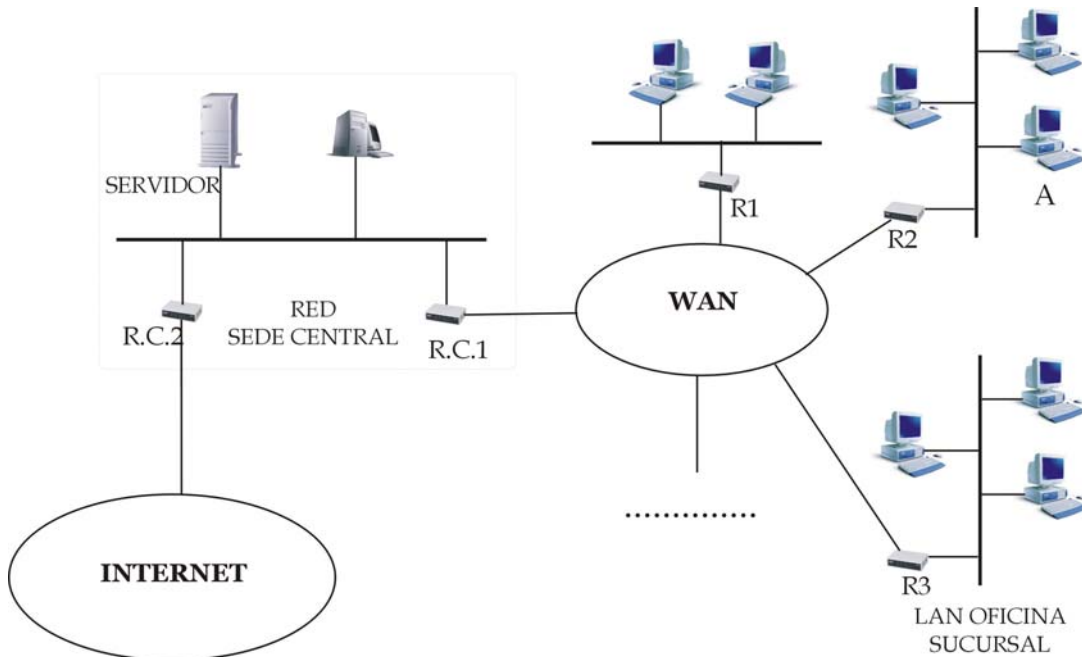


2002-06-27-02

Se pretende interconectar las redes de área local instaladas en las diferentes oficinas con la sede central (así como el acceso a Internet) de una gran empresa a través de enlaces WAN utilizando el protocolo TCP/IP según la configuración que, de forma simplificada, se representa en la siguiente figura:



Cada oficina dispone de un router (R1, R2, R3, ...) conectado a la red local interna y con acceso exterior mediante una conexión WAN. En la red Ethernet de la oficina Central se encuentra el router de acceso para el resto de las oficinas (RC1), un servidor de la Intranet y el router que da acceso a la red Internet (RC2).

Se considera, por término medio, que las oficinas tienen 150 empleados. La sede Central tiene 300 empleados. En el pico de máxima utilización de los enlaces, el 60% de los empleados estará conectado a través de TCP/IP bien al servidor de la Intranet situado en la Central, bien accediendo a servidores externos. Se considera que aproximadamente ambos tipos de acceso se reparten al 50%.

Para realizar un cálculo inicial de la capacidad de los enlaces a contratar, se parte de una topología con 6 sucursales y se estima que en un minuto de conexión, cada usuario descarga 5 documentos de 10 KBytes de tamaño cada uno.

Por otro lado, la empresa dispone de todo el rango de direcciones IP clase C 198.10.5.X. El Administrador de red debe realizar la asignación de direcciones más conveniente y la configuración de las tablas de rutas de los diferentes routers.

Teniendo en cuenta que:

- Las MTU de las distintas subredes son las siguientes: $MTU_{(red\ WAN)}=8000$ octetos; $MTU_{Ethernet}=1500$ octetos.
- Todas las RAL son tipo Ethernet. Las de las oficinas de 10Mbps y la de la Central de 100Mbps de velocidad de transmisión.
- La cabecera TCP ocupa 20 octetos, la del datagrama IP 20 octetos, la de la trama MAC Ethernet 26 octetos, la de una trama F.R. 6 octetos.
- Las tablas ARP necesarias están actualizadas.

Se pide:

1. Dimensionar los enlaces para los accesos de las sucursales con la red WAN, la central con la red WAN y para el acceso a Internet. Para realizar estos cálculos despreciar tiempos de propagación y/o proceso así como la sobrecarga de las diferentes cabeceras de los protocolos.
2. Decidir que tipo de red WAN, de las conocidas, sería la más conveniente para contratar los diferentes enlaces.
3. Realizar una tabla con una posible asignación de direcciones IP para cada una de las subredes existentes.
4. Indicar la máscara de red a utilizar.
5. Tabla de rutas del router RC1.
6. Para realizar la descarga, desde el servidor de la Central hasta un equipo de cualquiera de las oficinas, de un documento como el indicado anteriormente, indicar el número, tamaños y estructura de las diferentes UDP's a nivel de enlace que viajan a través de las subredes involucradas.

SOLUCIÓN

1) Cálculo para dimensionar los enlaces.

Cada usuario descarga 5 documentos de 10 Koctetos cada minuto. Veamos el tráfico promediado que genera por segundo:

$$(5 \text{ documentos}) (10 \cdot 1024 \cdot 8) = 409600 \text{ bits por minuto}$$

Expresado en bits por segundo:

$$409600/60 = 6826,66 \text{ bps}$$

Veamos el tráfico que se genera desde cualquier oficina a la central:

El 60% de 150 empleados está conectado. Cada empleado genera 6826,66 bps.

$$0,6 \cdot 150 \cdot 6826,66 = 614400 \text{ bps genera cada oficina.}$$

Los enlaces desde cada oficina a la central han de soportar al menos esa capacidad.

Como hay 6 oficinas o sucursales, la troncal de acceso de la sede central a la WAN ha de ser de un ancho de banda mínimo de:

$$6 \cdot 614400 \text{ bps} = 3686400 \text{ bps}$$

Para dimensionar la salida a Internet tendremos en cuenta:

En la sede central con 300 empleados, el 60% estará conectado o bien al servidor central o bien a Internet, repartiéndose este tráfico en la proporción del 50%. Lo que viene a decir que de los 300 empleados, 180 que es su 60%; la mitad de su tráfico es a Internet y la otra mitad al servidor central.

Estos empleados generan:

$$180 \cdot 0,5 \cdot 6826,66 = 614399,4 \text{ bps}$$

El 60% de los 900 empleados de las 6 sucursales generan un tráfico hacia Internet que es el 50% del total que generan:

$$540 \cdot 0,5 \cdot 6826,66 = 1843198,2 \text{ bps}$$

Entre todos generan un tráfico por el acceso a Internet de:

$$614399,4 \text{ bps} + 1843198,2 \text{ bps} = 2457597,6 \text{ bps}$$

Las dimensiones más adecuadas de contratación para los enlaces serían las siguientes:

- Enlace de cada sucursal a la WAN: Vale con 640 Kbps. Teniendo en cuenta la posibilidad de crecimiento parece un poco ajustado. Quizás fuera mejor 1 Mbps ó 2 Mbps.
- Enlace de la oficina central a la WAN: Vale con 4 Mbps. Pero haciendo las mismas consideraciones que antes está un poco ajustado. Quizás sería mejor 6 Mbps.
- Enlace con Internet: Vale con 3 Mbps. Este diseño es el más crítico, las posibilidades de crecimiento de demanda de ancho de banda son altas. Quizás sería mejor 6 Mbps ó 8 Mbps.

2) De todas las redes públicas la que proporciona las características más adecuadas para la interconexión entre la central y las sucursales es sin duda Frame-Relay.

3) Tabla con asignaciones de direcciones:

Se dispone de una única red clase C la 198.10.5.0 (255.255.255.0), para dar direcciones IP a toda la empresa (256 direcciones IP). Pocas son. Podemos particionar la red en 8 subredes y asignar cada una de ellas de la siguiente manera:

- Una a la central
- Una a la WAN
- Una a la sucursal 1
- Una a la sucursal 2
- etc-----
- Una a la sucursal 6

En cada una de las 8 subredes tendremos 32 direcciones IP de las que solo 30 serán asignables a interfaces de red.

La máscara de red para las subredes se calcula fácilmente:

Tomando 3 bits de la parte de host para que sean ocho subredes se tendrá:

255.255.255.11100000

que pasado a decimal: 255.255.255.224

Cada subred tendrá, como se ha dicho antes 32 direcciones IP (asignables 30).

Las redes y su asignación son:

SUBREDES	DIRECCIÓN DE RED	ÚLTIMA DEL RANGO
CENTRAL	198.10.5.0	198.10.5.31
WAN	198.10.5.32	198.10.5.63
SUCURSAL 1	198.10.5.64	198.10.5.95
SUCURSAL 2	198.10.5.96	198.10.5.127
SUCURSAL 3	198.10.5.128	198.10.5.159
SUCURSAL 4	198.10.5.160	198.10.5.191
SUCURSAL 5	198.10.5.192	198.10.5.223
SUCURSAL 6	198.10.5.224	198.10.5.255

4) La máscara de la subredes ya se ha calculado antes: 255.255.255.224

5)Tabla de rutas del router RC1.

Según la asignación de subredes realizada anteriormente se van asignar direcciones IP a los interfaces Frame Relay de los routers por el lado de la WAN, para poder referirse a ellos en la tabla de rutas del router RC1. Todos ellos son de la segunda subred: 198.10.5.32.

ROUTER (INTERFAZ DE LA WAN)	DIRECCIÓN IP
RC1	198.10.5.33
R1	198.10.5.34
R2	198.10.5.35
R3	198.10.5.36
R4	198.10.5.37
R5	198.10.5.38
R6	198.10.5.39

Ya se puede escribir la tabla de rutas de RC1:

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	Bucle local
198.10.5.0	255.255.255.224	*	Intfz. ethernet
198.10.5.32	255.255.255.224	*	Intfz. Frame Relay
198.10.5.64	255.255.255.224	198.10.5.34	Intfz. Frame Relay
198.10.5.96	255.255.255.224	198.10.5.35	Intfz. Frame Relay
198.10.5.128	255.255.255.224	198.10.5.36	Intfz. Frame Relay
198.10.5.160	255.255.255.224	198.10.5.37	Intfz. Frame Relay
198.10.5.192	255.255.255.224	198.10.5.38	Intfz. Frame Relay
198.10.5.224	255.255.255.224	198.10.5.39	Intfz. Frame Relay
Defecto	*	198.10.5.1	Intfz. ethernet

Se ha asignado la dirección IP 198.10.5.1 al interfaz ethernet del router de salida RC2.

6) Descargando un fichero de $(10 \cdot 1024)$; 10240 octetos desde el servidor central hasta un equipo de cualquier sucursal. Escribir tamaños y estructura de las Unidades de datos de protocolo en los enlaces de las redes involucradas.

El servidor está en una ethernet con MTU=1500 octetos. La capa de transporte es TCP pues nos dan de dato la cabecera de TCP que es 20 octetos. Se sabe que TCP siempre segmenta los octetos de la aplicación para pasarle a la capa IP un segmento de tamaño tal que encapsulado en datagrama, quepa por la red física para que IP no tenga que fragmentarlo.

Se segmenta en	1460 octetos en aplicación
En transporte	$1460+20 = 1480$
En IP	$1480+20 = 1500$
En Mac 802.3	$1500+26 = 1526$

Como el fichero tiene 10240 octetos se tendrán $10240/1460 = 7,01$ segmentos.

Es decir siete segmentos llenos y uno casi vacío.

Los siete de 1460 son 10220 octetos. El casi vacío es de $10240-10220 = 20$ octetos

En la capa de aplicación	20 octetos
En transporte	$20+20 = 40$
En IP	$40+20 = 60$
En Mac 802.3	$60+26 = 86$

En la red ethernet de la sede central salen:

7 tramas ethernet de 1526 octetos o de 12208 bits con la estructura antes indicada.

1 trama ethernet de 86 octetos o de 688 bits con la estructura antes indicada.

Estas ocho tramas llegarán, secuencialmente, al router RC1 que las recogerá por su interfaz de red ethernet, las desencapsulará (quitando los 26 octetos ethernet) y pasará los ocho datagramas en forma sucesiva a la capa IP donde se encaminarán hacia el router de la sucursal destino a través de su interfaz Frame Relay. El router RC1 encapsulará cada uno de los ocho datagramas en tramas Frame Relay añadiendo 6 octetos en total a la longitud de cada datagrama. Como la MTU de Frame Relay es de 8000 octetos y cada datagrama es mucho menor de ese tamaño el router no fragmentará ninguno.

En la red Frame Relay se transmitirán:

7 tramas de 1500 octetos (datagrama) + 6 octetos (Frame Relay) = 1506 octetos

1 trama de 60 octetos (datagrama) + 6 octetos (Frame Relay) = 66 octetos

Estas ocho tramas se recibirán secuencialmente por el interfaz Frame Relay del router de la sucursal destino, quién las desencapsulará quitándole los 6 octetos de Frame Relay. Los 8 datagramas se encaminarán por la capa IP y saldrán hacia la máquina destino por el interfaz de red ethernet del router. Saldrán secuencialmente, habiendo sido encapsulados en 8 tramas ethernet en las cuales caben perfectamente porque la MTU es de 1500 que es justo el tamaño de siete datagramas de los ocho que vienen.

En la otra ethernet se transmitirán hacia el host destino:

7 tramas de 1500 octetos (datagrama) + 26 octetos (ethernet) = 1526 octetos

1 trama de 60 octetos (datagrama) + 26 octetos (ethernet) = 86 octetos

ooooooooooooOOOOOOOOOOOOOOoooooooooooo