

# Redes de Computadoras

## Práctico 8

Curso 2023

### Objetivos

- Entender los principios detrás de los servicios de la Capa de Enlace:
  - Detección y corrección de errores
  - Acceso múltiple en canales de difusión
  - Direccionamiento de capa de enlace
- Comprender los principios de las redes de área local
  - Ethernet
  - VLANs
- Comprender el funcionamiento de los dispositivos de Capa de Enlace: Switches y Hubs.

### Duración

- 1,5 clases.

**Ejercicio 1** En este problema vamos a juntar muchas de las cosas que hemos aprendido acerca de los protocolos de Internet. Suponga que entra en una habitación, se conecta a Ethernet y desea descargar una página web.

¿Cuáles son todos los pasos de protocolo que tienen lugar, comenzando desde el instante en que enciende su PC y hasta el momento en que obtiene la página web? Suponga que no hay nada en la caché DNS ni en la caché del navegador cuando enciende su PC.

*Sugerencia:* los pasos incluyen el uso de los protocolos Ethernet, DHCP, ARP, DNS, TCP y HTTP.

Indique explícitamente en sus pasos cómo se obtienen las direcciones IP y MAC de un router de pasarela.

**Ejercicio 2** La red de la figura 1 corresponde a una empresa dividida en dos pisos, donde cada piso cuenta con una subred separada con los rangos de direcciones IP indicados en la figura.

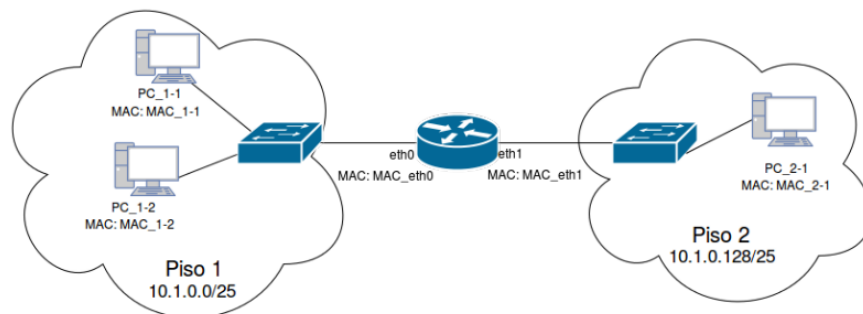


Figura 1: Subredes separadas por pisos.

**Se pide:**

- Asigne direcciones IP a las interfaces de la figura que lo necesiten.
- Para cada subred, ¿cuántas direcciones IP quedan disponibles para usar luego de la asignación realizada en la parte a?
- ¿Que configuración es necesaria en las PCs para lograr conectividad entre las subredes?
- Indique las tramas Ethernet y los datagramas IP que se transmitirán en la red cuando se envíe un segmento UDP desde la PC 1-1 a la PC 2-1. Para cada trama indique dirección MAC origen y destino. Para las tramas que contienen un datagrama IP en su carga útil, especifique la dirección IP origen y destino.

Suponga que las tablas ARP de todos los dispositivos se encuentran inicialmente vacías.

**Ejercicio 3** Se considera una red académica con tres sitios A, B y C. En cada sitio se dispone de un conmutador (switch) de capa 2 con soporte de VLANs. Los sitios tienen una conectividad mallada entre los conmutadores, donde cada enlace es un trunk que puede transportar las VLANs definidas. Existen subredes diferenciadas para docentes, estudiantes, funcionarios y visitantes repartidas entre los tres sitios, y se estima que las necesidades de puestos de trabajo para cada subred no superarán los 100, 500, 40 y 254 respectivamente. Se han realizados mediciones, y se verifica que el tráfico entre subredes se realiza fundamentalmente dentro de cada sitio. La asignación de direcciones IP se realiza mediante un servidor DHCP para cada subred; para numerar toda la red se cuenta con el prefijo 10.10/16. Se pide:

- Asigne prefijos a cada subred, minimizando el uso de direcciones IP y reservando la mayor cantidad posible de direcciones para uso futuro.
- Con la topología propuesta, ¿es posible comunicar puestos de trabajo de distintas subredes?
  - Si su respuesta es positiva, explique detalladamente como enviar un datagrama entre la red de docentes y la red de estudiantes.
  - Si su respuesta es negativa:
    - Proponga una solución para que las subredes se puedan comunicar entre sí, minimizando la cantidad de dispositivos a agregar, y especifique las características de dichos dispositivos.
    - Proponga una solución para que las subredes se puedan comunicar entre si, buscando minimizar el tráfico entre sitios y especifique las características de los dispositivos a agregar.

Ref. Examen Julio 2015

**Ejercicio 4** Como se muestra en la Figura 2, se dispone de un servicio web que atiende en el puerto 80 de una única IP pública (**88.88.88.88**), accesible desde Internet. El mismo se atiende con un conjunto de 4 servidores iguales configurados con IP privadas, no ruteables en Internet y cuyo default gateway es la IP privada del equipo balanceador (**10.0.0.1**).

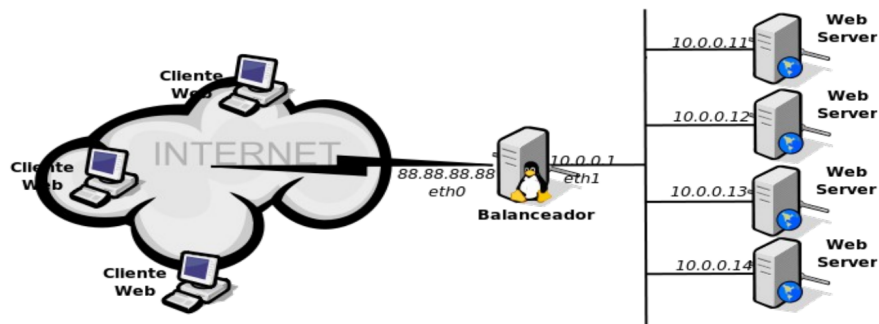


Figura 2: Arquitectura

Se busca balancear las solicitudes de servicio, utilizando una metodología similar a NAT (*Network Address Translation*). Para esto a cada nueva conexión TCP se le asigna el servidor que se encuentre con menor cantidad de conexiones activas, que son las que se encuentran en la etapa de transferencia de datos. Además, se deberá controlar que un cliente no transmita datos por más `CNX_TIMEOUT` segundos (no contando el tiempo necesario para establecer la conexión). De superarse este tiempo la conexión se dará por terminada, dejando de reenviar datagramas al servidor asignado. Todo tráfico a otros puertos debe ser ignorado. Para la solución se puede disponer y modificar la información disponible en el cabezal de capa 3 y 4 de los datagramas. Se cuenta dado un datagrama `d`, las siguientes funciones:

- **datagramaTCP(d): boolean**  
Devuelve TRUE si el datagrama contiene un segmento TCP en sus datos.
- **getTCPFlags(d): byte**  
Devuelve un byte con el siguiente formato (o,o,URG,ACK,PSH,RST,SYN,FIN), donde cada posición contiene las diferentes flags del segmento TCP contenido en `d`.
- **getDatosFlujoTCP(d): (ipOrigen,puertoOrigen,ipDestino,puertoDestino)**  
Devuelve registro con los elementos que identifican el flujo TCP contenido en el datagrama `d`.
- **setDatosFlujoTCP(d,ipOrigen,puertoOrigen,ipDestino,puertoDestino): datagrama**  
Modifica los elementos que identifican el flujo TCP contenido en el datagrama, modificando además el checksum TCP al nuevo valor pasado por parámetro.
- **sendDatagrama(d, i)**  
Envía el datagrama `d` por la interfaz `i`.
- **readDatagrama(i): datagrama**  
Devuelve datagrama recibido en la interfaz `i`.

**Se pide:** implemente, en un lenguaje de alto nivel, los procesos que atienden las interfaces hacia Internet (`eth0`), hacia la red interna (`eth1`), y aquellos que sean necesarios para resolver el problema planteado, suponiendo que éstos procesos pueden acceder a estructuras de datos compartidas.

Ref. Examen Agosto 2014

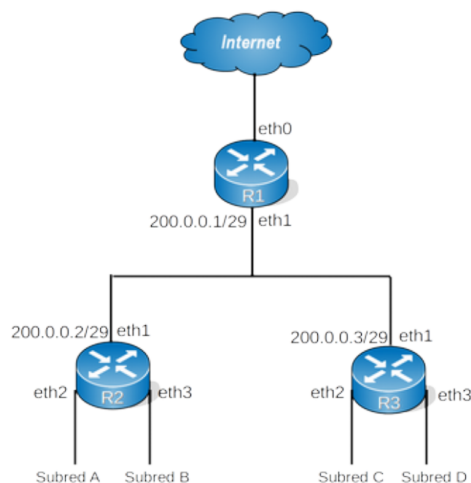


Figura 3: Topología

**Ejercicio 5** Considere la red de la figura 3. Las subredes A, B, C y D tienen los siguientes prefijos asignados:

- A: 100.0.254.0/24
- B: 100.0.253.0/24
- C: 100.0.255.0/25
- D: 100.0.255.128/25

En todos los casos, la dirección IP más baja posible de cada prefijo es la asignada a la interfaz correspondiente del router. Se pide:

- (a) Asignar entradas a las tablas de forwarding de los 3 routers para que haya conectividad total en la red y con Internet. Cada tabla debe tener la menor cantidad posible de entradas.

Nota: se sabe que el proveedor publica la red por defecto a R1 por su interfaz **eth0**.

- (b) Desde la computadora C1 con dirección 100.0.254.254 se envía un mensaje ICMP tipo echo request destinado a la computadora C2 con dirección 100.0.255.126. Complete una tabla con el formato de la figura 4, para todos los mensajes que circularán en la red hasta que el echo request alcance la computadora destino sabiendo que todas las tablas ARP están vacías.

Tipo de mensaje	Encabezado de Capa 2		Encabezado de Capa 3 (en caso de existir)		Carga útil
	Dir MAC origen	Dir MAC destino	Dir IP origen	Dir IP destino	

Figura 4: Formato

Identifique las direcciones MAC de las interfaces de la siguiente forma:

*nombre\_del\_router-nombre\_de\_la\_interfaz.*

Ejemplo: la dirección MAC de la interfaz *eth1* del router *R1* es *R1-eth1*

*Ref. Parcial Nov. 2017*

**Ejercicio 6** Suponga que debido a un error usted tiene una red con dos hosts A y B con direcciones IP:  $IP_A$  e  $IP_B$  pero con la misma dirección MAC:  $MAC_A$ . A y B pertenecen a la misma subred y están conectadas al mismo hub.

1. Describa los problemas que pueden aparecer cuando los hosts A y B se conecten con otros hosts en la misma subred. Analice en particular la incidencia sobre el protocolo ARP. ¿Qué pasaría si en vez de un hub fueran conectados con un switch?
2. Suponga ahora que las máquinas anteriores son colocadas en dos segmentos de red independientes, con dos routers intermedios y direcciones IP coherentes con la nueva topología. Describa el intercambio de tramas y paquetes que ocurrirá cuando el host A envía un paquete al host B.

*Nota: A y B están conectadas en subredes Ethernet, y los enlaces entre routers son de otra tecnología con direcciones de capa de enlace conocidas. Asuma que las tablas de ARP están inicialmente vacías.*

*Ref. Examen Febrero 2013*

**Ejercicio 7** Para implementar su red interna, una empresa cuenta con un conjunto de segmentos ethernet, los cuales desea interconectar mediante un switch de capa de enlace. El switch con el que cuentan es programable, y le han encargado a usted que implemente el programa que debe ejecutar para desempeñar la función correspondiente. El switch es del tipo *store-and-forward* y cuenta con  $CANT\_INTERFACES$  interfaces, cada una conectada a un segmento ethernet. El programa que esté ejecutándose en el switch debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Para poder conectar y desconectar hosts en los segmentos ethernet a voluntad sin realizar configuraciones extra, se debe implementar un mecanismo de *self-learning*.
- Los hosts no avisan si se desconectan de una ethernet y se conectan a otra. En estos casos es tolerable que se reenvíen las tramas a la ethernet antigua durante un tiempo (estas tramas se perderán), pero el tiempo debe limitarse a un máximo de **TIMEOUT**. En caso de que el host comience a enviar nuevas tramas desde su nueva ubicación, el switch deberá aprender inmediatamente la nueva ubicación y descartar la antigua.
- Debido a que esta red cuenta con un solo switch, puede considerarse que no habrá ciclos en la topología, por lo que no hay que preocuparse de que las tramas de un mismo host puedan llegar desde dos interfaces a la vez (esto solo ocurrirá en el caso mencionado en el punto anterior).
- No se pide que se realice control de CRC.

Se asume que se cuenta con un tipo de dato **trama** que contiene los campos habituales de una trama de capa de enlace. Se cuenta además con las siguientes primitivas:

```
void receive(out trama t, out int nroInterfaz); void send(in trama t, in int nroInterfaz);
```

**Se pide:**

- a) Indique cuáles de los campos de la trama de capa de enlace deberá utilizar el switch para su funcionamiento.
- b) Defina la estructura de datos que utilizará el switch para almacenar la información sobre los hosts que se van conociendo.
- c) Implemente el programa que ejecuta el switch.

*Ref. Examen Febrero 2010*