



IIC 2333 — Sistemas Operativos y Redes
Soluciones Interrogación 3

Viernes 29-Mayo-2015

Duración: 2 horas

1. [18p] Responda las siguientes preguntas:

1.1) [10p] Para las siguientes tareas de un *stack* de protocolos de red, indique a qué capas corresponden cumplirla:

- a) Control de acceso a un medio de transmisión compartido
R. Capa de enlace (*link*)
- b) Transmisión de archivos entre cliente y servidor
R. Capa de aplicación
- c) Descubrimiento del destinatario en una red
R. Capa de red
- d) Codificación de señales de comunicación
R. Capa física
- e) Recepción y envío de correo electrónico
R. Capa de aplicación
- f) Filtro de frecuencias para separación de canal de comunicación
R. Capa de enlace
- g) Reconstrucción de mensajes enviados en paquetes
R. Capa de transporte (es aceptable mencionar capa de red)
- h) Determinación de una ruta para transmitir mensajes entre origen y destino
R. Capa de red
- i) Encriptación de mensajes vía SSL
R. Capa de aplicación (es aceptable también decir sesión o presentación)
- j) Recepción y envío de SMS
R. Capa de aplicación

1.2) [3p] ¿En qué consiste una VPN? Describa un ejemplo práctico donde se muestra una ventaja, y otro (o el mismo) donde se muestre una desventaja.

R. Una VPN permite establecer una red privada por sobre una red física existente, simulando que todos sus miembros están conectados a una misma red local. La red privada puede ser configurada con parámetros particulares de acceso y modificar el tráfico a voluntad sin interferir con la configuración de la red física sobre la cual funciona.

Algunos ejemplos ventajosos: acceso a recursos compartidos solo para miembros de una VPN independiente de su ubicación física, por ejemplo para permitir acceso a bases de datos privados en una red empresarial, y permitir leerlas desde cualquier ubicación geográfica, facilitando el trabajo remoto sin poner en riesgo la seguridad de la red; posibilidad de saltar verificaciones geográficas por IP.

Ejemplos desventajosos: transmisión de streaming, ya que una VPN no puede controlar el ancho de banda pues sus miembros pueden encontrarse en cualquier lugar geográfico y no hay control sobre la red física.

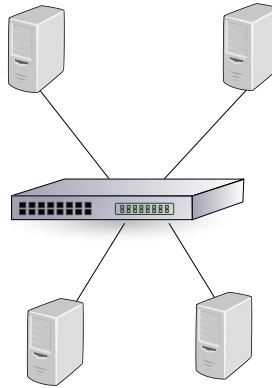
1.3) [3p] Suponga que desea instalar una radio local para lo cual cuenta con equipo capaz de transmitir la señal en 100m a la redonda. ¿Qué ocurre si elige una señal donde ya existe una emisora que transmite en esa frecuencia? ¿Qué puede ocurrir si consigue un equipo más potente capaz de alcanzar distancias de kilómetros? Agregue algunos supuestos que considere relevantes.

R. Si ya existe una emisora en la frecuencia elegida, ambas señales colisionarán y llegarán sumadas al receptor. En el corto rango la señal local tendrá más fuerza y probablemente cubrirá por completo a la señal preexistente.

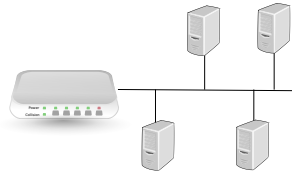
Si el rango de la señal local se amplía, la interferencia será más notoria, en particular en lugares donde la señal local no es tan fuerte como para cubrir a la señal preexistente. Es posible incurrir en sanciones jurídicas (subsecretaría de telecomunicaciones) debido a mal uso del espectro radioeléctrico.

- 1.4) **[2p]** Dibuje la topología impuesta en una LAN por un dispositivo *switch* y por un dispositivo *hub*. Incluya el dispositivo mencionado en la topología.

R. La siguiente figura muestra la topología estrella impuesta por un *switch*



La siguiente figura muestra la topología de bus impuesta por un *hub*



2. **[16p]** Respecto de la transmisión en capa física, responda las siguientes preguntas:

- 2.1) **[6p]** Considere un canal de transmisión con tasa de transferencia T y un SNR (Signal-to-Noise Ratio) de 3 : 1. Si se quiere duplicar la capacidad del canal de transmisión, ¿cuánto debe aumentar la relación SNR?

R. De acuerdo al teorema de Shannon. La tasa máxima de transferencia T es $T = B \log_2(1 + SNR)$. Si quiere que $T' = 2T$, variando solamente SNR, entonces $T' = B \log_2(1 + SNR')$.

$$\begin{aligned} B \log_2(1 + SNR') &= 2B \log_2(1 + SNR) \\ 1 + SNR' &= 1 + 2SNR + SNR^2 \\ SNR' &= 2SNR + SNR^2 \end{aligned}$$

Por lo tanto si SNR es 3 : 1, entonces SNR' debe ser al menos 15 : 1. La relación señal ruido debe aumentar al menos 5 veces.

- 2.2) **[10p]** Suponga que necesita transmitir un archivo llamado `AvengersAoU-BluRay-2160p-10.2-Extended.mkv` cuyo contenido desconoce, pero sabe que ocupa alrededor de 7GB. Usted se encuentra en el Edificio San Agustín¹ y tiene dos opciones: (1) transmitir el archivo por una red de 150Mbps, o (2) tomar un pendrive con el archivo y llevarlo personalmente en bicicleta al destino, pedaleando a unos 15Km/h.

¹ Este dato es solamente referencial, pero considere que entre el Edif. San Agustín y el sector del Dictuc o la piscina hay 1 Km

- a) [4p] ¿Para que rango de distancias es más conveniente entregar el archivo en persona que transmitirlo por la red? (i.e. ¿cuál opción tiene mayor ancho de banda?) No considere el *overhead* de transferir el archivo entre el pendrive y el computador, y suponga que pueda aprovechar todo el ancho de banda de la red.

R. Datos a transmitir, $S = 7 \times 2^{30} \times 2^3 \text{bit} = 7 \times 2^{33} \text{bit}$

Velocidad de la red, $v_r = 150 \text{Mbps} = 150 \times 2^{20} \frac{\text{bit}}{\text{sec}}$

Tiempo para transmitir S por la red, $t_r = S/v_r = (7 \times 2^{33})/(150 \times 2^{20}) = \frac{7}{150} \times 2^{13} = 382,29 \text{sec} = 6,37 \text{min}$

Distancia que es posible alcanzar en bicicleta en t_r , $d_b = t_r \times v_b = 382,29 \text{sec} \times 15 \text{Km}/3600 \text{sec} = 1,59 \text{Km}$

Por lo tanto para cualquier distancia menor a 1,59Km es más rápido llevar el archivo en bicicleta que transmitirlo por la red.

- b) [2p] ¿Cómo varía su respuesta a (a) si puede pasarle el pendrive a un ciclista experto que puede andar al doble de la velocidad?

R. Si la $v'_b = 2v_b$, entonces $d'_b = 2 \times t_r \times v_b = 2 \times 1,59 \text{Km} = 3,18 \text{Km}$ Por lo tanto el rango en que la bicicleta es más conveniente se duplica.

- c) [2p] ¿Cómo varía su respuesta a (a) si debe enviar un archivo con el doble de tamaño? Suponga que aún cabe en el pendrive.

R. Si $S' = 2S$, entonces el tiempo para transmitir $t'_r = 2S/v_r = 2t_r = 764,58 \text{sec} = 12,743 \text{min}$.

La distancia que se puede alcanzar es $d'_b = t'_r \times v_b = 2t_r \times v_b = 2d_b = 2 \times 1,59 \text{Km} = 3,18 \text{Km}$.

Por lo tanto el rango en que la bicicleta es más conveniente también se duplica.

- d) [2p] ¿Cómo varía su respuesta a (a) si se instala un enlace de 300Mbps?

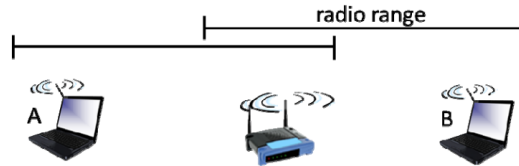
R. Si $v'_r = 2v_r$, entonces $t'_r = S/v'_r = \frac{1}{2}t_r$.

La distancia que se puede alcanzar es $d'_b = t'_r \times v_b = \frac{1}{2}t_r \times v_b = \frac{1}{2}d_b = \frac{1}{2} \times 1,59 \text{Km} = 0,795 \text{Km}$.

La distancia que se puede alcanzar se reduce a la mitad.

3. [26p] Respecto de la transmisión en capa de enlace, responda las siguientes preguntas:

- 3.1) [2p] Considere la siguiente situación con un punto de acceso (AP), y dos clientes WiFi, donde se muestra el alcance de transmisión tanto de A como de B . El rango del AP alcanza tanto a A como a B .



En esta situación los nodos A y B envían un RTS. ¿Cómo se utiliza esto para evitar que A y B colisionen?

R. A envía RTS_A , que alcanza solamente a B . C envía RTS_C que alcanza solamente a B . B recibe ambos RTS. B responde solamente a uno de los RTS adjuntando el identificador del destino, ya que su mensaje llega a ambos nodos: CTS_A . A recibe CTS_A y sabe que puede transmitir. C recibe CTS_A y no transmite.

- 3.2) [4p] Suponga que se desea transmitir la secuencia $M = 1010001101$, utilizando el CRC 110101.

- a) ¿Cuál es la secuencia completa que debe transmitirse?

R.

$$\begin{array}{r}
1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 1\ 1\ 0
\end{array}$$

Los últimos 5-bit del resto determinan el complemento que hay que agregar, en este caso, 01110. La secuencia a transmitir será 1010001101**01110**

- b) Si el receptor recibe la secuencia, $M' = 1101100101101$, calcule si el mensaje fue recibido correctamente o no.

R.

$$\begin{array}{r}
1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1 \\
1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\
\hline
1\ 0\ 1
\end{array}$$

El resto no es 0, lo que significa que M' no es divisible por el código CRC, y por lo tanto el mensaje contiene al menos un bit incorrecto.

- 3.3) **[4p]** Tanto Aloha como CSMA son protocolos optimistas. Sin embargo en diversas mediciones CSMA se comporta mejor que Aloha.

- a) ¿Qué significa que sean protocolos “optimistas”?

R. Son protocolos optimistas porque no toman medidas para evitar que se produzcan colisiones. Solamente permiten que las colisiones ocurran y luego ejecutan alguna medida correctiva.

- b) ¿Por qué CSMA se comporta mejor que ALOHA?

R. CSMA, si bien no evita que se produzca una colisión, observa el canal antes de transmitir. ALOHA, en cambio no observa el canal sino que empieza a transmitir inmediatamente. Por esto, en el caso de un canal compartida como Ethernet, CSMA es más apropiado.

- 3.4) **[2p]** En una red ALOHA particionada con 10 clientes y probabilidad p , ¿cuál es la probabilidad que un nodo cualquiera logre transmitir exitosamente?

R. Al inicio de un *slot* cualquiera, la probabilidad de que un cliente particular transmita es p . Para que uno en particular logre transmitir exitosamente se necesita que él transmita y los demás no: $p(1 - p)^9$. Si sumamos la probabilidad para cada uno, entonces es $10p(1 - p)^9$.

- 3.5) **[2p]** ¿Cual es el objetivo de enviar una *jam signal* en una Ethernet?

R. La *jam signal* permite informar de manera uniforme al emisor (o a todos los que estén en el radio de alcance), que ha habido colisión de paquetes. Esto ayuda a acelerar la retransmisión, en lugar de esperar que la transmisión termine.

- 3.6) **[2p]** ¿En qué se diferencia CSMA/CA y CSMA/CD? Además indique y justifique cuál es más apropiado para una red WiFi.

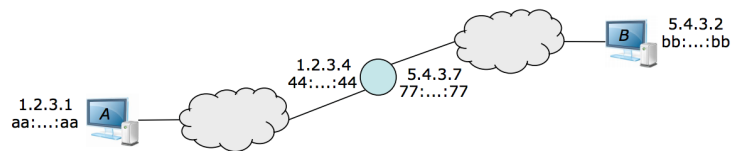
R. CSMA/CA utiliza mensajes adicionales RTS (*Request-To-Send*) y CTS (*Clear-To-Send*) para asegurar que no haya otro nodo utilizando el canal antes de iniciar la transmisión. CSMA/CD informa a los demás nodos que se produjo una colisión en cuanto la detecta, utilizando una *jam signal*.

En el caso de una red WiFi, el tiempo de propagación es distinta para cada nodo dependiendo de la distancia y de obstáculos físicos que puedan interferir con la transmisión. Esto hace que CSMA/CA sea más apropiado para una red WiFi porque no depende del tiempo de propagación para determinar que un nodo puede transmitir, sino que del intercambio de unos mensajes particulares (RTS y CTS).

- 3.7) [2p] ¿Cuál es el objetivo de construir un *spanning tree* en una red de *switches*?

R. El objetivo de construir un *spanning tree* es obtener un camino único para llegar de un *switch* a otro en una red, desactivando *links* que produzcan ciclos.

- 3.8) [8p] En la siguiente figura se indican las direcciones IP y MAC de un *switch* que conecta dos subredes. Los nodos *A* y *B* también tienen sus respectivas IP y MAC (asuma que todos los grupos de 4 bit de una MAC son iguales).



Inicialmente las tablas ARP de cada componente están vacías, y luego el nodo *A* envía un mensaje al nodo *B*.

- a) [4p] Muestre el contenido de cada tabla ARP luego que el mensaje a llegado a *B*. *Hint:* recuerde que son 4 tablas, porque el *switch* tiene dos puertas.

R. En lo siguiente, la puertas del *switch* conectadas a la subred donde se encuentran los nodos *A* y *B* se designan respectivamente como SW_A y SW_B .

<i>A</i>		SW_A		SW_B		<i>B</i>	
IP	MAC	IP	MAC	IP	MAC	IP	MAC
1.2.3.4	44:44:....:44	1.2.3.1	AA:AA:....:AA	5.4.3.2	BB:BB:....:BB	5.4.3.7	77:77:....:77

Cada nodo tiene solo una entrada en su tabla ARP, la cual se refiere al nodo que estable comunicación. Es un error incluir entradas de la otra subred. Se considerará correcto (aunque innecesario) agregar la dirección IP y MAC del propio nodo. También es válido agregar la dirección *broadcast*, aunque formalmente esto requeriría agregar un supuesto sobre el nombre de la subred ya que no se puede deducir de la imagen.

- b) [4p] Suponga que cada subred posee 30 clientes, de los cuales uno actúa como servidor de archivos y es continuamente consultado por los demás clientes de la subred. Después un tiempo de funcionamiento, ¿cuántas entradas necesita la tabla ARP de cada cliente (no del que actúa como servidor) y cuántas necesita la del *switch*?

R. En el caso de cada cliente, éstos necesitan 2 entradas: la del servidor y la del *switch*, pues toda comunicación pasa por el *switch*. Es válido considerar la entrada del nodo propio y la entrada de *broadcast* siempre cuando sea consistente con la respuesta a la pregunta anterior.

El *switch* necesita al menos 30 entradas en cada puerta. La de todos los clientes, y la del servidor. Ninguna de esas tablas contiene información de la red opuesta.