

Práctica 2: Enrutamiento intrarred (Switching)

Objetivos:

Durante esta práctica se van a reforzar los conocimientos adquiridos por los alumnos en las clases de teoría acerca del encaminamiento de nivel dos, realizado por los Puentes. Para ello, se van a realizar las siguientes acciones:

- Crear una configuración de red basada en puentes de encaminamiento transparente
- Determinar el funcionamiento del algoritmo de spanning tree y el uso de tramas BPDU
- Seleccionar un determinado puente raíz

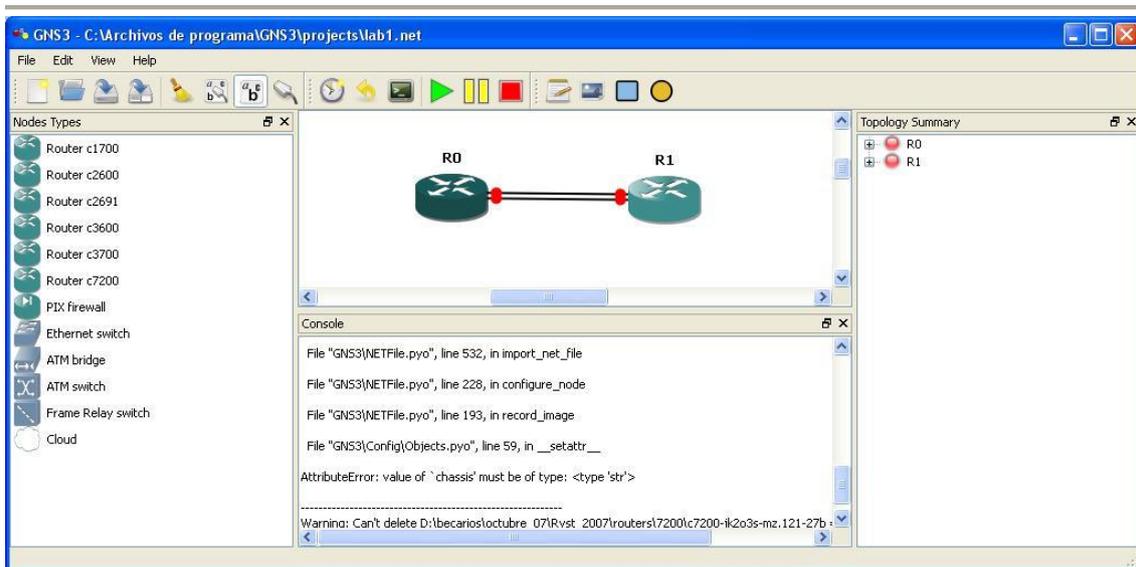
Introducción:

Tal y como se ha visto en clase, los puentes de encaminamiento transparente permiten la eliminación de bucles de interconexión entre diferentes dominios de colisión. Para ello, los dispositivos de interconexión, entre los que destacan los Bridges, hacen uso del algoritmo de Spanning-Tree, a partir del cual seleccionan a un nodo como Raíz y establecen un árbol de expansión sin bucles. Sin embargo, este modo de funcionamiento no es exclusivo de los puentes, ya que, como se explicó, los denominados Hub de “nueva generación”, también conocido como “switch”, soportan el enrutamiento de nivel 2 (enlace), tanto transparente, como de fuente, además del encaminamiento de nivel 3. Por su parte, algunos modelos de routers también soportan el encaminamiento de nivel 2.

Para probar el montaje y configuración de este tipo de dispositivos, se va a hacer uso de un simulador de redes, puesto que se requeriría un elevado número de dispositivos físicos con los que actualmente no cuenta el Laboratorio, o en su defecto, las sesiones, al solo poder ser realizadas por un muy pequeño número de alumnos, deberían prolongarse demasiado en el tiempo.

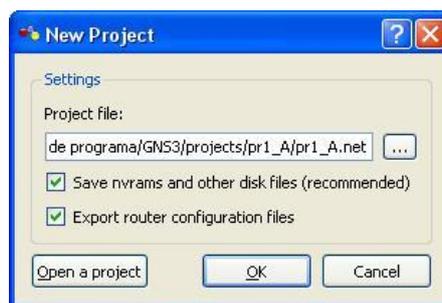
GNS3 es un simulador gráfico de redes que permite diseñar fácilmente topologías de red y luego ejecutar simulaciones en él. Para ello GNS3 está basado en Dynamips, emulador de routers Cisco, dando soporte a plataformas 1700, 2600, 3600, 3700 y 7200, permitiendo ejecutar imágenes del IOS estándar.

3º Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación
Asignatura: Protocolos de Interconexión de Redes
Curso 2012-2013



- *Nodes Types* muestra los diferentes elementos y chasis que se encuentran disponibles en el sistema, aunque es responsabilidad nuestra introducir los IOS correspondientes.
- *Topology Summary* muestra el estado de los diferentes interfaces para cada uno de los elementos utilizados.
- *Console* es la consola de Dynamips, sobre la que podemos realizar todas las operaciones que se incluyen en los botones de la parte superior, además de otras muchas más. Para ver un listado de dichos comandos teclee **help**, o bien **help <comando>**.

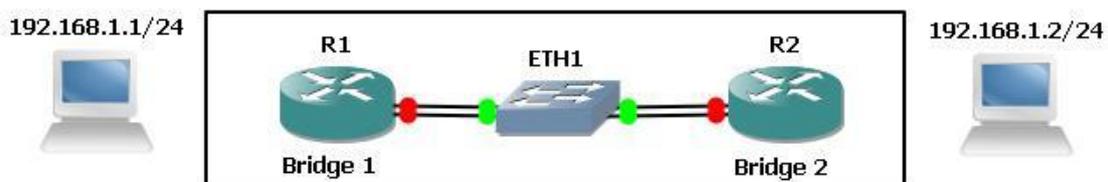
Antes de nada se debe crear un nuevo proyecto, *File>New Project*, al que daremos nombre y seleccionamos “*Save nvrams...*” y “*Export router conf...*”



Para utilizar un Bridge, debe tener en cuenta que aunque GNS3 incluye objetos “Ethernet switch”, estos son demasiado simples y no incluyen las funcionalidades de “Bridge” configurables mediante el CLI. Sin embargo, los routers con **chasis 3640**, incluyen tarjetas del tipo **NM16ESW**, que actúa como un switch de 12 puertos, totalmente configurable, incluidas las funciones de Bridging.

Primera Parte: Bucle simple

En esta primera parte vamos a familiarizarnos con el simulador GNS3 y los objetos que permite simular. Para ello se va a montar una configuración muy sencilla que representa a dos Bridges que interconectan mediante dos enlaces independientes a dos supuestos equipos (192.168.1.1 y 192.168.1.2 que pertenecen a la misma red 192.168.1.0/24)



A) Montaje de la red

Colocamos el switch A: Para ello

1. seleccionamos un objeto del tipo “Router c3600” y lo arrastramos a la ventana central.
2. Sobre **R1** y con el botón derecho del ratón aparece un menú, cambiamos el nombre a “A” y entramos a su configuración.
3. En la carpeta “Slots” se selecciona una tarjeta NM16ESW en el “Slot0”.
4. En la carpeta “Advanced” ponemos como “MAC base” el valor AA:AA:AA:AA:AA:AA.

Colocamos el switch B, para lo que repetimos el proceso anterior, poniendo ahora la MAC BB:BB:BB:BB:BB:BB

Enlazamos A y B mediante dos enlaces, el primero une la Ethernet 0 del slot 0 (f0/0) de A con la Ethernet 1 del slot 0 (f0/2) de B, y el segundo enlace la Ethernet 2 del slot 0 (f0/3) de A con la Ethernet 3 del slot 0 (f0/3) de B:

1. Activamos el botón “Add a link” y seleccionamos “Manual”.
2. Click sobre A y seleccionamos el interfaz f0/0
3. Click sobre B y f0/1
4. Click sobre A y f0/2
5. Click sobre B y f0/3
6. Desactivamos el botón “Add a link”.

B) Entramos en la configuración del switch A

Para ello debemos acceder a la consola del CLI, para lo cual primero tenemos que arrancar el sistema.

Nos situamos sobre A, botón derecho del ratón, y seleccionamos “Start”, los interfaces pasan de color a rojo a verde y a continuación seleccionamos “Console”, con lo que se nos abre una consola de aplicación correspondiente a un acceso Telnet al CLI del switch, en la que se observa el proceso de arranque del mismo. Finalizado el arranque aparece el prompt Router> en modo de ejecución de comandos de usuario.

1. Accedemos al modo privilegiado mediante el comando enable. El prompt cambia a router#
2. Modificamos el nombre del switch, para lo que entramos en modo de configuración global, cambiamos el nombre por “A” y comprobamos la configuración general:

```
router>enable
router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
router(config)#hostname A
A#show running-config
```

Nota.-

Dynamips, el motor de las IOS de los dispositivos de CISCO, hace un uso intensivo del la CPU. Sin embargo, se puede optimizar el funcionamiento introduciendo el comportamiento de “idle PC”, que detecta los tiempos muertos reduciendo el consumo de recursos. Para activar esta opción, sobre A, botón derecho del ratón y seleccionamos “Idle PC”. Tras calcular los posibles valores a utilizar, nos da opción de elegir uno, preferentemente aquel que esté marcado con un “*”. Tras aceptar, el consumo de CPU se reduce enormemente.

C) Configuración del direccionamiento IP

En el nivel 2 (Cisco Switch Layer 2) la dirección IP, la submáscara y el Gateway solamente son utilizadas para facilitar la gestión del dispositivo, poder realizar los Telnet para acceso a consola, etc. No tiene ningún efecto sobre la conmutación de tramas Ethernet. Ambos switch se encuentran en la misma red, representada en este caso mediante una red privada virtual (en este caso vlan 1)

Obtenemos la configuración inicial mediante A#show interface vlan 1

Configuramos la dirección 192.168.1.1/24, activamos las interfaces y vemos su efecto en la configuración:

```
A#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
A(config)#interface vlan 1
A(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
A(config-if)#no shutdown
A(config-if)#end
A#show interface vlan 1
```

Y guardamos la configuración del equipo utilizando A#write

D) Configuración de B

Repetimos los dos apartados anteriores arrancando B, cambiando el nombre y utilizando la dirección 192.168.1.2/24

Probamos la conectividad de ambos nodos:

```
B#ping 192.168.1.1
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 1/3/4
ms
B#
```

E) Examinar las tablas de direcciones MAC

Las direcciones MAC que aparecen además de la configurada al comienzo son debidas al protocolo CDP (Cisco Discovery Protocol). En los switch de Cisco, cada puerto tiene asignada una dirección MAC que es utilizada por CDP. El protocolo STP utiliza la dirección MAC genérica como identificación del switch. CDP está normalmente activo, y si no fuera por los paquetes que genera, la tabla de direcciones estaría vacía.

1. Utilice A#`show mac-address-table`
2. Pruebe a realizar un ping desde cada equipo y comprobad como cambia la tabla.
3. Pruebe los siguientes comandos y compruebe el estado de la tabla MAC:
 1. Para forzar el envío de paquetes cdp: A#`show cdp`
 2. Para observar información de todos los nodos vecinos utilice A#`show cdp neighbors`
 3. Para observar información más concreta (la dirección IP por ejemplo) de un switch remoto: A#`show cdp entry B`

F) Examinar los interfaces de los switches

Para obtener información de cada uno de los interfaces del switch utilice el comando "show interface". Por ejemplo, para ver el interfaz Fast-Ethernet 0/1 de A:

```
A#show interface fa 0/1
```

Complete la siguiente tabla:

Switch	Interfaz	Estado	MAC	MTU	BW	Retardo
A	0/0					
A	0/1					
A	0/2					
A	0/3					
B	0/0					
B	0/1					
B	0/2					
B	0/3					
B	0/4					

G) Examinar la información del Spanning Tree Protocol

En el mismo momento que los cables han sido conectados y las interfaces han sido activadas, cada puerto ejecuta el spanning tree, pasando por los estados de Listening, Learning y Forwarding antes de ponerse activo. Para obtener la información relacionada se utiliza el comando `A#show spanning-tree`

Complete las siguientes tablas:

	MAC	Priority	Root port
A			
B			

Switch/Puerto	Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado

Indique lo siguiente:

Switch con menor prioridad: Switch con menor dirección MAC: Switch raíz: Prioridad del switch raíz: Identificador de bridge del switch raíz: Puertos en forwarding del raíz: Puertos bloqueados en el raíz: Prioridad del switch restante: Identificador de bridge del switch restante: Puertos en forwarding en el switch restante: Puertos bloqueados en el switch restante:
--

H) Modificar el Bridge Raíz

Existen situaciones en las que el administrador requiere modificar el árbol de expansión y entonces necesita cambiar la asignación del nodo raíz.

El switch con menor Bridge ID (BID) se convierte en el puente raíz. El BID está formado por la prioridad y la dirección MAC asignada al switch. Dado que todos los SW tienen de forma predeterminada una prioridad de 32768, el SW con la dirección MAC más baja se convierte en el puente raíz. El BID no es un número real. La prioridad del puente raíz se expresa en forma decimal y la dirección MAC se expresa en hexadecimal.

Tenga en cuenta que entre los dos SW, uno de los dos puertos se pondrá en bloqueo ya que se detectaron dos enlaces entre los mismos conmutadores. El SW raíz tiene sus dos puertos como designados (DP). El otro SW debe seleccionar cuál de sus dos puertos se pondrá en bloqueo. Puesto que ambos puertos tienen el mismo coste (100 Mbps), el

puerto con inferior ID, serán elegido como puerto raíz. El otro puerto se pone en estado de bloqueo.

Existen dos formas de reducir la prioridad, y de esta forma, asignar un determinado nodo como raíz:

```
B(config)#spanning-tree vlan 1 root primary
O
B(config)#spanning-tree vlan 1 priority 4096
```

La primera opción reduce la prioridad a 24576, y si no fuera suficiente, con la segunda podemos modificar la prioridad, en este caso, al valor 4096.

Utilice la primera opción y complete este apartado:

Complete las siguientes tablas:

	MAC	Priority	Root port
A			
B			

Switch/Puerto	Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado

Indique lo siguiente:

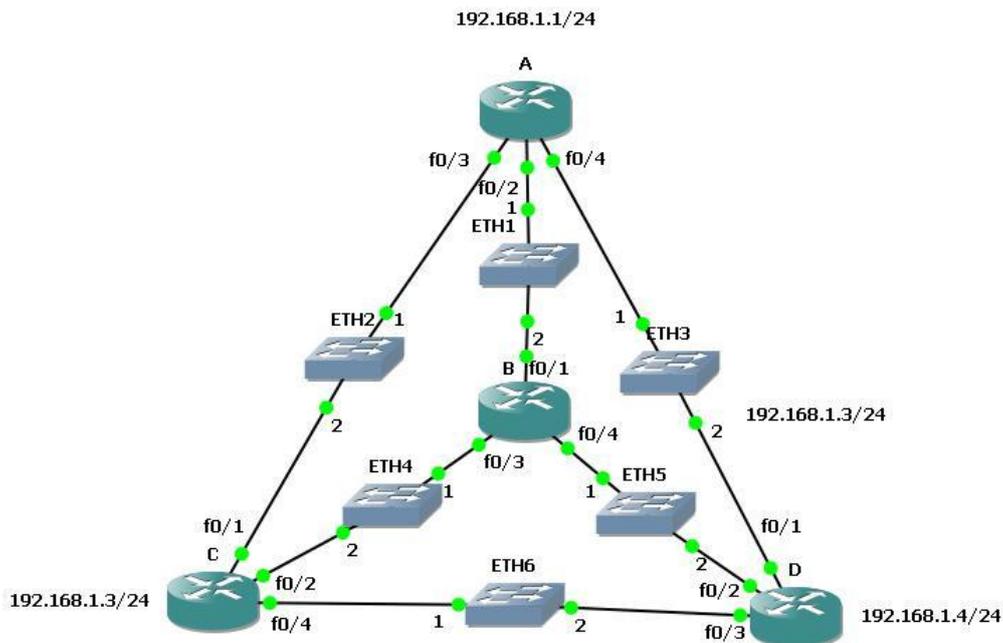
Switch con menor prioridad: Switch con menor dirección MAC: Switch raíz: Prioridad del switch raíz: Identificador de bridge del switch raíz: Puertos en forwarding del raíz: Puertos bloqueados en el raíz: Prioridad del switch restante: Identificador de bridge del switch restante: Puertos en forwarding en el switch restante: Puertos bloqueados en el switch restante:
--

1) Captura de tramas BPDU y CDP

GNS3 permite realizar capturas de las tramas generadas por cada uno de los elementos. Así, para capturar el tráfico en la interface f0/1 de A, en la consola de **Dynamips** solo hay que poner el comando “**capture A f0/1 <nombre_fichero>.cap**”. Para parar la captura, “**no capture A f0/1**”. En el directorio de trabajo se almacena el fichero indicado, el cual puede abrirse con la mayor parte de analizadores de protocolos, como es el caso del **Wireshark** que se encuentra instalado en el equipo. Tome nota de la estructura de la trama BPDU.

Parte 2: Triángulo-estrella

En esta parte se propone montar la red de la figura:



Utilice las opciones de configuración tal y como hizo en la parte 1, modificando los valores correspondientes. Recuerde activar el “Idle PC” en cada nodo para reducir el consumo de CPU. Todos los equipos se encuentran en la Vlan 1.

Se pide rellenar las tablas de los apartados siguientes, correspondientes a las siguientes situaciones:

- El spanning-tree por defecto tras configurar todos los puentes.
- Poner B como el nodo raíz

Apartado a)

A	MAC			Priority	Root port	
Puerto		Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1						
f0/2						
f0/4						

B	MAC			Priority	Root port	
Puerto		Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1						
f0/3						
f0/4						

C	MAC			Priority	Root port	
Puerto		Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1						
f0/2						
f0/4						

D	MAC			Priority	Root port	
Puerto		Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1						
f0/2						
f0/3						

Dibuje el esquema de red resultante:

Apartado b)

A	MAC	Priority			Root port
Puerto	Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1					
f0/2					
f0/4					

B	MAC	Priority			Root port
Puerto	Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1					
f0/3					
f0/4					

C	MAC	Priority			Root port
Puerto	Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1					
f0/2					
f0/4					

D	MAC	Priority			Root port
Puerto	Estado	Coste	Prioridad	Identificador	Puerto designado
f0/1					
f0/2					
f0/3					

Dibuje el esquema de red resultante:

Anexo: Referencia rápida para el uso del CISCO CLI (Command Line Interface)

La interfaz de comandos de línea es la manera natural de acceder a las funcionalidades de los routers CISCO. Aún cuando hoy en día es posible configurar los equipos por medio de la interfaz Web o a través de una herramienta de administración, no deja de ser un acceso amigable a los equipos y siempre presentan significativas pérdidas de funcionalidad. El CLI funciona de forma similar al prompt de Windows o al Shell de Linux, y se accede a él bien mediante el puerto de consola que incluyen routers y switches, o accediendo remotamente al mismo mediante la aplicación TELNET, si conectamos a través de una interfaz Ethernet, o mediante el Hyperterminal si se accede a través de un interfaz serie.

Una vez se accede al sistema, existen 3 modos de operación de la CLI:

1. Modo de ejecución de comandos de usuario
2. Modo privilegiado de ejecución de comandos
3. Modo de configuración global

Modo de ejecución de comandos de usuario

Este modo es el que se utiliza por defecto, siendo muy básico, ya que solo permite acceder a estadísticas generales del router. No es posible ejecutar comandos que impacten en la operación de router y mucho menos afectar la configuración.

Así por ejemplo, para acceder al sistema de ayuda debe introducir el comando “?” después de prompt tal como se muestra:

```
router> ?
```

Si solo desea ver los comandos que comiencen con la 's':

```
router> s?
```

Modo privilegiado de ejecución de comandos

Es el siguiente nivel de acceso al CLI. Aquí los comandos tienen impacto sobre la operación del equipo y pueden afectar la configuración.

Para entrar al modo de privilegiado teclee:

```
router> enable
```

```
o
```

```
router> ena
```

Entonces el prompt cambia a:

```
router#
```

Para salir:

```
router# logout
```

El principal comando es “**show**”, a partir del cual se pueden obtener los valores correspondientes a los parámetros más importantes de la configuración y funcionamiento del router / switch. Con `router# show ?` veríamos todas las opciones posibles, entre las que destaca el siguiente listado:

<code>router# show version</code>	Para ver la version del IOS
<code>router# show running-config</code> o <code>router# sh run</code>	Para ver la configuración en ejecución(dram)
<code>router# show startup-config</code> o <code>router# sh start</code>	Ver contenido memoria no-volátil(nvram)
<code>router# show history</code>	Para ver los comandos anteriormente ejecutados en la CLI (se muestran diez por default)
<code>router# show flash</code>	Para ver el contenido de la memoria flash
<code>router# show int e0</code>	para mostrar un reporte del estatus del puerto Ethernet 0
<code>router# show int s0</code>	para mostrar estatus del puerto Serial 0
<code>router# show interfaces</code>	Para ver el estatus de todas las interfaces
<code>router# show ip interface brief</code>	Para ver el estatus de todas las interfaces resumido

Relacionados con las anteriores operaciones también destaca los siguientes:

<code>router# copy running-config startup-config</code> o <code>router# copy run start</code> o <code>router# wr</code>	Para copiar la configuración de memoria DRAM a memoria no-volátil
<code>router# terminal history size 20</code>	para cambiar el número de comandos en history

Modo de configuración global

Es el nivel más alto de acceso al CLI. Este modo funciona como un editor de línea donde se busca editar el archivo de configuración, modificando directamente los comandos para posteriormente ser colocados en la sección del fichero de configuración que corresponda.

Para acceder al modo de configuración global :

```
router# config terminal
o
router# conf t
```

El prompt cambia a:

```
router(config)#
```

Los principales comandos a este nivel son:

Modo de configuración de Interface:

Para configurar interfaz ethernet:

```
router(config)# interface ethernet 0
```

```
o
```

```
router(config)# int e0
```

Entonces el prompt cambia a:

```
router(config-if)#
```

Para configurar la dirección IP:

```
router(config-if)# ip address <ip address> <smask>
```

Para habilitar interfaz:

```
router(config-if)# no shutdown
```

```
o
```

```
router(config-if)# no shut
```

```
router(config-if)# exit
```

Interfaz serial :

```
router(config)# interface serial 0
```

```
o
```

```
router(config)# int s0
```

Prompt cambia a:

```
router(config-if)#
```

Para configurar la dirección IP:

```
router(config-if)# ip address <ip address> <smask>
```

Solo si el cable usado es DCE

```
router(config-if)# clock rate 64000
```

Configurar lines:

```
router(config)# line console 0
```

```
router(config-line)# login
```

```
router(config-line)# password <password>
```

```
router(config-line)# exit
```