

DPTO. DE INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO  

---

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

# REDES – Práctica 4

Graduado en Ingeniería Informática

## 1. Introducción

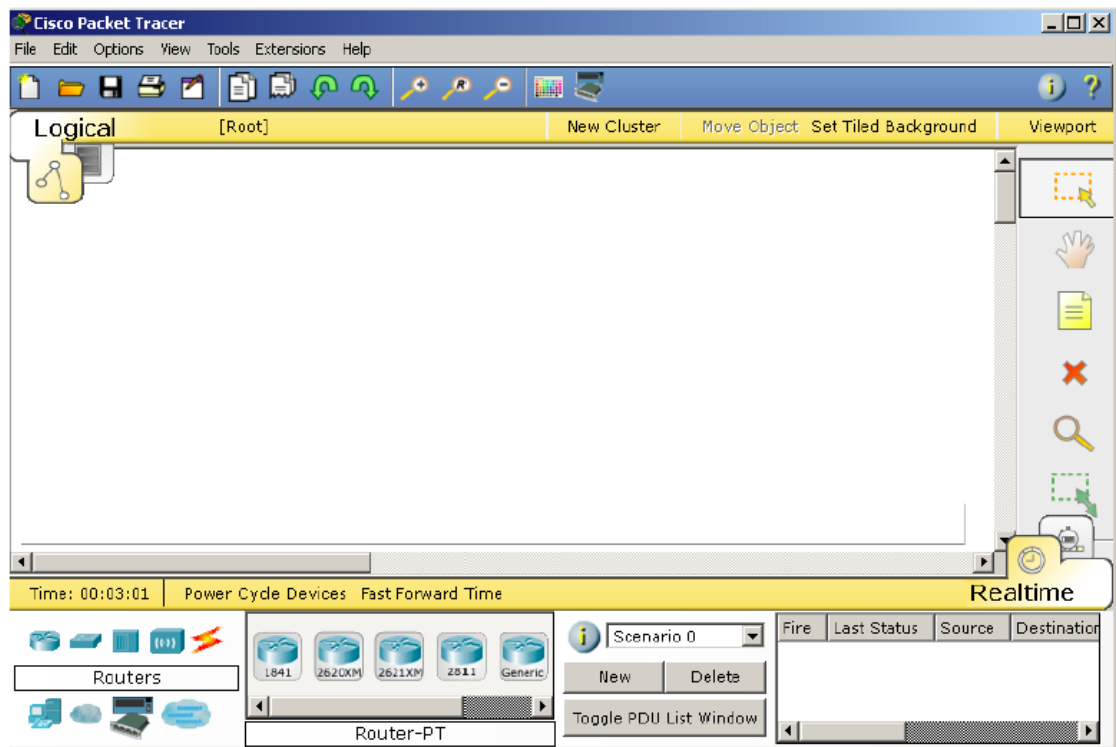
**Packet Tracer** es una herramienta de aprendizaje y simulación de redes interactiva propiedad de Cisco System, Inc. Esta herramienta permite a los usuarios crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones visuales. Packet Tracer fomenta la comprensión de los protocolos de redes mediante la simulación.

## 2. Interfaz de Packet Tracer:

En el espacio de trabajo de Packet Tracer se encuentran diferentes zonas:

- Zona de menús. Es el área donde se encuentran las opciones típicas de todos los programas para la gestión y la configuración del software.
- Selector de presentación. Permite cambiar entre esquema lógico y esquema físico a la hora de presentar los dispositivos. Lo habitual es trabajar con el esquema lógico.
- Espacio de trabajo. Es la zona donde se situarán los dispositivos que conforman la red.
- Barra de herramientas. Proporciona herramientas para seleccionar dispositivos, mover el espacio de trabajo, analizar parámetros específicos de los dispositivos (la lupa), generar unidades de datos de protocolo (PDU) simples o complejas (sobre cerrado y sobre abierto, respectivamente).
- Selector de modos de operación. Para cambiar entre el modo de Tiempo real o el modo Simulación, el cual nos permite un análisis más detallado de todas las PDU de los diferentes protocolos que intervienen en una comunicación en la red.
- Selector de escenarios. Sirve para realizar distintos análisis sobre una misma red.
- Área de estado del escenario. Muestra las UDP que han intervenido en el análisis realizado, ya sea en tiempo real o en modo simulación, para cada uno de los escenarios o situaciones en los que ha operado la red.
- Área de dispositivos. Es la zona que permite seleccionar los dispositivos que van a ser incluidos en el espacio de trabajo, así como la conexión entre estos. La zona izquierda recoge los dispositivos por grupos y la zona derecha del área

ofrece los dispositivos incluidos, de acuerdo con la numeración utilizada por Cisco System.



### 3. Empezando a trabajar

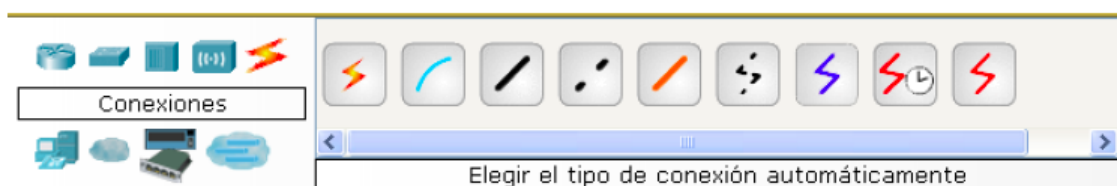
#### 3.1 Creación de una topología de red

- Seleccionar los dispositivos que forman la red, para ello se seleccionará el grupo correspondiente:



**Figura 2. Switches disponibles en Packet Tracer**

- Conectar los dispositivos:

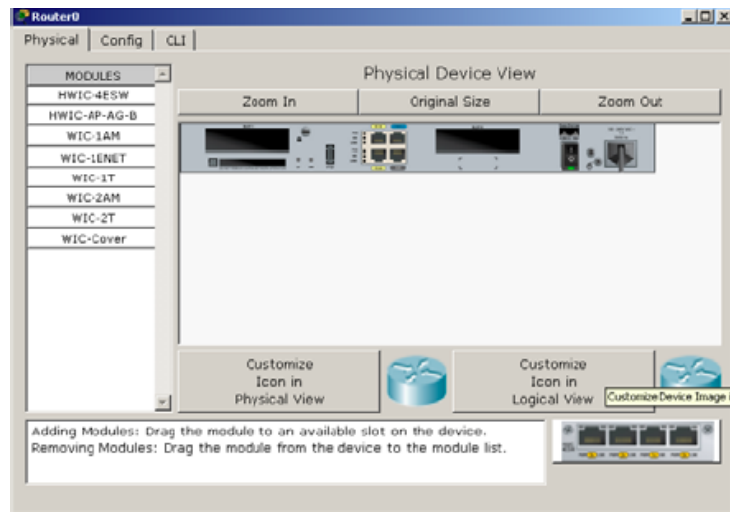


**Figura 3. Conexiones posibles en Packet Tracer**

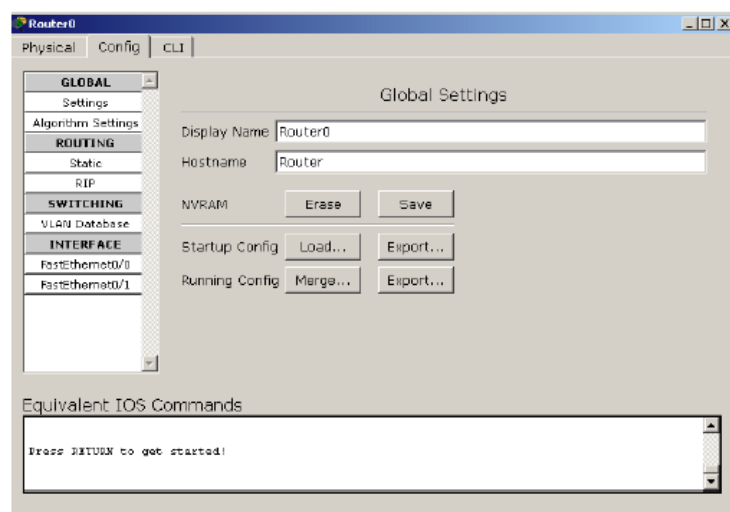
### 3.2 Configuración de los dispositivos

Al marcar un dispositivo se abrirá la ventana del dispositivo en la que aparecen tres pestañas seleccionables:

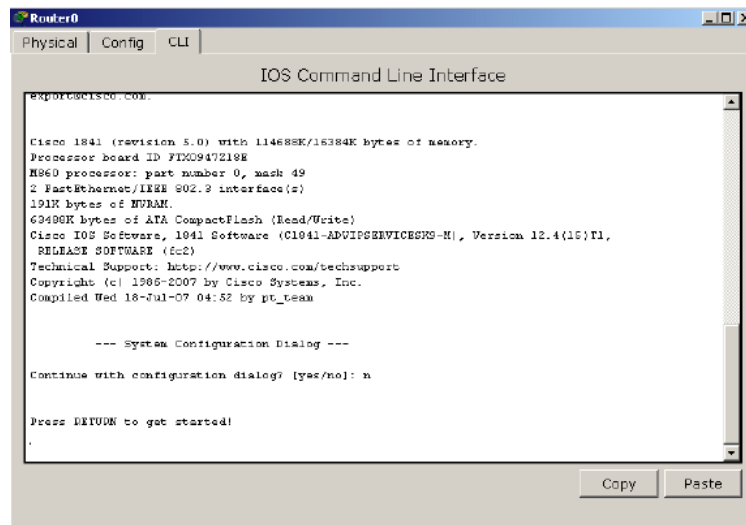
- Físico. Muestra una representación del equipo físico y los módulos de ampliación y/o configuración disponible para el citado equipo (según referencia de Cisco System), de manera que es posible quitar o poner módulos a voluntad del operador para que el equipo disponga de las interfaces o módulos previstos en el diseño. Para hacer esta operación será necesario primero apagar el dispositivo, ya que, por defecto, todos los dispositivos se encienden cuando son colocados en el escenario.



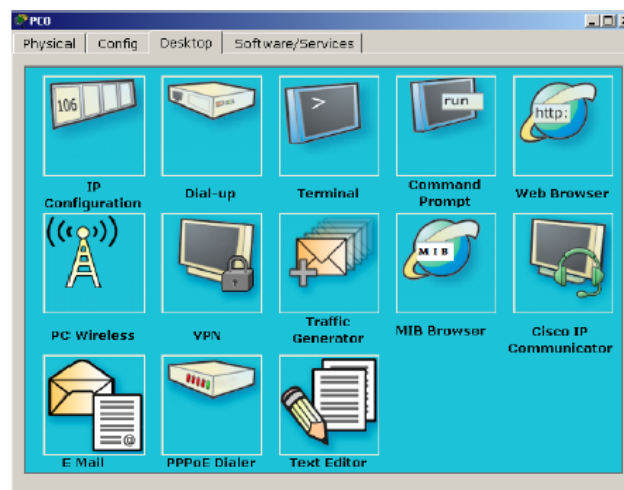
- Config. Ofrece las opciones de configuración del dispositivo a nivel general (Global), de enrutamiento en el caso de routers y de las interfaces instaladas de manera individual (Interfaz).



- CLI. Sólo disponible en routers y switches. Sirve para programar el dispositivo en modo comandos (CLI, Command Line Interface, Interfaz de línea de comandos) tal como se haría a través de la consola en un dispositivo real.



- Escritorio. Sólo disponible en los hosts. Ofrece distintas aplicaciones (simuladas) para operar sobre el dispositivo, según la configuración de las interfaces que tenga instaladas: IP Configuración, Dial-up, Terminal, Símbolo del sistema, Navegador Web, Configuración inalámbrica, VPN, Generador de tráfico, Navegador MIB, Comunicaciones Cisco, Correo, Marcador PPPoE, Editor de texto.



La comprobación de la correcta configuración de los dispositivos, una vez que todos los indicadores de conexión física están en color verde, se puede realizar de forma rápida situando el cursor en cada uno de los dispositivos y analizando el resumen de la

configuración que se muestra en una ventana emergente.

### 3.3 Comprobación de funcionamiento

Las primeras comprobaciones tienen que ver con la conectividad IP de los dispositivos integrados en una red. En modo Tiempo real el proceso puede llevarse a cabo mediante el envío de PDUs simple entre los equipos de una red y entre estos y el Gateway de la propia red, lo que sería equivalente a la utilización del comando ping. La utilización de distintos escenarios permite ir agrupando las pruebas de análisis.

Si se utiliza el modo Simulación en el área de trabajo podrá comprobarse el movimiento de las PDUs representadas mediante sobres de distintos colores, lo que permite hacer un seguimiento más detallado del tráfico entre los dispositivos en la ventana de Lista de eventos. A través de las opciones disponibles en esta ventana se pueden seleccionar qué protocolos (bajo el epígrafe de eventos) se desea analizar.

Además, en el modo Simulación, desde la Lista de eventos que se despliega en la parte derecha del área de trabajo facilita ese seguimiento y activando el ratón sobre los rectángulos coloreados en esta lista se accede a la Ventana de información de la PDU según el dispositivo al que corresponda esa PDU. En esta ventana se puede analizar detalladamente todos los campos de bytes que conforman la citada PDU y los valores que contienen.

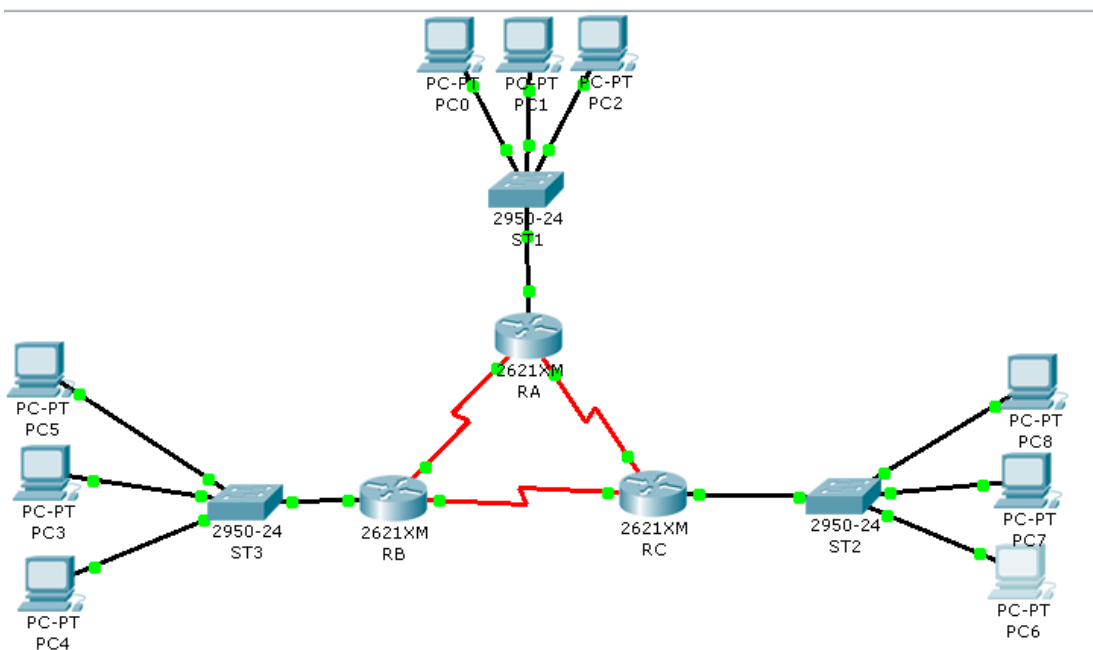
Cuando los dispositivos son configurados, estos reaccionan tal como lo harían los dispositivos físicos reales, de modo que, por ejemplo, una vez que se han configurado las interfaces de un router, este reconoce las redes correspondientes como redes conectadas y, sin necesidad de configurar ningún tipo de enrutamiento, se consigue la conectividad a nivel de red entre las redes a las que pertenece el propio router.

## 4. Ejercicio 1. Planificación de redes y subredes

En este ejercicio se va a llevar a cabo la asignación de direcciones a host y subredes a partir de una topología dada, además de realizar una configuración básica de las interfaces de routers y PCs, utilizando para ello el simulador Cisco Packet Tracer.

### 4.1 Creación de la topología

Utilizando el simulador Cisco Packet Tracer, cree la topología de red que se muestra en el esquema siguiente:



### 4.2 Diseño del esquema de direcciones

Utilizando como espacio de direcciones el rango 192.168.1.0/24, diseñe el esquema de direcciones necesario para asignar direcciones de red a todos los equipos de la topología dada. Para ello, realice la asignación con la capacidad necesaria, en función del número de dispositivos que se muestran en cada una de ellas y ordénelas de mayor a menor número de dispositivos, a la hora de realizar la asignación.

### 4.3 Configuración de las interfaces

Configure todas las interfaces según el esquema de direccionamiento obtenido y de acuerdo con lo señalado en el esquema de topología. Utilice además los siguientes

criterios para cada subred LAN:

- La primera IP válida disponible se asignará a la interface que opere como Gateway o puerta de enlace por defecto. En el caso de la conexión de dos dispositivos intermedios, se empleará la última dirección del rango correspondiente a esa subred.
- Los dispositivos finales de cada subred tendrán como IP las siguientes disponibles a partir de la primera asignada al Gateway.

#### **4.4 Verificación de la conectividad**

Añada a cada subred LAN un host más, configúrelo adecuadamente y, utilizando la herramienta de generación de PDUs simple del simulador Cisco Packet Tracer, compruebe la conectividad entre todos los equipos pertenecientes a una misma red, así como entre estos equipos y la puerta de enlace de cada red, cuando exista.

#### **4.5 Enrutamiento estático**

Diseñe un esquema de enrutamiento para que entre cada dos redes LAN exista un único camino posible a través de los routers. Configure dicho esquema de enrutamiento utilizando la pestaña de configuración que proporciona el simulador Cisco Packet Tracer en la ventana de configuración de cada router y utilizando los comandos estudiados.



## 5. Ejercicio 2. Enrutamiento Dinámico: RIPv2

RIP es un protocolo importante por ser uno de los primeros en implementarse y servir de base para la evolución de los protocolos de enrutamiento dinámico. Entre sus características básicas habría que destacar las siguientes:

- Es un protocolo de enrutamiento vector distancia.
- Utiliza el conteo de saltos como su única métrica o coste para la selección de rutas.
- Las rutas publicadas con conteo de saltos mayores que 15 son inalcanzables.
- Se transmiten mensajes cada 30 segundos.
- Sus mensajes se encapsulan en un segmento UDP con direcciones de puerto 520 tanto en origen como en destino.
- Tiene asignada una distancia administrativa de 120.

En su primera versión (RIPv1) es un protocolo con clase, es decir, considera las direcciones de red como pertenecientes a una de las clases definidas por el estándar (clases A, B y C), por lo que no admite VLSM (máscaras de subred de longitud variable) ni la notación CIDR para estas (enrutamiento entre dominios sin clases). La versión mejorada de este protocolo (RIPv2) admite tanto VLSM y CIDR, por lo que ya no se asocia cada dirección de red con la máscara de la clase a la que pertenece.

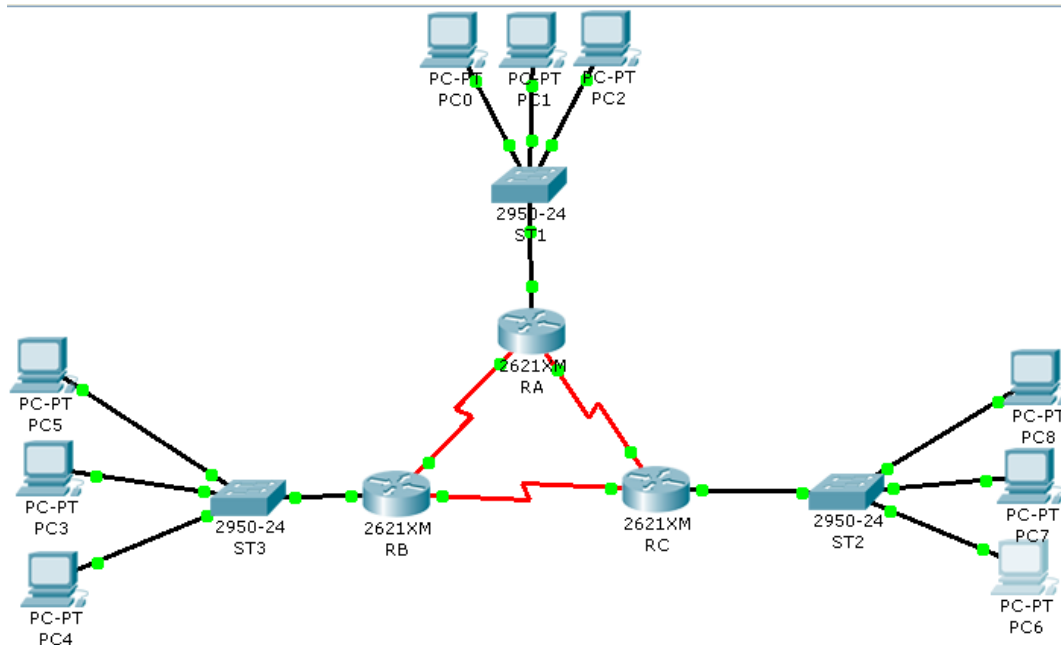
El proceso de activación y configuración de RIP requiere los siguientes pasos en cada router:

1. Activación del proceso.
2. Selección, en su caso, de la versión 2.
3. Desactivación, en su caso, del resumen automático de rutas.
4. Designación de las interfaces por las que no se enviarán actualizaciones del protocolo.
5. Enumeración de las redes conectadas que formarán parte en el proceso de enrutamiento.

El coste o métrica que se asigna a una ruta en RIP es un valor entero igual al número de saltos o routers que forman parte de esa ruta.

## 5.1 Configuración, activación y análisis de protocolo RIP

Utilizando el simulador Cisco Packet Tracer, cree la topología de red que se muestre (es igual a la vista en el ejercicio anterior). Se mantiene el mismo esquema de direccionamiento que el utilizado en el ejercicio anterior. Se utiliza la asignación de direcciones para cada red en función del número de dispositivos que se muestran en cada una de ellas. Del mismo modo siga el criterio de asignar la primera y última dirección asignable al router y las siguientes de forma sucesiva al host. Compruebe la conectividad entre los host de una misma red.



La activación del protocolo RIP debe llevarse a cabo en cada uno de los routers bajo una administración común. El proceso es el que se describe a continuación:

1. Acceder a la programación del router en modo consola (CLI). El sistema mostrará el prompt con el nombre del equipo:

*Router>*

2. Entrar en el modo de ejecución de usuario privilegiado

*Router> enable*

*Router#*

3. Entrar en el modo de configuración global

*Router# configure terminal*

*Router(config)#*

4. Activar el protocolo de enrutamiento RIP en su versión 2 (RIPv2) y sin realizar la summarización de subredes

```
Router(config)> router rip
Router(config-router)# version 2
Router(config-router)# no auto-summary
Router(config-router)#
```

5. Señalar las interfaces que conectan a redes finales, en las que no hay ningún router, con objeto de que por ellas no se publiquen los broadcast del protocolo

```
Router(config-router)# passive-interface FastEthernet0/X
Router(config-router)#
```

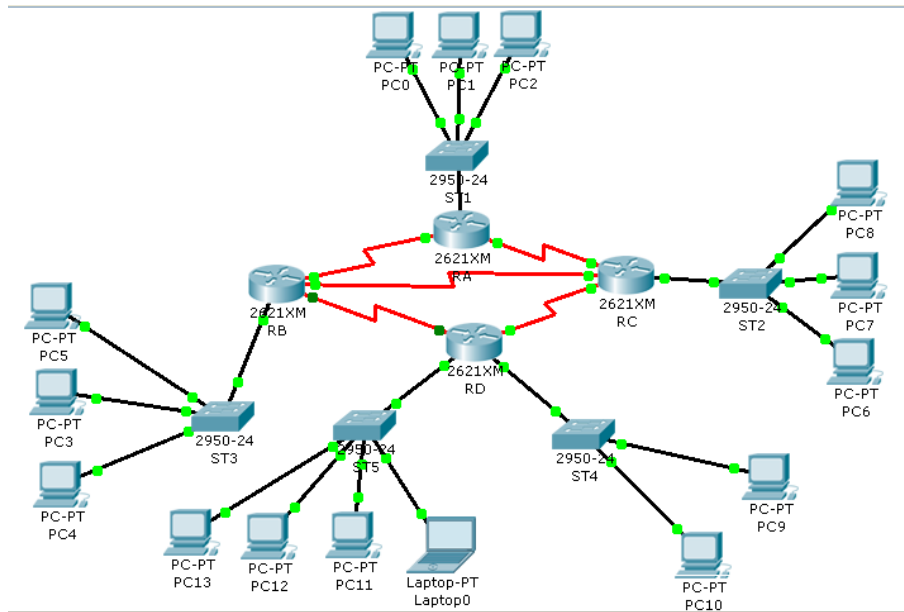
6. Señalar las redes que conectan al router con sus vecinos para que sean destino de sus broadcast de publicación de la tabla de enrutamiento.

```
Router(config-router)# network XXX.XXX.XXX.XXX
Router(config-router)#
```

7. Espere un tiempo prudencial antes de verificar que las tablas de enrutamiento de los routers han incorporado las rutas hasta las redes remotas. Observe el contenido de dichas tablas y realice envíos entre las diferentes redes para comprobar el funcionamiento.

```
Router# show ip route
Router#ping X.X.X.X
```

8. Entre en el modo simulación y filtre los paquetes por protocolo RIP. Analice el tráfico RIP que se produce en la red.
9. Desconecte una de las interfaces serie de uno de los routers de manera que el enlace correspondiente aparezca caído. Tras el correspondiente proceso de convergencia, analice cómo han actualizado los tres routers su tabla de enrutamiento según las nuevas circunstancias de la red. Observe que se mantiene la conectividad entre todos los equipos pero el coste de alcanzar las redes no adyacentes ha aumentado.
10. Amplíe la red de acuerdo con el esquema que se muestra a continuación y, tras programar adecuadamente el protocolo RIP en todos los routers y esperar a la convergencia de los mismos, verifique la conectividad entre todos los host y analice las nuevas entradas en las tablas de enrutamiento. Entre en el modo simulación y filtre los paquetes por protocolo RIP. Analice el tráfico RIP que se produce en la red.



## 6. Ejercicio 3. Enrutamiento Dinámico: OSPF

OSPF es un protocolo de enrutamiento sin clase y de estado del enlace, cuya versión actual para IPv4 es la OSPFv2 descrita en la RFC 2328. Entre sus características básicas habría que destacar las siguientes:

- Sus mensajes se encapsulan en un paquete IP con indicador de protocolo 89.
- La dirección de destino se establece para una de dos direcciones multicast: 224.0.0.5 ó 224.0.0.6. Si el paquete OSPF se encapsula en una trama de Ethernet, la dirección MAC de destino es también una dirección multicast: 01-00-5E-00-00-05 o 01-00-5E-00-00-06.
- Tiene asignada una distancia administrativa de 110

El proceso de activación y configuración de OSPF requiere los siguientes pasos en cada router:

1. Activación del proceso asignándole un identificador propio que sólo tiene significado local al router.
2. Enumeración de las redes conectadas que formarán parte en el proceso de enrutamiento, indicando para cada una de ellas
  - a. La dirección de red.
  - b. La máscara, en formato complementado a las máscaras de subred.
  - c. Un identificador de área OSPF. Número entero que coincidirá en todos los routers del área de enrutamiento que compartan información sobre el estado de los enlaces.

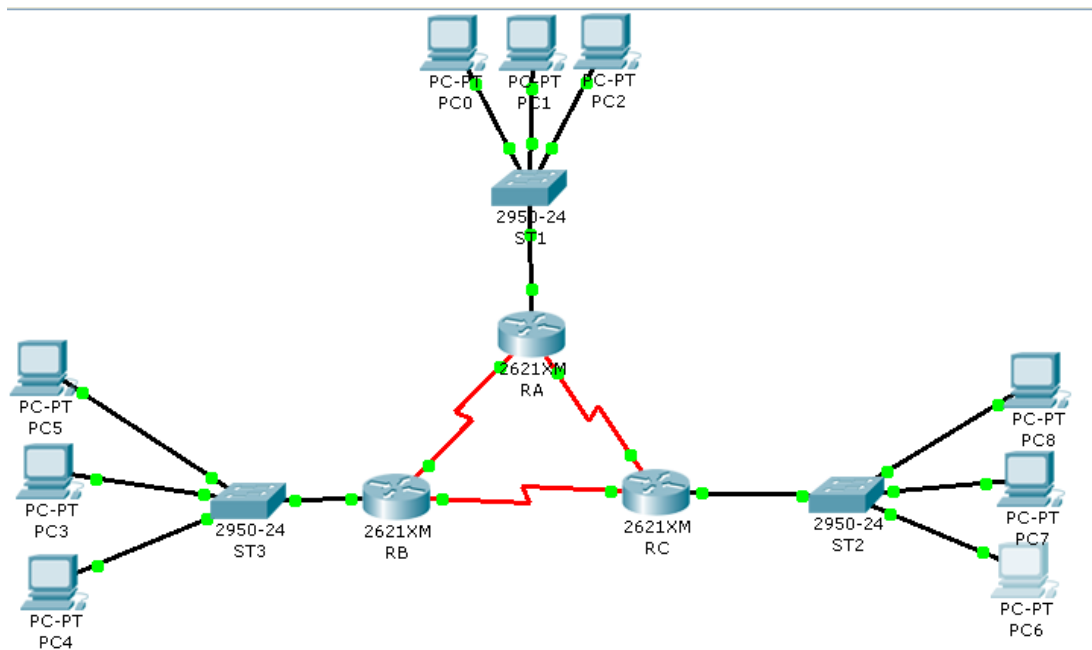
En OSPF cada router tiene que tener una identificación propia e inequívoca que coincide, en el caso de los routers de Cisco, con el siguiente orden de precedencia:

1. La dirección IP configurada expresamente con tal fin (comando routerid).
2. Si no se configura expresamente, la dirección IP más alta de cualquier de sus interfaces de loopback (son interfaces software activadas en cada router con el propósito de simular otras redes no existentes físicamente).
3. Si no se ha configurado ninguna interfaz de loopback, la dirección IP más alta de cualquiera de sus interfaces físicas activas.

El coste OSPF de una ruta es un valor entero que se obtiene sumando los costes individuales de cada uno de los enlaces que forman parte de la ruta.

## 6.1 Configuración del protocolo OSPF

Utilizando el simulador Cisco Packet Tracer, cree la topología de red que se muestre (es igual a la vista en el ejercicio anterior). Se mantiene el mismo esquema de direccionamiento que el utilizado en el ejercicio anterior.



La activación del protocolo OSPF debe llevarse a cabo en cada uno de los routers bajo una administración común. El proceso es el que se describe a continuación:

1. Acceder a la programación del router en modo consola (CLI). El sistema mostrará el prompt con el nombre del equipo:

*Router>*

2. Entrar en el modo de ejecución de usuario privilegiado

*Router> enable*

*Router#*

3. Entrar en el modo de configuración global:

*Router# configure terminal*

*Router(config)#*

4. Activar el protocolo de enrutamiento OSPF asignándole un identificador de proceso:

*Router(config)> router ospf 1*

*Router(config-router)#*

5. Incluya cada una de las redes en las notificaciones OSPF, para lo cual debe introducir el comando correspondiente incluyendo la dirección de red y la máscara correspondiente, en formato complementado. El comando requiere la inclusión del código identificador de área (cero, en nuestro caso).

*Router(config-router)# network X.X.X.X M.M.M.M area 0*

*Router(config-router)# network Y.Y.Y.Y N.N.N.N area 0*

*Router(config-router)# ...*

6. Finalice la configuración del protocolo OSPF para el router sobre el que se está operando.

*Router(config-router)# end*

*Router#*

7. Para verificar la configuración establecida utilice los comandos

*Router# show ip ospf neighbor*

*Router# show ip ospf*

8. Una vez finalizado el proceso de configuración del protocolo de enrutamiento, espere un tiempo prudencial antes de verificar que las tablas de enrutamiento de los routers han incorporado las rutas hasta las redes remotas. Observe el contenido de dichas tablas y realice envíos entre las distintas redes para comprobar el correcto funcionamiento.

*Router#show ip route*

*Router#ping X.X.X.X*

9. Para comprobar el balanceo de carga, observe la tabla de enrutamiento de RC, puede apreciar que existe un único camino para acceder al PC0, este es el camino más corto que existe de acuerdo a la métrica aplicada por OSPF. Para que exista más de una ruta para alcanzar dicho PC, se va a modificar los costos de los enlaces, para ello se cambiará el costo asociado al enlace RA con RB a un valor de 138, el costo del enlace de RB a RC a un valor de 64 y el de RB a RA un valor de 64. Aplicado los cambios (recuerde que debe hacerse en todas las interfaces conectadas en ese enlace), acceda de nuevo a la tabla de enrutamiento de RC y compruebe el costo asociado en la entrada para alcanzar el PC0 y el número de opciones disponibles desde donde se puede enviar.

*Router(config-if)#ip ospf cost 128*

*Router(config-if)#ip ospf cost 64*

*Router# show ip route*