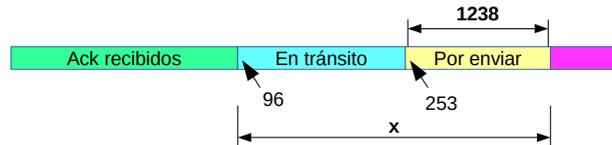


**Segundo Certamen (Tiempo: 90 min.)**

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 por cada respuesta):

- a) Luego de recibir un acuse de recibo con ACK=96 y tamaño de ventana  $x$ , el lado transmisor TCP se prepara para enviar un segmento con número de secuencia 253 con 1238 bytes de datos. ¿Cuál es rango de valores posibles para  $x$ ? (indique el intervalo al cual pertenece  $x$ )



Bytes en tránsito =  $254 - 96 = 157$ , así el buffer informado debe ser superior a  $157 + 1238 = 1395$

*La ventana tiene un campo limitado en el encabezado del datagrama, luego:*

$$1395 \leq x \leq \text{tamaño máximo según campo window size.}$$

- b) Mencione una situación en que un receptor TCP pueda recibir un **segmento de datos** duplicado.  
*Si el temporizador expira prematuramente (timeout prematuro), el transmisor enviará un segmento que luego será detectado como duplicado en receptor.  
 Pérdida del último ACK. Expira el timer del transmisor y se re-envía último paquete.*

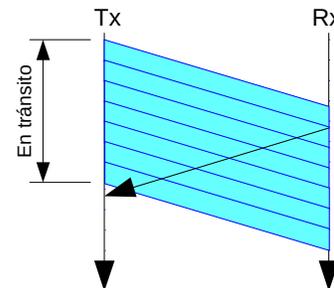
- c) En ausencia de congestión en la red, un transmisor TCP, Tx mide un RTT (Round-Trip Time) de 80 [ms]. Si el camino extremo a extremo entre Tx y Rx ofrece una tasa máxima de la capa física de 2Mbps, ¿Estime el tamaño de buffer receptor necesario para que el control de flujo no limite la tasa de transferencia entre ambos? ¿Es éste un valor mínimo o máximo para el tamaño del buffer? (como se pide estimar, desprecie el tamaño de los encabezados).

*Si no hay congestión, la ventana de TCP puede aumentar regularmente.*

*La tasa de datos posibles de enviar no será limitada por el control de flujo si el Tx puede enviar datos de manera continua hasta la recepción de un ACK.*

*Para esto, el buffer receptor debe poder acomodar todos los datos en tránsito. Así:*

$$\text{Tamaño}_{\text{ventana}} \geq 2 * 10^6 [\text{bps}] * 80 * 10^{-3} [\text{s}] = 160 * 10^3 [\text{b}] = 20000 [\text{Bytes}]$$



*Se trata de un valor mínimo.*

- d) Tres estudiantes A, B y C, conectados en una misma sub-red deciden bajar los mismos 10 archivos desde un servidor. A decide crear primero un archivo único copiando los contenidos de los 10 archivos en un único archivo y luego hacer una **única conexión** para bajar dicho archivo. B decide bajar los 10 archivos a través de 10 **conexiones paralelas**. C decide bajar los archivos en forma **secuencial** (uno después del otro) estableciendo una conexión independiente para cada archivo. Una vez que A ha preparado su archivo único, los tres ejecutan su plan para bajar los archivos. Sean  $T_a$ ,  $T_b$  y  $T_c$  los tiempos en que A, B y C bajan todo, ordene estos tres tiempos de menor a mayor.

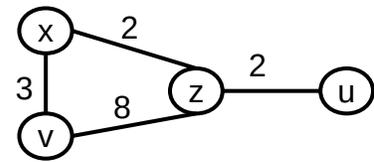
*$T_a$ : se baja un único archivo grande por conexión única: un establecimiento de conexión y la tasa puede subir partiendo en partida lenta.*

*$T_b$ : las 10 conexiones son paralelas, los establecimientos de conexión van en paralelo. B toma mayor proporción de la tasa de salida por tener 10 conexiones paralelas.*

*$T_c$ : las 10 conexiones son secuenciales, hay 10 establecimientos de conexión secuenciales. C toma la tasa equivalente a una conexión como proporción de la tasa de salida.*

$$T_b < T_a < T_c$$

e) Considere la mini-red de routers de la figura. Después de alcanzar estado estacionario y utilizando “reversa envenenada”, ¿cuáles son los últimos vectores de distancias que z recibe de x, v y u?



Desde x

x	z	u	v
0	2	∞	3

Desde v

x	z	u	v
3	5	7	0

Desde u

x	z	u	v
∞	2	0	∞

Se podría omitir distancia al mismo nodo transmisor del vector de distancia.

f) Luego de alcanzar estado estacionario en la mini-red de la pregunta previa, se corta el enlace z-u. ¿Cuáles son los vectores de distancia que z envía a x y v inmediatamente después de detectar ese corte?

Luego del corte y con la información disponible en z, z recalcula sus costos y rutas llegando a:

Destino ->	x	z	u	v
Costo ->	2	0	12	5
Próximo nodo ->	x	z	x	x

12 surge de costo 7 informado por v para llegar a u + 5 para llegar a v desde z. Así los vectores enviados son:

Enviado a x

x	z	u	v
2	0	∞	∞

Enviado a v

x	z	u	v
2	0	12	5

g) ¿Qué explica que dos usuarios conectados a la red WiFi de la UTFSM obtengan la misma dirección IP como respuesta desde un servicio web para conocer su dirección IP (sitio del tipo “What is my IP?”)?

La red WiFi de la UTFSM sale a Internet a través de un NAT, por eso desde la red pública todos los usuarios de la red WiFi son reconocidos como saliendo de una misma dirección IP, la dirección pública del NAT.

h) Mencione dos razones que impulsaron el desarrollo del protocolo IPv6.

\* El agotamiento inminente de las direcciones IPv4 de 32 bits.

\* La aparición de nuevos servicios como multimedia en Internet con demandas de tipos de servicios diferenciados (no solo mejor esfuerzo para todos).

\* Necesidad de aliviar la tarea de los router para aumentar las velocidades de conmutación.

i) ¿Cuántas direcciones IPv4 distintas usarán como interfaz de salida el enlace número 2?

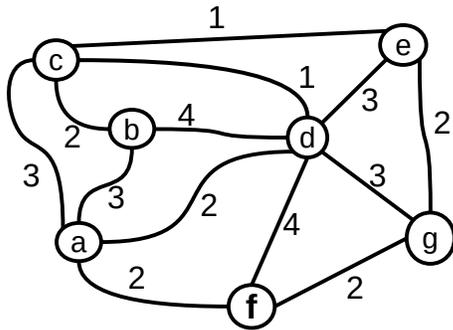
Prefijo Coincidente	Interfaz del Enlace
11001000 00010111 000110001.....	0
11001000 00010111 00011000 .....	1
11001000 00010111 00011 .....	2
Otro caso .....	3

Se irán por enlace 2, todas las IP que comiencen con prefijo 11001000 0010111 00011 (2<sup>11</sup> direcciones), excepto aquellas que continúen con 000 (2<sup>8</sup>); es decir, 2<sup>11</sup>-2<sup>8</sup> = 1792 direcciones.

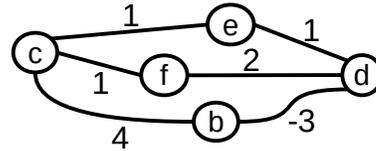
j) Un estudiante dice: “Para provechar mejor un medio compartido, Ethernet agrega Detección de Colisiones al protocolo CSMA (Carrier-Sense Multiple Access); sin embargo, WiFi no considera Detección de Colisiones y en su lugar considera abolición de colisiones, ¿Por qué?” ¿Qué explicación da usted a por qué Ethernet usa detección de colisiones y WiFi no?

WiFi no utiliza detección de colisiones porque no existe tecnología para que un nodo detecte -en todos los casos- la presencia de otra transmisión cuando el nodo ya ha iniciado una transmisión. Las señales inalámbricas tienen un gran rango dinámico (son muy grandes desde equipos cercanos y muy débiles para equipos lejanos). Cuando un equipo transmite, no es posible que detecte la aparición de otra señal débil.

2.- (30 puntos)



- a1) Muestre los pasos seguidos al aplicar el algoritmo de Dijkstra para el nodo "f".
- a2) Determine la tabla de reenvío para el nodo "f".
- a3) Sea nr[i] el número de rutas de costo mínimo para llegar al nodo i desde el nodo "f", obtenga nr[i] para todo i en el grafo.



- b1) Este grafo tiene un enlace de costo negativo. Aplicando algoritmo de Dijkstra ¿cuál es la ruta de menor costo para ir de **c** a **d**?  
¿Diría usted que el algoritmo de Dijkstra funciona en grafos con enlaces de costo negativo?
- b2) Sume tres unidades a cada costo de enlace para que todos sean no negativos. Aplicando el algoritmo de Dijkstra ¿cuál es la ruta de menor costo para ir de **c** a **d**?

A1) (12 puntos, hay más de una solución óptima).

Paso	N'	D(a), p(a)	D(b), p(b)	D(c), p(c)	D(d), p(d)	D(e), p(e)	D(g), p(g)
0	f	<b>2,-</b>	∞,-	∞,-	4, -	∞, -	2, -
1	f, a		5, a	5, a	4, -	∞, -	<b>2, -</b>
2	f, a, g		5, a	5, a	<b>4, -</b>	4, g	
3	f, a, g, d		5, a	5, a		<b>4, g</b>	
4	f, a, g, d, e		<b>5, a</b>	5, a			
5	f, a, g, d, e, b			<b>5, a</b>			
6	f, a, g, d, e, b, c						

A2) Tabla de reenvío (6 puntos). Hay más de una solución

Destino	a	b	c	d	e	g
Próximo nodo	a	a	a (o g o d)	d (o a)	g	g

A3) (6 puntos)

Nodo i	a	b	c	d	e	g
nr[i]	1	1	4	2	1	1

B1) (3 puntos) Si aplicamos Dijkstra, la ruta de menor costo para llegar de c a d resulta ser c-e-d de costo 2. Al observar el grafo la ruta c-b-d tiene costo 1 y es mejor. En este caso Dijkstra no entrega la ruta de menor costo. No funciona.

B2) (3 puntos) Al sumar 3 unidades a cada enlace, la ruta de menor costo para ir de c a d es c-b-d con costo 7. Esto es mejor que las otras dos rutas de costos 8 y 9.

3.- (20 Puntos) En esta pregunta se analiza cómo cambia la eficiencia del protocolo CSMA/CD (Carrier-Sense Multiple Access/Collision Detection) al aumentar la distancia entre los nodos.

Dos nodos A y B, separados a una distancia L, utilizan CSMA/CD en sus transmisiones. Al detectar colisión, cada nodo continúa enviando J [bits] antes de suspender su transmisión.

Considere una velocidad de propagación  $v_p$  para la señal entre A y B, y R [bits/s] como tasa de transmisión:

a) Cuando se produce una colisión ¿Cuál es el tiempo máximo,  $t_m$ , en que el canal está ocupado sin enviar datos útiles?

b) Calcule  $t_m$  para  $R= 10$  [Mbps],  $J= 32$  [bits],  $v_p= 2*10^8$  [m/s], y  $L=1000$  [m].

c) Si para los datos de b) aumentamos la separación L a 2000 [m], ¿Aumenta o se reduce  $t_m$ ? ¿En qué porcentaje cambia?

a) (12 puntos) Cada vez que se produce una colisión, cada nodo detecta que el canal está ocupado un tiempo dado por

$$t_m = \frac{2 * L}{v_p} + \frac{J}{R}$$

Esto corresponde al recorrido de su señal hasta llegar al otro nodo, luego la transmisión de los J [bits] del otro nodo y luego el tiempo de viaje del final de esos J [bits]

b) (4 Puntos)

$$t_m = \frac{2000}{2 * 10^8} [s] + \frac{32}{10 * 10^6} [s] = 10 * 10^{-6} + 3.2 * 10^{-6} [s] = 13.2 [us]$$

c) (4 puntos)

$t_m$  aumenta al aumentar L. Si L aumenta a 2000 [m],

$t_m = 20 [us] + 3.2 [us] = 23.2 [us]$  Lo cual corresponde a un aumento en un 76%.

