

Examen – 21 de febrero de 2011

(ref: eirc1103.odt)

Instrucciones

- Indique su nombre completo y número de cédula en cada hoja.
- Numere todas las hojas e indique la cantidad total de hojas que entrega en la primera.
- Escriba las hojas de un solo lado y utilice una caligrafía claramente legible.
- Comience cada pregunta teórica y cada ejercicio en una hoja nueva.
- Sólo se contestarán dudas de letra. No se aceptarán dudas de ningún tipo los últimos 30 minutos del examen.
- El examen es individual y sin material. Apague su celular mientras este en el salón del examen.
- Es obligatorio responder correctamente al menos 15 puntos en las preguntas teóricas.
- El puntaje mínimo de aprobación es de 60 puntos.
- Para todos los ejercicios, si es necesario, puede suponer que dispone de los tipos de datos básicos (p.ej. lista, cola, archivo, string, etc.) y sus funciones asociadas (ej: tail(lista), crear(archivo), concatenar(string, string).
- Duración: 3 horas. Culminadas las 3 horas el alumno no podrá modificar las hojas a entregar de ninguna forma.

Preguntas Teóricas

Pregunta 1 (8 puntos)

Describa claramente las dos funciones clave de la capa de red y explique cómo interactúan entre ellas.

Pregunta 2 (6 puntos)

Dada una red de conmutación de paquetes, explique los conceptos de congestión, pérdidas y retardo.

Pregunta 3 (6 puntos)

Explique el principio de funcionamiento del comando *traceroute* indicando además los diferentes tipos de mensajes involucrados y los nodos que colaboran con el comando.

Pregunta 4 (10 puntos)

Suponga una comunicación TCP entre dos procesos A (dir IP = A; puerto TCP = 1927) y B (dir IP = B; puerto TCP = 2222). En un momento determinado A envía a B cuatro segmentos seguidos (no hay ningún dato previo sin asentir), el primero con número de secuencia igual a 1100 y con 20 bytes de datos, y los tres restantes con otros 20 bytes de datos cada uno.

- a) Si B no tiene datos que enviar hacia A y no hay pérdidas de segmentos: represente en un diagrama el intercambio de segmentos resultante hasta que ninguno de los dos lados tenga nada que enviar.
- b) Represente de nuevo el diagrama si B no tiene datos que enviar hacia A y se pierde el primer segmento enviado de A a B.

Nota: Detalle para todos los apartados anteriores el contenido de los campos relevantes de la cabecera TCP. Haga las suposiciones que considere necesarias, justificándolas.

Pregunta 5 (10 puntos)

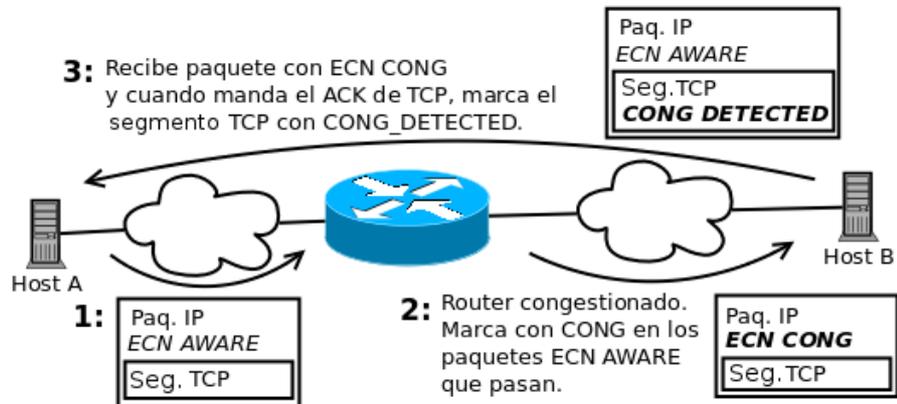
Considere un paquete de longitud L que tiene su origen en el sistema terminal A y que viaja a través de tres enlaces hasta un sistema terminal de destino B. Estos tres enlaces están conectados mediante dos dispositivos de conmutación de paquetes. Sean d_i , s_i y R_i la longitud, la velocidad de propagación y la velocidad de transmisión del enlace i , para $i = 1, 2, 3$. Cada dispositivo de conmutación de paquetes retarda cada paquete d_{proc} .

- a) Suponiendo que no se produce retardo de cola, ¿Cuál es el retardo total terminal a terminal del paquete en función de d_{proc} , d_i , s_i , R_i , ($i = 1, 2, 3$) y L ?
- b) Suponga ahora que $R_1 = R_2 = R_3 = R$ y $d_{proc} = 0$. Suponga también que el conmutador de paquetes no almacena los paquetes y los reenvía, sino que transmite inmediatamente cada bit que recibe sin esperar a que llegue el paquete completo. ¿Cuál será el retardo terminal a terminal?

Problemas Prácticos

Problema 1 (30 puntos)

ECN (*Explicit Congestion Notification*) es un protocolo que actúa en capa de red y capa de transporte que permite que los *hosts* de una sesión TCP reciban notificaciones explícitas de congestión generadas por los routers de la red que reenvían los paquetes de dicha sesión. Un paquete IP puede estar marcado como: NO_ECN, ECN_AWARE o ECN_CONG.



TCP puede activar ECN solicitando a su entidad de red marcar la bandera ECN_AWARE del encabezado IP de todos los paquetes que transportan segmentos de dicha sesión. En caso de congestión, los routers deben marcar la bandera ECN_CONG del encabezado IP en todos aquellos paquetes marcados con ECN_AWARE antes de reenviarlos. Cuando el receptor recibe paquetes marcados con la bandera ECN_CONG le notifica al emisor que existe congestión marcando la bandera CONG_DETECTED del encabezado de los segmentos TCP. En el diagrama se muestra un ejemplo de funcionamiento.

Considere dadas las siguientes primitivas y tipos de datos:

Primitivas:

- void setCongWinSize(int valor)/ int getCongWinSize(): Establece/lee el tamaño actual de la ventana de congestión.
- void setCONGReceived(): Marca los próximos segmentos TCP a enviar con la bandera CONG_DETECTED.

Tipos:

```

TCP_Segment{
    int destPort, srcPort, seqNum, ackSeqNum
    void[] data
    bool cong_detected
    IP_Packet prev_header // Header IP del
paquete TCP
    ...
}

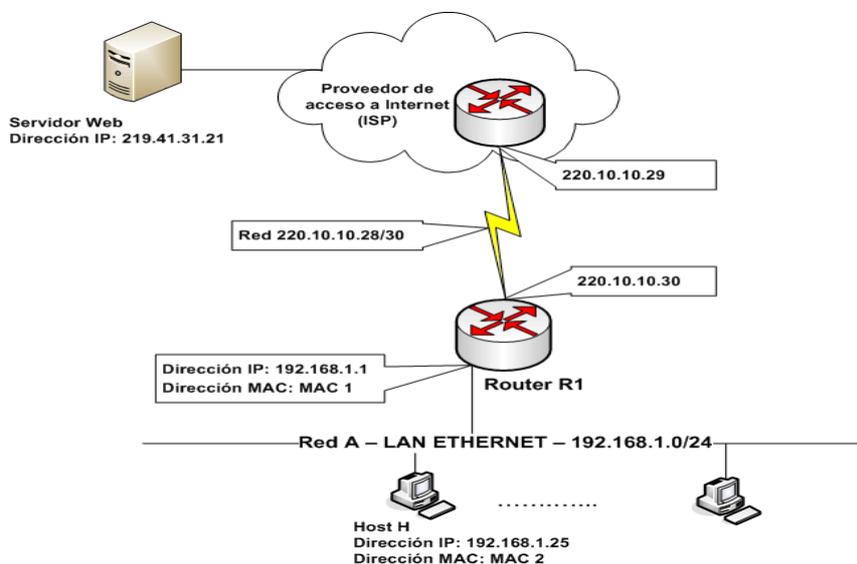
IP_Packet{
    ip_addr src, dst
    enum_ecn ecn_field // Valores: {NO_ECN,
ECN_AWARE, ECN_CONG}
    ...
}
    
```

Se pide:

- Quando el emisor recibe un segmento TCP con la bandera CONG_DETECTED marcada, interpreta dicha situación como congestión. ¿Qué eventos interpreta TCP sin ECN como una señal de congestión en la red?
- Considere una implementación de TCP que carga el segmento TCP recibido en una estructura de tipo TCP_Segment que se usa como parámetro para invocar la función int TCP_congDetection(TCP_Segment segmento) cuya salida es el estado de congestión. Implemente dicha función considerando los mecanismos tradicionales de detección de congestión de TCP y las mejoras provistas por ECN (si se invoca TCP_congDetection con NULL como parámetro, es porque existió un timeout para la recepción de un ACK).
- TCP utiliza la función TCP_congDetection y le pasa el resultado a la función void TCP_congControl(Int congStatus) que implementa el control de congestión tradicional de TCP y los mecanismos necesarios para utilizar ECN. Implemente dicha función considerando que una vez detectada la congestión se pasa al estado "slow start" (arranque lento).

Problema 2 (30 puntos)

Una empresa tiene una red A (LAN Ethernet con direccionamiento privado) con 15 servidores y 70 puestos de trabajo, y se desea que puedan acceder a un servidor web en Internet con dirección IP 219.41.31.21 (ver figura). Para ello el router R1 implementa NAT utilizando su dirección IP pública.



Se pide:

- a) Especifique la tabla de enrutamiento (routing) de R1 y del Host H.
- b)
 - i. Suponiendo que la tabla ARP del Host H está vacía, indicar los mensajes ARP (MAC de origen, MAC de destino y descripción del contenido) intercambiados en la Red A cuando el Host H inicia su comunicación con Servidor Web (asuma que Host H conoce la dirección IP de Servidor Web).
 - ii. Indique las direcciones MAC de las tramas y las direcciones IP de los paquetes correspondientes a un flujo de datos entre el Host H y el Servidor Web considerando ambos sentidos (considere únicamente la Red A).
- c) Especifique las modificaciones que realizará R1 en los paquetes de datos que viajan entre Host H y Servidor Web. Considerar ambos sentidos.
- d) Se adquiere para la Red A el bloque de direcciones IP públicas 100.100.100.0/24, y los administradores deciden aislar la red de servidores de los puestos de trabajo. Especifique las subredes del bloque mencionado que cumplan con este requerimiento y permitan dejar la mayor cantidad posible de direcciones IP para uso futuro. Mencione las modificaciones necesarias en el router R1 y su nueva tabla de enrutamiento.