

U2. Práctica 1: Direccionamiento y enrutamiento IP y NAT

1. Indica cuáles de las siguientes direcciones IP no pueden asignarse a un host y justifica el motivo. Si no está indicada la máscara, emplea la máscara por defecto que corresponde a la clase:
- 126.258.0.16: no puede asignarse porque el segundo octeto es 258 (necesitaría 9 bits).
 - 10.255.0.0: clase A, sí puede asignarse porque la parte de host es 255.0.0.
 - 10.255.0.0/16: No, porque al tener máscara /16 es una dirección de red (la parte de host es 0.0)
 - 22.22.22.255: clase A, sí puede asignarse porque la parte de host es 22.22.255
 - 131.14.0.0: No, porque al ser clase B tiene máscara /16 y es una dirección de red (la parte del host es 0.0)
 - 127.25.135.254: No, porque corresponde con direcciones reservadas de loopback.
 - 111.111.111.111: Sí, es una dirección de clase A y la parte del host es 111.111.111
 - 224.25.120.78: No, porque es una dirección reservada para multicast.
 - 169.254.0.1: No, porque es una dirección reservada para link-local

2. A partir de la dirección de un host indica los campos de la tabla:

| IP host | Privada /pública | Máscara | Dirección Red | Dirección Broadcast | Nº hosts |
|--------------|------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| 5.5.0.5 | Pública | /8 o 255.0.0.0 | 5.0.0.0 | 5.255.255.255 | $2^{24}-2=16777214$ |
| 192.168.0.8 | Privada | /24 o 255.255.255.0 | 192.168.0.0 | 192.168.0.255 | $2^8-2=254$ |
| 220.5.128.12 | Pública | /24 o 255.255.255.0 | 220.5.128.0 | 220.5.128.255 | $2^8-2=254$ |
| 172.22.30.1 | Privada | /16 o 255.255.0.0 | 172.22.0.0 | 172.22.255.255 | $2^{16}-2=65534$ |

3. Dadas las direcciones IP 1 y 2, indica si los equipos están en la misma red.

| IP 1 | IP 2 | ¿Misma red? |
|------|------|-------------|
|------|------|-------------|

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

| | | |
|------------------|-------------------|----|
| | | |
| 210.23.157.89/19 | 210.23.179.110/19 | NO |
| 210.23.157.89/26 | 210.23.157.129/26 | NO |
| 10.125.100.12/6 | 11.240.1.100/6 | SÍ |
| 10.125.100.12/15 | 10.124.100.11/15 | SÍ |

SOLUCIÓN:

Se puede resolver de varias maneras:

- Calculamos la máscara de red y el rango de direcciones con la IP1 y comprobamos si la IP2 está en ese rango.
- Calculamos la máscara de red en ambas direcciones y si no es la misma es que están en redes distintas.
- Pasando las direcciones a binario y comparando si los bits que corresponden a la parte de red (los indicados en la máscara) son iguales.

Empleamos la tercera forma de resolverlo porque es la más sencilla.

Primer caso:

Por ejemplo /19 corresponde a la máscara 255.255.224.0 en la que los 3 bits más significativos del tercer octeto se destinan a la red.

En realidad, si nos fijamos únicamente en el octeto que queda dividido entre la zona de red y de host, podemos saber si corresponden a direcciones de la misma red de manera sencilla.

Si pasamos a binario el tercer octeto de la IP1 obtenemos que 157 es 10011101.

Si pasamos a binario el tercer octeto de la IP2 obtenemos que 179 es 10110011.

Como los 3 primeros bits pertenecen a la red, deberían ser iguales si estuvieran en la misma red y no es así.

Segundo caso: la máscara /26 suma a la red los 2 primeros bits del 4º octeto y las direcciones coinciden en los 3 primeros por lo que tenemos que comparar el 4º en binario:

- IP1: 89 en binario es 01011001
- IP2: 129 en binario es 10000001

No coinciden por lo que no están en la misma red.

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

Tercer caso: la máscara /6 divide el primer octeto por lo que sólo tenemos que mirar ese octeto en binario.

- IP1: 10 en binario es 00001010
- IP2: 11 en binario es 00001011

Sí están en la misma red porque los 6 bits coinciden.

Cuarto caso: la máscara /15 divide el segundo octeto en 7 bits para red y 1 para host por lo que sólo tenemos que mirar ese.

- IP1: 125 en binario es 01111101
- IP2: 124 en binario es 01111100

Sí están en la misma red porque los 15 primeros bits coinciden.

4. Dadas las direcciones IP siguientes:

- Transforma a IPv6 la dirección IP 197.125.35.12
- Indica 3 formas equivalentes de escribir la dirección
2001:0DB8:3C4D:0000:0015:0000:0000:1A2B

SOLUCIÓN:

a. Si pasamos a hexadecimal la IP y agregamos ::FFFF, obtenemos la IP ::FFFF:C57D:230C

b. Podemos simplificar los ceros:

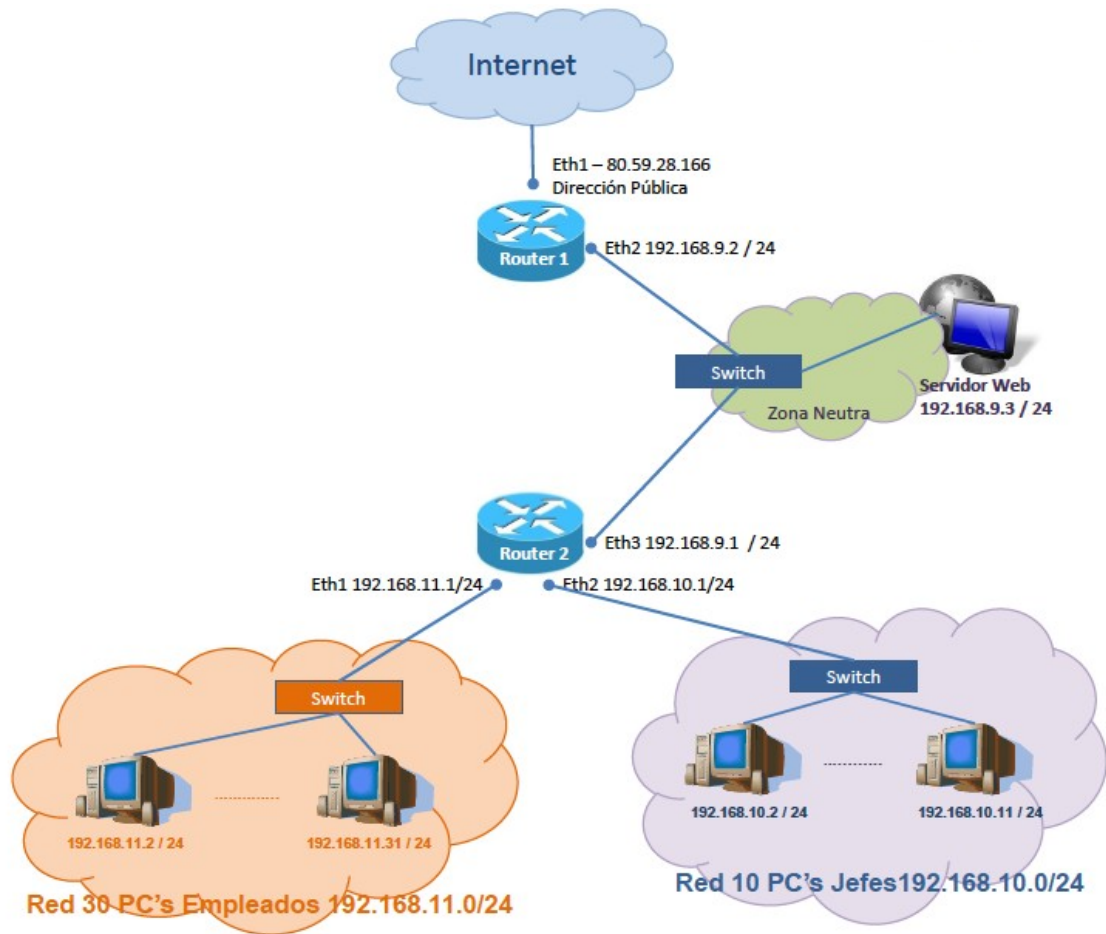
- Agrupamos ceros 2001:0DB8:3C4D:0000:0015::1A2B
- Agrupamos ceros en otro cuarteto
2001:0DB8:3C4D::0015:0000:0000:1A2B
- Abreviamos la notación de 0's consecutivos
2001:0DB8:3C4D:0:0015:0:0:1A2B

5. Dado el esquema de la red:

- Indica el rango posible de direcciones utilizables para equipos en cada red.
- Calcula las tablas de enrutamiento del Router 2 y el Servidor Web para que puedan acceder a todas las redes indicadas y a Internet.

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local



SOLUCIÓN:

Los rangos de IP's válidos para equipos son:

- En la red del servidor 192.168.9.0/24, del 192.168.9.1 al 192.168.9.254
- En la red empleados 192.168.11.0/24, del 192.168.11.1 al 192.168.11.254
- En la red jefes 192.168.10.0/24, del 192.168.10.1 al 192.168.10.254

Las tablas de encaminamiento son:

| Router 2 | | |
|------------------|------------------|--------------------|
| Dirección de red | Puerta de enlace | Interfaz de salida |
| 192.168.9.0/24 | Directa | 192.168.9.1 |
| 192.168.10.0/24 | Directa | 192.168.10.1 |
| 192.168.11.0/24 | Directa | 192.168.11.1 |
| 0.0.0.0 | 192.168.9.2 | 192.168.9.1 |

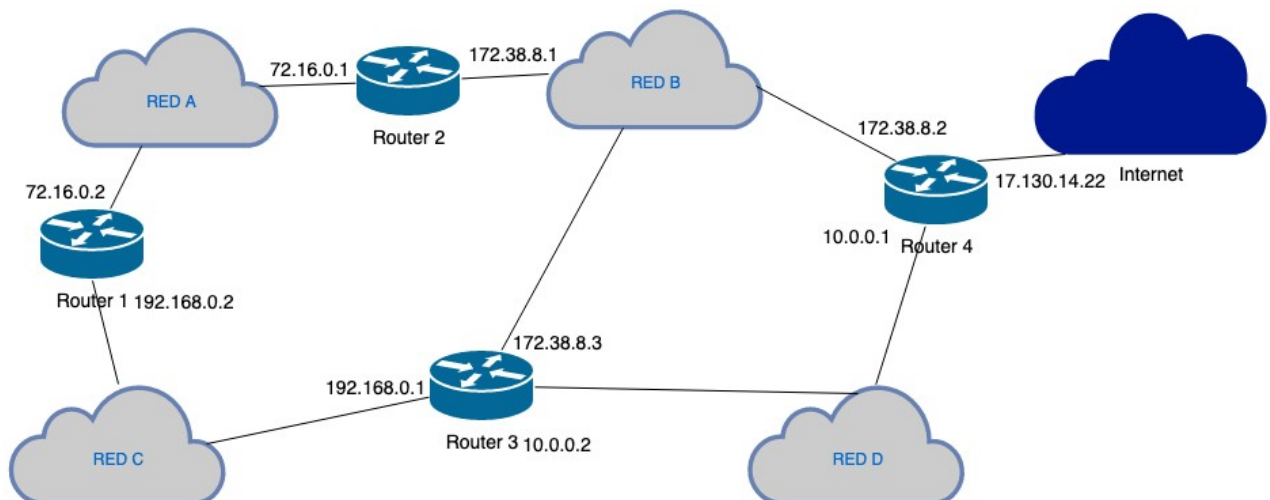
Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

| Servidor Web | | |
|------------------|------------------|--------------------|
| Dirección de red | Puerta de enlace | Interfaz de salida |
| 192.168.9.0/24 | Directa | 192.168.9.3 |
| 192.168.10.0/24 | 192.168.9.1 | 192.168.9.3 |
| 192.168.11.0/24 | 192.168.9.1 | 192.168.9.3 |
| 0.0.0.0 | 192.168.9.2 | 192.168.9.3 |

NOTA: Se puede simplificar la tabla si agrupamos la red 192.168.10.0 y 192.168.11.0 teniendo en cuenta que los primeros 23 bits son iguales en la red 192.168.10.0/23 que las incluye a ambas (superred). De esta manera, con una única entrada agruparíamos la fila 2 y 3 con la misma puerta de enlace e interfaz de salida.

6. Calcula las direcciones de red y la máscara larga de cada una de las redes que aparecen en el diagrama. A continuación, completa las tablas de encaminamiento de los Routers 1, 2, y 3 teniendo en cuenta que es necesario escoger la ruta más corta y en caso de empate, se optará por evitar el Router 4 conectado a Internet.



SOLUCIÓN:

Las redes y sus máscaras son las siguientes:

Red A: 72.0.0.0/255.0.0.0

Red B: 172.38.0.0/255.255.0.0

Red C: 192.168.0.0/255.255.255.0

Red D: 10.0.0.0/255.0.0.0

Empezamos por las rutas directas (redes a las que el router está conectado) y terminamos con la ruta por defecto para salir a Internet:

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

| Router 1 (Tabla preliminar) | | |
|-----------------------------|------------------|--------------------|
| Dirección de red | Puerta de enlace | Interfaz de salida |
| 72.0.0.0/8 | Directa | 72.16.0.2 |
| 192.168.0.0/24 | Directa | 192.168.0.2 |
| 172.38.0.0/16 | 72.16.0.1 | 72.16.0.2 |
| 10.0.0.0/8 | 192.168.0.1 | 192.168.0.2 |
| 0.0.0.0 | 72.16.0.1 | 72.16.0.2 |

Podemos eliminar la ruta marcada en gris porque en realidad, se incluirá en la ruta por defecto por lo que la tabla del Router 1 definitiva es la siguiente:

| Router 1 (Tabla solución) | | |
|---------------------------|------------------|--------------------|
| Dirección de red | Puerta de enlace | Interfaz de salida |
| 72.0.0.0/8 | Directa | 72.16.0.2 |
| 192.168.0.0/24 | Directa | 192.168.0.2 |
| 10.0.0.0/8 | 192.168.0.1 | 192.168.0.2 |
| 0.0.0.0 | 72.16.0.1 | 72.16.0.2 |

Para los restantes routers procedemos de la misma manera:

| Router 2 (Tabla solución) | | |
|---------------------------|------------------|--------------------|
| Dirección de red | Puerta de enlace | Interfaz de salida |
| 72.0.0.0/8 | Directa | 72.16.0.1 |
| 172.38.0.0/16 | Directa | 172.38.8.1 |
| 192.168.0.0/24 | 72.16.0.2 | 72.16.0.1 |
| 10.0.0.0/8 | 172.38.8.3 | 172.38.8.1 |
| 0.0.0.0 | 172.168.8.2 | 172.38.8.1 |

NOTA: Es posible indicar otra ruta equivalente para la red 192.168.0.0 y para la red 10.0.0.0 por el otro interfaz que también sería una solución válida

| Router 3 (Tabla solución) | | |
|---------------------------|------------------|--------------------|
| Dirección de red | Puerta de enlace | Interfaz de salida |
| 172.38.0.0/16 | Directa | 172.38.8.3 |
| 192.168.0.0/24 | Directa | 192.168.0.1 |
| 10.0.0.0/8 | Directa | 10.0.0.2 |
| 72.0.0.0/8 | 192.168.0.2 | 192.168.0.1 |
| 0.0.0.0 | 10.0.0.1 | 10.0.0.2 |

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

NOTA: Es posible indicar otra ruta equivalente para la red 72.0.0.0/8 empleando la puerta de enlace 172.38.8.1

7. Necesitamos dividir la red de Empleados del ejercicio 5 con dirección de red 192.168.11.0, en 4 subredes iguales. Indica la dirección de red, la máscara y el rango de IP's asignables a equipos en cada subred.

SOLUCIÓN:

Para obtener 4 subredes necesitamos emplear 2 bits adicionales para la red ($2^2 = 4$ subredes). Como partimos de una red de clase C con máscara /24, pasamos a emplear la máscara /26 ($24+2$) con la que dejamos 6 bits para hosts.

Los 6 bits para hosts suponen 64 direcciones (2^6) que hacen posible conectar 62 equipos (2^6-2 direcciones para red y broadcast).

La primera subred sería la 192.168.11.0/26, si le sumamos 64 direcciones obtendríamos la siguiente subred 192.168.11.64/26, la siguiente sería la 192.168.11.128/26 (la obtenemos sumando 64 a la subred 2) y finalmente tendríamos la 192.168.11.192/26 (sumando 64 direcciones a la subred 3).

A partir de las direcciones de la subred, podemos calcular el resto, que se resume en la tabla:

| Subred | Dirección de red | Máscara | Primera IP equipos | Última IP equipos |
|--------|------------------|---------|--------------------|-------------------|
| 1 | 192.168.11.0 | /26 | 192.168.11.1 | 192.168.11.62 |
| 2 | 192.168.11.64 | /26 | 192.168.11.65 | 192.168.11.126 |
| 3 | 192.168.11.128 | /26 | 192.168.11.129 | 192.168.11.190 |
| 4 | 192.168.11.192 | /26 | 192.168.11.193 | 192.168.11.254 |

Calculamos la primera IP sumando 1 a la dirección de red y calculamos la última IP restando 1 a la dirección de broadcast de la red que será la última dirección posible en esa red (o restando 2 a la dirección de red de la siguiente subred).

La máscara /26 equivale en notación decimal a la 255.255.255.192.

8. Hemos decidido dividir la red 150.8.0.0 empleando la máscara 255.255.192.0. Indica:
- El número de subredes obtenidas
 - El número de hosts por red
 - La dirección de red y de broadcast de cada red

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

SOLUCIÓN:

La IP 150.8.0.0 corresponde a una red de clase B con máscara por defecto /16.

La máscara 255.255.192.0 es una máscara /18 por lo que estamos dedicando 2 bits adicionales a la red que permiten crear 4 subredes distintas (2^2 bits).

La máscara /18 deja 14 bits para los hosts que permiten $2^{14}-2$ hosts en cada red.

Podemos obtener la dirección de red rápidamente si pensamos que el tercer octeto de la máscara se divide en 2 bits de red + 6 bits para hosts lo que permite 64 direcciones (2^6) que debemos sumar a las que proporciona el cuarto octeto completo.

La primera dirección de subred es la 150.8.0.0/18, si sumamos 64 al tercer octeto obtendremos que la siguiente es la 150.8.64.0/18 y así sucesivamente, la siguiente es la 150.8.128.0/18 y la última es la 150.8.192.0/18.

A continuación, si restamos 1 a la dirección de subred siguiente, obtendremos la de broadcast.

Resumimos la solución en la tabla:

| Subred | Dirección de red | Dirección de broadcast |
|--------|------------------|------------------------|
| 1 | 150.8.0.0/18 | 150.8.63.255 |
| 2 | 150.8.64.0/18 | 150.8.127.255 |
| 3 | 150.8.128.0/18 | 150.8.191.255 |
| 4 | 150.8.192.0/18 | 150.8.255.255 |

9. Necesitamos dividir la red de los jefes del ejercicio 5 en varias subredes:

- Jefecillos: una red que permita 100 equipos
- Jefazos: una red que permita 25 equipos
- Interconexión: una red que permita 2 direcciones de red para asignar a routers.
 - a. Indica la dirección de red y la máscara necesaria, la primera y última IP utilizable, la dirección de broadcast y el número de hosts.

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

- b. Indica si sobra alguna IP adicional no asignada en los grupos anteriores. ¿Cómo sería aprovechable?

SOLUCIÓN:

a)

Para realizar la división empezamos por la subred Jefecillos que requiere un mayor número de equipos.

Para escoger la máscara de subred tenemos que encontrar el número n entero más pequeño que cumple $2^n - 2 > 100$. En este caso si dedicamos 7 bits al host tenemos $2^7 - 2 = 126$ direcciones para equipos que nos permiten tener 100 equipos (con 6 bits sólo tendríamos 62 direcciones).

Con 7 bits para el host tenemos una máscara /25 que es la 255.255.255.128. A partir de aquí:

- La dirección de red sería la primera dirección: 192.168.10.0
- La dirección del primer host sería la siguiente a la red: 192.168.10.1
- La dirección del último host es 192.168.10.126 (la dirección de red + el número de equipos posibles)
- La dirección de broadcast es la 192.168.10.127 (la dirección del último host +1)

Sabemos que la siguiente subred empezará en la siguiente dirección posible por lo que la dirección de red de la subred Jefazos es la 192.168.10.128.

En la subred Jefazos podemos obtener 25 equipos si empleamos 5 bits para hosts ($2^5 - 2 = 30$) por lo que la máscara es la /27 que corresponde a la 255.255.255.224. A partir de aquí:

- La dirección de red es la 192.168.10.128/27 y el primer host es la que está a continuación: 192.168.10.129
- La dirección del último host es la 192.168.10.158 (192.168.10.128 + 30 equipos)
- La dirección de broadcast es la siguiente: 192.168.10.159

En la red de interconexión necesitamos 2 direcciones que podemos obtener con 2 bits ($2^2 - 2 = 2$) por lo que la máscara será la /30 que es la 255.255.255.252.

- La dirección de red es la siguiente disponible: 192.168.10.160/30
- La dirección del primer equipo es la 192.168.10.161
- La dirección del último equipo es la 192.168.10.162
- La dirección de broadcast es la 192.168.10.163

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

b)

Las direcciones 192.168.10.164 a 192.168.10.255 son direcciones aprovechables que quedan libres.

Para poder aprovecharlas tendríamos que buscar las direcciones de red y las máscaras que permiten agrupar las direcciones que quedan.

155-164 = 91 direcciones posibles por lo que podríamos hacer algún grupo de $2^6 = 64$ direcciones (si empleamos 6 bits de host tenemos una máscara /26) y algún otro con un menor número de hosts.

Las direcciones 164, 165 empiezan por 10100100, 10100101... pero cuando llegamos a 192 saltamos a 11000000 es decir, los 2 primeros bits que deberían ser iguales para estar en la misma red, no lo son. No podemos hacer un grupo del 164 al 228 para tener 64 direcciones consecutivas a partir de la 192.168.10.164, con máscara /26.

Si partimos del final sí tenemos 64 direcciones consecutivas que podemos agrupar con máscara /26:

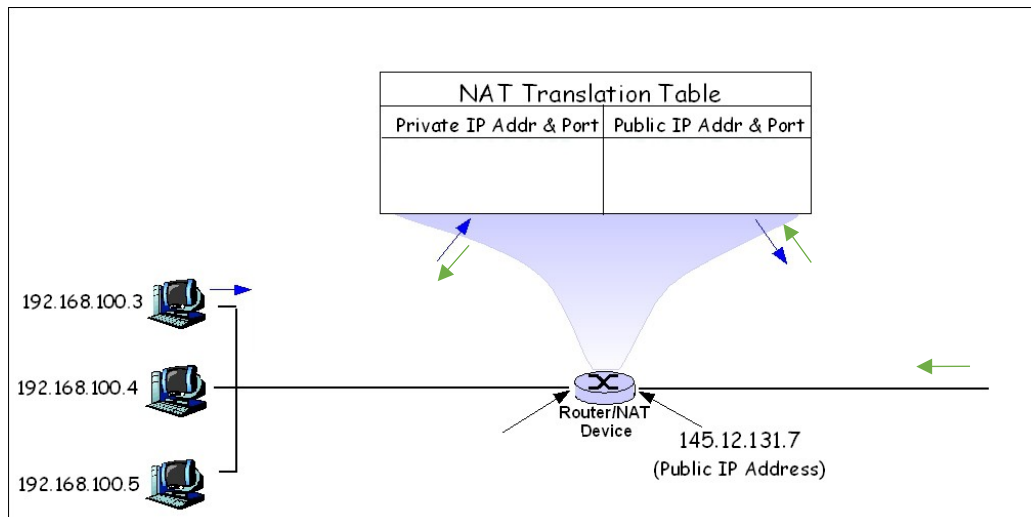
- 192.168.10.255 dirección de broadcast
- 192.168.10.254 última dirección para host
- 192.168.10.193 primera dirección de host (192.168.10.255 – 62 hosts)
- 192.168.10.192 dirección de red.

Para aprovechar las restantes direcciones, tendríamos que hacer el mismo razonamiento anterior para encontrar las máscaras que permitan hacer grupos pequeños de IP's consecutivas desde 192.168.10.164 a 192.168.10.191 (27 host) sucesivamente.

10. El equipo 192.168.100.3 y 192.168.100.4 quieren conectarse a la web de Renfe (IP 23.14.137.110 empleando el puerto 443) para comprar un billete y están conectados a un router con IP pública 145.12.131.7

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local



Indica:

- La dirección IP y puerto de origen y destino del paquete que envían los equipos al router y el router a la web (flechas azules).
- La dirección IP y puerto de origen y destino del paquete de respuesta desde la red (flechas verdes).
- El contenido de la tabla NAT del router.
- El contenido de la tabla NAT si el equipo 192.168.100.5 fuera un servidor web que debe ser accesible desde el exterior.

SOLUCIÓN:

a. Host-Renfe:

- Desde el host 3 al router:

Destino: 23.14.137.110:443

Origen: 192.168.100.3:2000

- Desde el host 4 al router:

Destino: 23.14.137.110:443

Origen: 192.168.100.4:4500

- Desde el router al servidor de Renfe

Destino: 23.14.137.110:443

Origen: 145.12.131.7:2500

Destino: 23.14.137.110:443

Origen: 145.12.131.7:3800

b. Renfe-Host

- Desde el servidor de Renfe al router

Sistemas Informáticos

U2. Tipos y arquitecturas de red local

Destino: 145.12.131.7:2500

Origen: 23.14.137.110:443

Destino: 145.12.131.7:3800

Origen: 23.14.137.110:443

- Desde el router al host

Destino: 192.168.100.3:2000

Origen: 23.14.137.110:443

Destino: 192.168.100.4:4500

Origen: 23.14.137.110:443

b. Tabla NAT Router

| Tabla NAT | | |
|--------------------|--------------------|----------|
| IP Privada | IP Pública | Tipo |
| 192.168.100.3:2000 | 145.12.131.7:2500 | Dinámica |
| 192.168.100.4:4500 | 192.168.100.4:3800 | Dinámica |
| 192.168.100.5:80 | 145.12.131.7:80 | Estática |

El servidor web podría estar escuchando en el puerto 80 (http), puerto 443(https) o ambos.