



Práctica 4

Introducción a Redes de Datos. Stack TCP/IP - Capa de Enlace, Capa de Red, Capa de Transporte.

Datos útiles

Para realizar esta práctica puede utilizar la máquina virtual provista por la cátedra (se recomienda hacer un snapshot de la VM antes de empezar a usarla, para poder volver atrás en caso de que algo deje de funcionar).

El link de descarga se encuentra en el [moodle](#) junto a las credenciales de acceso. Además, la VM se encuentra instalada en las PCs de la Sala A del Lab. Bacarla donde se realizan las prácticas de la materia.

En el desarrollo de la práctica se utilizarán topologías de red con extensión `.imn` brindadas por la cátedra. Las mismas podrán abrirlas y ejecutarlas con el software de emulación de redes “Core Emulator” instalado en la VM.

Salvar y restaurar la configuración

Hay dos comandos en el sistema anfitrión: `save` y `restore`.

- Salvar la configuración de las rutas de la topología:
 - `save <directorio>`
 - Sólo guarda la configuración de las tablas de ruteo y de las ip de las interfaces.
 - No almacena las métricas de las interfaces.
- Restaurar la configuración:
 - `restore <directorio>`

Tener en cuenta que la topología debe estar corriendo para que tengan efecto los comandos.

Antes: se actualizó el script `save` el cual se encuentra en el disco compartido en la red del Barcala. Se deberá copiarlo y pegarlo en la ruta `/usr/local/bin`



Capa de Enlace

- 1) ¿Cuál es la función de la capa de enlace ? Mencione algunos de los protocolos más conocidos que trabajan en esta capa.
- 2) Identifique las diferencias entre los siguientes dispositivos y en qué capa trabajan:
 - a) hub
 - b) switch
 - c) router
 - d) pc
 - e) smartphone
- 3)Cuál es la diferencia entre comunicación **full duplex** y **half duplex**.
- 4) A que refiere un dominio de broadcast y cual es la diferencia con un dominio de colisión. Abra la topología **dominios.imn** y analice cual es la diferencia entre los siguientes casos:
 - a) Abra una terminal en host **n1** y realice un ping a la ip **10.0.0.1**. Capture tráfico en **n2** y en **n4**.
 - b) Abra una terminal en host **n4** y realice un ping a la ip **10.0.1.1**. Capture tráfico en **n5** y en **n1**.
 - c) Señalice los dominios identificados.
- 5) Ethernet 802.3:
 - a) Identifique los campos más importantes de una trama del protocolo IEEE 802.3.
 - b)Cuál es el formato de una dirección MAC y que longitud tiene.
 - c) Qué tipos de direcciones MAC existen y en qué se diferencian
 - d) A que se refiere el término MTU. Y cuál el su valor en Ethernet
 - e) Qué mecanismo se utiliza para control de colisiones en este protocolo.
- 6) ¿Cómo aprenden los switches las direcciones de los dispositivos ? Observe la Figura 1 e indique el paso a paso del aprendizaje de las direcciones de **SW-A** y **SW-B** en el caso

que host n1 envíe un mensaje a n2. Repita para el caso de que n5 le envíe un mensaje a n6.

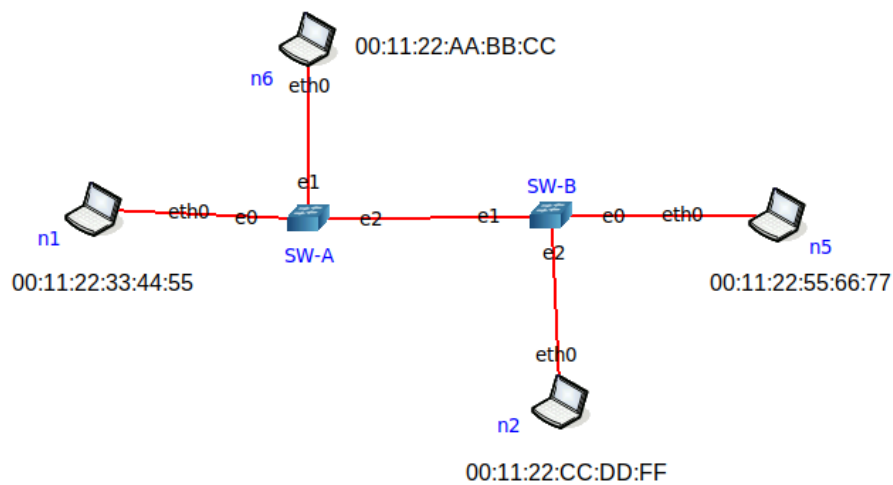


Fig. 1. Tabla CAM

Capa de Red

Direcciones IP

- 7) Enumere las redes clase A, B y C e identifique su máscara natural respectiva. Explique de qué otra manera se puede escribir la máscara.
- 8) Enumere cuáles son las redes que no pueden utilizarse en la Internet debido a que están reservadas para uso privado o están reservadas para otras aplicaciones.
- 9) Explique que es la dirección de broadcast y la dirección de la red. De un ejemplo de cuales son para la red `174.17.0.0/255.255.0.0`.
- 10) Explique el mecanismo mediante el cual se puede dividir una red en subredes.
- 11) Dada la red `174.17.0.0`:
 - a) ¿Cuál es la máscara natural de la red original?



- b) Si se desea dividir la red en 2048 sub-redes que tengan la misma cantidad de hosts cada una. ¿Cuál es la máscara que debe utilizarse para implementar las subredes?
- i) Enumere el rango de direcciones posibles para la primera (números más bajos) y la última (números más altos) de las subredes.
 - ii) ¿Cuál es la dirección de red y de broadcast de la primera y última subred.
 - iii) ¿Cuántos hosts pueden conectarse a cada una de las subredes?
 - iv) ¿Cuántos hosts en total se pueden conectar a toda la red con la división propuesta?
 - v) ¿Qué porcentaje de la numeración se desperdicia respecto a no dividir la red original?

Ruteo

- 12) Explique cuál es el contenido de los distintos campos que posee la cabecera de un datagrama IP.
- 13) Describa cuales son los datos de configuración mínimos que necesita un router para funcionar como tal.
- 14) Explique el concepto de “Default Gateway”.
- 15) Explique cómo un router puede determinar por cuál de sus interfaces debe enviar un datagrama basándose en su dirección IP de origen, su dirección IP de destino y la configuración de sus interfaces.
- 16) ¿Qué es y cómo funciona el enmascaramiento de IP conocido como NAT (Network Address Translation)? ¿Cuál es su objetivo ?



Herramientas de diagnóstico

17) Comando **ping**: investigue la funcionalidad del comando **ping**, tanto en linux como en windows. ¿Cuáles son los tiempos promedio, máximo y mínimo de ida y vuelta entre su computadora y el servidor web de la Facultad de Ingeniería (**ing.unlp.edu.ar**)?, realice la medición para 10, 50 y 100 envíos. ¿Se pierde algún datagrama? Repita el proceso contra el servidor de la Universidad Autónoma de Madrid (**uam.es**).

- a) ¿ Investigue cual es la utilidad del protocolo ICMP ?
- b) ¿ Qué mensajes del protocolo ICMP utiliza este comando ?
- c) Abra y encienda la topología **icmp.imn**, abra una terminal en host **n1** y analice lo que sucede en cada uno de los siguientes casos:
 - i) ping al host **10.0.1.20**
 - ii) ping al host **10.0.1.21**
 - iii) ping al host **20.18.9.12**
 - iv) ping al host **10.0.2.20**

18) Comando **tracert**: Investigue la funcionalidad del comando **tracert**. Intente verificar la ruta que toman los datagramas entre su computadora y el servidor web de la Facultad de Ingeniería (**163.10.11.80**). Indique cuál es el comando equivalente en windows.

- a) ¿ Qué protocolo/s soporta ? ¿ y cuales son sus variantes de funcionamiento ?
- b) ¿ En qué campos del datagrama IP basa su funcionamiento ?

19) Ejecute la topología **01-rutas.imn** y desde **n3** pruebe conectividad contra **n2** por medio del comando **ping**. Descubra la falla y corríjala mientras se encuentre la topología en ejecución. (Ayuda: utilice una herramienta de captura de paquetes como **tcpdump** o **wireshark**)

20) Corra la topología **02-rutas.imn** y configure los routers **n4** y **n1** para que los hosts **n3** y **n2** se logren conectar. Verifique utilizando las herramientas de diagnóstico.

21) Corra la topología `03-rutas.imn` y, mientras captura el tráfico, realice los siguientes pasos:

- Analice las tablas de rutas de los routers.
- Haga un ping desde `n3` contra `n2`.
- Analice el “camino” que recorren los paquetes.
- Luego, abra una terminal en `n4` y ejecute: `ip link set eth1 down`. ¿El ping sigue llegando? ¿Por qué?

22) El host `n6` debe enviar un datagrama IPv4 de 320B al servidor `n5`. El datagrama posee un encabezado sin opciones y viaja a través de un link que soporta solo datagramas de 120B.

- Determine el offset y los bits de fragmentación de cada datagrama. Calcule el overhead (porcentaje de datos de cabecera sobre los datos totales) sobre una solución con `MTU = 1500`, luego compare con el overhead de no haber fragmentado. ¿Es necesario hacer padding a nivel Ethernet en el último fragmento?

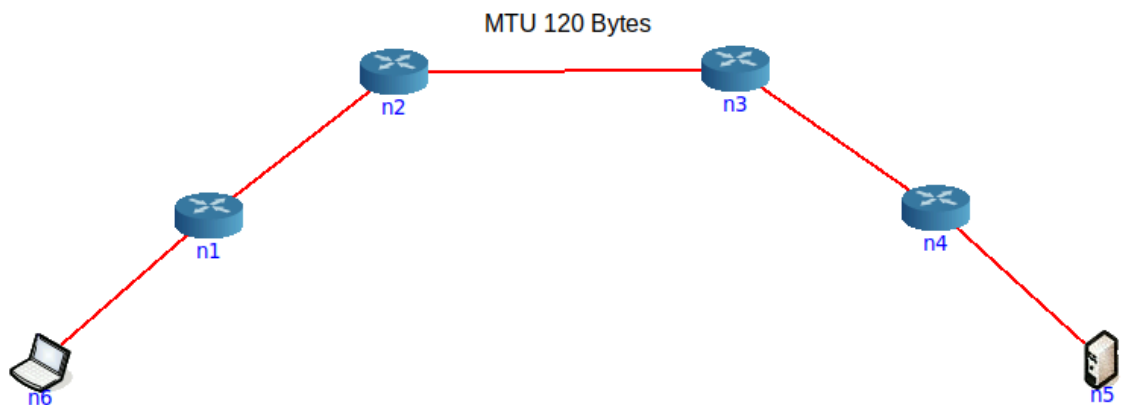


Fig. 2. Fragmentación

- Abra la topología `fragmentacion.imn` y verifique lo resuelto en el inciso **a)** (ayuda: utilice el comando `ping`)

Ejercicio Entregable

23) Dado el bloque de red asignado ([link de asignación](#)) y la topología `entregable.imn` (Fig. 3) brindada por la cátedra, cada grupo deberá:

- Identifique la clase a la que corresponde el segmento asignado.

2. Determine la cantidad de host que puede direccionar si utiliza todo el segmento.
3. Realizar la asignación de direcciones para cada dispositivo.
4. Realizar el ruteo necesario para llegar a cualquier segmento de la topología (incluso a internet). Opcional: Sumarizar las rutas.
5. ¿Dónde aplicaría NAT? ¿Por qué?. Opcional: Implemente sobre la topología.
6. Opcional: Modificar el MTU para probar la fragmentación. Debe capturar el tráfico y analizarlo.
7. Compruebe el correcto direccionamiento utilizando los comandos `ping` y/o `traceroute`

Consideraciones:

- Realizar el subnetting y tener en cuenta los enlaces punto a punto.
- Para la red A se requieren 230 hosts.
- Para la red B se requieren 500 hosts.
- Para la red C se requieren 40 hosts.
- Para la red D se requieren 64 hosts.
- Considerar caminos alternativos en caso que se llegue a caer un enlace.

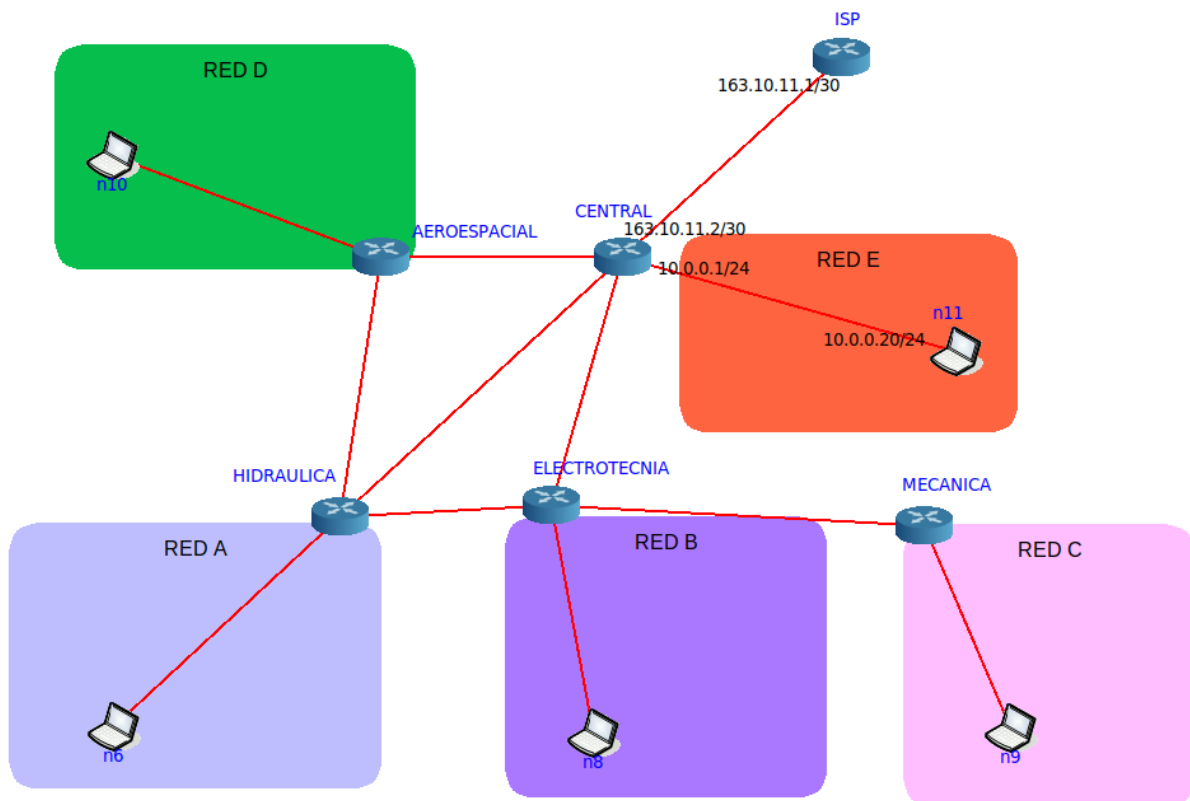


Fig. 3. Topología Entregable

24) ARP

- a) Explique el funcionamiento del protocolo ARP para determinar a qué dirección física corresponde una dirección IP.
- b) En la subred 131.42.46.0/24 explique como la computadora con dirección IP 131.42.46.1 y dirección física (MAC) AA:BB:CC:DD:EE:FF determina cual es la dirección física de la computadora con dirección IP 131.42.46.9 y dirección MAC 12:34:56:78:9A:BC. Muestre cuáles son las tramas que circulan en la red hasta que se determina la dirección solicitada y cómo se actualizan las tablas ARP de cada sistema.
- c) En la misma red del sistema anterior se desea enviar un datagrama IP desde la computadora con dirección IP 131.42.46.110 y dirección MAC 55:66:77:88:99:AA a una computadora cuya dirección IP es 204.203.202.201. El Default Gateway de la red es el router cuya dirección IP es 131.42.46.254 y MAC A0:B0:C0:D0:E0:F0.
- d) Muestre cómo se determina a quién enviar el datagrama para que llegue a destino utilizando el protocolo ARP.
- e) Abra la topología arp.imn y analice las funcionamiento del protocolo ARP:
 - i) Abra una terminal en el host n1 y verifique la tabla arp.
 - ii) Capture tráfico en n1.
 - iii) Luego realice un ping a la ip 10.0.0.1 y verifique nuevamente la tabla arp.
 - iv) Analice los paquetes capturados.
 - v) ¿Cómo queda la tabla arp de n1 luego de hacer un ping a n4. ¿Por qué?



Capa de Transporte

- 25) Explique las principales diferencias y similitudes entre los protocolos UDP y TCP.
- 26) Describa el procedimiento que se utiliza para realizar una conexión en TCP (3-way handshake). Explique qué sucede si hay una falla en alguno de los tres pasos.
- 27) Explique que diferencia hay entre una apertura de socket TCP pasiva y activa.
- 28) ¿Cuál es la función de los puertos? ¿Cuáles son los “puertos bien conocidos” y por qué se denominan así?.
- 29) ¿Cuál es la diferencia entre NAT y NATP?
- 30) Abra la topología `transporte.imn` y analice:
 - a) Abra una terminal en host `n3` y verifique los servicios que se encuentran escuchando. Inicie el demonio “inetd” ejecutando el comando `service inetutils-inetd start`. Vuelva a listarlos e identifique de qué servicio se trata y qué protocolos soporta?
 - b) Capture tráfico en `n4`
 - c) Abra una terminal en `n4` y utilizando el comando `nc` establezca una conexión TCP desde el puerto `5555` contra `n3` al puerto en el que se encuentra escuchando el servicio “echo”.
 - d) Analice los segmentos intercambiados en la conexión y compare con el ejercicio **23**.
 - e) Utilice la conexión activa para intercambiar mensajes utilizando por medio de “echo” y analice los segmentos intercambiados.
 - f) Sin cerrar la conexión repita c) desde una nueva terminal. Ahora abra una terminal en `n5` y repita c).
 - i) ¿Qué sucede en un caso y en otro? ¿Por qué?
 - ii) Verifique el estado de las conexiones desde `n2`.



- g) Desde n1, cierre la conexión y desde n2 verifique el estado de dicha conexión. Luego intente realizar una nueva conexión al mismo puerto. ¿Qué sucede? Analice los segmentos intercambiados
- h) Luego desde n2 cierre la conexión con n3 y verifique el estado de la conexión.
- i) Cierre todas las conexiones y repita el proceso para UDP. Qué sucede en **f)** y en **h)**. ¿Por qué?

Ejercicio Entregable (Continuación)

31) Luego de realizar el **ejercicio 23** y con base en los ejercicios entregables de las prácticas 2 y 3, implemente:

- a) Un cliente TCP que reciba números del 0 al 26 y los imprima en la salida estándar.
 - i) Debe permitir al usuario especificar la ip y el puerto al que desea conectarse. (Ayuda: tener cuidado con los formatos utilizados. Útil: `netinet/in.h`, `arpa/inet.h`)
 - ii) Debe desenscriptar antes de imprimir. Para esto el cliente dispondrá de las llaves pública y privada y antes de comenzar el intercambio deberá enviarle la llave pública al servidor.
 - iii) El cliente puede ejecutarse en un host a elección.
 - iv) El cliente finaliza cuando recibe un FIN del servidor y deberá responder con un FIN.
- b) Un servicio TCP que envíe números de 0 a 26.
 - i) El servicio debe permitir conexiones desde un host remoto (ejemplo: n9).
 - ii) Los datos deben cifrarse antes de ser enviados para lo cual el servidor utiliza la llave pública que recibió del cliente.
 - iii) Luego de enviar los datos debe finalizar de manera ordenada enviando un FIN al cliente.
 - iv) El servicio puede ejecutarse en un host a elección diferente al cliente.
- c) Capturar tráfico y analizar los paquetes intercambiados (Datos, Flags, Seq, Ack, etc ...)



32) Explique qué es Control de Flujo y qué es Congestión. ¿Quién es el responsable de evitarlo en cada caso, el lado emisor o el lado receptor?

33) Explique cómo se determinan los Timeouts en el protocolo TCP.

Pautas de entrega

La resolución debe hacerse en base a las pautas explicadas en clase, es decir:

- Acceda a **GitLab**.
- Dentro de la misma, debe crear un grupo:
 - Nombre: **SOyR 2024 Grupo X** (X representa el número de grupo).
 - Descripción: apellido, nombre y número de alumno de cada integrante del grupo.
 - Debe agregar al docente asignado con el rol de Owner.
- Dentro del grupo, debe crear un repositorio:
 - Nombre: **Entregable Práctica X** (X representa el número de práctica)
 - El repositorio debe contener lo siguiente:
 - Archivo de programa eX.Y (X representa el número de ejercicio. Y representa la extensión del archivo, ejemplo: **c**, **sh**, **imn**) correctamente estructurado y con los comentarios pertinentes.
 - Archivo **README.md**. Usando sintaxis **markdown** incorporar lo siguiente:
 - Copia del enunciado
 - Interpretación del problema. (qué debo hacer, qué datos tengo y cómo se organizan, cuál es la interfaz con el usuario)
 - Propuesta de solución (Cómo resuelvo lo pedido) describo los modelos utilizados: algoritmos, matemáticos o conceptuales. Aproximar la solución con un diagrama o pseudocódigo, modularizar.
 - Instrucciones de uso
 - Directorio **imagenes** ó **figuras** (opcional: en caso de que se requiera adjuntar imágenes en el **README.md**) con las figuras correspondientes.



- **.gitignore** (opcional: en caso de que haya trabajado con más archivos en local)