

Universidad Carlos III de Madrid  
Departamento de Ingeniería Telemática

## Redes de Ordenadores

Prácticas con routers: configuración básica e  
interconexión de equipos

Grado en Ingeniería Informática

## 1. Objetivo

El principal objetivo de esta práctica consiste en familiarizarse con el entorno de trabajo (GNU/Linux) y los routers que se van a emplear en la asignatura (Linksys WRT54GS). Una vez familiarizados con ellos, deberá configurarse una red IP cuya conectividad se logra inicialmente mediante la asignación de rutas estáticas y posteriormente habilitando el protocolo de encaminamiento RIP. Para esta segunda parte se contará con el escenario cuyo direccionamiento ya ha sido estudiado y planificado con anterioridad en el ***ejercicio de direccionamiento***.

En los apartados correspondientes a la configuración de la red IP, en primer lugar se deberán configurar las direcciones y las rutas **de forma estática** tanto en los routers y los PCs que se conectan a los routers. Posteriormente, se empleará un protocolo de encaminamiento dinámico (**RIP**) en los routers.

El sistema operativo accesible en cada PC contiene la pila de protocolos conocida normalmente como pila TCP/IP. Esta pila de protocolos es la que hará posible la comunicación en red. Puede encontrar información sobre la implementación de la pila consultando las páginas de manual en la línea de comandos (por ej. **man 7 ip**).

## 2. Normas de la práctica

Lea atentamente el enunciado hasta el final antes de empezar a ejecutar la práctica.

El laboratorio se evalúa con la elaboración de una **pequeña memoria**. **El documento debe entregarse como muy tarde una semana después de la cuarta sesión de laboratorio utilizando el entregador de Aula Global**. La evaluación se realiza en base a una serie de hitos que deben completarse. Una vez se esté seguro de que se ha completado el hito, **tome unas capturas de pantalla que lo demuestren y explíquelo muy brevemente en la documentación** (sólo hay que explicar la prueba que demuestra que el hito se ha completado). Si tiene problemas, pregunte al profesor de prácticas.

**Es obligatorio descargar e instalar la Máquina Virtual ANTES DE LAS SESIONES DE LABORATORIO (puede ayudarse de las instrucciones de Aula Global).**

Consulte el manual de los routers Linksys WRT54GS empleados en las prácticas, disponible en [http://www.it.uc3m.es/fvalera/ro/manual\\_linksys\\_uc3m.pdf](http://www.it.uc3m.es/fvalera/ro/manual_linksys_uc3m.pdf) (alternativamente puede usar en enlace disponible en Aula Global en la sección de prácticas).

### Hito XX

*Las partes del enunciado con este formato indican los hitos de los que se compone la práctica. Por favor rellene una pequeña sección en la memoria por hito.*

### 3. Lanzamiento de la máquina virtual RySCA -2021 (Lightning)

1. Siga las instrucciones de instalación (disponibles en Aula Global).
2. Abra VirtualBox y lance la máquina virtual “RySCA - 2021”.
3. Abra un terminal Terminal y ejecute **DOS** veces el siguiente comando:

lightning update

4. Una vez que lightning se ha actualizado correctamente es el momento de configurar el escenario del laboratorio. Para ellos escribe el siguiente commando en el Terminal (dependiendo de la parte en la que esté tendrá que cargar el primer escenario o el segundo):
  - a. Parte I (sección 4) “lightning start RSC/S16\_escenario\_1”
  - b. Parte II (sección 5) “lightning start RYSCA/p\_encam\_a”
5. Espere a que el escenario se configure.
6. Verá la figura de la topología que se ha configurado y además se abren automáticamente diferentes terminales para poder configurar cada una de las máquinas del escenario (hosts y routers).
7. Ahora puede trabajar con la topología como si estuviese en el laboratorio con los equipos físicos (PCs y routers Linksys WRT54GS), utilizando los mismos comandos de configuración que se utilizan en los equipos reales.
8. Si quiere detener el escenario creado ejecute el siguiente comando:

lightning stop
9. Si no quiere perder el trabajo realizado cuando termine, no apague la máquina virtual, sino que haga click en el botón cuando cierre la ventana de la máquina virtual: “Save the machine state” (guardar estado).

## 4. Parte I – Interconexión básica de equipos

La práctica consiste en el despliegue y configuración de un pequeño escenario de red. La arquitectura del escenario de red a construir y configurar en la práctica aparece en la Figura 1. Una vez construido el escenario, se comprobará la correcta configuración del mismo (usando **ping** y **traceroute**).

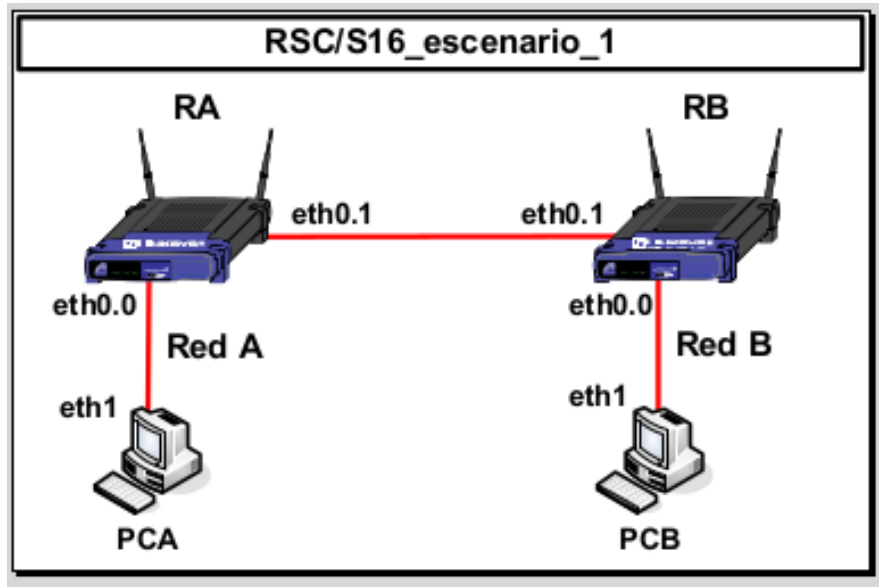


Figura 1 - Diagrama de interconexión (parte I)

### 4.1. Parte I – Pasos a seguir

1. Inicie la máquina virtual y cargue el escenario ejecutando el comando **"lightning start RSC/S16\_escenario\_1"**.
  - a. Asigne una dirección IP a la interfaz **eth1** del PCA conectada a la Red A (dicha dirección debe pertenecer al rango 10.0.A.0/24, donde A es cualquier número que usted elija). Para configurar la dirección IP de una interfaz de red en Linux, existen varias opciones. La más clásica es utilizar el comando **ifconfig**, pero en la actualidad se recomienda **NO** usar dicho comando, en favor del comando **ip**, más versátil y fácil de usar. El comando **ip** tiene una ayuda en línea muy potente (basta con teclear en un terminal **ip help**, o utilizar las páginas de manual: **man ip**).
  - b. Asigne una dirección IP a la interfaz del Router A conectada a la Red A (dicha dirección IP debe pertenecer al rango asignado a la Red A, es decir, 10.0.A.0/24). Consulte el manual del router para averiguar cómo se configuran direcciones en el router.
  - c. Compruebe que existe conectividad entre el PC y el router utilizando el comando **ping** (desde el PC y/o el router).

2. “Interconecte” los routers A y B, mediante sus conexiones Ethernet.
  - a. Asigne direcciones IP a las interfaces de los routers empleadas para interconectarlos. Dichas direcciones IP deben pertenecer a la subred que aparece en la figura (10.0.0.0/30).
  - b. Compruebe que existe conectividad entre los dos routers, utilizando el comando **ping** del router.
  - c. Asigne una dirección IP a la interfaz del Router B perteneciente a la Red B (dicha dirección debe pertenecer al rango asignado a la Red B, es decir, 10.0.B.0/24, donde B es cualquier número válido que usted elija, distinto de A).
  - d. Configure en los dos routers las entradas necesarias en sus tablas de encaminamiento para que el Router A pueda alcanzar la Red B y viceversa. Consulte el manual del router para averiguar cómo se configuran de manera estática rutas IP en el router.
  - e. Configure en el PC perteneciente a la Red A las entradas necesarias en su tabla de encaminamiento para poder alcanzar la Red B. Para configurar la tabla de encaminamiento IP de un PC Linux (y en general cualquier máquina de tipo UNIX), tenemos varias opciones. La más clásica es utilizar el comando **route**, pero – al igual que con la configuración de direcciones – se recomienda en la actualidad **NO** utilizar dicho comando, en favor del comando **ip**.
  - f. Realice las configuraciones necesarias en el PCB (dirección IP y rutas) de forma que quede conectado a la red.
  - g. Haga un **ping** desde el PCA al PCB.
  - h. Compruebe la ruta que siguen los paquetes IP, utilizando el comando **traceroute** (puede utilizar el modificador ‘-n’ para que el comando se ejecute más rápido).

#### Hito 1 (2 puntos)

Compruebe la conectividad entre las redes A y B del escenario, haciendo un **ping** y **traceroute** desde el PCA al PCB. Una vez que se haya conseguido, rellene una breve sección en la memoria con imágenes del ping y el traceroute realizado y una breve explicación

## 5. Parte II – Configuración de red IP

En esta parte se debe construir y configurar la red IP correspondiente a la especificada en el ***ejercicio de direccionamiento***. La arquitectura lógica de dicho escenario se puede apreciar en la Figura 2. Dicho escenario se corresponde a la topología de red de una sucursal en concreto. Asigne las direcciones a la red en base a los resultados del ***ejercicio de direccionamiento***.

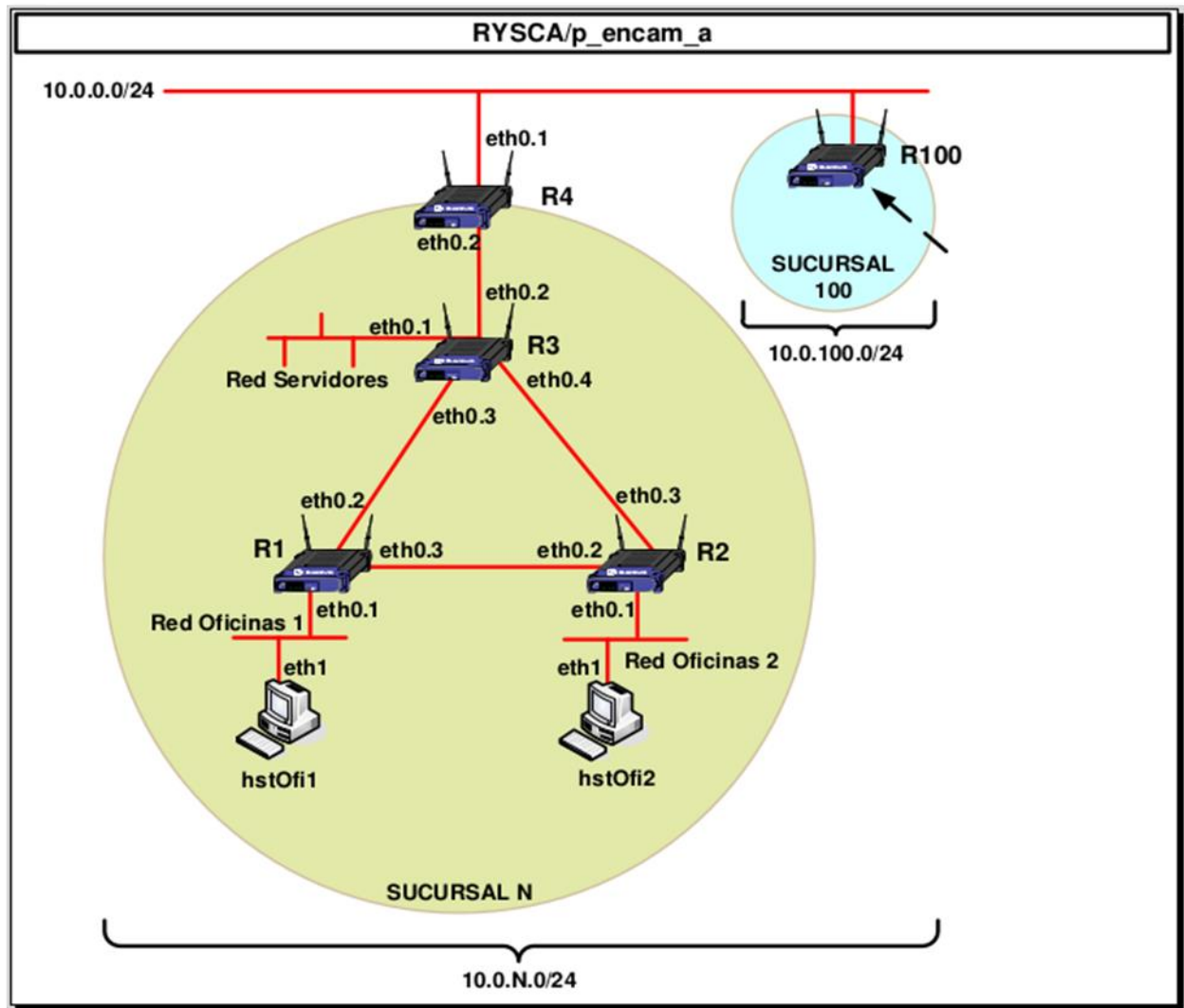


Figura 2 – Diagrama de interconexión (parte II)

A continuación se resumen los requisitos de diseño del escenario mostrado en la Figura 2:

- Para la sucursal dispone del rango de direcciones 10.0.X.0/24, donde 'X' indica los dos últimos dígitos del NIA de uno de los componentes.
- La red troncal que interconecta las sucursales tiene asignado el rango 10.0.0.0/24.
- Se utilizarán routers Linksys WRT54GS que cuentan con 5 interfaces de red LAN (Ethernet).
- Cada sucursal cuenta con varias dependencias, a saber la Oficina 1, la Oficina 2 y la sala dónde se alojan los diversos servidores de los que hace uso la sucursal. Por la naturaleza de las distintas tareas realizadas en cada dependencia, es necesario contar con redes independientes en cada uno de ellos. La unión entre las diversas redes se realiza tal y como figura en el esquema de la Figura 2. Dicho esquema proporciona cierta redundancia ante algunos fallos/roturas de enlaces. Tenga en cuenta dicha redundancia a la hora de diseñar las tablas de encaminamiento necesarias en los routers.
- La red de la Oficina 1 debe tener capacidad para albergar hasta 100 equipos finales (PCs, impresoras, etc.) conectados.
- La red de la Oficina 2 debe tener capacidad para albergar hasta 25 equipos finales (PCs, impresoras, etc.) conectados.
- La red de servidores debe tener capacidad para albergar hasta 10 equipos finales conectados.
- Se tienen que asignar direcciones también para las diferentes redes utilizadas para interconectar los diferentes routers.

## 5.1. Parte II – Pasos a seguir

Para completar esta parte se deben realizar los siguientes pasos:

1. Inicie la máquina virtual y cargue el escenario ejecutando el comando **"lightning start RYSCA/p\_encam\_a"**.
2. Asigne direcciones IP a la interfaz de los routers (R1, R2 y R3) y a los hosts (hstOfi1 and hstOfi2). Compruebe que existe conectividad entre los PCs hstOfi1, hstOfi2 y los routers R1 y R2 utilizando, por ejemplo, el comando **ping**.
3. "Interconecte" los routers R1, R2 y R3 entre sí como se indica en la figura. Asigne direcciones IP a cada una de las redes punto a punto creadas para interconectar los routers.
4. Configure las rutas estáticas necesarias en R1, R2, R3 y en los PCs conectados a las diferentes redes, para asegurar una conectividad total entre **todas** las subredes formadas. Compruebe que existe conectividad entre las diferentes subredes utilizando, por ejemplo, el comando **ping**. Compruebe también que la ruta seguida por los paquetes es la correcta, utilizando el comando **traceroute** (tanto desde los routers como desde los PCs).
5. "Conecte" R4 y configure las rutas necesarias en todos los equipos para asegurar la conectividad del escenario global.
6. Configure en los routers las rutas de respaldo adicionales necesarias, de forma que si se rompe alguno de los enlaces entre R1, R2 y R3, no se pierda la conectividad global en el escenario. Para simular la rotura de un enlace, utilice el comando de configuración de interfaz **shutdown** para deshabilitar las interfaces de **cada uno de los dos routers** conectados al enlace cuya caída se quiere emular (si tiene dudas sobre este punto, consulte con el profesor de prácticas).

### Hito 2 (5 puntos)

Compruebe que desde cualquier router y PC tiene conectividad IP con cualquier interfaz de red de todos los equipos del escenario (y que la ruta seguida por los paquetes es la óptima). Compruebe que la conectividad global se mantiene, a pesar de la caída de un enlace entre R1, R2 y R3 (puede por ejemplo hacer un traceroute de hstOfi1 a R4, luego cortar un enlace y ver que se toma la ruta alternativa). Una vez que se haya conseguido, rellene una breve sección en la memoria con imágenes del ping y el traceroute realizado y una breve explicación

7. Elimine las rutas estáticas configuradas anteriormente en los routers (quizá lo más rápido es reiniciar el escenario). A continuación procederemos a configurar los routers utilizando el protocolo de encaminamiento RIP.
8. Active y configure adecuadamente el protocolo de encaminamiento dinámico RIP en las interfaces de los routers en las que sea necesario. Compruebe, utilizando los comandos de visualización del router, que el protocolo de encaminamiento está funcionando como espera, redistribuyendo la información de encaminamiento necesaria.

### Hito 3 (1,5 puntos)

Compruebe que desde cualquier router y PC tiene conectividad IP con cualquier interfaz de red de todos los equipos del escenario (y que la ruta seguida por los paquetes es la óptima). Verifique, utilizando los comandos de visualización de los que dispone el router, que el protocolo RIP está funcionando adecuadamente. Una vez que se haya conseguido, rellene una breve sección en la memoria con imágenes del ping y el traceroute realizado y una breve explicación

9. Desconecte el cable que interconecta los routers R1 y R2 (usando el comando **shutdown**).

### Hito 4 (1,5 puntos)

Compruebe que, transcurrido un tiempo, el protocolo de encaminamiento restaura un camino entre las dos subredes de oficinas. Compruebe con el enlace R1-R2 caído – y una vez transcurrido el tiempo de convergencia necesario (tenga en cuenta que los routers empleados no son capaces de detectar el fallo/recuperación de un enlace cuando éste se produce) – que desde cualquier router y PC tiene conectividad IP con cualquier interfaz de red de todos los equipos del escenario (y que la ruta seguida por los paquetes es la más óptima posible). Verifique, utilizando los comandos de visualización de los que dispone el router, que el protocolo RIP está funcionando adecuadamente. Una vez que se haya conseguido, rellene una breve sección en la memoria con imágenes del ping y el traceroute realizado y una breve explicación

## 6. Referencias y enlaces de interés

- [1] Páginas de manual de GNU/Linux (**man** <comando>)
- [2] Manual de configuración de los routers Linksys WRT54GS: <http://www.it.uc3m.es/linksys/>
- [3] Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO, <http://www.lartc.org/howto>  
*En español:* <http://almacen.gulic.org/lartc/lartc.pdf>
- [4] Linux Networking HOWTO, <http://www.tldp.org/HOWTO/Net-HOWTO>