

Problema 2 (5 puntos)

Una empresa tiene todas las direcciones IP de clase C de la red 199.33.22.0 y se dispone a distribuirlas en distintas subredes. La empresa quiere que todas las subredes sean de igual tamaño y que en cada subred pueda haber un máximo de 29 ordenadores (o *hosts*).

Apartado 1:

Pregunta 1.1: (0,25) Indicar la máscara de red para las subredes y el número máximo de posibles subredes.

Pregunta 1.2: (1,25) Rango de las direcciones para cada una de las subredes. Indicar también para cada subred: la dirección de red y la dirección de multidifusión (o *broadcast*).

Apartado 2:

La empresa dispone de un encaminador (o *router*), al que llamamos **R**, al que se le va a conectar cada una de las subredes del apartado anterior. Esta conexión se realizará de forma que cada subred utilizará un puerto distinto de R. En la siguiente figura 1 se muestra la conexión descrita. En esta figura 1 podemos ver que la subred 1 se conecta al puerto 1 de R, la subred 2 al puerto 2, y así sucesivamente hasta la subred n, que se conecta al puerto n. También podemos ver en esta figura 1 que R utilizar el puerto n+1 para tener salida a Internet.

Para asignar direcciones IP al interfaz de red de cada uno de los puertos de R vamos a seguir el criterio de utilizar la primera de las direcciones posibles de la subred. Por ejemplo, si el rango de direcciones para la *subred n* va desde la dirección IP $x_1.x_2.x_3.x_4$ a la $y_1.y_2.y_3.y_4$, la dirección IP del encaminador R por el puerto n sería la resultante de sumar uno a x_4 (es decir, $x_1.x_2.x_3.x_4+1$)

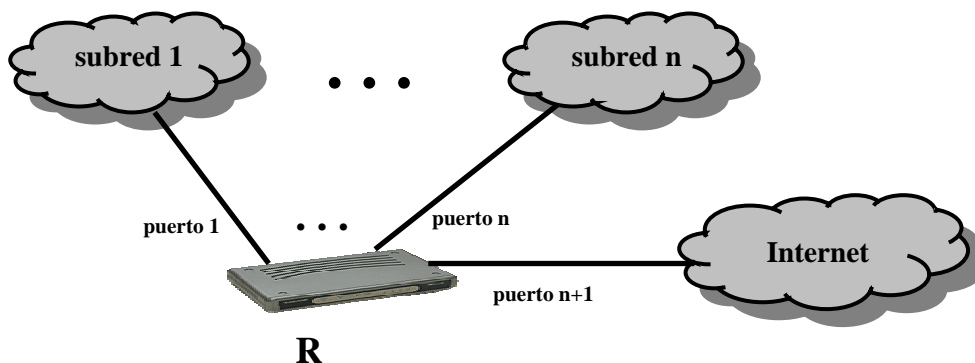


Figura 1

Pregunta 2.1: (0,25) Indicar la tabla de encaminamiento del encaminador R suponiendo que la dirección del encaminador de Internet al que está unido R por el puerto n+1 es la 202.3.3.1.

Pregunta 2.2: (0,25) Tabla de encaminamiento de los ordenadores de la subred 1 y subred2. ¿Cuál es la diferencia entre ellas?

Solución 1.1: La potencia de 2 más cercana a 29 es 32. Por lo tanto,

Máscara: 11111111 11111111 11111111 11100000 (255.255.255.224)

Número máximo de subredes: 8

Solución 1.2:

En todas las subredes la dirección de red es la primera, y la de broadcast la última.

Subred 1: de la 199.33.22.0 a la 199.33.22.31

Subred 2: de la 199.33.22.32 a la 199.33.22.63

Subred 3: de la 199.33.22.64 a la 199.33.22.95

Subred 4: de la 199.33.22.96 a la 199.33.22.127

Subred 5: de la 199.33.22.128 a la 199.33.22.159

Subred 6: de la 199.33.22.160 a la 199.33.22.191

Subred 7: de la 199.33.22.192 a la 199.33.22.223

Subred 8: de la 199.33.22.224 a la 199.33.22.255

Solución 2.1:

Tabla de R

Red Destino	Máscara	Gateway	Inferfaz
199.33.22.0	255.255.255.224	*	puerto 1
199.33.22.32	255.255.255.224	*	puerto 2
199.33.22.64	255.255.255.224	*	puerto 3
199.33.22.96	255.255.255.224	*	puerto 4
199.33.22.128	255.255.255.224	*	puerto 5
199.33.22.160	255.255.255.224	*	puerto 6
199.33.22.192	255.255.255.224	*	puerto 7
199.33.22.224	255.255.255.224	*	puerto 8
202.3.3.0	255.255.255.0	*	puerto 9
default	0.0.0.0	202.3.3.1	puerto 9

Solución 2.2:

Tabla de los ordenadores de la subred 1

Red Destino	Máscara	Gateway
199.33.22.0	255.255.255.224	*
default	0.0.0.0	199.33.22.1

Tabla de los ordenadores de la subred 2

Red Destino	Máscara	Gateway
199.33.22.32	255.255.255.224	*
default	0.0.0.0	199.33.22.33

Diferencias entre ambas tablas: la dirección de red y la dirección del router

Apartado 3:

Siguiendo el esquema descrito en los apartados 1 y 2, la empresa se dispone a implantar físicamente la subred 1. Esta implantación de la subred 1 se ha realizado según se muestra en la figura 2. En ella podemos ver que disponemos de los siguientes 6 ordenadores (o hosts): **A, B, C, D, E** y **F**. Suponemos que dichos ordenadores tienen tarjetas Ethernet 100BaseTX, y que disponen de las siguientes direcciones IP y MAC:

Ordenador A : dirIPa	dirMACa
Ordenador B : dirIPb	dirMACb
Ordenador C : dirIPc	dirMACc
Ordenador D : dirIPd	dirMACd
Ordenador E : dirIpe	dirMACe
Ordenador F : dirIPf	dirMACf

En la figura 2 vemos que estos ordenadores están unidos mediante dos conmutadores (o *switch*) y un concentrador (o *hub*). Vamos a suponer que los dos conmutadores, a los que llamamos C_1 y C_2 , tienen 6 puertos cada uno con tecnología Ethernet 100baseTX. El concentrador, al que llamamos H , tiene 4 puertos 100baseTX. También vamos a suponer que el puerto 1 del encaminador R emplea 100BaseTX.

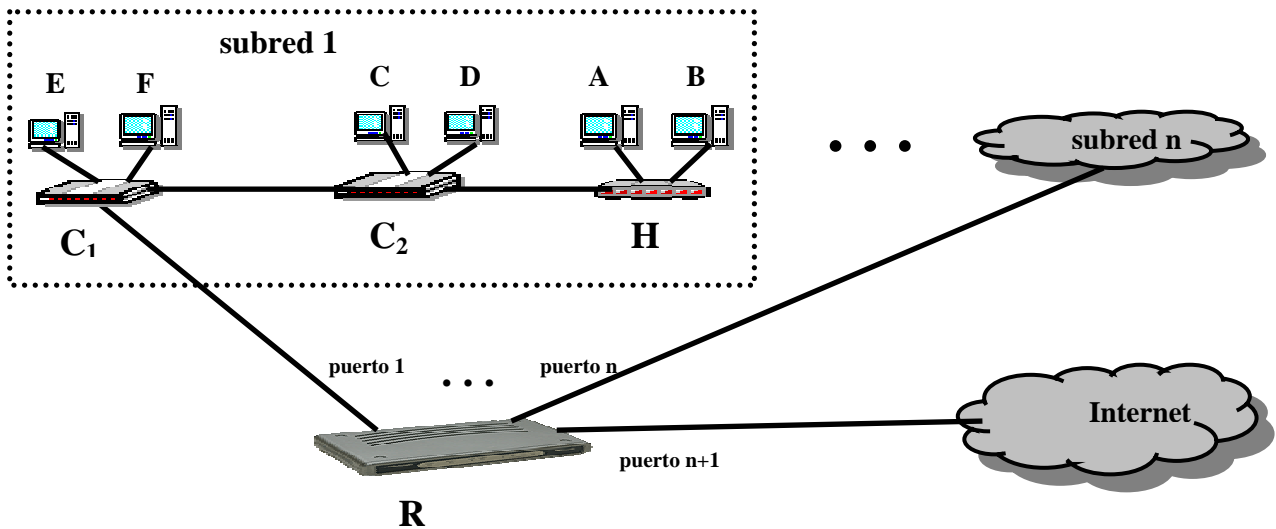
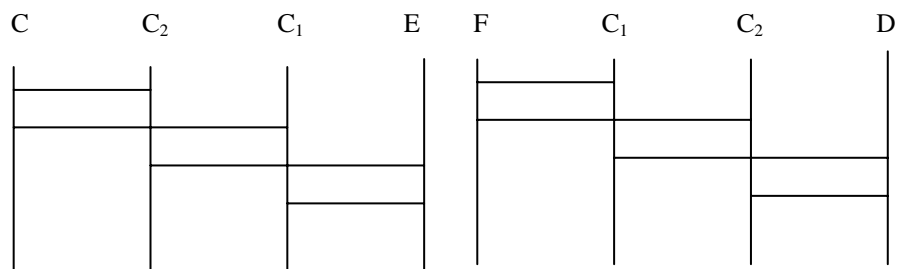


Figura 2

Pregunta 3.1: (0,5) Suponga que C intenta mandar una trama MAC de 1000 octetos a E, y simultáneamente F manda otra trama MAC de 1000 octetos a D. Dibuje el cronograma y calcule el tiempo mínimo que se tarda en transmitir ambas tramas MAC.

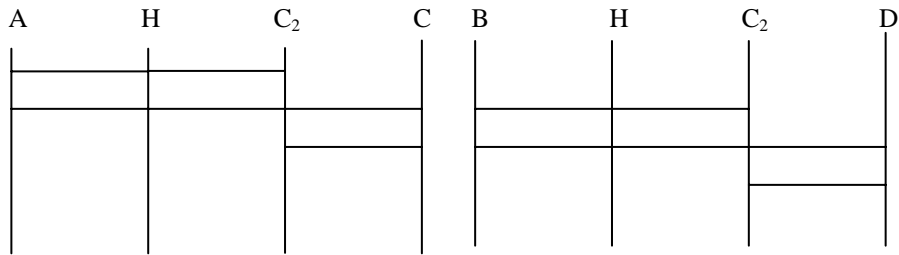
Pregunta 3.2: (0,5) Suponga que A intenta mandar una trama MAC de 1000 octetos a C, y simultáneamente B manda otra trama MAC de 1000 octetos a D. Dibuje el cronograma a nivel MAC y calcule el tiempo mínimo que se tarda en transmitir ambas tramas MAC.

Solución 3.1: Si C_1 y C_2 trabajan en modo dúplex:



$$T_{\min} = 3 \times [(1000) \times 8] / 10^8 = 240 \mu\text{seg.}$$

Solución 3.2: Puede ser este cronograma (si A empieza primero) o viceversa (si B empieza primero)



$$T_{\min} = 3 \times [(1000) \times 8] / 10^8 = 240 \text{ } \mu\text{seg.}$$

Apartado 4:

La empresa, al igual que ha hecho con la subred 1, ha ido implantando el resto de subredes según el esquema descrito en los apartados 1 y 2 (ver figura 1). No obstante, el departamento donde se iban a utilizar los ordenadores de la subred 2 no existía en el momento de la implantación de las anteriores subredes, por lo que la empresa no consideró adecuado montar una red y configurar los equipos de la subred 2 hasta que se creara dicho departamento y se fuera a necesitar. Una vez creado el departamento, ya se han implantado todas las demás subredes y la empresa sólo tiene dinero para comprar los 3 ordenadores (*hosts*) que necesita para la subred 2, no disponiendo del dinero necesario para montar una nueva red física. Es por esta razón por la que decide utilizar algunos de los puertos libres de los equipos H, C₁ y C₂ de la figura 2 para poder implementar dicha subred 2.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, la implantación física de la subred 2 se ha realizado según se describe en la figura 3. En ella podemos ver que los nuevos ordenadores que forman la subred 2 son **G**, **K** e **I**. Suponemos que dichos ordenadores tienen tarjetas Ethernet 100BaseTX, y que disponen de las siguientes direcciones IP y MAC:

Ordenador G : dirIPg	dirMACg
Ordenador K : dirIPk	dirMACk
Ordenador I : dirIPi	dirMACi

También vamos a suponer que los puertos 1 y 2 de R tienen tarjetas Ethernet 100BaseTX y las siguientes direcciones MAC (recuerde que la dirección IP de R en cada puerto será la primera de las direcciones posibles de la subred a la que pertenezca, tal y como se ha descrito en el apartado 2).

Puerto 1 de R:	dirMACr-1
Puerto 2 de R:	dirMACr-2

En la figura 3 podemos también observar que se emplea un puerto de C₂ para conectar al puerto 2 de R la subred 2. De esta forma se cumple el esquema descrito en la figura 1 de conexión de la subred 1 y 2 a los puertos 1 y 2 del encaminador R.

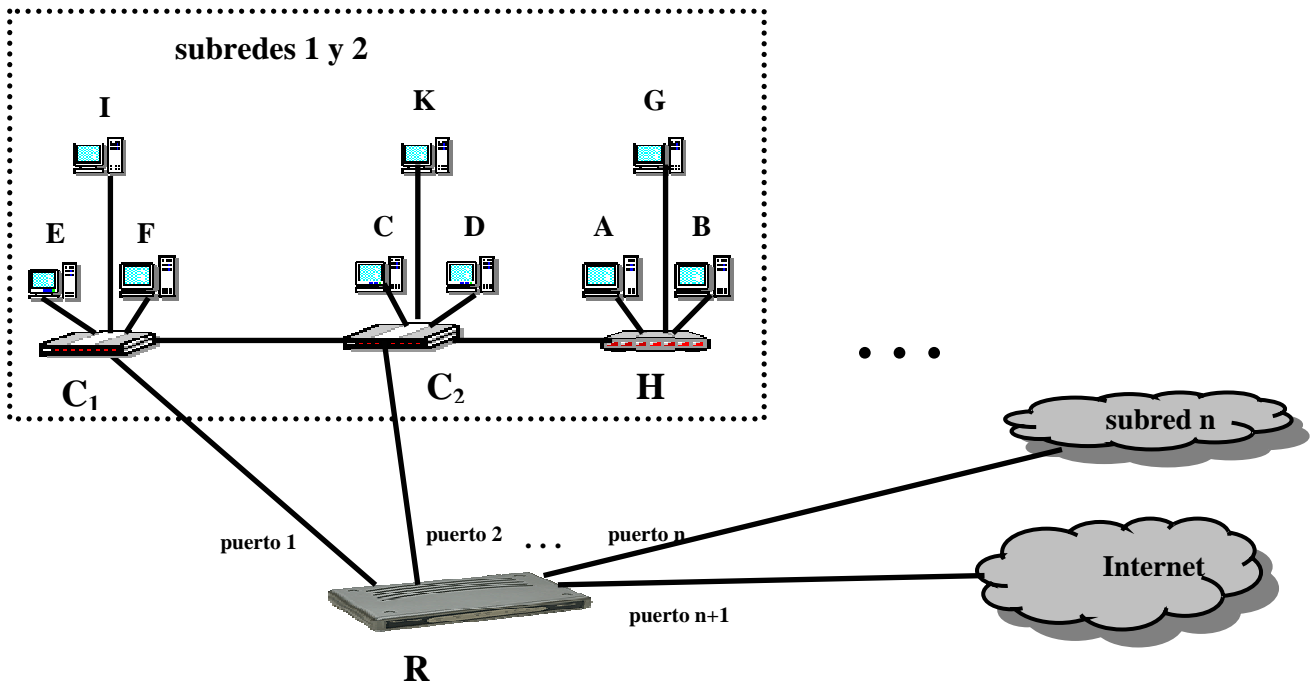
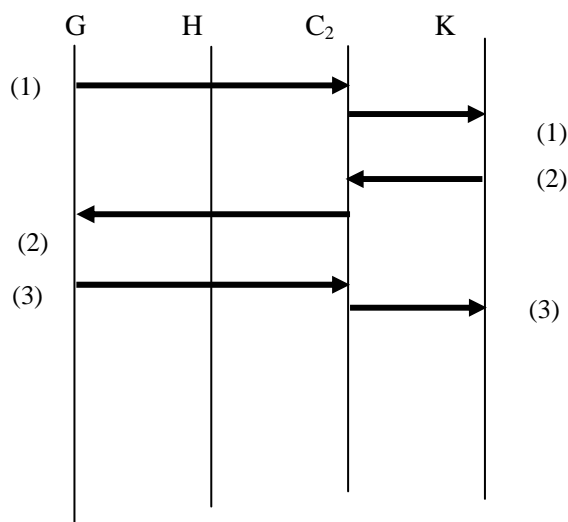


Figura 3

Se ha preguntado a los técnicos de la empresa y nos han asegurado que sin necesidad de modificar ninguna de las tablas de encaminamiento calculadas en el apartado 2, las aplicaciones de Internet (web, ping, ftp, etc) que funcionaban en los ordenadores A, B, C, D, E y F cuando estaban solos también lo harán ahora que tenemos a G, K e I. En vista de que no tenemos que reconfigurar los ordenadores, adoptamos esta solución mientras no podamos comprar nuevos elementos que nos permitan formar una red física distinta.

Pregunta 4.1: (0,75) El ordenador G manda un datagrama IP al ordenador K, siendo encapsulado dicho datagrama en una única trama. Realice el cronograma a nivel MAC del envío de este datagrama IP. Especifique en el cronograma las direcciones MAC e IP que aparecen en las tramas. Suponga para este apartado que las tablas ARP de todos los equipos están vacías.

Solución 4.1:



Trama con ARP Request (1):

Dir. MAC origen: dirMACg	IP origen: dirIPg
Dir. MAC destino: FF:FF:FF:FF:FF:FF	IP destino: dirIPk

Trama con ARP Reply (2):

Dir. MAC origen: dirMACk	IP origen: dirIPk
Dir. MAC destino: dirMACg	IP destino: dirIPg

Trama con Datagrama IP (3):

Dir. MAC origen: dirMACg	IP origen: dirIPg
Dir. MAC destino: dirMACk	IP destino: dirIPk

Apartado 5:

Después de haber estado trabajando durante un tiempo con la configuración descrita en el apartado anterior (ver figura 3), el puerto 2 de R se ha estropeado. El encaminador no tiene más puertos libres donde poder conectar el cable de par trenzado que unía el puerto de C₂ con el puerto 2 de R. La empresa no tiene dinero para cambiar R o arreglar el puerto estropeado. Los técnicos de la empresa proponen para poder seguir funcionando de forma que se produzcan los mínimos trastornos a los usuarios la siguiente estrategia:

1. No tocar la dirección IP de los hosts de ninguna de las subredes.
2. No tocar la tabla de encaminamiento de los hosts de ninguna de las subredes.
3. Hacer los cambios necesarios en R para que todos los hosts de la subred 1 y 2 puedan seguir utilizando las aplicaciones de Internet (web, ping, ftp, etc) como lo hacían en el apartado anterior cuando funcionaba el puerto 2 de R.

Teniendo presente la situación descrita previamente y los tres puntos de la estrategia propuesta por los técnicos de la empresa:

Pregunta 5.1: (0,25) Indicar los cambios a realizar en el encaminador R.

Pregunta 5.2: (0,25) Escribir la nueva tabla del encaminador R. Suponga aquí también que la dirección del encaminador de Internet al que está unido R por el puerto n+1 sigue siendo la 202.3.3.1.

Pregunta 5.3: (0,75) El ordenador G manda un datagrama IP al ordenador D, siendo encapsulado dicho datagrama en una única trama. Realice el cronograma a nivel MAC del envío de este datagrama IP. Especifique en el cronograma las direcciones MAC e IP que aparecen en las tramas. Suponga para este apartado que las tablas ARP de todos los equipos están vacías.

Nota: Para todos los apartados donde se necesite, suponga:

- Tiempo de propagación y proceso despreciable.
- No se producen colisiones nunca.

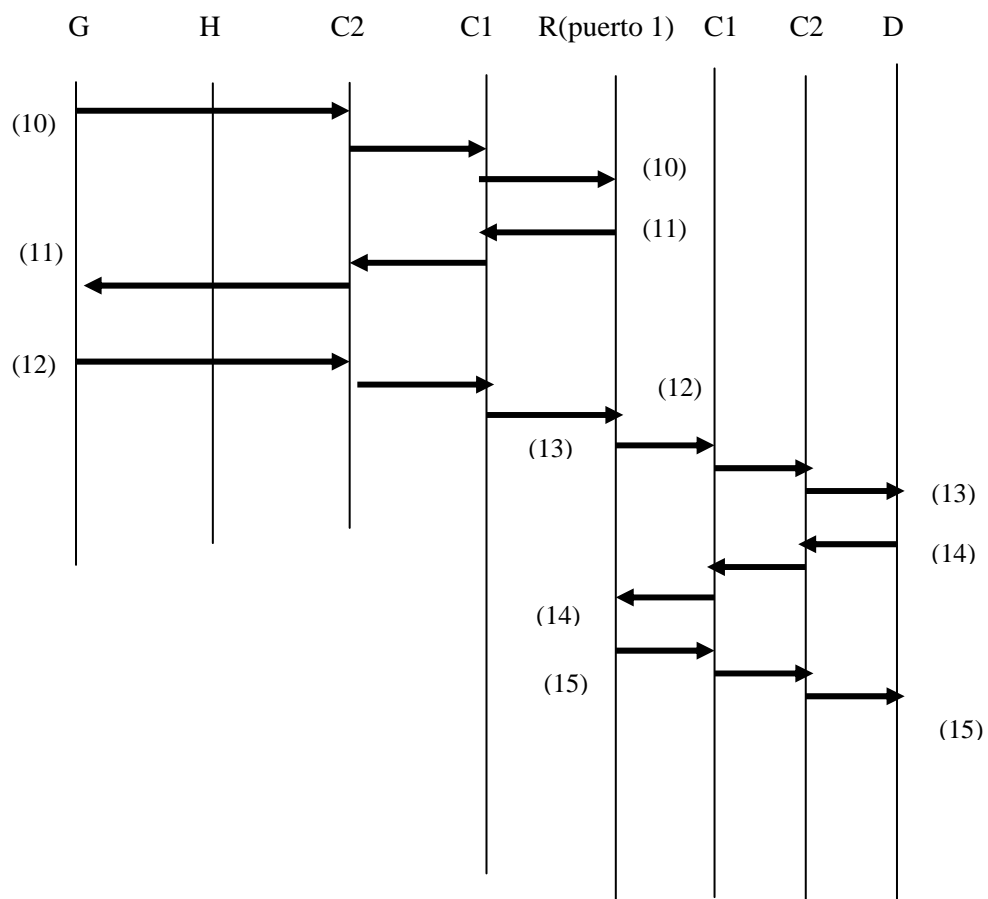
Solución 5.1: En el interfaz de red asociado al puerto 1 se le asigna, además de la dirección IP 199.33.22.1 que ya teníamos, la dirección IP 199.33.22.33 que antes tenía el puerto 2.

Solución 5.2:

Tabla de R

Red Destino	Máscara	Gateway	Inferfaz
199.33.22.0	255.255.255.224	*	puerto 1
199.33.22.32	255.255.255.224	*	puerto 1
199.33.22.64	255.255.255.224	*	puerto 3
199.33.22.96	255.255.255.224	*	puerto 4
199.33.22.128	255.255.255.224	*	puerto 5
199.33.22.160	255.255.255.224	*	puerto 6
199.33.22.192	255.255.255.224	*	puerto 7
199.33.22.224	255.255.255.224	*	puerto 8
default	0.0.0.0	202.3.3.1	puerto 9

Solución 5.3:



Trama con ARP Request (10):

Dir. MAC origen: dirMACg

Dir. MAC destino: FF:FF:FF:FF:FF:FF

IP origen: dirIPg

IP destino: 199.33.22.33

Trama con ARP Reply (11):

Dir. MAC origen: **dirMACr-1**

Dir. MAC destino: dirMACg

IP origen: 199.33.22.33

IP destino: dirIPg

Trama con Datagrama IP (12):

Dir. MAC origen: dirMACg

Dir. MAC destino: **dirMACr-1**

IP origen: dirIPg

IP destino: dirIPd

Trama con ARP Request (13):

Dir. MAC origen: dirMACr-1

Dir. MAC destino: FF:FF:FF:FF:FF:FF

IP origen: 199.33.22.1

IP destino: dirIPd

Trama con ARP Reply (14):

Dir. MAC origen: dirMACd

Dir. MAC destino: dirMACr-1

IP origen: dirIPd

IP destino: 199.33.22.1

Trama con Datagrama IP (15):

Dir. MAC origen: dirMACr-1

Dir. MAC destino: dirMACd

IP origen: dirIPg

IP destino: dirIPd