



## IIC 2333 — Sistemas Operativos y Redes Soluciones Interrogación 3

Miércoles 29-Octubre-2014

### **Duración:** 2 horas

Esta pauta debe ser tomada como una guía de respuestas y no como una planilla absoluta de soluciones. Las respuestas en esta pauta pueden ser intencionalmente más largas de lo solicitado a los estudiantes, para efectos de dar explicaciones adicionales y respuestas alternativas.

1. [20p] Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. En caso que sean falsas, debe explicar por qué lo son, de lo contrario no tendrán puntaje. (1 cada una)

- 1.1) El espacio ocupado por un archivo en disco no puede ser mayor que el tamaño real del archivo.

**R. FALSO.** El espacio ocupado en disco es **al menos** el tamaño real del archivo. Son iguales cuando el tamaño del archivo es múltiplo del tamaño de los bloques, pero en el caso general probablemente el espacio ocupado en disco será mayor (fragmentación interna).

- 1.2) Las operaciones de copia (*copy*) y de movimiento (*move*) de un mismo archivo toman siempre un tiempo similar, salvo que en el caso de *move* debe sumarse el tiempo necesario para borrar el archivo.

**R. FALSO.** La operación *move* toma en general mucho menos tiempo que la operación *copy*. La razón es que *move* se puede implementar cambiando el nombre del archivo (lo que incluye un cambio de directorio, de ser necesario), y esa operación es muy simple pues solo afecta un campo en el *File Control Block*. En cambio, *copy* **requiere** recorrer todo el archivo de origen para poder escribir el archivo nuevo.

La operación *move* es similarmente costosa a *copy* cuando el destino del archivo se encuentra en un disco físico distinto, ya que en ese caso no basta con cambiar el nombre (aún si está montado), sino que se debe efectuar la copia de los datos, y luego borrar la entrada del archivo de origen.

- 1.3) El borrado de un archivo se puede implementar muy rápidamente eliminando la entrada del directorio, sin embargo es posible que los datos puedan ser recuperados por herramientas de análisis de disco.

**R. VERDADERO.** En general los sistemas de archivos implementan por defecto un borrado simple en que sólo se elimina la entrada del directorio y se asignan los bloques del archivo como libres. Sin embargo el contenido de los bloques de datos queda inalterado y esto puede ser utilizado por las aplicaciones de recuperación de archivos para buscar bloques donde “posiblemente” haya habido un archivo.

Los sistemas de archivos también permiten hacer borrado más destructivos en los cuales antes de declarar los bloques como libres, éstos se sobrescriben con datos aleatorios. Esa operación es más lenta ya que implica recorrer todo el archivo, pero impide que el contenido sea recuperable por otras herramientas.

- 1.4) Dentro de un mismo disco físico todas las particiones deben utilizar el mismo sistema de archivos. Para tener más de un sistema de archivos se necesitan al menos dos discos físicos.

**R. FALSO.** Dentro de una partición solo puede haber un sistema de archivos, pero en distintas particiones puede haber sistemas de archivos distintos. De hecho, es posible y normal tener sistemas operativos que utilizan dos o más particiones que dentro tengan sistemas de archivos distintos.

- 1.5) Al montar un sistema de archivos sobre un punto de montaje (*mount point*), se puede producir que un mismo archivo tenga dos rutas absolutas.

**R. VERDADERO.** Suponga que exista el archivo `/user/cruz/sisop/i3.pdf`. Es posible montar el directorio `cruz` sobre un directorio `/dcc/profs/cruz`. En ese caso, el archivo `i3.pdf` se podrá acceder a través de las rutas absolutas `/user/cruz/sisop/i3.pdf` y `/dcc/profs/cruz/sisop/i3.pdf`. Ambas rutas absoluta son válidas y ninguna es un *link* a la otra.

- 1.6) Los discos de estado sólido (SSD) no sufren de latencia rotacional, y su *seek time* es prácticamente constante para cualquier posición.

**R. VERDADERO.** Es una de las ventajas de los discos SSD.

- 1.7) Al borrar un *soft link* a un archivo se borra solamente el *link*. En cambio, si se borra el archivo referenciado, el *link* se transforma en un *dead link*.

**R. VERDADERO.** Es parte de la definición de los *soft links*.

- 1.8) La asignación enlazada usando bloques (cada bloque almacena un puntero al bloque siguiente) es igualmente eficiente en tiempo de acceso que la asignación enlazada utilizando FAT.

**R. FALSO.** Si bien ambos métodos son ejemplos de asignación enlazada, el método FAT utiliza una tabla para guardar los índices y recorrerlos dentro de la misma tabla sin tener que leer cada bloque del disco para descubrir cuál es el bloque siguiente. Por lo tanto, FAT utiliza mucho menos acceso a disco que la asignación enlazada tradicional.

- 1.9) El espacio libre en disco se puede representar usando un bitmap. Esta representación es fácil de implementar, pero puede ser poco escalable para discos muy grandes.

**R. VERDADERO.** La representación en bitmap puede requiere mucho espacio cuando los discos son muy grandes, ya que necesita una cantidad de bits igual a la cantidad de bloques existentes. Por ejemplo, con un disco de 1 TB, y bloques de 1 KB, se pueden tener  $2^{40-10} = 2^{30}$  bloques, por lo tanto se necesitaría 1Gb.

- 1.10) Un esquema de comunicación cliente/servidor puede ser implementado usando solamente un computador

**R. VERDADERO.** El uso de *sockets* en distintos puertos asociados a distintos procesos dentro de un mismo computador permite simular el funcionamiento (ignorando los efectos de latencia y enrutamiento) de aplicaciones distribuidas, por ejemplo, aplicaciones cliente/servidor. Esto se consigue gracias a que los sistemas operativos implementan por defecto una interfaz de red “local” que apunta al mismo computador (*loopback interface*), aún cuando no haya ninguna tarjeta física de red instalada.

- 1.11) Las direcciones IP se definen por software en la Capa de Enlace

**R. FALSO.** Las direcciones IP se definen por software, en la Capa de Red.

- 1.12) El modo de transmisión *broadcast* se refiere al uso de ondas de radio para transmitir datos

**R. FALSO.** Si bien ése es un caso de comunicación *broadcast*, el modo de transmisión *broadcast* es más general que eso, por lo tanto puede referirse también a una red cableada a través de *hub*.

- 1.13) Las redes de telefonía móvil 3G introdujeron la capacidad de eliminar el cableado terrestre

**R. FALSO.** Las redes de telefonía móvil (desde las primeras generaciones) introdujeron la transmisión inalámbrica de la señal telefónica, pero el cableado terrestre desde las antenas no puede eliminarse si no se quiere quedar aislado de la red cableada.

- 1.14) Una VPN permite conectarse a mayor velocidad entre nodos de una misma subred

**R. FALSO.** Una VPN es una construcción de red que funciona como una capa **sobre** una red existente, por lo tanto no puede ser más rápida (y en general es más lenta) que la red física sobre la cual funciona.

- 1.15) El protocolo NTP (*Network Time Protocol*) permite a un sistema mantener sincronizado su reloj respecto a un servidor remoto. Este es un ejemplo de protocolo de capa de aplicación.

**R. VERDADERO.** NTP es un protocolo que funciona entre programas corriendo en distintos *host*, por lo tanto es un protocolo de capa de aplicación.

- 1.16) Para asegurar una reproducción correcta de una señal se deben utilizar al menos la mitad de la cantidad de armónicos en la representación de una señal en series de Fourier.

**R. FALSO.** La representación de una señal en series de Fourier es, en el caso general, infinita, por lo que no se pueden determinar que “la mitad” de los coeficientes es suficiente. En muchos casos, bastan poco armónicos para representar con suficiente grado de fidelidad una señal binaria.

- 1.17) Una de las ventajas de la transmisión inalámbrica IEEE 802.11 es que, cuando no hay interferencias, se pueden alcanzar velocidades más altas que una red Ethernet con switch

**R. FALSO.** La comunicación es más difícil en medios inalámbricos que cableados por razones de interferencia y degradación de la señal. Cuando ya existen redes Ethernet por sobre los 10Gbps, el estándar IEEE 802.11ac (de Diciembre 2013), aún no llega a los 800 Mbps.

- 1.18) Dos infraestructuras de red inalámbrica distintas que están suficientemente cerca pueden producir interferencias mutuas. Para evitar esta interferencia se usa TDMA.

**R. FALSO.** Para las infraestructuras de red inalámbricas con canales de frecuencia traslapados, se utiliza FDMA ó CDMA, pero no TDMA.

- 1.19) En el modelo OSI y en el TCP/IP, cada capa reemplaza los encabezados de la capa anterior por encabezados nuevos.

**R. FALSO.** Cada capa **agrega** o retira encabezados de la propia capa, pero no reemplaza los de la capa anterior.

- 1.20) Los dispositivos repetidores, conocidos como *hub*, implementan una topología de bus

**R. VERDADERO.** La definición de *hub* es justamente esa.

2. [24p] Respecto a los temas de implementación de sistemas de archivos:

- 2.1) [12p] Considere la siguiente secuencia ordenada de solicitudes a cilindros del disco: 20, 44, 40, 4, 80, 12, 72. El disco posee 120 cilindros (numerados de 0 a 119), la cabeza lectora se encuentra posicionada en el cilindro 40, y antes de ello se había leído una posición en el cilindro 42. Para los siguientes algoritmos de *scheduling* de disco, determine la secuencia de lecturas y el desplazamiento total de la cabeza lectora

- a) SSTF (*Shortest Seek Time First*)

**R.** En este caso se ordenan los requerimientos de la siguiente forma: 40, 44, 20, 12, 4, 72, 80. Desplazamiento total:  $4 + 24 + 8 + 8 + 68 + 8 = 120$

- b) FCFS (*First-Come First Served*)

**R.** Los requerimientos se atienden en el orden que llegan: 20, 44, 40, 4, 80, 12, 72. Desplazamiento total:  $24 + 4 + 36 + 76 + 68 + 60 = 268$

- c) SCAN

**R.** El brazo se encontraba moviéndose desde los cilindros de número más alto a los de número más bajo. El orden de atención es: 40, 20, 12, 4, 44, 72, 80. El desplazamiento total incluye llegar hasta el cilindro 0 después del cilindro 4 antes de cambiar de dirección. Desplazamiento total:  $20 + 8 + 8 + 4 + 44 + 28 + 8 = 120$

- d) C-LOOK

**R.** El brazo atiende requerimientos siempre en dirección de los cilindros más altos a los más bajos. Orden de atención: 40, 20, 12, 4, 80, 72, 44. Desplazamiento total:  $20 + 8 + 8 + 76 + 8 + 28 = 148$ .

- 2.2) [4p] Para los siguientes modos RAID con  $N$  discos, indique la cantidad máxima de discos que pueden fallar sin afectar el funcionamiento del sistema de almacenamiento.

- a) RAID 0

**R.** Se trata de solamente un volumen de almacenamiento construido sobre  $N$  discos. Si falla 1 disco, el volumen ya no es utilizable.

- b) RAID 1

**R.** En este caso hay un volumen de almacenamiento que utiliza 2 grupos de  $N/2$  discos cada uno, donde cada disco está replicado (*mirroring*). Pueden fallar hasta  $N/2$  discos antes que ya no pueda ser posible utilizar el volumen.

- c) RAID 5

**R.** En este caso hay un volumen de almacenamiento que utiliza el espacio equivalente a  $N - 1$  discos para almacenamiento, y el espacio de 1 disco para paridad. La paridad, sin embargo, está distribuida entre los  $N$  discos. Puede fallar 1 disco, sin perder información, ya que es posible reconstruir el disco perdido utilizando la información almacenada en los otros  $N - 1$  discos.

d) RAID 0+1

**R.** Aquí se trata de un volumen de almacenamiento en  $N/2$  discos, replicado en otro volumen de  $N/2$ . En este caso, si falla un disco, se pierde un volumen completo y queda la réplica, de manera que no puede fallar un segundo disco sin afectar al segundo volumen.

2.3) **[8p]** Considere un sistema de archivos con bloques de 2048 byte (2KB), y punteros de disco y de bloque de 32-bit. Cada archivo está compuesto por 12 punteros directos a bloques de datos, 1 puntero indirecto, 1 puntero de indirección doble, y 1 puntero de indirección triple.

a) **[4p]** ¿Cuál es el tamaño máximo de disco que puede soportar este sistema de archivos?

**R.** Si hay 32 bit para direccionar bloques, es posible direccionar  $2^{32}$  bloques. Si cada bloque es de tamaño  $2048 = 2^{11}$  byte/bloque, entonces el tamaño máximo de disco es de  $2^{32}$  [bloque]  $\times$   $2^{11}$  [byte/bloque] =  $2^{43}$  byte =  $8 \times 2^{40}$  byte = 8TB

b) **[4p]** ¿Cuál es el tamaño máximo de archivo que se puede almacenar en este sistema de archivos?

**R.** Cada bloque de datos almacena 2KB, por lo tanto con 12 bloques de datos se almacenan  $12 \times 2048$  byte = 24 KB.

Cada puntero es de 32 bit = 4 byte. Si un bloque almacena solamente punteros, entonces en cada bloque hay  $2^{11}$  [byte/bloque] /  $2^2$  [byte/puntero] =  $2^9$  [puntero/bloque] = 512 [puntero/bloque]. Por lo tanto, un bloque de punteros permite direccionar  $2^9 \times 2^{11} = 2^{20}$  byte = 1 MB. De la misma manera, un puntero de indirección doble permite direccionar  $512 \times 1$  MB = 512 MB. Un puntero de indirección triple permite direccionar  $512 \times 512$  MB =  $2^9 \times 2^9 \times 2^{20}$  byte =  $2^{38}$  byte = 256 GB.

Tamaño máximo de archivo: 24 KB + 1 MB + 512 MB + 256 GB.

3. **[16p]** Respecto a los conceptos básicos de redes,

3.1) **[6p]** Considere el código CRC de 8-bit: 0xAB (1010 1011).

a) **[2p]** Si el emisor desea transmitir la secuencia 0x4EB (0100 1110 1011) ¿Cuál es la secuencia que debe transmitir para que sea posible detectar un error en el receptor?

**R.** Dado que el CRC es de 8-bit, hay que agregar 7-bit 0 al dato y efectuar la división

0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1										
0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		1	0	1	0	1	0	1	1								
		0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
			1	0	1	0	1	0	1	1							
			0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
				1	0	1	0	1	0	1	1						
				0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
					1	0	1	0	1	0	1	1					
					0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
						1	0	1	0	1	0	1	1				
						0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
							1	0	1	0	1	0	1	1			
							0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
								1	0	1	0	1	0	1	1		
									0	0	1	0	1	1	1	1	

Los últimos 7-bit del resto determinan el complemento que hay que agregar. El dato transmitido será 010011101011**0101111**

b) **[2p]** Si el receptor ha observado la secuencia 1100 0111 1011 0001 10100, ¿se ha recibido algún error de transmisión?

**R.** Se efectúa la misma división

1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1													
0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
	1	0	1	0	1	0	1	1												
	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
		1	0	1	0	1	0	1	1											
		0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	
			1	0	1	0	1	0	1	1										
			0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
				1	0	1	0	1	0	1	1									
				0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	
					1	0	1	0	1	0	1	1								
					0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	
						1	0	1	0	1	0	1	1							
						0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	
							1	0	1	0	1	0	1	1						
							0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
								1	0	1	0	1	0	1	1					
								0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
									1	0	1	0	1	0	1	1				
									0	1	1	0	1	0	1	1	0			
										1	0	1	0	1	0	1	1			
											0	1	1	1	1	1	0	1		

El resto no es 0, por lo tanto hubo errores en la transmisión.

- c) [2p] Si el receptor ha observado la secuencia 1100 1111 0011 0001 10110, ¿se ha recibido algún error de transmisión?

R. Se efectúa la misma división

1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
1	0	1	0	1	0	1	1														
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
	1	0	1	0	1	0	1	1													
	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
		1	0	1	0	1	0	1	1												
		0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0		
			1	0	1	0	1	0	1	1											
			0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	
				1	0	1	0	1	0	1	1										
				0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
					1	0	1	0	1	0	1	1									
					0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
						1	0	1	0	1	0	1	1								
						0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	
							1	0	1	0	1	0	1	1							
							0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0		
								1	0	1	0	1	0	1	1						
								0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	
													1	0	1	0	1	0	1	1	
														0	0	1	1	1	0	1	

El resto no es 0, por lo tanto hubo errores en la transmisión.

3.2) [6p] Considere 4 senders sobre un medio compartido usando CDMA. Los códigos  $C_i$  para cada emisor  $i$  son  $C_1 = (+1, +1, +1, +1)$ ,  $C_2 = (+1, -1, +1, -1)$ ,  $C_3 = (+1, +1, -1, -1)$ ,  $C_4 = (+1, -1, -1, +1)$ .

a) [2p] Muestre la señal que observa un receptor en el medio compartido cuando cada emisor  $i$  envía, simultáneamente con los demás, las señales  $D_i$ ,  $D_1 = 0$ ,  $D_2 = 0$ ,  $D_3 = 1$ ,  $D_4 = 1$

R. La señal emitida por cada uno es:

$M_1$	-1	-1	-1	-1
$M_2$	-1	+1	-1	+1
$M_3$	+1	+1	-1	-1
$M_4$	+1	-1	-1	+1
$Z$	0	0	-4	0

b) [2p] Muestre el proceso que efectúa el receptor si desea decodificar la señal enviada por el sender 2 (el resultado debe ser 0)

R. Para decodificar la señal del emisor 2, se multiplica la señal recibida ( $Z$ ) por el código del emisor 2,  $C_2$ :

$$\frac{Z \cdot C_2}{4} = \frac{0 \times 1 + 0 \times (-1) + (-4) \times 1 + 0 \times (-1)}{4} = \frac{-4}{4} = -1 \equiv 0$$

El emisor emitió 0.

c) [2p] Suponga que la señal observada por el receptor es  $(0, 0, 0, +4, 0, -4, 0, 0)$ . ¿Cuál es la señal enviada por el sender 2?

R. Se analiza cada grupo de 4 señales recibidas. Para el primer grupo:  $(0, 0, 0, +4)$ :

$$\frac{Z \cdot C_2}{4} = \frac{0 \times 1 + 0 \times (-1) + 0 \times 1 + 4 \times (-1)}{4} = \frac{-4}{4} = -1 \equiv 0$$

Para el segundo grupo:  $(0, -4, 0, 0)$

$$\frac{Z \cdot C_2}{4} = \frac{0 \times 1 + (-4) \times (-1) + 0 \times 1 + 0 \times (-1)}{4} = \frac{4}{4} = +1 \equiv 1$$

La señal enviada por el emisor 2 es 01

3.3) [4p] Un cable de red es capaz de soportar 31,25 MHz, con una tasa señal-ruido (SNR) de 30 dB. ¿Cuál es la tasa máxima de transferencia posible?

Recuerde que la tasa señal-ruido, en  $D$  decibels, se obtiene a partir de  $D[db] = 10 \log_{10}(\frac{S}{N})$

R. La relación  $\frac{S}{N}$  se obtiene de

$$\begin{aligned} 30 &= 10 \log_{10} \frac{S}{N} \\ 3 &= \log_{10} \frac{S}{N} \\ 10^3 &= \frac{S}{N} \end{aligned}$$

Utilizando la fórmula de Shannon:

$$\text{Transf. Máx} = 31,25 \times 10^6 \times \log_2(1001) \approx 31,25 \times 10^6 \times 10 = 312,5 \times 10^6 = 312,5 \text{ Mbps}$$