

**Segundo Certamen (Tiempo: 90 min.)**

Si algo no está claro, haga una supuesto razonable, anótelo, y responda conforme a ello.

1.- (50 puntos) Responda en forma **precisa** y **clara** (cuide su caligrafía, 5 puntos cada respuesta):

- a) TCP envía una retransmisión rápida luego de recibido el tercer acuse de recibo duplicado. Si se hubiera optado por reenvíos luego del primer acuse duplicado, ¿usted hubiera esperado mayor o menor retardo observado por la aplicación?, ¿Mayor o menor congestión en la red?

*Menor retardo y mayor congestión.*

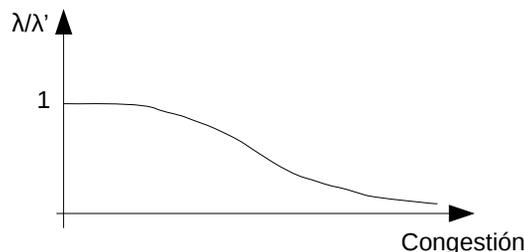
- b) Al terminar una conversación telefónica uno de los involucrados (A) escucha un “chao” desde el otro extremo (B). Ante esto, A responde con un “chao” y cuelga inmediatamente. ¿Cuáles deberían ser las acciones de A y B para que esta despedida siga la secuencia de cierre de conexión de TCP? Suponga que B inicia el cierre con un “chao” que A escucha bien.

*B envía “chao”, ante su recibo en A, éste envía un “chao” y se queda esperando un rato por si B vuelve a despedirse. Si luego de un rato no llega otro “chao”, A cuelga.*

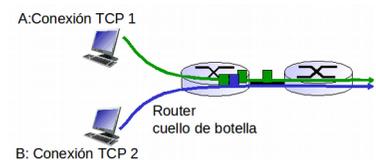
*Cuando el “chao” de A llega, B cuelga el teléfono.*

*NOTA: Se supone que no se pierden mensajes.*

- c) Una aplicación pasa datos a una tasa  $\lambda$  a la capa de transporte. La capa de transporte pasa datos a tasa  $\lambda'$  a la capa de red. Muestre una gráfica cualitativa de la razón  $\lambda/\lambda'$  versus congestión.



- d) Dos usuarios A y B comparten un router congestionado y envían muchos datos cada uno vía una conexión TCP hacia destinos distintos. Un compañero dice que si la conexión de A tiene un MSS (Maximum Segment Size) la mitad de B y RTT similar, entonces A obtendrá una menor tasa de salida de ese Router congestionado. ¿Está usted de acuerdo? Explique.



*Verdadero. Ante una pérdida, ambos bajan su tasa a la mitad. Luego*

*comienzan a subir su tasa por cada ACK recibido de manera de aumentar en un MSS al cabo de un RTT. Como A tiene menor MSS y ambos un RTT similar, A terminará subiendo su tasa más lentamente y obtendrá menor tasa promedio.*

- e) Según su capacidad para conmutar paquetes, ordene de menor a mayor las arquitecturas de conmutación de los routers: memoria, bus y red de interconexión.

*Memoria < bus < red de interconexión*

- f) ¿Cuáles son los tamaños de los fragmentos IPv4 generados por un router que necesita enviar un datagrama IP de 1944 [byte] por un enlace cuya unidad de transmisión máxima (MTU) es 986 [byte]? Suponga un encabezado IP de 20 [byte].

*Parte entera((986-20)/8)\*8=960 bytes de datos del datagrama que van en primer fragmento.*

*Quedan 1944-20-960 = 964 bytes de datos por transmitir. 964 +20 = 984 bytes, como caben en MTU, no se requiere nueva fragmentación. Luego:*

*Tamaño de primer fragmento es de 980 bytes.*

*Tamaño de segundo fragmento es de 984 bytes.*

g) ¿Cuáles son los valores para el campo offset de los fragmentos IPv4 generados por un router que necesita enviar un datagrama IP de 1944 [byte] por un enlace cuya unidad de transmisión máxima (MTU) es 986 [byte]? Suponga encabezado IP de 40 [byte].

*Primer fragmento: offset 0.*

*Segundo fragmento: offset 118.*

*Tercer fragmento: offset 236.*

h) Si la red WiFi de la UTFSM le asigna la dirección 10.111.1.31 con máscara 255.255.252.0 ¿Cuántas direcciones IP tiene esa subred? ¿Cuál es la dirección IP más pequeña asignable a un equipo?

*10.111.1.31 = 00001010 01110111 00000001 00011111 Máscara termina en 11111100 00000000*

*Se disponen de 4\*256=1024 direcciones (asignables 1022).*

*La IP más pequeña es 10.1.111.0.1*

i) Un alumno deja corriendo una aplicación servidora en su computador conectado a la WiFi de la UTFSM. Informa su IP a uno de sus compañeros en casa y pide que se conecte a su servidor. ¿Por qué no funciona tal conexión? Deciden cambiar roles ¿De qué depende que al correr el servidor en la casa de su compañero el cliente sí se pueda conectar? Suponga que no existen cortafuegos en la ruta.

*Se debe a que cuando el computador está en la WiFi de la UTFSM, su salida a Internet pasa por un NAT. La conexión no funciona porque el servidor está en una red con NAT de salida y su IP no es única en Internet.*

*Depende de que el servidor en casa del compañero tenga una IP privada, es decir si su proveedor de acceso utiliza o no un NAT para sus subcriptores.*

j) Un computador A debe pasar por un único router R para llegar a un computador B.  $A \leftrightarrow R \leftrightarrow B$   
 Sea  $IP_a$ ,  $MAC_a$ ,  $IP_r$ ,  $MAC_r$ ,  $IP_b$ ,  $MAC_b$ , las direcciones IPs y MACs de A, R y B respectivamente. Complete la siguiente tabla para las IPs y MACs de un datagrama enviado por A con destino final B en su paso de A a R y de R a B.

Trama	IP origen	IP destino	MAC origen	MAC destino
A → R	$IP_a$	$IP_b$	$MAC_a$	$MAC_r$
R → B	$IP_a$	$IP_b$	$MAC_r$	$MAC_b$

2.- (30 puntos) Usando el modelo de la red mostrado:

a) Muestre los pasos seguidos al aplicar el algoritmo de Dijkstra para el nodo "b".

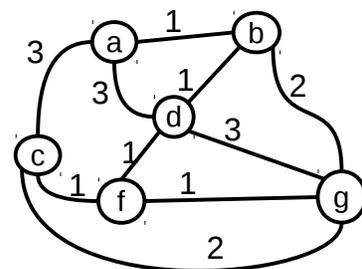
b) Determine la tabla de ruta para el nodo "b".

c) Suponga ahora que la red ocupa el algoritmo vector de distancia con "reversa envenenada" y se ha llegado al estado de equilibrio:

i) ¿Cuál es el último vector de distancia recibido por b desde d?

ii) ¿Cuál es el último vector de distancia recibido por b desde g?

iii) En ese momento se corta el enlace entre b y d. Muestre los vectores de distancia que b envía a sus vecinos inmediatamente después de detectar el corte.



a)

Paso	$N'$	$D(a), p(a)$	$D(c), p(c)$	$D(d), p(d)$	$D(f), p(f)$	$D(g), p(g)$
Cond. Inicial	$b$	<u>1, b</u>	$\infty, -$	$1, b$	$\infty, -$	$2, b$
1	$b a$		$4, a$	<u>1, b</u>	$\infty, -$	$2, b$
2	$b a d$		$4, a$		<u>2, d</u>	$2, b$
3	$b a d f$		$3, f$			<u>2, b</u>
4	$b a d f g$		<u>3, f</u>			
5	$b a d f g c$					

15 puntos

b) Tabla de ruta para b

Destino	a	c	d	f	g
Próximo	a	d	d	d	g
Costo	1	3	1	2	2

5 puntos

c)

i)

Destino	a	c	f	g
Costo	$\infty$	2	1	2

ii)

Destino	a	c	d	f
Costo	$\infty$	2	2	1

5 puntos

iii)

→ a

Destino	a	c	d	f	g
Costo	1	$\infty$	4	3	2

→ g

Destino	a	c	d	f	g
Costo	1	4	$\infty$	$\infty$	2

5 puntos

Aquí se supuso que luego del corte, b prefiere llegar a c vía a; también pudo haber optado por g.

3.- (20 puntos) Una subred cuenta con un equipo NAT, el cual sale a Internet a través de una IP única. Considerando el siguiente escenario:

\* El NAT elimina entradas de su tabla NAT luego de  $\Delta$  segundos sin actividad.

\* Cada conexión registrada en la tabla NAT genera un intercambio de datos por  $d$  segundos y no vuelve a tener actividad.

\*  $x$  es la tasa de conexiones (IP origen, Puerto origen, IP destino, Puerto destino) desde la subred que demandan nuevas entradas en la tabla NAT.

a) Determine el número de conexiones totales que el NAT puede mantener en forma simultánea.

b) Obtenga una expresión para el número de puertos de salida usados por en NAT en función de  $x, d, \Delta$  y  $t$ .  $t$  es el tiempo. Suponga que el número de puertos de salida usados inicialmente es 0, es decir la tabla está vacía.

c) ¿Estime el valor máximo para  $x$  que puede atender este NAT? Use  $\Delta=15$  [s],  $d=5$ [s] .

a) Un NAT ocupa un puerto por cada flujo de datos desde la red interna. Como el número de puerto es de 16 bits, el número de conexiones simultáneas es  $2^{16}$ . 10 pts

b) Un modelo para el número acumulado de solicitudes y número acumulado de solicitudes eliminadas puede ser:

Al comienzo sólo ingresan requerimientos de entradas en la tabla NAT, al cabo de un rato, las entradas antiguas serán eliminadas y éstas generan espacio para las nuevas. Como la tasa de solicitudes  $x$  es la misma de eliminación más tarde, el número máximo de entradas ocupas se alcanza en  $t = d + \Delta$ .

$$\text{Número de puertos usados} = \begin{cases} x * t & \text{if } t \leq d + \Delta \\ x * (d + \Delta) & \text{if } t \geq d + \Delta \end{cases} \quad 6 \text{ pts}$$

c)

$$2^{16} = x_{\max} * (d + \Delta)$$

$$x_{\max} = \frac{2^{16}}{(d + \Delta)} = \frac{65536}{20} = 3276 \left[ \frac{\text{solicitudes}}{s} \right] \quad 4 \text{ pts}$$