

Solución Segundo Parcial – 20 de noviembre de 2023
(ref: sol_prc20231120.odt)

Pregunta 1 (10 puntos)

- a) Defina *Round Trip Time* (RTT).
- b) Explique cómo se relacionan el $RTT_{estimado}$ y el $RTT_{muestra}$ de TCP.
- c) ¿Qué situaciones presentes en la red pueden afectar el valor del $RTT_{muestra}$ de una conexión TCP?

Solución Pregunta 1

- a) El RTT o tiempo de ida y vuelta es el tiempo que transcurre entre que se envía un mensaje (segmento en el contexto de TCP) y se recibe otro mensaje (segmento) generado en el destino como respuesta al primero.
- b) La fórmula que los vincula es: $RTT_{estimado} = (1 - \alpha) * RTT_{estimado} + \alpha * RTT_{muestra}$ donde α típicamente vale 0,125.
La fórmula muestra cómo se estima el nuevo valor de RTT cada vez que hay un nuevo valor de $RTT_{muestra}$.
 α refleja la influencia de los valores más recientes para el cálculo del $RTT_{estimado}$, suavizando los picos que pueden observarse en los sucesivos valores de $RTT_{muestra}$. Se asigna mayor peso a las muestras más recientes que a las más antiguas.
- c) Los valores de $RTT_{muestra}$ fluctuarán de un segmento a otro fundamentalmente a causa de la congestión en la red y a la variación de la carga en los sistemas terminales.

Pregunta 2 (10 puntos)

- a) En un contexto general, comente brevemente las 2 principales manifestaciones a partir de las cuales se puede inferir que se está experimentando congestión en una red.
- b) Explique de forma resumida porqué se dice que el control de congestión de TCP es de crecimiento aditivo y decrecimiento multiplicativo (AIMD, *Additive-Increase*, *Multiplicative-Decrease*).

Solución Pregunta 2

a) Las 2 manifestaciones principales son:

retardos grandes – debido a encolamiento de paquetes en los buffers de los routers
pérdida de paquetes (lo que puede ocasionar retransmisiones)– por el desbordamiento de los buffers de los routers

b)

No considerando la fase inicial de arranque lento y suponiendo que las pérdidas se señalizan por la recepción de 3 ACKs duplicados, se dice que TCP es AIMD,

Incremento Aditivo (lineal): porque el transmisor TCP incrementa la tasa de envío en 1 MSS en cada RTT hasta que se detecta una pérdida.

decrecimiento multiplicativo: porque el transmisor TCP decrementa la tasa de envío a la mitad justo antes de la pérdida, ante cada evento de segmento perdido.

Pregunta 3 (10 puntos)

- a) Redacte un párrafo donde vincule adecuadamente los siguientes 6 conceptos de la Capa de Red: plano de control, plano de datos, *routing* (enrutamiento), *forwarding* (reenvío), alcance local y alcance global.
- b) Mencione y explique brevemente los dos protocolos básicos de Capa de Red y tres protocolos de enrutamiento vistos en el curso.
- c) ¿Cuáles son los beneficios de activar el servicio de DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) en una red?

Solución Pregunta 3

a) Las 2 funciones principales de la Capa de Red, routing y forwarding, están implementadas en el plano de control y en el plano de datos respectivamente. El primero de ellos tiene alcance global (la red) y el segundo, alcance local (en el router).

b)

Protocolos básicos de Capa de Red: IP e ICMP

IP (Internet Protocol): protocolo no orientado a conexión, que ofrece un servicio de “mejor esfuerzo”, que lleva la información originada en los sistemas terminales. Los mensajes de este protocolo son reenviados por los routers en función de la dirección destino contenida en los mismos.

ICMP (Internet Control Message Protocol): protocolo de capa de red y cuyos mensajes viajan como carga útil del IP, y que está destinado a reportar situaciones que se presentan tanto en los nodos intermedios como también en los sistemas finales, mediante diferentes tipos de mensajes de control y error.

c)

Beneficio 1) mediante la activación del servicio DHCP en una red LAN es posible gestionar de manera centralizada la configuración de red de los dispositivos presentes en la LAN. El uso más típico es asignar una dirección IP (de 1 pool de direcciones previamente configurado en el DHCP server) a cada dispositivo (client) que así lo requiera. Además, también es posible realizar otras configuraciones “básicas” de red en los dispositivos (clientes), como por ejemplo: nombre de dominio de DNS, servidor/es de DNS.

Beneficio 2) de esta forma es posible realizar una gestión más eficaz y eficiente del recurso “direcciones IP”, asignándolas “a demanda” y no de manera predeterminada (fija, manualmente) en cada dispositivo, considerando además que en las redes actuales la movilidad de los dispositivos conectándose a diferentes redes es cada vez más común.

Pregunta 4 (10 puntos)

Con el objetivo de no sufrir el agotamiento de las direcciones IPv4, durante varios años se han seguido varias estrategias, siendo 2 ellas la configuración de NAT (*Network Address Translation*) y la adopción de IPv6.

- a) Considere una conexión a Internet del tipo hogareña, a la que el ISP le asigna una IP pública (138.76.29.7) y donde en la red del hogar se utiliza el prefijo 172.30.30.0/24 para la asignación de direcciones IP a cada uno de los dispositivos conectados a ella. Explique detalladamente el principio de funcionamiento de NAT en este contexto.
- b) Describa brevemente el mecanismo de transición de IPv4 a IPv6 denominado *tunneling*.

Solución Pregunta 4

a) IP pública: 138.76.29.7 - IPs privadas: 172.30.30.0/24

Todos los dispositivos en la red hogareña comparten una única dirección pública al momento que los paquetes generados por ellos “salen” a Internet.

Todos los datagramas que salen de la red local tienen la misma IP de origen: 138.76.29.7 y diferente puerto origen.

Por lo tanto, para cada datagrama que llega desde la red interna (lado LAN) y está destinado a Internet, el dispositivo que realiza NAT (router) reemplaza la IP origen (del rango 172.30.30.0/24) por la IP 138.76.29.7, el puerto origen por un nuevo puerto origen, y reenvía el paquete hacia Internet (lado WAN), sin modificar ni IP destino ni puerto destino.

Ejemplo: cambia (172.30.30.10, 4567) por (138.76.29.7, 5678)

Las respuestas que provienen desde Internet (lado WAN) y destinadas a la red local (lado LAN) llegan con IP y puerto destino los traducidos por NAT. Siguiendo con el ejemplo, serían (138.76.29.7, 5678). No se modifican ni IP origen ni puerto origen.

El router NAT mantiene una tabla NAT que contiene esa información de traslación:

Tabla NAT

Lado LAN	Lado WAN
172.30.30.10, 4567	138.76.29.7, 5678

b) El mecanismo de tunneling es aquel donde los datagramas IPv6 (originados en redes IPv6) son llevados como carga útil de datagramas IPv4 mientras viajan en redes sólo IPv4. De esta manera se pueden interconectar “islas” IPv6 a través de una red IPv4. Mientras los paquetes se mueven en las islas son paquetes IPv6 “puros”; antes de ingresar a la red IPv4 se encapsulan en IPv4. Al abandonar la red IPv4 se extrae la carga útil (paquete IPv6) y es lo que se reenvía en la isla IPv6.

Pregunta 5 (10 puntos)

- a) Mencione y describa muy brevemente las 3 clases principales de protocolos MAC existentes.
- b) ¿Cuál es el principio de funcionamiento de la funcionalidad de los *switches* denominada *self-learning* (auto-aprendizaje)?

Solución Pregunta 5

a) Las 3 categorías son: (1) protocolos de particionamiento del canal, (2) protocolos de acceso aleatorio y (3) protocolos de toma de turnos.
(1) – se divide el canal en pequeñas “piezas” (ranuras de tiempo, frecuencias, códigos) y se asigna el uso de cada una de ellas a cada nodo y de forma exclusiva.
(2) – el canal no se divide y las estaciones compiten por el uso del mismo, por lo que podrían ocurrir colisiones; algunos protocolos optan por recuperarse de ellas y otros, por evitarlas.
(3) – Cada nodo dispone de un turno para transmitir y luego de hacerlo, otro nodo tendrá la posibilidad de hacerlo. Algunos protocolos implementan los roles maestro y esclavo, donde el primero controla el uso del medio, mientras que otros protocolos implementan el “paso de testigo”, donde sólo quien lo tiene puede transmitir.

b)

Auto-aprendizaje: los switches aprenden qué hosts pueden ser alcanzados a través de qué interfaces

1. Inicialmente, la tabla de conmutación del switch está vacía
2. Para cada trama entrante recibida en una interfaz, el switch almacena en su tabla la dirección MAC especificada en el campo dirección de origen de la trama, la interfaz de la que procede la trama y la hora actual. De esta forma, el switch registra en su tabla el segmento de la LAN en la que reside el emisor. Si todos los hosts de la LAN terminan enviando una trama, entonces todos los host terminarán estando registrados en la tabla.
3. El switch borra una dirección de la tabla si no se recibe ninguna trama con esa dirección como dirección de origen transcurrido un cierto periodo de tiempo (el tiempo de envejecimiento o TTL).

De esta forma, si un dispositivo es sustituido por otro (con un adaptador diferente), la dirección MAC del dispositivo original será eliminada de la tabla de conmutación.