

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 presencialmente con la comprobación de los hitos que están convenientemente indicados en el enunciado. En el caso de no haber sido evaluados presencialmente, la evaluación se complementará con la elaboración de una **pequeña memoria que cubra los hitos que queden por evaluar. El documento se redactará a partir de la plantilla disponible en Aula Global y 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** (según se indica en la plantilla). Las capturas de pantalla deben incluir:

- un ping entre los equipos
- un traceroute entre los equipos
- la configuración de los equipos
 - en el caso de un PC:
 - show ip route
 - show ip address
 - en el caso de un routers
 - show running-configuration (sh run)
 - show ip route

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 (alternativamente puede usar en enlace disponible en Aula Global en la sección de prácticas). Estos routers utilizan el programa Quagga para implementar los protocolos de encaminamiento. La documentación completa de dicho programa está disponible en <https://www.nongnu.org/quagga/docs/quagga.html>.

Hito XX (x puntos)

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

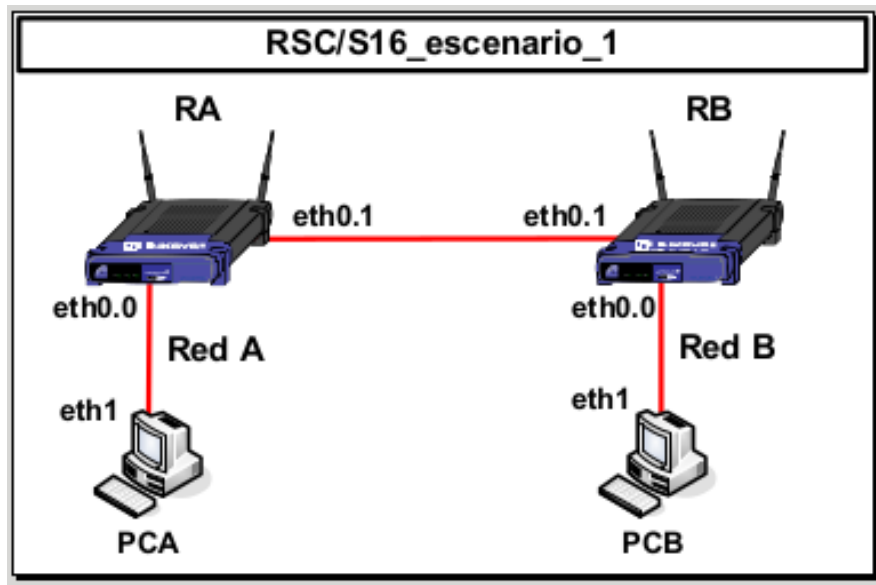


Figura 1 - Diagrama de interconexión (parte I)

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. Elimine las direcciones IP de los interfaces eth0.0 a eth0.4 y wlan0 de los routers RA y RB. **NO modifique la configuración de la interface lo.**
 - b. Compruebe si PCA y PCB tienen asignadas direcciones IP por defecto y, en su caso, elimínelas. 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, utilice el comando **ip**. Este comando tiene una ayuda en línea muy potente (basta con teclear en un terminal **ip help**, o utilizar las páginas de manual: **man ip**).¹
 - c. 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.
 - d. Compruebe que existe conectividad entre el PC y el router utilizando el comando **ping** (desde el PC y/o el router).

¹ La opción más citada en la documentación (especialmente si no es muy reciente) es utilizar el comando **ifconfig**, pero en la actualidad **NO** se debe usar dicho comando en sistemas Linux, pues lleva mucho tiempo sin ser actualizado al estado del desarrollo del kernel de Linux.

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. Utilice el comando **ip route** para ello.²
 - 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** (utilice el modificador ‘-n’ para que no se intente traducir las direcciones IP a nombres de host y el comando se ejecute, por tanto, más rápidamente).

Hito 1 (2 puntos)

Compruebe la conectividad entre las redes A y B del escenario, haciendo un **ping** y un **traceroute** entre PCA y PCB.

Una vez se haya conseguido, rellene una breve sección con imágenes del ping y del traceroute, así como de las configuraciones de los routers y los PCs, incluyendo una breve explicación.

² Para configurar la tabla de encaminamiento IP de 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** en máquinas Linux con distribuciones recientes.

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***.

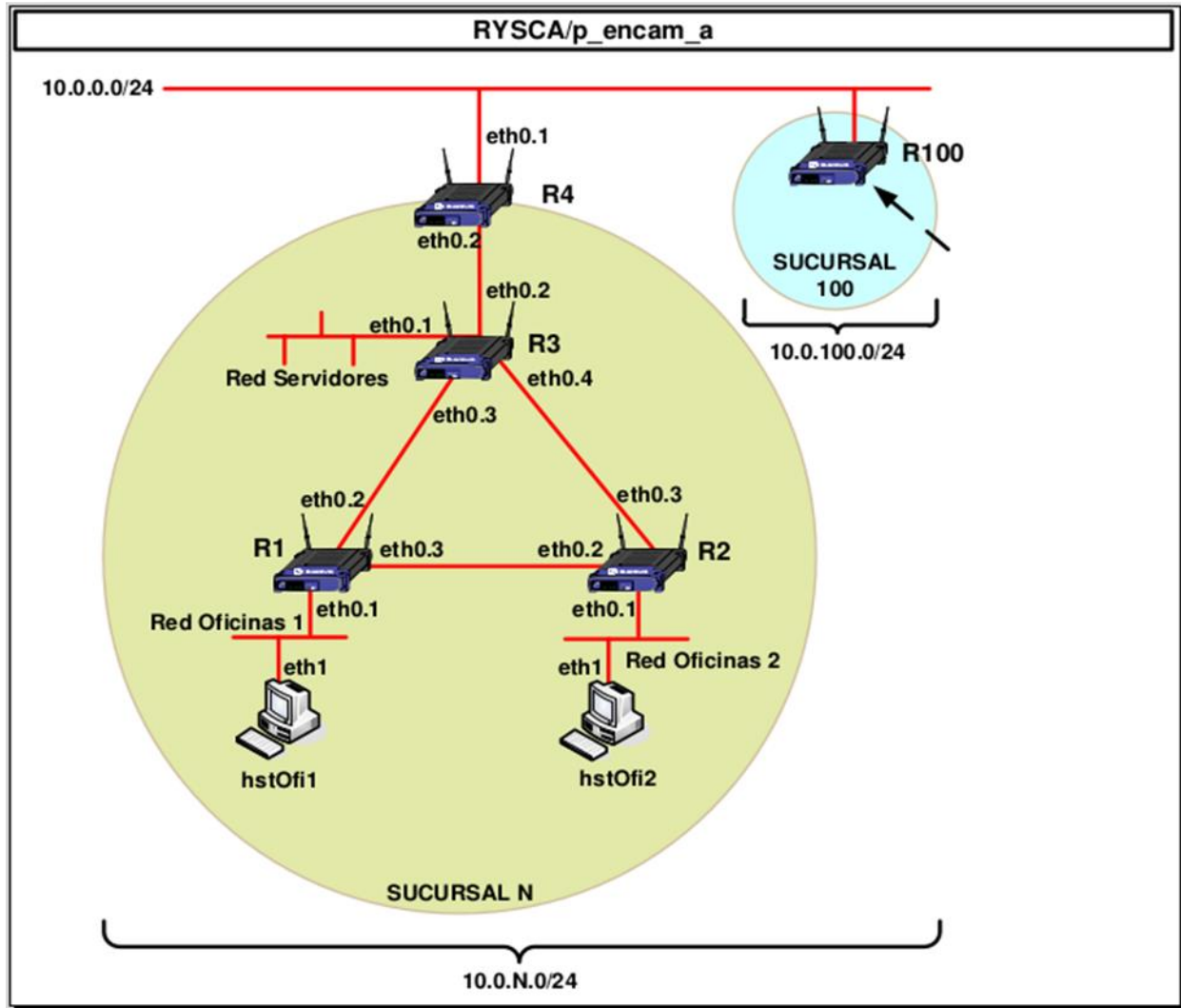


Figura 2 – Diagrama de interconexión (parte II)

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.

En relación con el protocolo RIP, utilizado para los hitos 3 y 4, recuerde los siguientes criterios:

- No se debe utilizar RIP en enlaces en los que no haya vecinos que tengan el protocolo RIP activado.
- Identifique la información de la que disponen los routers en el principio de los tiempos (desde el punto de vista de la operación del protocolo RIP). Esta información será la que se intercambie con los vecinos que *hablan* RIP.
- Debe poder alcanzar el router de la oficina 100 desde su oficina. Para ello tendrá que configurar la interfaz eth0.1 del router R4.

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. Al igual que en la parte anterior, empiece por eliminar las direcciones por defecto de las interfaces ethx.y y wlan0 de los routers.
3. 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**.
4. "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.
5. 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).
6. "Conecte" R4 y configure las rutas necesarias en todos los equipos para asegurar la conectividad del escenario global.

7. 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 se tiene conectividad IP desde cualquier router o PC con el resto de los equipos del escenario y que la ruta seguida por los paquetes es la óptima, haciendo **ping** y **traceroute**. Compruebe que se mantiene la conectividad global a pesar de la caída de un enlace en el triángulo R1-R2-R3. (Se puede hacer un traceroute entre hstOf1 y R4 o entre hstOf1 y hstOf2, cortar el enlace directoro entre ambos y ver que se toma la ruta alternativa). Una vez se haya conseguido, rellene una breve sección con imágenes del ping y del traceroute, así como de las configuraciones de los routers y los PCs, incluyendo una breve explicación.

8. 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.
9. 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 se tiene conectividad IP desde cualquier router o PC con el resto de los equipos del escenario incluyendo los equipos de la oficina 100 y que la ruta seguida por los paquetes es la óptima, haciendo **ping** y **traceroute**. Verifique que el protocolo RIP está funcionando adecuadamente mediante los comandos de visualización de las tablas de routing de que dispone el equipo. Una vez se haya conseguido, rellene una breve sección con imágenes del ping y el traceroute, así como de las tablas de routing y las configuraciones de los routers, incluyendo una breve explicación.

10. 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 subredes de las oficinas. Tenga en cuenta que los routers empleados no son capaces de detectar el fallo o la recuperación de un enlace cuando se produce. Compruebe se mantiene la conectividad desde cualquier equipo a cualquier equipo y que la ruta sigue siendo la óptima en función del escenario. Verifique con los comandos de visualización de ue dispone el router, que el protocolo RIP está funcionando adecuadamente. Una vez se haya conseguido, rellene una breve sección con imágenes del ping y el traceroute, así como de las tablas de routing de los routers, incluyendo 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>