

Práctica 1 – Configuración de Red I

1.1 Introducción

El objetivo de esta práctica aborda la configuración de rutas de encaminamiento tanto estáticas, de forma manual, como dinámicas, a través del uso de algoritmos de encaminamiento como por ejemplo RIP (Routing Information Protocol).

1.2 Información básica para la realización de la práctica

En esta sección se ofrece la información básica y las referencias necesarias para llevar a cabo las tareas que se proponen en la práctica.

1.2.1 Acceso al puesto de usuario y elección de sistema operativo

Para la realización de esta práctica, es necesario formar parejas. Después arrancar su puesto de usuario con la opción "Redes"→"Ubuntu 20.04".



Una vez que se haya identificado como "**administrador**"/"**finisterre**", puede pasar a modo *superusuario* mediante el siguiente comando, y utilizando la contraseña "**finisterre**"

```
# sudo su
```

1.2.2 Estructura de la Red Interna del Laboratorio

El Laboratorio de Redes (aula 3.7 de la ETSIIT) dispone de 26 puestos de usuario y varios equipos de comunicaciones e interconexión de redes, como puede observarse en la Fig. 1. El laboratorio está organizado en 4 conjuntos de equipos, denominados islas, que pueden funcionar de forma independiente entre sí. Para un mejor aprovechamiento y comprensión de las prácticas se recomienda encarecidamente leer el documento Práctica 0 - Introducción y descripción del laboratorio 3.7 disponible en el espacio de la asignatura en Prado.



Para configurar cualquier dispositivo de la isla, siempre se podrá acceder a ella utilizando su dirección en la red de *gestión*.

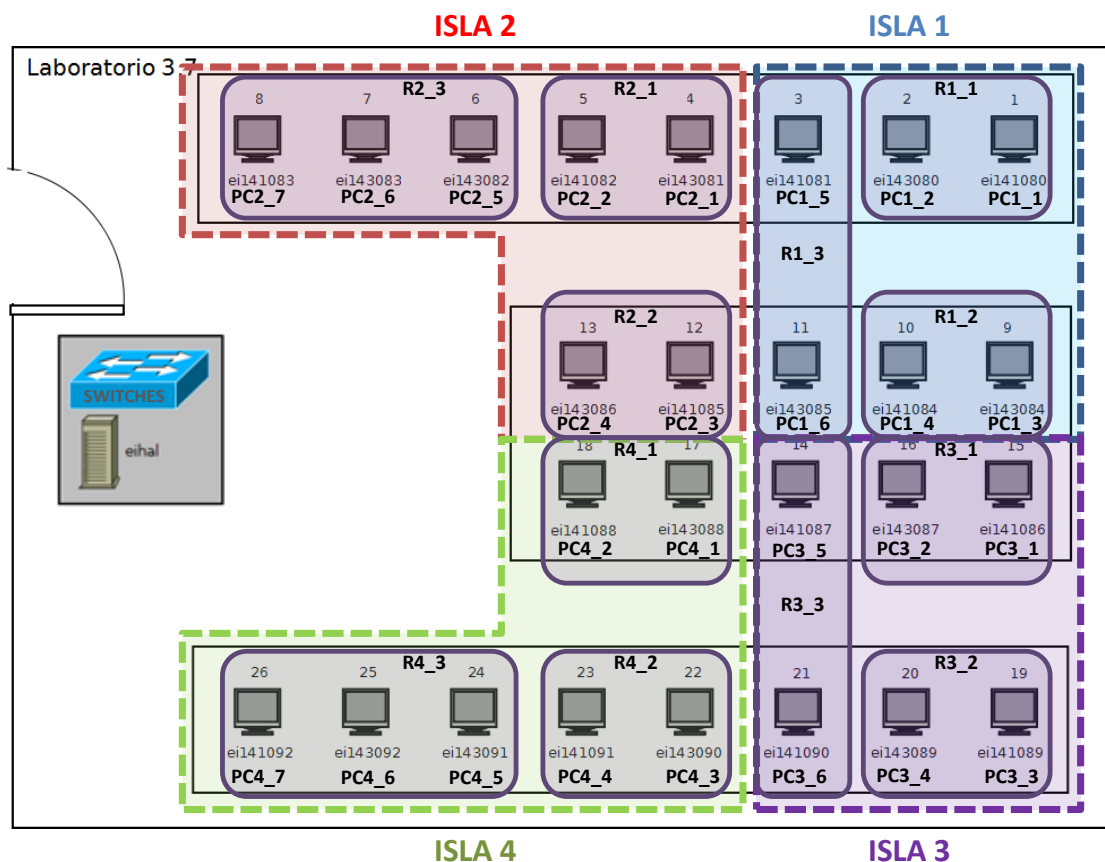


Figura 1: Disposición física y lógica (en islas) de los equipos en el Laboratorio de Redes.

1.2.3 Routers RouterBOARD

Cada isla del laboratorio 3.7 está equipada con varios *RouterBoards* de la marca *Mikrotik*. Los *RouterBoard* son pequeños *routers* integrados que ejecutan el sistema operativo *RouterOS*. Dichos *routers* están interconectados para conformar distintas topologías de red. La topología de red de cada isla viene dada por el esquema presentado en la Fig. 2.

Cada *router* y cada equipo dispone de varias interfaces, cada una conectada a una red diferente, por ejemplo, la topología mostrada en la Fig. 2 corresponde a la *red de datos*, que, a su vez, se divide en subredes diferentes. Hay además una *red de gestión* que está diseñada y configurada para poder acceder a todos los dispositivos de red y poder administrarlos. A la red de gestión se conectan los dispositivos a través de las interfaces con direcciones 192.168.X.Y, donde X corresponde al número de la isla e Y identifica al dispositivo dentro de esa red.

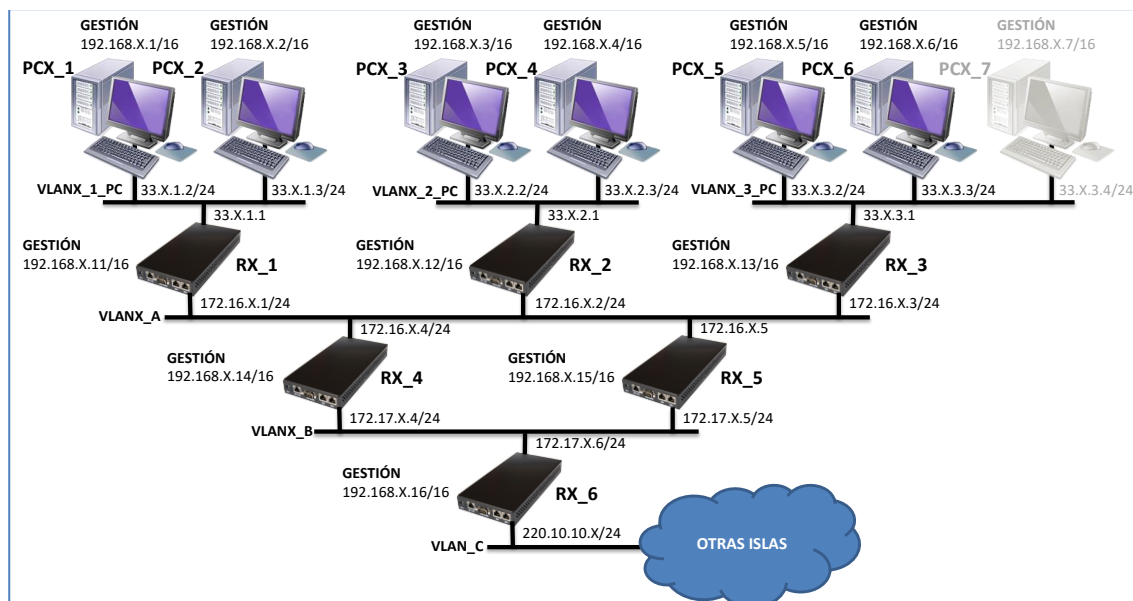


Figura 2: Esquema de una isla en Laboratorio de Redes.

1.2.3.1 Configuración de los routers Mikrotik

El acceso a los *routers* para su configuración puede hacerse por diferentes vías. En primer lugar, se puede acceder a un *RouterBoard* a través de su **interfaz de línea de comandos (CLI)** utilizando una aplicación de acceso remoto (ej. TELNET o SSH) desde un puesto de usuario con el que haya conectividad con dicho *router*.

```
$ telnet <dirección IP de gestión del router>
```



El nombre de usuario es `admin` y no tiene contraseña (pulsar **ENTER**).

La interfaz CLI es similar en aspecto al terminal de LINUX de nuestro puesto. Pulsando la tecla TAB vemos los directorios y los comandos admitidos en el directorio actual. Escribiendo el nombre de un directorio y pulsando **ENTER** entramos en dicho directorio. Escribiendo el nombre de un comando y pulsando **ENTER** ejecutamos dicho comando y se nos pregunta por el resto de las opciones del comando. Para volver al directorio anterior hay que escribir dos puntos seguidos ("..**ENTER**).

Alternativamente el acceso a un router puede realizarse a través de la interfaz web del router (**WebFig**), con la ayuda de un navegador web y escribiendo la dirección IP de dicho router en el espacio reservado para escribir la URL.

Por último, el acceso al *router* puede hacerse mediante la aplicación **WinBox**, ejecutando desde cualquier PC el siguiente comando.

```
$ wine winbox_ubuntu1204.exe
```

A continuación, en la ventana principal que aparece, en el campo "Connect To:" introducir la IP de la red de gestión a la que pertenece el *router* al que se quiere acceder. Se recomienda utilizar WinBox para la gestión y configuración de los *routers* del laboratorio.

1.2.4 Encaminamiento en Redes TCP/IP

El encaminamiento en redes TCP/IP (tanto en dispositivos finales como intermedios) se realiza en base a tablas de enrutamiento donde se especifican, mediante diferentes entradas, la interfaz de red o el *router* que hay que utilizar (pasarela o *gateway*) para alcanzar un determinado destino. En la Fig. 3, se muestra un ejemplo de interconexión entre dos dispositivos finales, en este caso de la isla 1 del laboratorio, en dónde se observan, tanto el contenido de las tablas de encaminamiento necesarias, como los flujos de información IP (datagramas) tanto de petición (en color verde) como de respuesta (en color azul).

En ese mismo ejemplo, si queremos que PC_1 y PC_3 puedan alcanzarse, la tabla de enrutamiento de PC_1 debería incluir una entrada que viene a decir que, para alcanzar la red 33.1.2.0/24 (incluyendo la dirección IP 33.1.2.2 de PC_3), el datagrama IP debe reenviarse a la dirección IP 33.1.1.1, que es la dirección de la pasarela (*router*) o punto de salida de los paquetes que no van dirigidos a la subred a la que el PC_1 está conectado y que está en la misma red que dicho PC. Del mismo modo, la tabla de enrutamiento de PC_3 debe incluir una entrada diciendo que para alcanzar la red 33.1.1.0/24 (o la dirección IP 33.1.1.1), se debe reenviar el datagrama a la dirección IP 33.1.2.1 (dirección de la interfaz de la pasarela (*router*) que está en la misma red que PC_3).

En el ejemplo y para reducir el número de entradas en la tabla de encaminamiento tanto en PC_1 como en PC_3 se utiliza una entrada especial llamada *pasarela por defecto*. Esta se compone de la dirección de destino 0.0.0.0/0, dirección especial de red que agrupa todas las direcciones IP posibles en el espacio de direcciones IPv4, y una pasarela o *gateway* que es la dirección IP del *router* que está conectado a la subred correspondiente.

Normalmente, al asignar una dirección IP a una interfaz de red, suele añadirse automáticamente una entrada en la tabla de enrutamiento del dispositivo en cuestión. Este tipo de entradas se identifican, normalmente, por no tener una *gateway* definida ya que dicha interfaz está directamente conectada a la subred a la que pertenece el dispositivo. Esto permite que se pueda alcanzar cualquier dispositivo situado en la subred donde se ha asignado dicha dirección IP. En el ejemplo de la Fig. 3, en la tabla de encaminamiento del PC_1 dicha entrada se identifica con la dirección de destino 33.1.1.0/24 (subred a la que pertenece el PC_1) y la pasarela "-" indicando que dicha red se alcanza directamente, sin saltos, o lo que es lo mismo, PC_1 está directamente conectado a la subred 33.1.1.0/24.

En el ejemplo de la Fig. 3, PC_1 envía un paquete con dirección destino a PC_3. Como la dirección de destino de PC_3 (33.1.2.2) no pertenece a la subred de PC_1 (33.1.1.0/24) el paquete se reenvía por la pasarela por defecto de PC_1, es decir, la dirección IP de R1_1 (33.1.1.1) de la subred a la que ambos pertenecen. Una vez allí, el paquete ha de ser reenviado hacia su destino final, la subred 33.1.2.0/24. Para ello es necesario que el R1_1 sepa cómo hacerlo y para ello añade una nueva entrada en su tabla de encaminamiento tal que para llegar a la subred destino del paquete, necesariamente dicho paquete ha de reenviarse por el siguiente salto que es el R1_2. Concretamente la IP de la interfaz de red del R1_2 (172.16.1.2) de la subred 172.16.1.0/24 a la que también pertenece el R1_1. Una vez en el R1_2, el paquete llegará a su destino porque en dicho *router* existe una entrada en la tabla de encaminamiento, aquella entrada que indica que R1_2 se conecta directamente, también, a la subred 33.1.2.0/24

Todo lo anterior es aplicable para el flujo de ida de la información. De forma similar se considerará para el flujo de respuesta, pero teniendo en cuenta que, ahora, la dirección IP de

destino y origen se intercambian en los paquetes IP de respuesta con respecto a aquellos de petición.

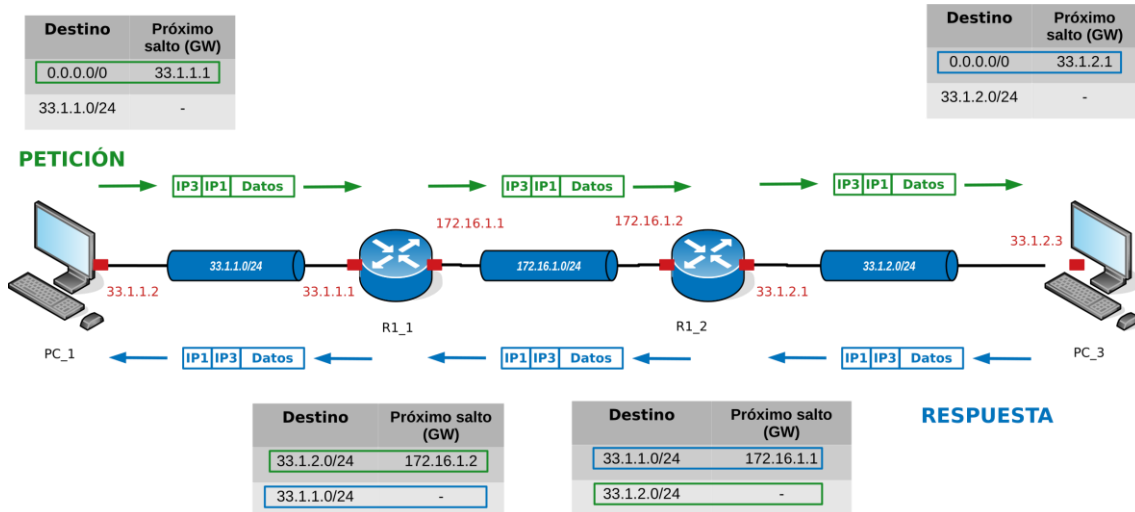


Figura 3: Flujos de conexión y tablas de encaminamiento para conectar PC_1 y PC_3 a través de los routers R1_1 y R1_2.

1.2.4.1 Configuración de tablas de enrutamiento en routers

La configuración de la tabla de enrutamiento en RouterOS mediante WinBox se puede llevar a cabo desde el menú *IP -> Routes* del router. En la Fig. 4 se muestra un ejemplo de configuración vía WinBox de una entrada en la tabla de encaminamiento del router R1_1 que indica que todos los paquetes que vayan dirigidos a la subred 33.1.2.0/24 se encaminen por el router (pasarela) correspondiente, en este caso, el R1_2, con IP 172.16.1.2

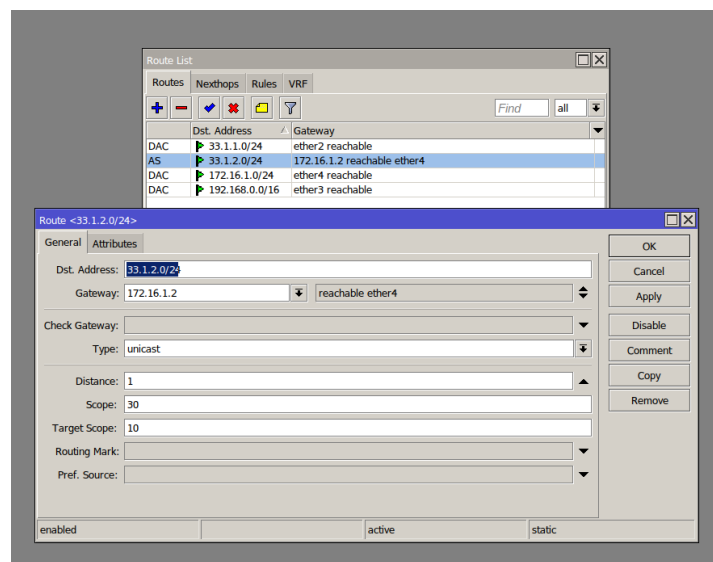


Figura 4: Cómo se incluye una nueva ruta en la tabla de encaminamiento de R1_1.

En https://wiki.mikrotik.com/Manual:Simple_Static_Routing puede consultar otro ejemplo de interconexión de redes diferente al de la Fig. 4 y las correspondientes entradas de la tabla de enrutamiento, con destino explícito y otras veces utilizando “gateways por defecto”, utilizando la interfaz CLI, en lugar de WinBox.

1.2.4.2 Configuración de tablas de enrutamiento en puestos de usuario

Desde un terminal LINUX, la introducción de entradas en la tabla de enrutamiento puede realizarse de dos maneras:

- a) Mediante el comando `route`. En este caso la configuración no se mantiene al reiniciar el sistema siendo este el método que utilizaremos en la práctica.

Ej. 1: Para añadir una entrada en la tabla de encaminamiento que indique que para llegar a cualquier IP que pertenezca a la subred 192.168.128/25, hay que reenviar el datagrama a la pasarela 192.168.1.2, la sintaxis de `route` es:

```
route add -net 192.168.1.128 netmask 255.255.255.128 gw 192.168.1.2
```

Ej. 2: Para añadir 192.168.1.200 como pasarela por defecto:

```
route add default gw 192.168.1.200
```

En cualquier caso, el contenido de la tabla de enrutamiento puede consultarse mediante el comando `route -n`.

1.2.5 Encaminamiento dinámico en Redes TCP/IP

Si bien la configuración de las tablas de encaminamiento de diferentes dispositivos puede llevarse a cabo de forma manual como se ha visto anteriormente, esta tarea se vuelve tediosa e incluso difícil de abordar si el número de dispositivos a configurar es elevado.

Es por este motivo por el que surgen los algoritmos y protocolos de encaminamiento dinámico que, de forma automática, establecen las correspondientes entradas en las tablas de encaminamiento para establecer rutas que permitan el intercambio de información siguiendo el camino más corto en función de una métrica o coste asociado. Estos protocolos de encaminamiento se llevan a cabo en dispositivos de nivel de red o *routers*.

Algunos ejemplos de dichos algoritmos son OSPF (Open Shortest Path First) y/o RIP (Routing Information Protocol). En esta práctica nos centraremos en RIP.

1.2.5.1 RIP: Routing Information Protocol

RIP (RFC1058) es un protocolo de encaminamiento basado en saltos o vector distancia como métrica para computar el coste del camino más corto. Es decir, el camino más corto entre un origen y un destino es aquel que menos saltos conlleva. El número total de saltos de una ruta se corresponde con el número total de *routers* (*hops*) que es necesario atravesar para llegar al destino.

En el ejemplo de la Fig. 3, para llegar desde el PC_1 al PC_3 es necesario dar dos saltos que se corresponden con los dos *routers* por donde tendría que pasar un paquete IP.

1.2.5.2 Configuración RIP en MikroTik

Para configurar un *router* de manera que utilice RIP y añadir entradas a su tabla de encaminamiento de forma dinámica, hemos de configurar a qué redes se conecta directamente dicho *router*. Para ello, con Winbox accederemos al menú *Routing -> RIP -> Networks*. y procederemos tal y como se indica en la Fig. 5

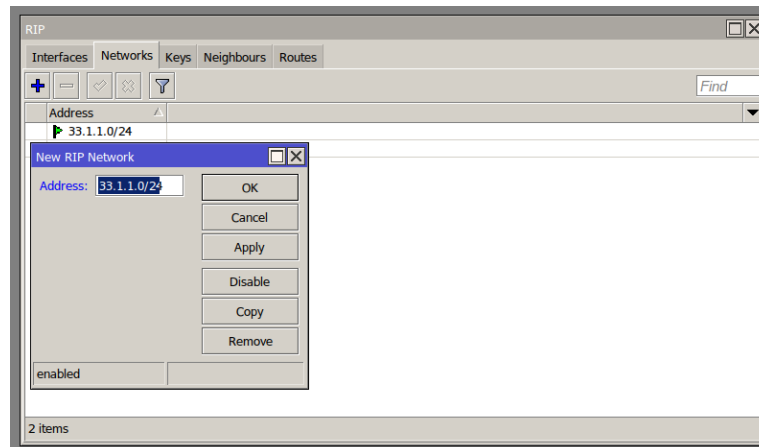


Figura 5: Configuración RIP de una de las subredes a la que se conecta directamente el R1_1.

En el siguiente enlace se puede consultar más información acerca de los diferentes comandos e información sobre la configuración de RIP en MikroTik mediante acceso CLI:
<https://wiki.mikrotik.com/Manual:Routing/RIP>

1.3 Realización práctica

1.3.1 Encaminamiento estático

- 1) Compruebe el número de isla y puesto en el que se encuentra e identifique a sus compañeros en la isla. Compruebe las direcciones IP que tienen asignadas las diferentes interfaces de red de su puesto mediante el comando *ifconfig*, ¿cómo se llaman dichas interfaces? ¿Qué direcciones de red hay definidas? ¿Qué direcciones tiene el *router* al que se conecta el equipo que está usando?
- 2) Introduzca las entradas de encaminamiento necesarias para comunicar todos los puestos de usuario primero de su isla y luego de todo el laboratorio por la red de datos. Compruebe la configuración con la utilidad *ping -R* y anote los resultados.



CHECKPOINT: Avise al profesor cuando termine esta tarea.

1.3.2 Encaminamiento dinámico: RIP



Elimine/deshabilite todas las entradas de las tablas de encaminamiento en los *routers* derivadas de la realización de la anterior sección: encaminamiento estático.

- 3) Configure RIP en todos y cada uno de los *routers*.

Compruebe la tabla de encaminamiento tanto en el menú correspondiente en RIP como en el menú *IP->Routes*. ¿Tiene sentido lo que observa? Corrobórela mediante la comprobación de la conectividad y saltos entre los PC de su isla con la utilidades *ping* y *ping -R* y anote los resultados.



CHECKPOINT: Avise al profesor cuando termine esta tarea.

- 4) Deshabilite la interfaz de uno de los routers RX_4 o RX_5 que conecta con la red 172.17.X.0/24.

Compruebe si se han producido modificaciones en las tablas de encaminamiento de los *routers* RX_1, RX_2 y RX_3 ¿Qué cambios se han producido? Apóyese de las herramientas *ping* y *ping -R* y anote los resultados.



CHECKPOINT: Avise al profesor cuando termine esta tarea.



1.4 Bibliografía

- [1] Manual de MikroTik. <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:TOC>
- [2] RFC 1058 – RIP. <https://tools.ietf.org/html/rfc1058>