

# Sistemas Operativos y Redes (E0224)

## Año 2021

### Trabajo Práctico N°4

#### Grupo N°4:

Ignacio Hamann - 68410/3

Juan Pablo Elisei - 68380/5

Tomás Tavella - 68371/4

#### Resumen

En este trabajo se desarrolla el diseño de una red para interconectar las distintas dependencias de una planta industrial en base al protocolo *TCP/IP*. Luego se realiza una verificación del diseño implementado mediante el simulador de redes *CORE*.



*Facultad de Ingeniería*  
*Universidad Nacional de La Plata*

# Índice

1. Enunciado	2
2. Interpretación del problema	2
3. Resolución	3
4. Conclusiones	6

# 1. Enunciado

En la planta industrial de una empresa, hay cuatro dependencias: Gerencia, Producción, Administración y Expedición.

Se contrata un servicio para proveer internet, y se quiere diseñar la interconexión de las dependencias asignando a cada una de ellas subredes separadas, asignando 32 direcciones IP a cada una de las subredes pertenecientes a Producción y Administración, 16 direcciones IP a cada subred de Gerencia y Expedición y además se quiere proveer WiFi en el Comedor, mediante otra subred con 64 direcciones IP.

La planta industrial tiene dos edificios separados, en el primero de ellos se ubican Producción y Expedición y en el segundo se encuentran Administración, Gerencia y el Comedor.

El proveedor de servicio de Internet, instala la conexión en el primer edificio y provee un router que desde el lado externo está conectado a la subred 198.235.150.128/25 con dirección IP 198.235.150.136 con *Default Gateway* tiene 198.235.150.129. Del lado interno de la empresa, provee la subred clase C 198.235.151.0/24, y la dirección asignada al router es 198.235.151.1. La máscara de esta subred puede modificarse, pero no el IP del router.

1. Proponga un esquema de conexión de las distintas subredes, que emplee un router en cada uno de los edificios, y que utilice una subred diferente para interconectar ambos routers. Esta última subred debe emplear la mínima cantidad posible de direcciones IP.
2. Asigne números de subred y máscaras a cada subred. Enumere las direcciones de red y de broadcast de cada una de ellas, trate de que queden la mayor cantidad de direcciones libres para eventuales ampliaciones.
3. Asigne un *Default Gateway* a cada subred.
4. Para evitar instalar protocolos de ruteo internos, la empresa decide instalar rutas estáticas en los routers. Escriba cuales serían las tablas de ruteo necesarias en cada router, para que todos los hosts puedan alcanzar Internet, y además se puedan comunicar entre sí. Si en su diseño de red, los routers poseen más de una interfaz, enumérelas como IF0, IF1, ... , IFN si necesita explicitar la interfaz de salida.
5. Simule su diseño en *CORE*:
  - a) En la simulación, debe mostrarse por lo menos dos hosts conectados en cada subred, excepto en el enlace entre routers.
  - b) En la simulación debe ser posible observar el funcionamiento del protocolo ARP para obtener las direcciones físicas.
  - c) También debe ser posible mostrar la conectividad entre los diferentes hosts de la red y con la salida a Internet mediante el uso del comando **ping**.

# 2. Interpretación del problema

Se debe diseñar la interconexión de las distintas dependencias por medio de subredes separadas, empleando un router por edificio, y cada boca de conexión será la subred de una dependencia, cada una con su switch.

Por ser el edificio 1 (Producción y Expedición) el de menor cantidad de hosts, la red de interconexión se ubicará en ese router.

Se necesitan 160 hosts en total, 48 en el edificio 1, y 112 en el edificio 2 de acuerdo a lo requerido por cada dependencia, y la ubicación física de las mismas.

Se debe proponer un esquema de conexión que emplee un router en cada uno de los edificios y que utilice una subred diferente con la mínima cantidad posible de direcciones IP para interconectar ambos routers, es por eso que la máscara de esta última es /30.

Luego se asignan números de subred, máscaras y Default Gateway a cada subred (en el enunciado ya se indica la configuración que debe tener el router del primer edificio del lado externo e interno), lo cual implica que se debe verificar que ninguna red este dentro de otra.

Después se crean las tablas de ruteo en cada router para que los hosts puedan alcanzar internet y se puedan comunicar entre si.

Por ultimo se simula el diseño en CORE.

### 3. Resolución

La primera tarea realizada para la resolución fue definir las direcciones que iban a ser utilizadas.

En el enunciado, se especifica que del proveedor se está conectado a la subred 198.235.150.128/25, por lo tanto, se tienen 7 bits para hosts (127 posibles) y la máscara es 255.255.255.128 = 255.255.255.10000000. La dirección asignada al router es 198.235.150.136 con *Default Gateway* 198.235.150.129.

Sería un error confundir la dirección asignada al router con el Default Gateway ya que esta última es la conexión hacia el proveedor y si se pone esta conexión hacia el lado del router cuando se quiera enviar un paquete de salida habría que hacer una tabla de ruteo por cada dirección de salida que se quiere tener.

Del lado interno se provee la subred de clase C 198.235.151.0/24, por lo tanto, se tienen 8 bits para hosts (255 posibles) y la máscara es 255.255.255.0 = 255.255.255.00000000. La dirección asignada al router es 198.235.151.1.

Asimismo, del lado interno se tienen 5 dependencias:

- **Producción** que requiere 32 hosts por lo tanto requiere 5 bits y la máscara es /27, es decir 255.255.255.224.
- **Administración** que requiere 32 hosts, es igual a producción.
- **Gerencia** que requiere 16 hosts por lo tanto requiere 4 bits y la máscara es /28, es decir 255.255.255.240.
- **Expedición** que requiere 16 hosts, es igual que gerencia.
- **Comedor** que requiere 64 hosts por lo tanto requiere 6 bits y la máscara es /26, es decir 255.255.255.192.

En el edificio 1 se tiene producción y expedición lo cual significa que se necesitan 48 hosts, por lo tanto, se requieren 6 bits y la máscara es /26, es decir 255.255.255.192 (quedan 16 direcciones IP libres).

En el edificio 2 en cambio se encuentran gerencia, administración y comedor lo cual significa que se necesitan 112 hosts, por lo tanto, se requieren 7 bits y la máscara es /25, es decir 255.255.255.128 (quedan 16 direcciones IP libres).

El enunciado también dice que la red que conecta ambos edificios tiene que ser de la mínima cantidad posible por lo tanto es una máscara /30, es decir 255.255.255.252. Esto es porque se necesita una dirección para cada router, una para la dirección de *broadcast* y otra para la dirección de red.

Luego, se calculan las subredes utilizadas. La dirección de red es 192.235.151.00000000 por lo tanto a continuación se proceden a especificar las subredes a utilizar para el edificio 1, 2 y la red de interconexión.

- **Subred Edificio 1:** 198.235.151.10000000

- **Producción:** 198.235.151.110|00000, la dirección IP es 198.235.151.192/27.
- **Expedición:** 198.235.151.1000|0000, la dirección IP es 198.235.151.128/28.
- **Subred Edificio 2:** 198.235.151.00000000
- **Administración:** 198.235.151.000|00000, la dirección IP es 198.235.151.0/27.
- **Gerencia:** 198.235.151.0010|0000, la dirección IP es 198.235.151.32/28.
- **Comedor:** 198.235.151.01|000000, la dirección IP es 198.235.151.64/26.

Como el edificio 1 tiene menos conexiones IP asignadas se utilizará este mismo para la red de interconexión. Esta es 198.235.151.101000|00, la dirección IP es 198.235.151.160/30.

Por último, para verificar que ninguna red esta dentro de otra, se verifica el rango de direcciones posible (es decir la dirección máxima y mínima que puede tener un host). Se resume esta información en el siguiente cuadro:

Nombre	Dirección de subred	Dirección mínima	Dirección máxima
Producción	198.235.151.192/27	198.235.151.193	198.235.151.223
Expedición	198.235.151.128/28	198.235.151.129	198.235.151.143
Administración	198.235.151.0/27	198.235.151.1	198.235.151.31
Gerencia	198.235.151.32/28	198.235.151.33	198.235.151.47
Comedor	198.235.151.64/26	198.235.151.65	198.235.151.127
Red de interconexión	198.235.151.160/30	198.235.151.161	198.235.151.162

Cuadro 1: Direcciones mínimas y máximas de cada subred

Una vez establecidas las subredes, se procede a simular la red completa en el *CORE*.

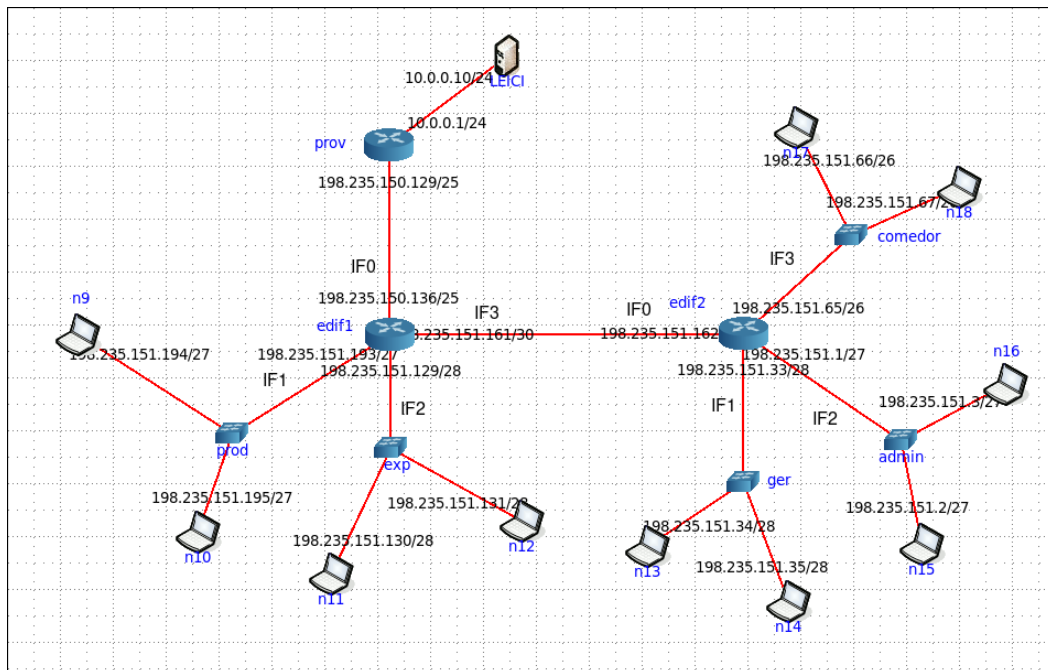


Figura 1: Red completa implementada en el *CORE*.

Si bien las conexiones «físicas» están establecidas, deben setearse las tablas de ruteo para asegurar la comunicación entre los distintos hosts. El router del edificio 1 debe derivar las requests hacia las redes de gerencia, administración o comedor al router del edificio 2, y por default a la red del proveedor, y el router del edificio 2 debe derivar todas las request por default al router del edificio 1. Se presentan a continuación ambas tablas:

Destino	Dirección de destino	Dirección de gateway
Administración	198.235.151.0	198.235.150.162
Gerencia	198.235.151.32	198.235.150.162
Comedor	198.235.151.64	198.235.150.162
Expedición	198.235.151.128	0.0.0.0
Red de interconexión	198.235.151.160	0.0.0.0
Producción	198.235.151.192	0.0.0.0
Proveedor	198.235.150.128	0.0.0.0
Otro	0.0.0.0	198.235.150.129

Cuadro 2: Tabla de ruteo del edificio 1

Destino	Dirección de destino	Dirección de gateway
Administración	198.235.151.0	0.0.0.0
Gerencia	198.235.151.32	0.0.0.0
Comedor	198.235.151.64	0.0.0.0
Red de interconexión	198.235.151.160	0.0.0.0
Otro	0.0.0.0	198.235.150.161

Cuadro 3: Tabla de ruteo del edificio 2

El efecto de no tener configuradas las tablas de ruteo correctamente puede verse utilizando *Wireshark*, un programa que permite capturar los paquetes que se envían por las distintas interfaces de un router. Observando, por ejemplo, la interfaz IF1 del edificio 1 (*eth1*), y utilizando el terminal de un host conectado a esa boca del router (en este caso, el host n9 en 198.235.151.194) para hacer un ping al host n15 (198.235.151.2), al no tener respuesta el router contesta con «Destination unreachable».

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2	0.536322508	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	407	DHCP Discover - Transaction ID 0xcd03246
3	0.697226997	fe80::200:ff:feaa:b	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 00:00:00:aa:00:0b
4	2.745227623	fe80::200:ff:feaa:c	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 00:00:00:aa:00:0c
5	18.438787262	00:00:00:aa:00:0b	Broadcast	ARP	42	Who has 198.235.151.193? Tell 198.235.151.194
6	18.438812835	00:00:00:aa:00:02	00:00:00:aa:00:0b	ARP	42	198.235.151.193 is at 00:00:00:aa:00:02
7	18.438824707	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=1/256, ttl=64 (no response found!)
8	18.438844961	198.235.151.193	198.235.151.194	ICMP	126	Destination unreachable (Network unreachable)
9	19.449239684	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=2/512, ttl=64 (no response found!)
10	19.449268452	198.235.151.193	198.235.151.194	ICMP	126	Destination unreachable (Network unreachable)
11	20.473238857	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=3/768, ttl=64 (no response found!)
12	20.473254432	198.235.151.193	198.235.151.194	ICMP	126	Destination unreachable (Network unreachable)
13	21.497235091	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=4/1024, ttl=64 (no response found!)
14	21.497263818	198.235.151.193	198.235.151.194	ICMP	126	Destination unreachable (Network unreachable)
15	22.521223278	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=5/1280, ttl=64 (no response found!)
16	23.481162661	00:00:00:aa:00:02	00:00:00:aa:00:0b	ARP	42	Who has 198.235.151.194? Tell 198.235.151.193
17	23.481231809	00:00:00:aa:00:0b	00:00:00:aa:00:02	ARP	42	198.235.151.194 is at 00:00:00:aa:00:0b
18	23.545230498	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=6/1536, ttl=64 (no response found!)
19	24.569214978	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=7/1792, ttl=64 (no response found!)
20	25.593236469	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=8/2048, ttl=64 (no response found!)
21	26.881107473	fe80::200:ff:feaa:b	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 00:00:00:aa:00:0b

Figura 2: Paquetes interceptados en la interfaz 1 del edificio 1 en *Wireshark* sin tablas de ruteo implementadas.

En la figura 2 puede observarse además el funcionamiento del ARP, o Address Resolution Protocol, donde inicialmente el host hace un broadcast preguntando dentro de la subred, a quien corresponde el IP de la puerta de enlace, que en este caso es el router.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
16	21.990964727	fe80::200:ff:feaa:c	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 00:00:00:aa:00:0c
17	25.858906307	00:00:00:aa:00:0b	Broadcast	ARP	42	Who has 198.235.151.193? Tell 198.235.151.194
18	25.858944599	00:00:00:aa:00:02	00:00:00:aa:00:0b	ARP	42	198.235.151.193 is at 00:00:00:aa:00:02
19	25.858963027	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=1/256, ttl=64 (reply in 20)
20	25.859107531	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=1/256, ttl=62 (request in 19)
21	26.886975303	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=2/512, ttl=64 (reply in 22)
22	26.887050702	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=2/512, ttl=62 (request in 21)
23	27.910989270	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=3/768, ttl=64 (reply in 24)
24	27.911062872	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=3/768, ttl=62 (request in 23)
25	28.934981048	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=4/1024, ttl=64 (reply in 26)
26	28.935055754	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=4/1024, ttl=62 (request in 25)
27	29.958975257	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=5/1280, ttl=64 (reply in 28)
28	29.959049692	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=5/1280, ttl=62 (request in 27)
29	30.950918060	00:00:00:aa:00:02	00:00:00:aa:00:0b	ARP	42	Who has 198.235.151.194? Tell 198.235.151.193
30	30.951015360	00:00:00:aa:00:0b	00:00:00:aa:00:02	ARP	42	198.235.151.194 is at 00:00:00:aa:00:0b
31	30.982972175	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=6/1536, ttl=64 (reply in 32)
32	30.983034769	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=6/1536, ttl=62 (request in 31)
33	32.006985493	198.235.151.194	198.235.151.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0018, seq=7/1792, ttl=64 (reply in 34)
34	32.007055555	198.235.151.2	198.235.151.194	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0018, seq=7/1792, ttl=62 (request in 33)

Figura 3: Paquetes interceptados en la interfaz 1 del edificio 1 en *Wireshark* con tablas de ruteo implementadas.

Como se ve en la figura 3, al agregar las tablas de ruteo a los routers, el ping puede realizar el camino de ida y vuelta a un host conectado en otra subred (ya no esta presente el mensaje de *Destination Unreachable*).

## 4. Conclusiones

A partir de este trabajo se puede ver la importancia de las tablas de ruteo ya que sin estas aunque el esquema de conexión de las distintas subredes este bien planteado los hosts podrían no estar conectados a internet ni comunicarse entre si.