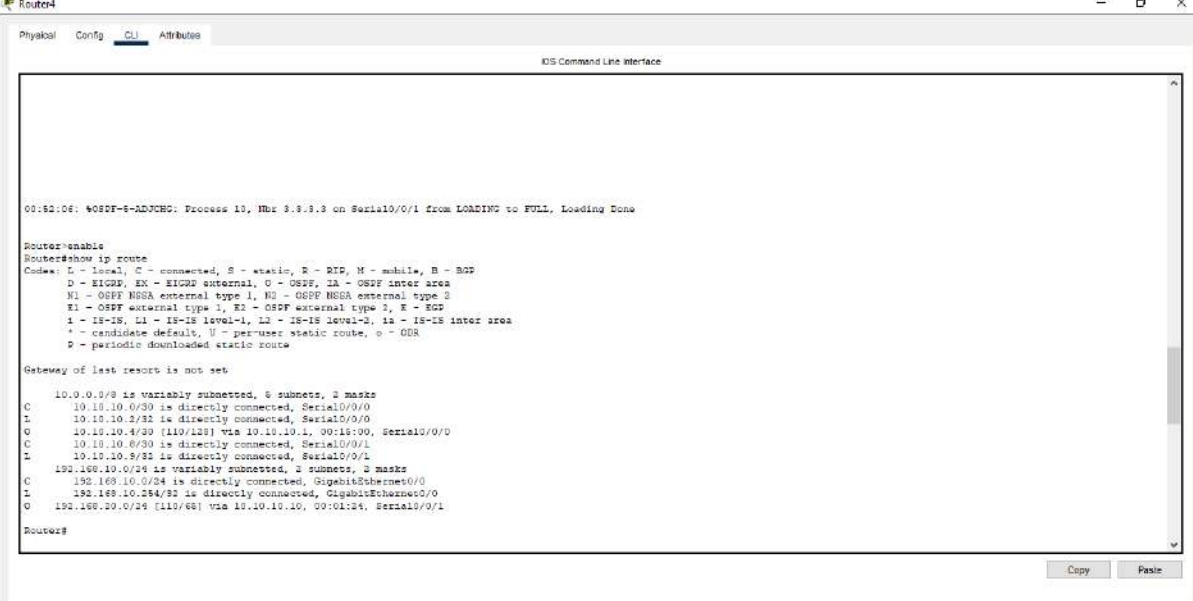
Router(config-router)#network 192.168.20.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

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

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
O IA 10.10.10.0/30 [110/128] via 10.10.10.9, 00:00:59, Serial0/0/0
O IA 10.10.10.4/30 [110/128] via 10.10.10.9, 00:00:59, Serial0/0/0
C 10.10.10.6/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 10.10.10.10/32 is directly connected, Serial0/0/0
O 192.168.10.0/24 [110/60] via 10.10.10.9, 00:00:59, Serial0/0/0
C 152.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 192.168.20.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0

Router#
```



The screenshot shows the CLI of Router4. The configuration includes OSPF version 10, router ID 3.3.3.3, and network 10.10.10.8 0.0.0.3 area 0. It also shows the configuration of interfaces 10/0/0/0, 10/0/0/1, 10/0/0/2, and 10/0/0/3. The output of the 'show ip route' command is displayed, showing the OSPF routing table with various codes and metrics.

```
Router4
CLI
Attributes
IOS Command Line Interface

00:52:08: %OSPF-6-ADJCHG: Process 10, Hdr 3.3.3.3 on Serial0/0/1 from LOADING to FULL, Loading Done

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

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C 10.10.10.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 10.10.10.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
O 10.10.10.4/30 [110/128] via 10.10.10.1, 00:15:00, Serial0/0/0
C 10.10.10.6/30 is directly connected, Serial0/0/1
L 10.10.10.9/32 is directly connected, Serial0/0/1
C 192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 192.168.10.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O 192.168.20.0/24 [110/60] via 10.10.10.10, 00:01:34, Serial0/0/1

Router#
```



Router0

Physical Config CLI Attributes

KIS Command Line Interface

```
Router>
Router#enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 10
Router(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router(config-router)#show ip route

% Invalid input detected at '^' marker.

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

Gateway of last resort is not set

  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
    C    10.10.10.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
    L    10.10.10.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
    C    10.10.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
    L    10.10.10.5/32 is directly connected, Serial0/0/1

Router(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 1
Router(config-router)#network 10.10.10.4 0.0.0.3 area 1
Router(config-router)#
Router(config-router)#end
Router#
SYS-6-CONFIG_1: Configured from console by console

Router#
00:29:39: %OSPF-6-ADJCHG: Process 10, Nbr 1.1.1.1 on Serial0/0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

Copy Paste

Top

Escribe aquí para buscar

57%

15°C Humo

09:23 p.m. 03/11/2023

Router5

Physical Config CLI Attributes

KIS Command Line Interface

```
Router(config-router)#network 10.10.10.4 0.0.0.3 area 1

% Invalid input detected at '^' marker.

Router(config-router)#network 10.10.10.4 0.0.0.3 area 1
Router(config-router)#
00:55:49: %OSPF-6-ADJCHG: Process 10, Nbr 1.1.1.1 on Serial0/0/0 from LOADING to FULL, Loading Done

Router(config-router)#network 10.10.10.12 0.0.0.3 area 50
Router(config-router)#network 172.16.20.0 0.0.0.255 area 52
Router(config-router)#end
Router#
SYS-6-CONFIG_1: Configured from console by console

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

Gateway of last resort is not set

  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 3 masks
    O    10.10.10.0/30 [110/128] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
    C    10.10.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
    L    10.10.10.5/32 is directly connected, Serial0/0/0
    O IA  10.10.10.6/30 [110/152] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
    C    10.10.10.12/30 is directly connected, Serial0/0/1
    L    10.10.10.13/32 is directly connected, Serial0/0/1
    C    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    C    172.16.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    L    172.16.20.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    O IA  192.168.10.0/24 [110/128] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
    O IA  192.168.20.0/24 [110/199] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
--Note--
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 3 masks
    O    10.10.10.0/30 [110/128] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
    C    10.10.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
    L    10.10.10.5/32 is directly connected, Serial0/0/0
    O IA  10.10.10.6/30 [110/152] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
    C    10.10.10.12/30 is directly connected, Serial0/0/1
    L    10.10.10.13/32 is directly connected, Serial0/0/1
    C    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    C    172.16.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    L    172.16.20.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    O IA  192.168.10.0/24 [110/128] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
    O IA  192.168.20.0/24 [110/199] via 10.10.10.5, 00:02:43, Serial0/0/0
--Note--
```

Copy Paste

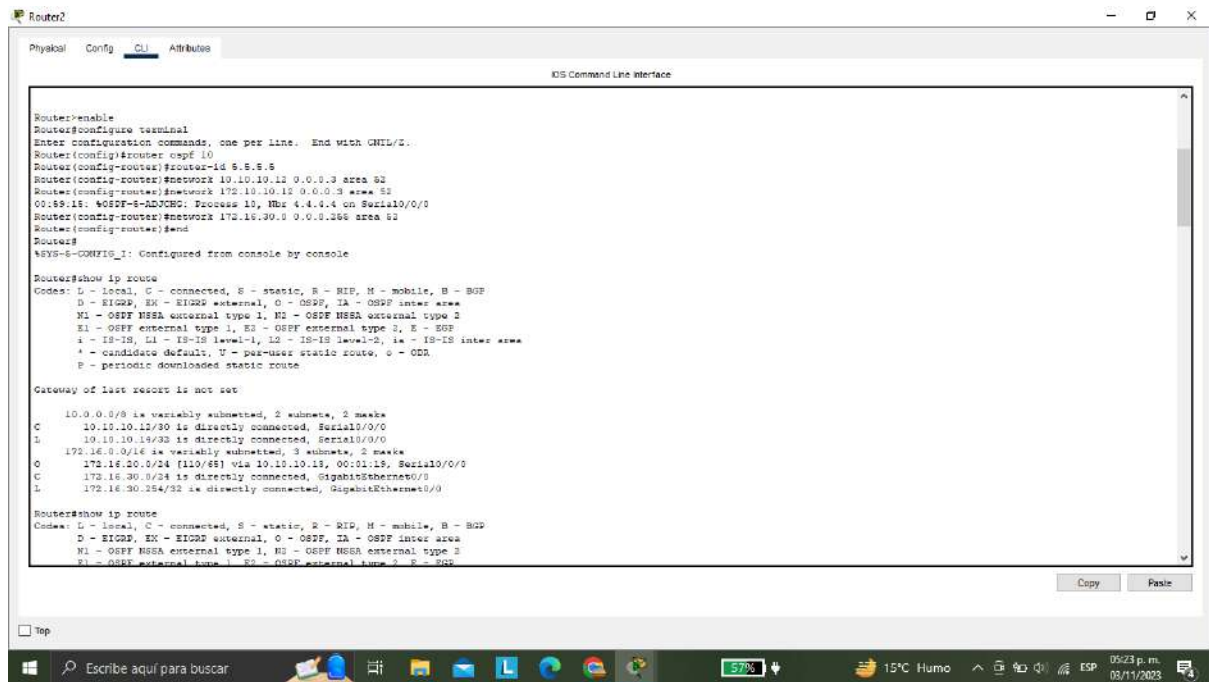
Top

Escribe aquí para buscar

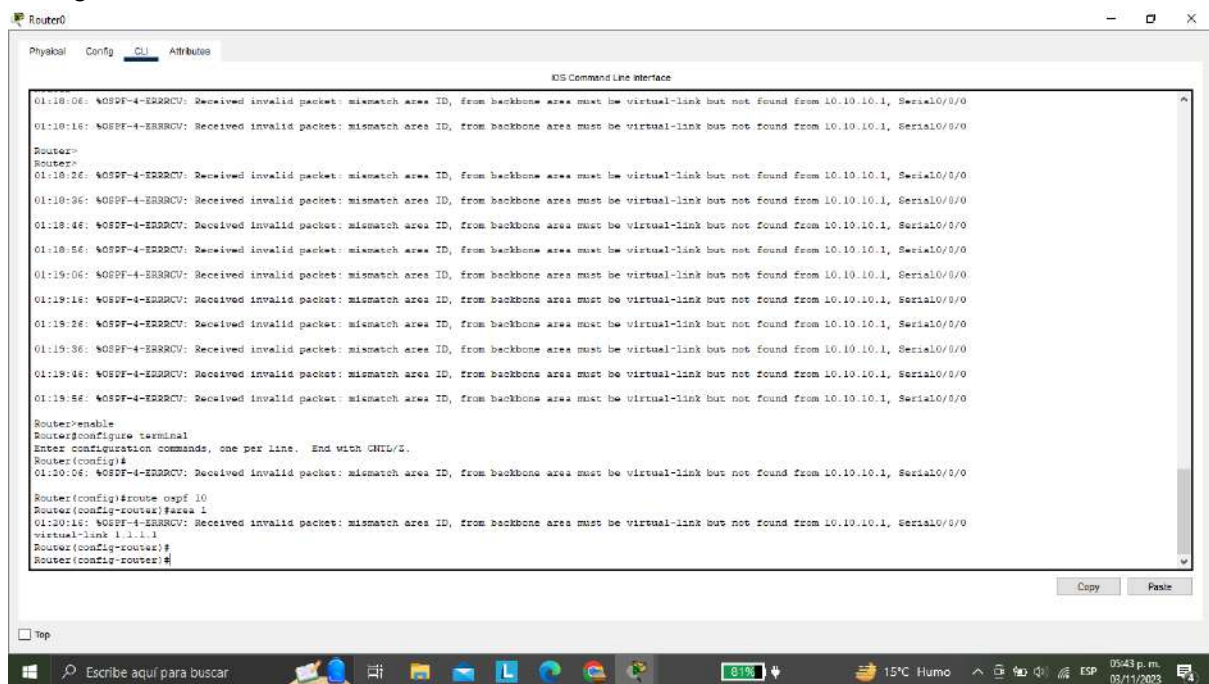
57%

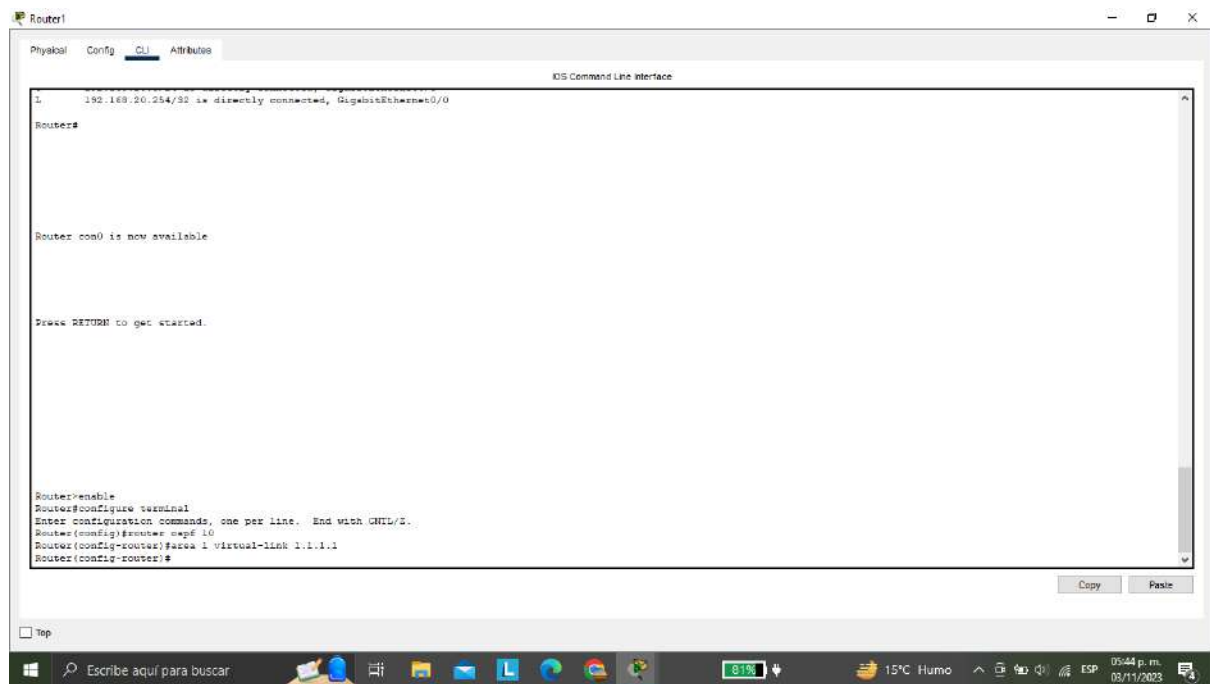
15°C Humo

09:23 p.m. 03/11/2023

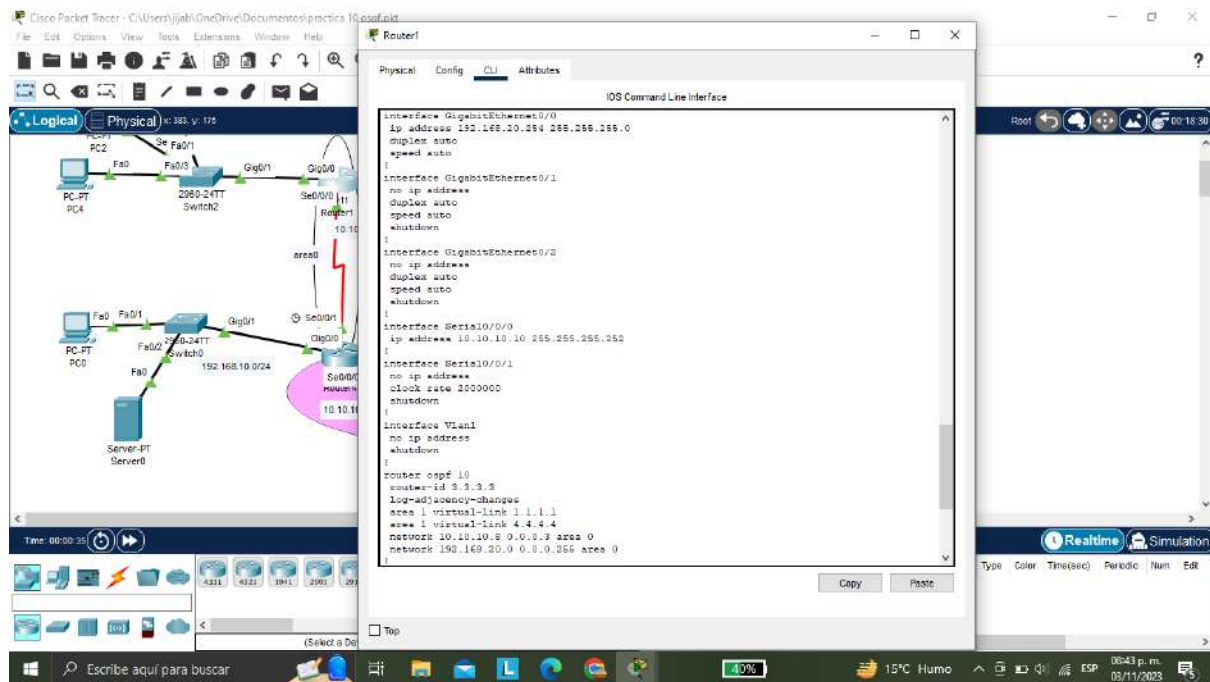


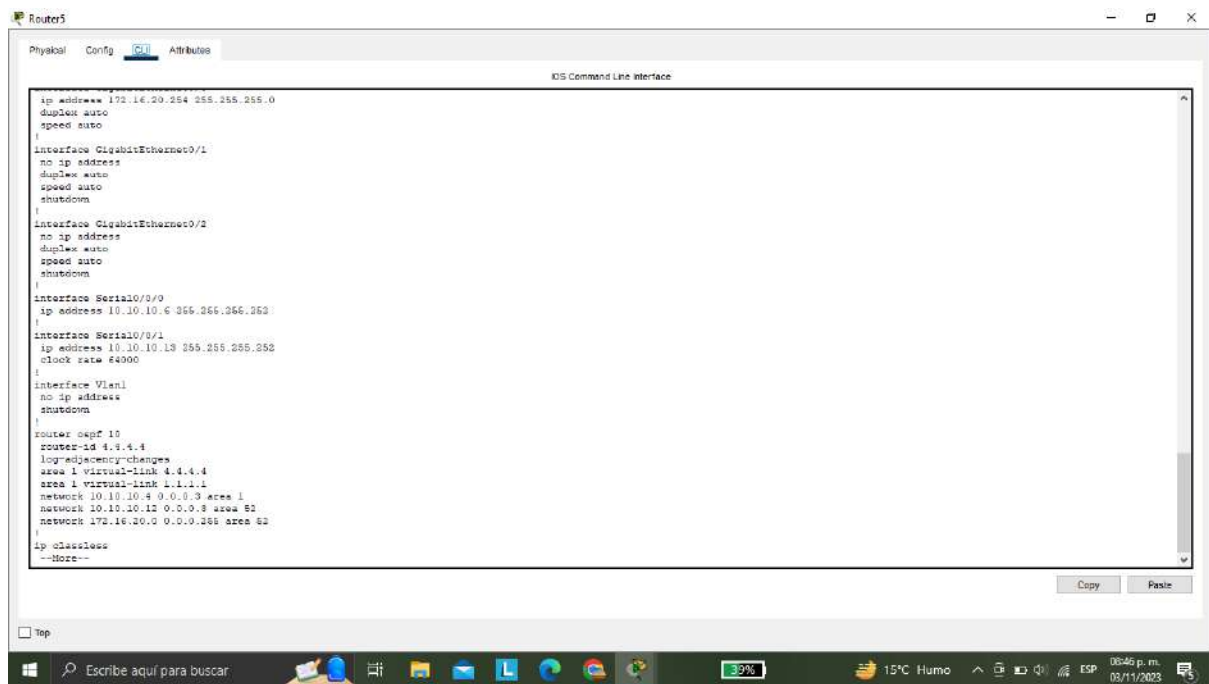
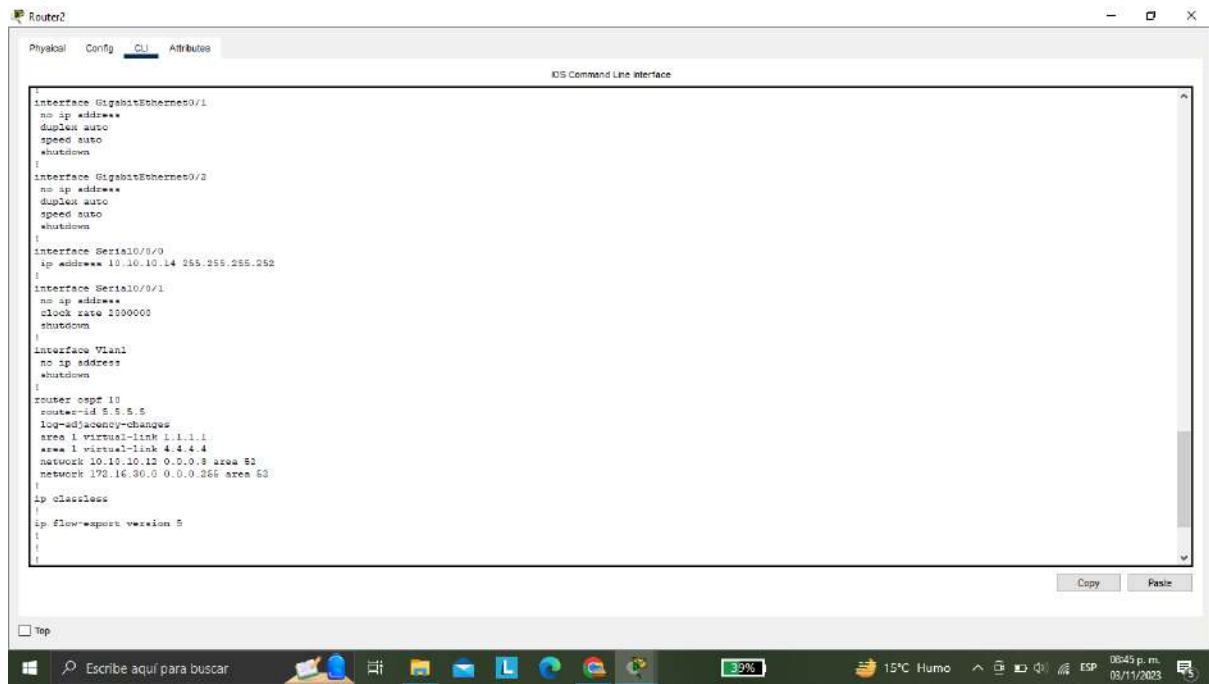
## Configuracion Virtual link

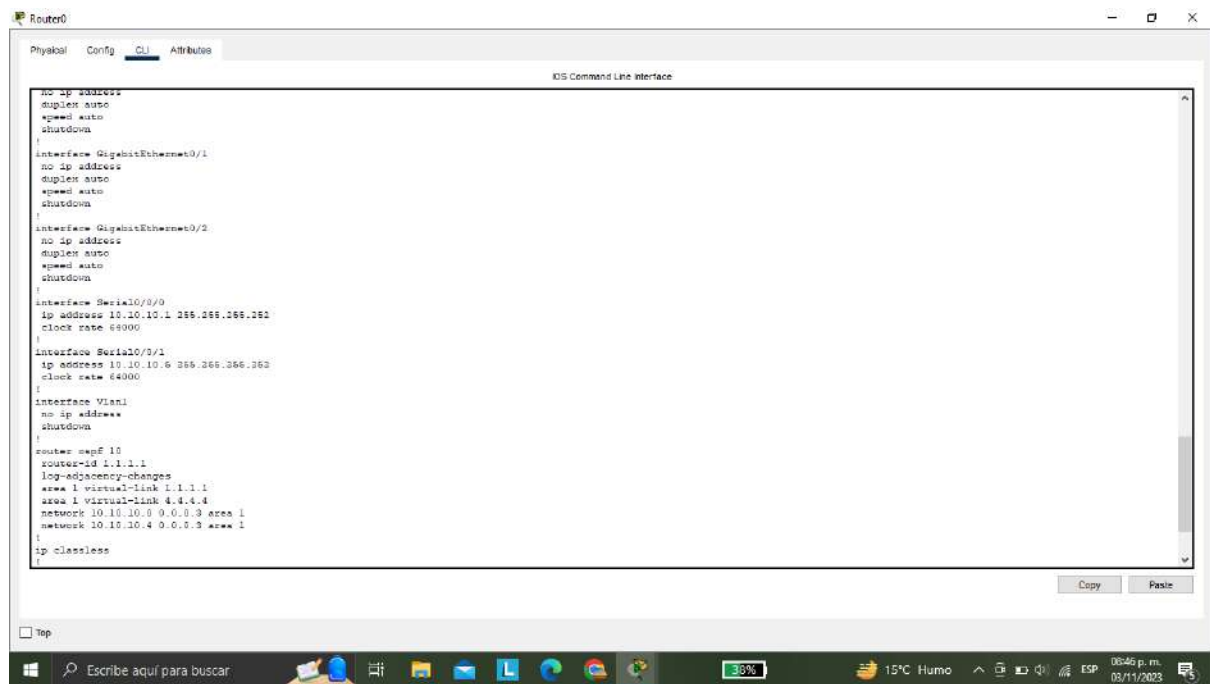




## Show running-config



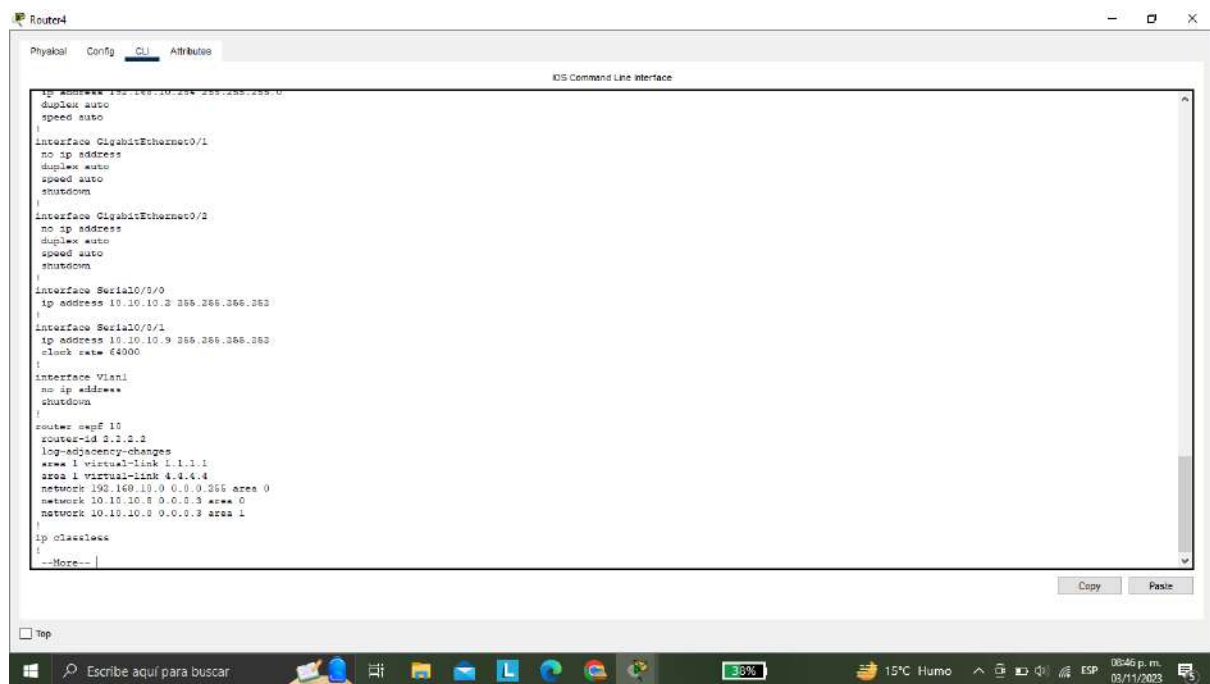




The screenshot shows the CLI configuration window for Router0. The configuration includes settings for Ethernet and Serial interfaces, OSPF configuration, and IP address assignments. The window has tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The CLI tab is active, showing the IOS Command Line Interface. The configuration text is as follows:

```
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/2
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial10/0/0
ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
clock rate 64000
!
interface Serial10/0/1
ip address 10.10.10.6 255.255.255.252
clock rate 64000
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router ospf 10
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
area 1 virtual-link 1.1.1.1
area 1 virtual-link 4.4.4.4
network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 1
network 10.10.10.4 0.0.0.3 area 1
!
ip classless
!
```

At the bottom of the window, there is a 'Top' button and a 'Copy' button. The Windows taskbar is visible at the bottom of the screen, showing the search bar, taskbar icons, and system tray with the date and time (08:46 p.m. 08/11/2023).



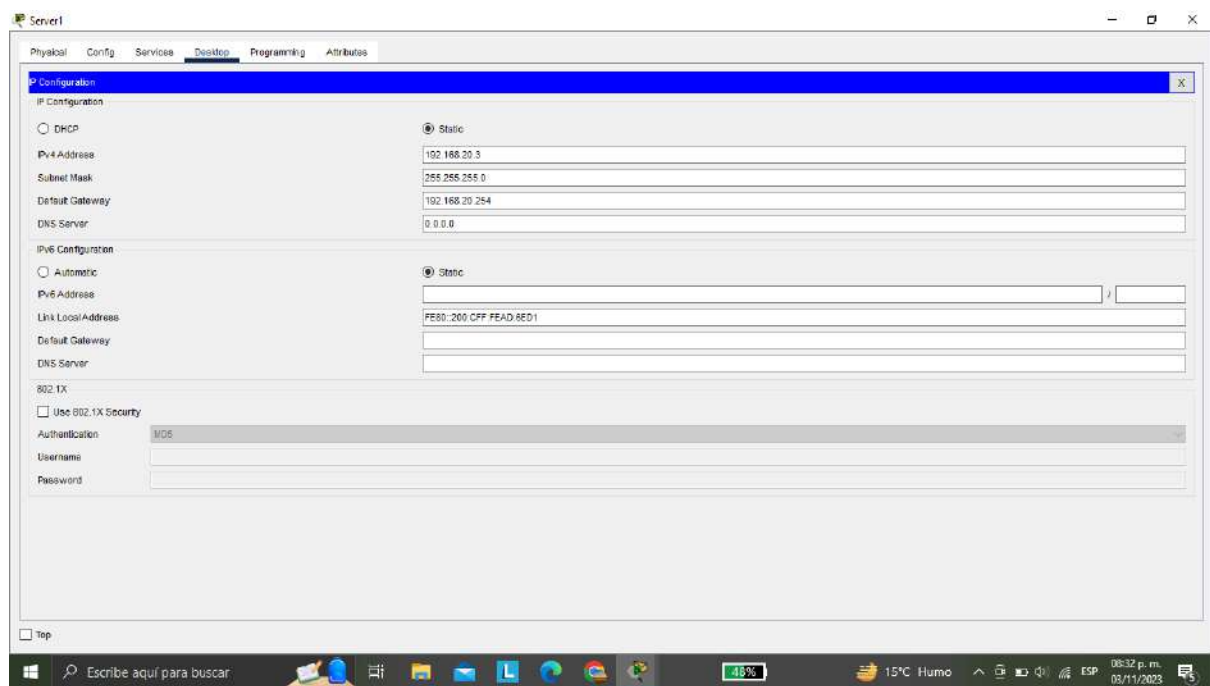
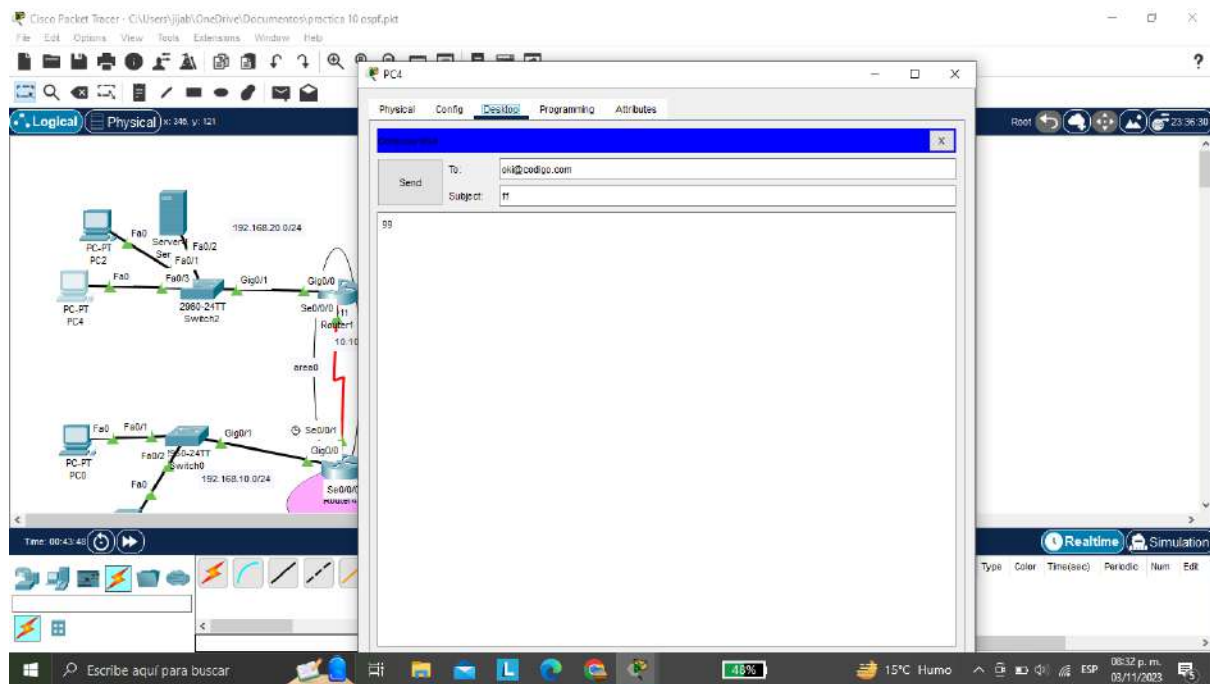
The screenshot shows the CLI configuration window for Router4. The configuration includes settings for Ethernet and Serial interfaces, OSPF configuration, and IP address assignments. The window has tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The CLI tab is active, showing the IOS Command Line Interface. The configuration text is as follows:

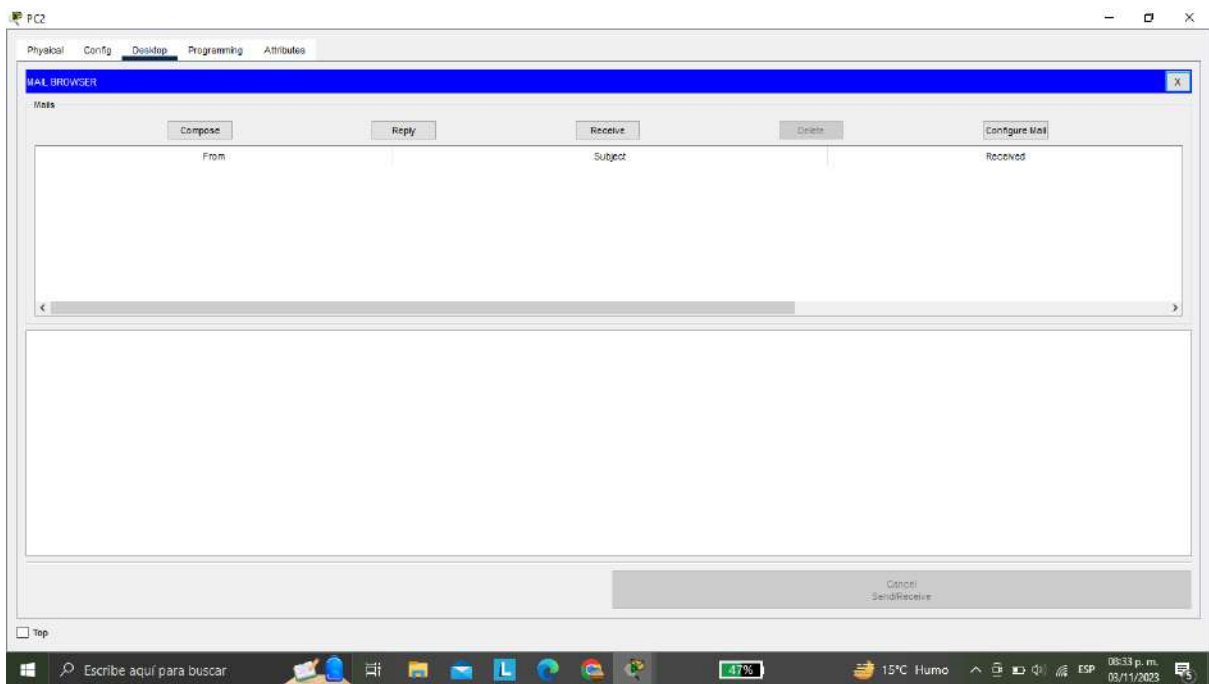
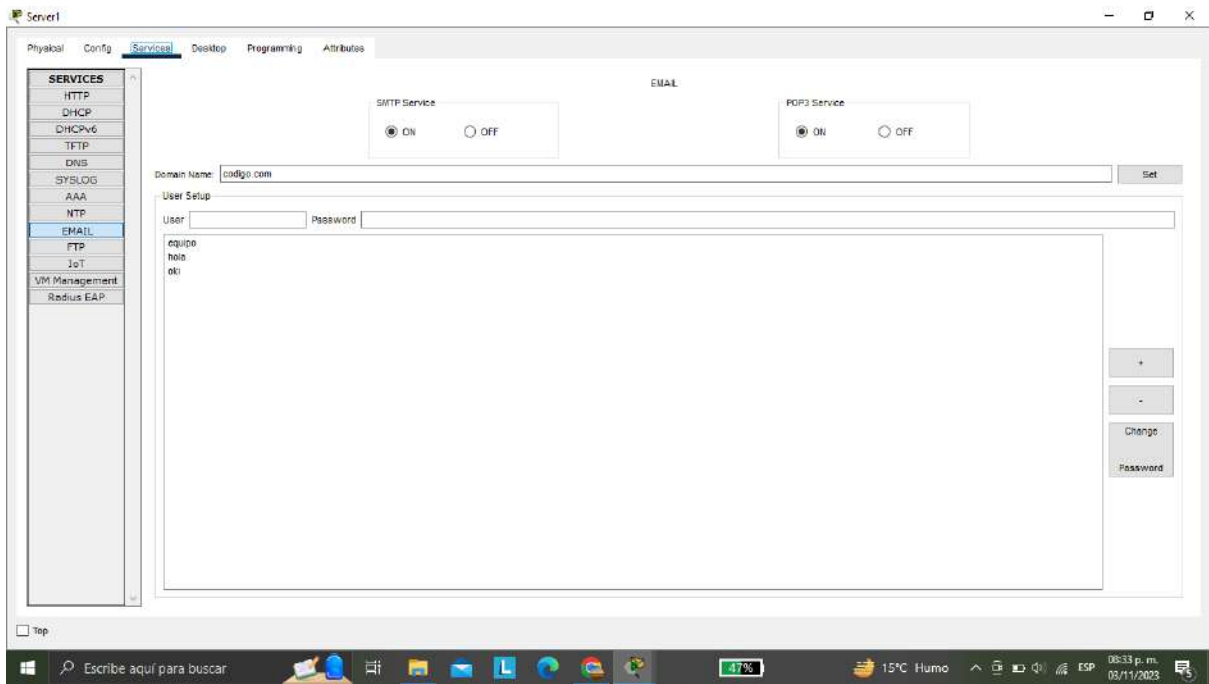
```
ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/2
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial10/0/0
ip address 10.10.10.3 255.255.255.252
!
interface Serial10/0/1
ip address 10.10.10.9 255.255.255.252
clock rate 64000
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router ospf 10
router-id 3.3.3.3
log-adjacency-changes
area 1 virtual-link 1.1.1.1
area 1 virtual-link 4.4.4.4
network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 1
!
ip classless
!
--More--
```

At the bottom of the window, there is a 'Top' button and a 'Copy' button. The Windows taskbar is visible at the bottom of the screen, showing the search bar, taskbar icons, and system tray with the date and time (08:46 p.m. 08/11/2023).

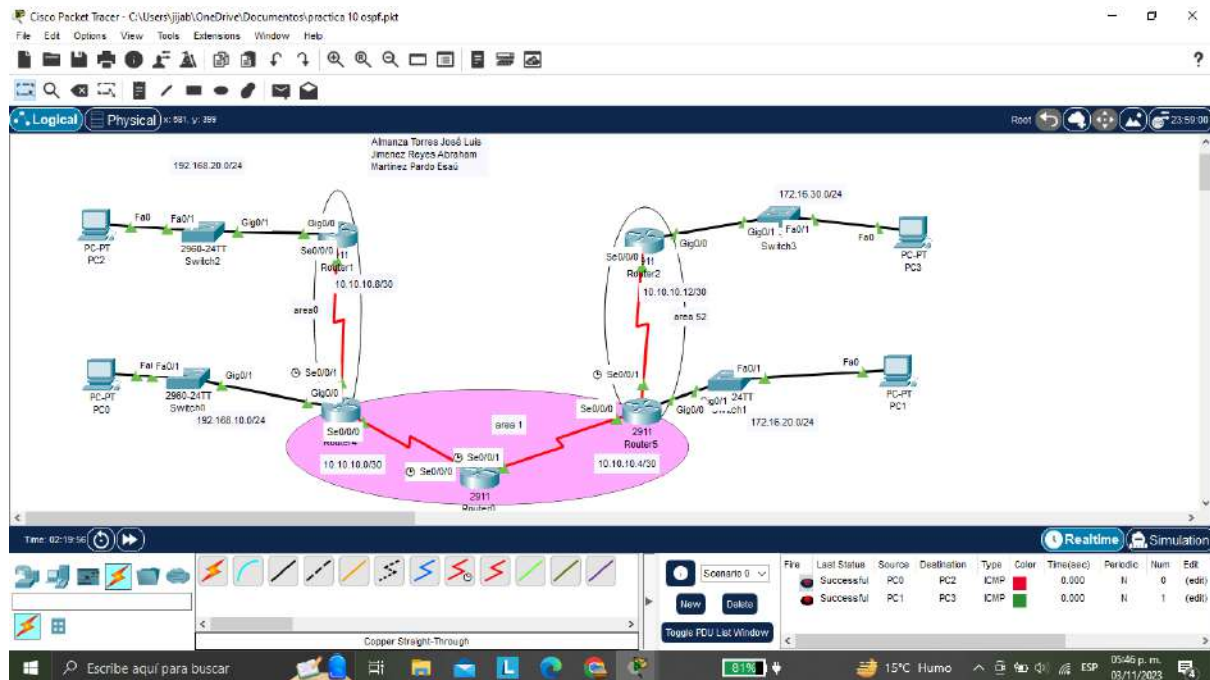
Configuramos un servidor de correo en el area 0







Vemos que los mensajes se mandan correctamente



3. Configurar una nueva área que tenga como protocolo de enrutamiento RIPv2 y hacer que los 2 protocolos convivan en la misma topología (Redistribución). 3.5 PUNTOS

#### a. Investigar si se puede hacer redistribución con el protocolo Estático.

Sí, es posible realizar redistribución de rutas utilizando protocolos estáticos en muchos protocolos de enrutamiento, como OSPF, EIGRP, o BGP. La redistribución de rutas permite intercambiar rutas entre diferentes protocolos de enrutamiento o entre rutas estáticas y protocolos de enrutamiento dinámico. Esto puede ser útil cuando necesitas integrar rutas estáticas en la tabla de enrutamiento de un protocolo de enrutamiento dinámico o viceversa. Cuando deba redistribuir un único protocolo de ruteo, puede considerar la distribución a través del ruteo de protocolos múltiples. El routing de protocolos múltiples se utiliza cuando una empresa se fusiona, cuando hay varios departamentos administrados por varios administradores de red y cuando hay entornos de varios proveedores. Parte del diseño de red se produce cuando se ejecutan diferentes protocolos de routing. En cualquier caso, cuando se tiene un entorno de protocolos múltiples, la redistribución se hace necesaria. Una redistribución puede causarse por diferencias en las características del protocolo de ruteo, tales como métricas, distancia administrativa y capacidades con y sin clase. Se deben tener en consideración estas diferencias para que la redistribución sea exitosa.

Cuando redistribuye un protocolo en otro, recuerde que las métricas de cada protocolo tienen un rol importante en la redistribución. Cada protocolo utiliza métricas diferentes. Por ejemplo, la métrica del protocolo de información de enrutamiento (RIP) se basa en el recuento de saltos. Tanto el protocolo de routing de gateway interior (IGRP) como el protocolo de routing de gateway interior mejorado (EIGRP) utilizan una métrica compuesta basada en el ancho de banda, el retraso, la fiabilidad, la carga y la unidad de transmisión máxima (MTU), donde el ancho de banda y el retraso son los únicos parámetros que se utilizan de forma predeterminada. Cuando las rutas se redistribuyen, debe definir una métrica para un protocolo que la ruta que recibe pueda comprender. Existen dos métodos para definir las métricas cuando se redistribuyen las rutas.

**NOTA:**

- ® *Todo el procedimiento de configuración se debe realizar mediante línea de comandos en CLI a excepción de la configuración de la PC's.*
- ® *Los routers no cambian de color sus luces en verde hasta que se prenda la interfaz administrativamente y se le asigne una ip (en ambos sentidos).*
- ® *Los segmentos de red son libres, pero al menos debe de haber uno de clase B.*
- ® *Las capturas que debe de anexar son de:*
  - o show running-config donde aparezca el direccionamiento de cada subred y el enrutamiento dinámico OSPF.*
  - o Configuración de los servidores.*
    - *En caso de DHCP: PC debe de configurar una IP aleatoria.*
  - o Tabla de enrutamiento, vecinos y base de datos.*
  - o Comprobación de que existe comunicación entre dispositivos de diferentes subredes. (Ping o modo simulación).*
- ® *En la entrega de la práctica debe de ir también el archivo PKT con el formato de nombre "OSPFv2\_EQx".*

## Conclusiones

José Luis: Para poder desarrollar esta práctica revisamos el protocolo OSPF, el cual es un protocolo de enrutamiento de estado de enlace que permite a los routers en una red descubrir y mapear toda la topología de la red, logrando así el cálculo de rutas óptimas para la transferencia de datos. Por lo que en contraste con las prácticas anteriores podemos confirmar la eficiencia de este protocolo y su mejora con respecto a RIP. Además aprendimos que en la estructura de OSPF los routers se agrupan en áreas y utilizan routers de frontera de área (ABR) para distribuir información de enrutamiento entre ellas, por lo que esto agiliza que este protocolo sea capaz de adaptarse a los cambios en la topología de red, ya que actualiza automáticamente la información de enrutamiento al presentarse fallas en los enlaces. Por lo que al implementar la topología del ejercicio observamos lo útil que puede llegar a ser este protocolo en redes grandes.

Abraham: Para el ejercicio del punto extra es similar las configuraciones que hacemos para conectar los routers lo único que cambia es que debemos tener el área definida y con un número. Con el comando de `area x virtual-link` y la dirección que tengamos definida en nuestro router. Es una conexión lógica entre dos routers en áreas OSPF separadas que no están directamente conectadas físicamente. Los enlaces virtuales se utilizan para conectar áreas no contiguas a través del área backbone. Algunas dificultades presentadas fueron no tener un orden en nuestra topología ya que configurar el gateway que no teníamos anotado en nuestra topología complicó un poco las cosas.

Esaú: En esta práctica vimos la implementación del Protocolo OSPF (Open Shortest Path First) para el enrutamiento dinámico. El Protocolo OSPF es un protocolo de estado - enlace, es decir, cada router descubre todos los demás routers de la red. Para ello construimos una topología de 4 routers y 3 subredes con una PC cada una, configuramos routers, enlace serial y PC's con las ip's requeridas. La topología después de esto se observa que empieza a tener conexión. Después, configuramos el enrutamiento dinámico utilizando OSPF con los comandos dados al inicio del pdf de la práctica y checamos la ruta de enrutamiento con `show ip route` y `show running-config`. También investigamos los comandos para mostrar a los vecinos y dispositivos que pertenecen a la misma red. Al final como puntuación extra investigamos el algoritmo en el que está basado el enrutamiento OSPF para complementar nuestro conocimiento sobre dicho protocolo.



## Referencias

- Cisco. (2022). Configurar la redistribución de protocolos para routers | Cisco. Recuperado el 2 de noviembre de 2023, de [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html#anc1](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redist.html#anc1)
- Institut Sa Palomera. (2013). Resolución de problemas de implementaciones de OSPF de área única | Institut Sa Palomera. Recuperado el 2 de noviembre, de <https://www.sapalomera.cat/moodlecf/RS/3/course/module5/5.2.1.3/5.2.1.3.html>
- Muñoz, A. (s.f.). RIP y OSPF. Universidad de Málaga. Recuperado de: <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/16542/RIP%20y%20OSPF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>