

Examen - 20 de diciembre de 2008 (ref: sirc0812.doc)

Instrucciones

- Indique su nombre completo y número de cédula en cada hoja.
- Numere todas las hojas e indique la cantidad total de hojas que entrega en la primera.
- Escriba las hojas de un solo lado.
- Comience cada ejercicio en una hoja nueva.
- Sólo se contestarán dudas de letra. No se aceptarán dudas de ningún tipo los últimos 30 minutos del examen.
- El examen es individual y sin material.
- Es obligatorio responder correctamente al menos 15 puntos en las preguntas teóricas.
- El puntaje mínimo de aprobación es de 60 puntos.
- Para todos los ejercicios, si es necesario, puede suponer que dispone de los tipos de datos básicos (p.ej. lista, cola, archivo, string, etc.) y sus funciones asociadas (ej: tail(lista), crear(archivo), concatenar(string, string).
- Duración: 3 horas.

Preguntas Teóricas

Pregunta 1 (10 puntos)

Los protocolos del nivel de Transporte brindan las comunicaciones lógicas requeridas por las aplicaciones de los usuarios, y por lo tanto son implementados en los *end systems* (sistemas finales). Discuta si es necesario implementarlos además en los dispositivos intermedios, como por ejemplo *routers* y/o *switches*. Justifique su respuesta.

Pregunta 2 (5 puntos)

Explique que posibles mejora introduce la sustitución de *hubs* por *switches*, en cuanto a *performance* y seguridad en las redes LAN.

Pregunta 3 (10 puntos)

Muestre e identifique en un diagrama topológico los componentes principales de la arquitectura IP Móvil, indicando el rol de cada uno de ellos.

Pregunta 4 (7 puntos)

El protocolo POP3 transmite información de control por el mismo canal de datos. ¿Qué mecanismo utiliza para evitar que la información de señalización se confunda con los cuerpos de los mensajes? Justifique su respuesta.

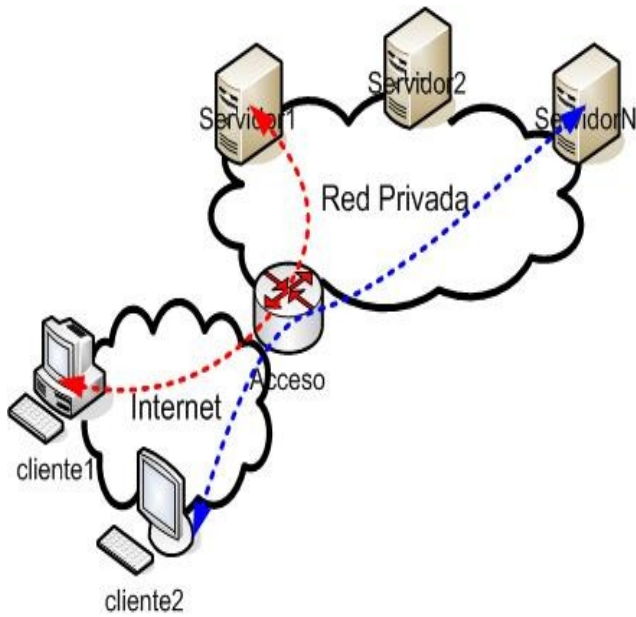
Pregunta 5 (8 puntos)

Se conocen diferentes protocolos (por ej. RTP) para el transporte de *streaming* multimedia. ¿Bajo que hipótesis sobre el comportamiento de la red es posible implantar servicios de telefonía IP basados en transporte TCP en lugar de los protocolos específicos de *streaming*? Justifique su respuesta analizando al menos la pérdida de datos, retransmisión y retardo.

Problemas Prácticos

Problema 1 (30 puntos)

Se desea utilizar una variante del protocolo NAT para realizar balanceo de carga entre tres servidores instalados en una red privada. Los servidores tienen direcciones privadas *IP_1*, *IP_2*, *IP_3*, y publican un servicio en el puerto *PORT*. El servicio es conocido en Internet a través del sistema *Acceso*, router de la red privada, cuya dirección pública es *IP_SERVICIO*. Se utiliza el mismo puerto *PORT* para accederlo.



Al llegar una solicitud de servicio a *Acceso*, se debe redireccionar la misma al servidor que se encuentre atendiendo menor número de requerimientos (balanceo de carga).

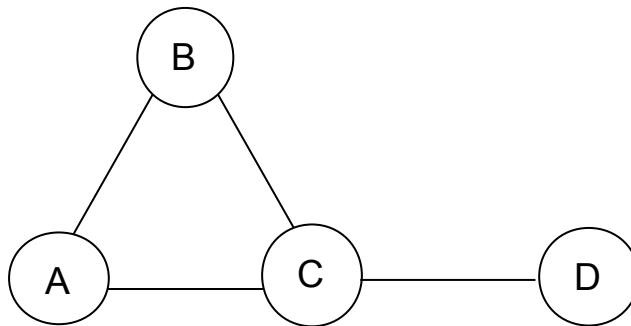
Acceso debe modificar los paquetes IP que pasen a través de él, de forma que el tráfico de aplicación entre los clientes y servidores sea posible. Una vez establecida una correspondencia entre un cliente y un servidor, debe mantenerse dicha correspondencia mientras se mantenga el flujo de tráfico. Se considera que el flujo ha terminado cuando transcurrieron *TIMEOUT* segundos sin tráfico.

Se pide:

- a) Indique qué campos deben modificarse en los paquetes que llegan a *Acceso* para lograr el redireccionamiento especificado. ¿Es necesario modificar los encabezados de capa 4 o solamente los de capa 3? Justifique su respuesta.
- b) En base a la respuesta anterior, especifique las estructuras que necesita almacenar *Acceso* para realizar la traducción de direcciones y el balanceo de carga.
- c) Especifique, en un lenguaje de alto nivel, el procedimiento que debe ejecutar *Acceso* cada vez que recibe un paquete, para cumplir la funcionalidad descrita.

Problema 2 (30 puntos)

Se considera una red de cuatro nodos A,B,C y D con la topología que se muestra en la figura; los enlaces tienen costo unitario.



Esta red ejecuta un protocolo de enrutamiento genérico de la familia “vector-distancia” (distance-vector). Se pide:

- a) Suponiendo la topología de la red estable en el tiempo y que los nodos son todos encendidos simultáneamente (es decir, se inician todos en el mismo estado con sus tablas de distancias vacías), deduzca las sucesivas tablas de distancias de A, B, C y D hasta llegar al estado estable de la red.
- b) Escriba la tabla de forwarding de cada nodo en el formato Destino, Próximo Salto, Costo.

- c) Explique que sucede con las tablas de distancias si se apaga en nodo D. Justifique incluyendo algunas iteraciones de la tabla de distancias de A.

Solución

Pregunta 1 (10 puntos)

La pregunta se centra en los protocolos TCP y UDP. En particular TCP, “sustenta” aplicaciones como navegadores y sus protocolos asociados (http, https), correo electrónico y sus protocolos más conocidos (smtp, pop3, imap), todos trabajando en un modelo cliente/servidor claramente identificable. Para que los datagramas IP que llevan los mensajes que se intercambian entre los diferentes sistemas finales lleguen a destino, se requiere de un conjunto de redes interconectadas compuestas fundamentalmente por routers y switches. Éstos equipos son gestionados por diferentes grupos de administradores (lo que podemos asociar a los Sistemas Autónomos) que, para realizar dicha tarea, hacen uso de los mismos protocolos (TCP y UDP) y otros, para “sustentar” las comunicaciones lógicas entre sus estaciones de trabajo y sistemas de gestión y, los equipos en cuestión. Una lista no exhaustiva de ellos son, para el caso de TCP, ssh, http, https, bgp y para el caso de UDP, podemos mencionar a snmp. Por lo tanto, dichos protocolos también son implementados en dichos dispositivos intermedios (routers y switches) para una tarea de gestión de los mismos.

Por lo tanto, se puede afirmar que no es necesario para que cumplan su función primordial pero cada vez es más necesario que los implementen los dispositivos intermedios y en particular es casi imposible pensar en un router sin algún tipo de gestión.

Pregunta 2 (5 puntos)

El principio de funcionamiento de los hubs es que todo el tráfico que ingresa por un puerto, es enviado por todos los demás puertos del dispositivo, aunque en la mayoría de los casos el tráfico estará dirigido a uno sólo de dichos puertos (una computadora conectada a dicho puerto). Los switches, por el contrario, al “entender” de direcciones MAC redirigen las tramas que ingresan por un puerto al puerto por donde se alcanza la máquina destino de la misma. No debemos olvidar que éste es el comportamiento en régimen de un switch. En la fase de arranque y aprendizaje, se comporta como un hub a los efectos de ir aprendiendo qué direcciones son alcanzables en cada puerto. Por otro lado, los switches incorporan buffers en cada puerto así como una matriz de conmutación de por lo menos un orden de velocidad mayor a la de los puertos. De esta forma, en un switch podemos tener múltiples comunicaciones simultáneas (a diferencia de un hub), ellas full-duplex y cada puerto de un switch puede ser un sólo dominio de colisión (frente al único dominio de colisión que significa un hub) todo lo que redundante en un aumento notorio de la performance de la red implementada con switches en lugar de hubs. Por otro lado, la mejora en cuanto a seguridad está basada en que, en un switch funcionando en régimen, el tráfico sólo es enviado al puerto donde está conectada la máquina destino del mismo, lo que permite “ocultar” el dicho tráfico al resto de las máquinas conectadas al switch. También la implementación de VLANs puede ser una medida que colabore a la seguridad en una red switchheada.

Pregunta 3 (10 puntos)

Se debe realizar una topología (como la vista en las clases de teórico) que contenga los siguientes componentes:

- HA: Home Agent
 - un extremo del túnel
- FA: Foreign Agent
 - otro extremo del túnel
- MN: Mobile Node
 - nodo móvil que soporta IP Móvil
- HA: Home Address
 - Dirección IP del MN del rango perteneciente a la HN
- CN: Correspondent Node
 - Nodo cualquiera de Internet con el que el MN intercambia información

- HN: Home Network
 - Red hogar del MN y del HA
- FN: Foreign Network
 - Red visitada por el MN
 - El FN puede ser HA para sus MN
- Túnel
 - Permite la redirección del tráfico destinado al MN pero que actualmente se encuentra en la FN. El tráfico es interceptado por el HA previamente.
- CoA: Care of Address
 - Dirección que identifica al MN en la FN y que es el extremo del tunel en la FN.
 - CCoA (Collocated CoA)
- Internet

Pregunta 4 (7 puntos)

El protocolo POP3 se basa en el intercambio de mensajes de control (orientados a texto) y transferencias de datos (con contenido arbitrario). El protocolo reserva la secuencia CRLF.CRLF para indicar el fin de mensaje. En caso que el mensaje contenga la misma secuencia como parte del mensaje se realiza el stuffing de la secuencia convirtiéndola en CRLF..CRLF

Pregunta 5 (8 puntos)

La utilización de TCP/IP para ofrecer servicios multimedia de tiempo real va en contra de los requerimientos clásicos del transporte isócrono. TCP ofrece entrega ordenada y retransmisión en caso de pérdidas, cuando la transmisión multimedia soporta mejor la pérdida de ráfagas de tráfico que el delay introducido por la retransmisión. Lo que permite la transmisión de tráfico de tiempo real sobre TCP es la combinación de un gran ancho de banda disponible y baja latencia en los servicios de comunicación actuales (permitiendo retransmisiones con un delay bajo, tolerable para el audio, por ejemplo). El otro factor que incide positivamente son las bajas tasas de pérdidas de servicios digitales domésticos (p.e. ADSL), que reduce a niveles aceptables la cantidad de retransmisiones por unidad de tiempo.

Problema 1 (30 puntos)

a) Solamente necesitamos modificar campos de capa 3. Cuando llega un paquete IP de un host externo, elegimos el servidor menos cargado y pisamos la IP de destino del paquete poniendo la IP del servidor elegido. Cuando un paquete viene de un servidor interno y va hacia fuera sólo es necesario pisar la IP de origen y poner la del router.

No es necesario modificar los puertos de origen y destino de los paquetes, pero sí es necesario guardarlos en la tabla de NAT para poder enviar los datos de una misma conexión TCP siempre hacia el mismo servidor.

b)

```
struct NATRegister {
    int32 srcIP;
    int32 dstIP;
    int16 srcPort;
    int16 dstPort;
    long timestamp;
}

Map<{int32, int16}, NATRegister> NATTable;
// usamos una tabla indizada por el par {ip, puerto} de origen
// tenemos las operaciones habituales para obtener, insertar y eliminar de la tabla

Map<int32, int> cantidadConexiones;
// esta tabla nos indica cuántas conexiones tenemos por cada servidor
// contamos con una operación que nos devuelve la IP del servidor con la menor cantidad
// además de las operaciones habituales de inserción, consulta y borrado
```

c)

```
void acceso() {
    NATTable = new Map<{int32, int16}, NATRegister>();
    cantidadConexiones = new Map<int32, int>();
    while (true) {
        PacketIP p = receiveFromNetwork();
        cleanTimeoutRegisters();
        if (p.srcIP in [IP_1, IP_2, IP_3]) {
            // es un mensaje enviado por mis servidores, una respuesta
            NATRegister reg = NATTable.get(p.dstIP, p.dstPort);
            if (reg != null) reg.timestamp = now();
            p.srcIP = IP_SERVICIO;
            sendToNetwork(p);
        } else {
            // viene de afuera
            NATRegister reg = NATTable.get(p.srcIP, p.srcPort);
            if (reg == null) {
                // es un flujo que no conocía, tengo que elegir un servidor
                int32 srvIP = cantidadConexiones.findMinimum();
                reg = new NATRegister();
                reg.srcIP = p.srcIP;
                reg.srcPort = p.srcPort;
                reg.dstIP = srvIP;
                reg.dstPort = PORT; // en realidad no es necesario recordar el puerto
                                   // lo dejamos por completitud
                NATTable.put({p.srcIP, p.srcPort}, reg);
            }
            reg.timestamp = now(); // refresh de la entrada en la tabla
            p.dstIP = reg.srcIP;
            sendToNetwork(p);
        }
    }
}

void cleanTimeoutRegisters() {
    long maxTime = now() + TIMEOUT;
    for each NATRegister reg in NATTable {
        if (maxTime > reg.timestamp) {
            NATTable.remove(reg);
            cantidadConexiones[reg.dstIP]--;
        }
    }
}
```

Problema 2 (30 puntos)

a)

t=0

A

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	INF
	B				
	C				
	D				

B

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A				
	B	1	0	1	INF
	C				
	D				

C

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A				
	B				
	C	1	1	0	1
	D				

D

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A				
	B				
	C				
	D	INF	INF	1	0

t=1

A

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	INF
	C	1	1	0	1
	D				

B

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	INF
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D				

C

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	INF
	B	1	0	1	INF
	C	1	1	0	1
	D	INF	INF	1	0

D

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A				
	B				
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

t=2

A

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	INF	INF	1	0

B

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	INF	INF	1	0

C

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

D

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	INF
	B	1	0	1	INF
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

t=3

A

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

B

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

C

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

D

		COSTO A			
		A	B	C	D
DESDE	A	0	1	1	2
	B	1	0	1	2
	C	1	1	0	1
	D	2	2	1	0

b) Tablas de forwarding

A

DESTINO	PRÓX. SALTO	COSTO
B	B	1
C	C	1
D	C	2

C

DESTINO	PRÓX. SALTO	COSTO
A	A	1
B	B	1
D	D	1

B

DESTINO	PRÓX. SALTO	COSTO
A	A	1
C	C	1
D	C	2

D

DESTINO	PRÓX. SALTO	COSTO
A	C	2
B	C	2
C	C	1

c) Si se apaga el nodo D se produce un fenómeno de “conteo a infinito” en los nodos A y B. Ésto se debe a que cada uno dice saber llegar a C con cierta distancia (inicialmente 1) y en cada intercambio de tablas se va incrementando en cada nodo (A y B), potencialmente a infinito.