



IIC2333 — Sistemas Operativos y Redes — 2/2017
Soluciones Examen

Lunes 20-Noviembre-2017

Duración: 2 horas

SIN CALCULADORA

1. [15p] Respecto a los temas de sistemas operativos, responda las siguientes preguntas:

- 1.1) [5p] En un sistema operativo moderno, es común que el espacio de direcciones virtuales sea mayor el espacio de direcciones físicas. Por ejemplo, una arquitectura con 48-bit para direcciones virtuales, y solo 32-bit para direcciones físicas. Explique cómo es posible cargar procesos en este sistema, mencionando los mecanismos involucrados en ello, y si hay un límite en la cantidad de procesos que se pueden cargar de esta manera.

R.

1p. Mencionar que los espacios de memoria (físico y virtual) funcionan de manera independiente.

1p. Mencionar que los procesos no cargan (o no necesitan cargar) todo su espacio virtual en la memoria física.

1p. Mencionar que se usan mecanismos de reemplazo de páginas para que cada proceso mantenga en memoria las páginas que necesita.

2p. Mencionar que no hay límites predefinidos para la cantidad de procesos más allá del tamaño máximo de la memoria física. Sin embargo, si no se cargan suficientes páginas para cada proceso (menos que el tamaño del *working set*), se producirá *thrashing*.

- 1.2) [5p] Considere un sistema con direcciones virtuales de 21-bit, funcionando sobre un *hardware* que permite 16-bit para las direcciones físicas, y tamaño de página de 2KB.

- a) [1p] ¿De qué tamaño son los espacios de direcciones virtual y físico en este sistema?

R.

Espacio de direcciones virtuales: 2^{21} . Espacio de direcciones físicas: 2^{16} .

- b) [1p] ¿Cuántas entradas tiene una tabla de páginas convencional para este sistema?

R.

Páginas de 2KB = 2^{11} B necesitan 11 bit. Direcciones virtuales tienen 21 bit. Quedan 10 bit para el número de página. La tabla de páginas contiene $2^{10} = 1024$ entradas.

- c) [1p] ¿Cuántas entradas tiene una tabla de páginas invertida para este sistema?

R.

Frames necesitan 11 bit. Direcciones físicas tienen 16 bit. Quedan 5 bit para el número de *frame*. Tabla de páginas invertida contiene $2^5 = 32$ entradas.

- d) [2p] ¿Cuál es el beneficio de usar paginación multinivel en este tipo de sistemas?

La paginación multinivel ayuda a que no se necesite tanta memoria para almacenar la tabla de páginas. Si la tabla de páginas es muy grande, al dividirla en niveles solo se cargan en memoria las subtablas que se necesitan. Estoy muy práctico cuando el espacio de direcciones virtuales es muy grande y el espacio requerido por la tabla de páginas tradicional requeriría más de la memoria física disponible (¡y además debe haber una tabla de páginas por cada proceso!).

- 1.3) [5p] Considere un sistema de archivos con bloques de disco de 2^P Byte, y punteros a bloques de disco de 2^k bit. El sistema de archivos utiliza asignación indexada con un nodo índice que utiliza M Byte para almacenar metadata, ($M < 2^P$), y el resto del espacio se usan en punteros directos a bloques de datos, salvo 1 puntero que se usa para indirección simple. ¿En cuánto aumenta el tamaño máximo de datos que puede contener un archivo al duplicar el tamaño del bloque de datos?

R.

El bloque índice tiene $2^P - M$ Byte disponibles. Puede almacenar $\frac{2^P - M}{2^{k-3}}$ punteros. Uno de ellos se usa para indirección simple. Los punteros directos son $\frac{2^P - M}{2^{k-3}} - 1$, y permiten almacenar $(\frac{2^P - M}{2^{k-3}} - 1) \times 2^P$ Byte.

El puntero de indirección simple permite llegar a un bloque con $\frac{2^P}{2^{k-3}}$ punteros, ya que este bloque no almacena metadata. Este bloque de indirección simple permite almacenar $\frac{2^P}{2^{k-3}} \times 2^P$ Byte.

El tamaño total de archivo es $(\frac{2^P - M}{2^{k-3}} - 1) \times 2^P + \frac{2^P}{2^{k-3}} \times 2^P = 2^P \times \frac{2^{P+1} - M - 2^{k-3}}{2^{k-3}}$ Byte.

Si se duplica el tamaño de cada bloque, esencialmente se reemplaza P por $P + 1$. El tamaño nuevo del archivo más grande es:

$2^{P+1} \times \frac{2^{P+2} - M - 2^{k-3}}{2^{k-3}}$ Byte.

i	2^i	i	2^i
6	64	10	1 KB
7	128	20	1 MB
8	256	30	1 GB
9	512	40	1 TB
10	1024		

2. [15p] Respecto a los temas de redes

- 2.1) [2p] Uno de los objetivos de la capa de red, mediante el protocolo IP, es obtener un direccionamiento único para cada miembro. La dirección de *hardware*, o dirección MAC, de cada interfaz de red es única. ¿Por qué no se utiliza esta información para identificar de manera única a cada equipo a nivel de capa de red?

R.

Las direcciones MAC no permiten localizar eficientemente a un miembro de la red porque no están estructuradas. Dependen únicamente del fabricante. Para encontrar a otro nodo con cierta dirección MAC habría que inundar (*flooding*) la red de mensajes *broadcast*.

También se puede mencionar que la dirección MAC está asociado a un *hardware* en particular y no puede ser modificada (casi cierto), y cambiaría cada vez que se cambia de equipo. Esta es una razón válida solo si lo asocian con la dificultad de encontrar al destinatario (o al dueño de esa MAC).

- 2.2) [4p] En una red LAN conectada por *switch*, un emisor desea enviar un mensaje a un destinatario dentro de la misma subred. El emisor conoce la dirección IP del destinatario, pero no conoce su dirección MAC, por lo tanto envía un mensaje *broadcast* ARP. ¿Por qué envía este *broadcast*?

R.

Porque el *switch* al ser un dispositivo de capa de enlace, redirige las solicitudes a través de la dirección MAC (no almacena IPs). Cuando la IP de destino está dentro de la misma subred, el emisor necesita decirle al *switch* cuál es la MAC de destino para que él la encuentre. El emisor asocia $\langle \text{MAC}, \text{IP} \rangle$ de cada nodo que conoce en su tabla ARP. Si el emisor no conoce la MAC del destinatario, entonces envía un mensaje con dirección de destino *broadcast* e indicando la IP buscada, para que el *switch* haga llegar la consulta a todos, y solo el que tenga esa IP responda. Si nadie responde se produce un *timeout* y se determina que no se puede encontrar el destinatario.

- 2.3) [5p] Indique a qué capas de red (modelo OSI) corresponden los siguientes problemas o conceptos. No es necesario justificar.

- a) Establecer una conexión segura (https) a `www.serve1.cl`

R. Capa de aplicación (7). También se puede argumentar capa de sesión (5), pero no de presentación (6).

- b) Hacer *tunneling* de un paquete IPv6 a IPv4.

R. Capa de red (3).

- c) Determinar una ruta para transmitir mensajes desde 146.155.13.45 hasta 198.92.12.12
R. Capa de red (3). Protocolos de *routing*.
- d) Reenviar paquetes por los que no se ha recibido confirmación.
R. Capa de transporte (4).
- e) Evitar colisiones entre conexiones WiFi de dispositivos inalámbricos.
R. Capa de enlace (2).
- 2.4) **[4p]** Un router R permite conectar 4 subredes separadas: 201.10.0.0/22, 201.10.4.0/24, 201.10.5.0/24, y 201.10.6.0/23. Para proveer acceso a esas redes desde el exterior, el router debe ser configurado con una quinta subred que sea lo más pequeña posible. Indique cuál de las siguientes configuraciones es la más adecuada para que ese router R sea capaz de proveer acceso a las subredes descritas y **justifique** su respuesta.
- 201.10.0.0/25, 201.10.0.0/18, 201.10.4.0/22, 201.10.0.0/21
- R.**
- 201.10.0.0/25
R. No incluye a las subredes 201.10.4.0/24, 201.10.5.0/24, y 201.10.6.0/23.
 - 201.10.0.0/18
R. Incluye a todas las subredes, y es de tamaño $2^{18} - 2$.
 - 201.10.4.0/22
R. No incluye a la subred 201.10.0.0/22.
 - 201.10.0.0/21
R. Incluye a todas las subredes, y es de tamaño $2^{10} - 2$, por lo tanto es de menor tamaño que 201.10.0.0/18 y es la más adecuada.

3. **[10p]** Respecto a la capa de transporte.

- 3.1) **[4p]** En los protocolos de transporte, un puerto solo puede recibir una conexión simultánea desde un cliente. Sin embargo TCP, al ser un protocolo orientado a la conexión, requiere que se mantenga el estado de esta conexión. En este lapso el puerto no puede recibir otras conexiones. ¿Cómo permite TCP que el proceso servidor pueda seguir comunicándose con otros clientes?

R.

El protocolo TCP mantiene abierto el puerto en el que escucha, pero durante el establecimiento de la conexión, el cliente y el servidor se ponen de acuerdo en otro puerto para transmitir datos. De esta manera el puerto de recepción puede mantenerse disponible para recibir otros mensajes.

- 3.2) **[6p]** Suponga que dos nodos A y B se comunican mediante TCP con números de secuencia $seq(A) = 50$, $seq(B) = 40$, y con tamaño de ventana es $N = 3$. A desea enviar 180 byte a B . Se observa la siguiente secuencia de mensajes en A . Suponga que la ventana es suficientemente grande para no haberse llenado, y que no se producen *timeouts*.

- Se efectúa *handshake* entre A y B
- A envía 30 byte a B , con $SEQ=50$
- A envía 60 byte a B , con $SEQ=\boxed{x}$
- A envía 30 byte a B , con $SEQ=\boxed{y}$
- A recibe $ACK=80$ de B
- A envía 30 byte a B , con $SEQ=\boxed{z}$
- A recibe $ACK=W$ de B
- A envía \boxed{u} byte a B , con $SEQ=\boxed{v}$

- a) **[3p]** ¿Qué valores deben tener los números de secuencia x, y, z ?

R.

$x = 80$, ya que el mensaje anterior envió 30 Byte con $SEQ = 50$

$y = 140$, ya que el mensaje anterior envió 60 Byte con $SEQ = 80$
 $z = 170$, ya que el mensaje anterior envió 30 Byte con $SEQ = 140$

- b) [3p] Suponga que $W = 80$. ¿Qué valor deben tener u y v , y por qué?
R.

Si $W = 80$, sería la segunda vez que se recibe este ACK. Esto significa que el segundo paquete (el que tiene $SEQ = 80$ se perdió. A debe reenviar el paquete más antiguo que no ha tenido ACK. Por lo tanto,

$u = 60$

$v = 80$

4. [20p] Complete la tabla para los siguientes segmentos de red

- 4.1) [8p] Complete la tabla para los siguientes segmentos de red

	192.168.130.0/26	146.155.32.0/20
Mascara (en notacion a.b.c.d)	255.255.255.192	255.255.240.0
Subred	192.168.130.0	146.155.47.255
Broadcast	192.168.130.63	146.155.47.255
Número máximo de hosts	62	4094

- 4.2) [8p] Un laptop, conectado en la red de la universidad, entrega la siguiente información:

```
ether 80:e6:50:10:4c:c0
inet6 fe80::1074:2a53:a0bb:dc2f%en0 prefixlen 64 secured scopeid 0x4
inet 192.168.1.172 netmask 0xffffffff00 broadcast 192.168.1.255
```

- a) Al conectarse a un sitio externo, éste reporta que la IP de origen es 146.155.117.10. Explique el mecanismo que permite que esto ocurra.

R.

El mecanismo es *Network-Address Translation*, o NAT. El *router* implementa este mecanismo mediante el cual modifica el *header* IP de manera que la dirección de origen sea la dirección IP del *router*. Al mismo tiempo, el *router* asigna un puerto de salida al nodo interno (192.168.1.172), para luego poder redirigir la respuesta al nodo correcto.

Al recibir la respuesta, de acuerdo al puerto en que se recibe, el *router* puede consultar su tabla y saber a qué dirección interna corresponda la comunicación.

- b) ¿Qué debe ocurrir para que un cliente externo pueda contactar a un servidor que ejecuta en este servidor en el puerto 80?

R.

En primer lugar debe haber un servidor escuchando en ese puerto. En segundo lugar (y lo más importante), debe haber un asociación en la tabla NAT del *router*, de manera que todo lo que llegue a un puerto conocido en el *router* (por ejemplo, en el puerto 80), sea redirigido automáticamente al puerto 80 del servidor interno. Esto es conocido como *NAT-traversal*, y una implementación es provista por el protocolo UPnP.

- 4.3) [4p] ¿Cómo determina un nodo en una subred si el destinatario se encuentra en la misma subred? ¿Cuál es el primer nodo intermedio cuando el destinatario se encuentra fuera de la subred?

R.

Se determina ejecutando una operación *bitwise* AND (AND “bit a bit”) entre la IP del destinatario y la máscara de subred (*subnet mask*). Si este resultado es igual al *bitwise* AND entre la IP de origen y la máscara de subred (o bien comparándolo directamente con el nombre de la subred de origen), se puede determinar que el destinatario se encuentra en la misma subred. En caso contrario, el destinatario se encuentra en una subred distinta.

Cuando se envía un mensaje a un destinatario que se encuentra en una subred distinta, el primer nodo intermedio, o aquél a través del cual el mensaje sale de la subred, es el nodo indicado como *gateway* o

puerta de enlace. Típicamente este nodo es un dispositivo *router*, pero también puede serlo un computador que cuenta con *software* de ruteo.