

## Examen de Redes de Datos

### Plan 97

- Las hojas se escriben de un solo lado y preguntas separadas se responden en hojas separadas.
- Letra clara y legible. Respuesta concisa.
- Nombre, número de cédula y número de pregunta en cada hoja.
- Duración 2 horas.

#### Pregunta 1

- a) ¿En qué consiste la técnica conocida como piggybacking (superposición o incorporación según la traducción), utilizada en protocolos punto a punto con acuse?
- b) ¿Qué ventajas tiene?
- c) ¿Qué inconveniente puede presentar y cómo se soluciona?

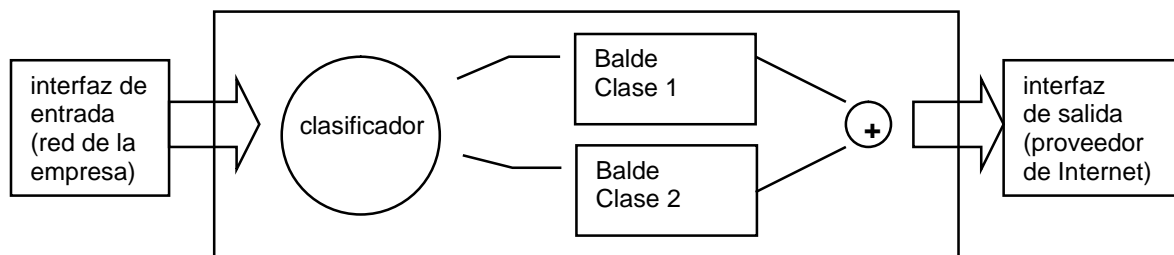
#### Respuesta a Pregunta 1

- a) Al llegar una unidad de datos (proveniente del equipo A) al equipo B, en lugar de enviarse inmediatamente una unidad de datos de control con el acuse de recibo correspondiente, B espera a tener datos para enviar hacia A e incluye el acuse junto con los datos (el acuse es normalmente un campo del encabezado).
- b) Se mejora el uso del ancho de banda disponible. De no usarse piggybacking, se requerirían dos unidades de datos: una para el acuse y otra con los datos de B hacia A.
- c) El problema que se debe resolver es cuánto tiempo debe esperar la entidad por datos para incorporar el acuse. Si se espera mucho, es posible que el transmisor retransmita los datos ante la no recepción del acuse. Si se espera poco se está empeorando el uso del canal.

#### Pregunta 2

- a) Explique el funcionamiento de los algoritmos de balde con goteo (leaky bucket) y balde con fichas (token bucket). Indique los parámetros que condicionan su comportamiento.
- b) Se dispone de un enrutador conectado a Internet y se desea acordar con el proveedor de servicio de la conexión a Internet, un cierto perfil de tráfico que asegure que no habrá pérdidas. Se tiene un requerimiento adicional impuesto por las necesidades de la empresa, que pretende garantizar determinadas condiciones sobre el tráfico (calidad de servicio) dependiendo del tipo o clase al que el mismo pertenezca. Las clases definidas son las siguientes:
  - Clase 1: tráfico de voz sobre IP (VoIP)
  - Clase 2, resto del tráfico

Un esquema interno del enrutador podría verse como:



Se asume que existe un mecanismo de clasificación en el enrutador que distingue cada una de estas clases de tráfico y las vuelca en mecanismos como los explicados en a) que conforman en tráfico de modo que a la salida de cada balde tiene los siguientes parámetros:

Clase 1 = ( 256 Kbps, 768 Kbps, 500 ms)

Clase 2 = ( 768 Kbps, 1280 Kbps, 1s)

siendo los parámetros de las ternas indicadas: tráfico medio (bps), tráfico de pico (bps), duración máxima de una ráfaga a velocidad de pico (segundos).

¿Qué mecanismo o mecanismos de los explicados en a) utilizaría para lograr este resultado y con qué valores de los parámetros?

- c) El acuerdo con el proveedor se controla mediante un mecanismo de baldes (normalmente ubicado en el equipo del proveedor) cuyo comportamiento estará determinado por una terna: ( $\rho$ ,  $M$ ,  $S$ ). El tráfico que exceda lo permitido por el mecanismo de control será descartado.

Calcular los valores de  $\rho$ ,  $M$  y  $S$  que deberían acordarse con el proveedor para que no se produzcan descartes o pérdidas sobre el tráfico de salida del enrutador, suma de los tráficos conformados de las Clases 1 y 2. Determinar los mencionados valores sin sobredimensionar.

### **Respuesta a Pregunta 2**

- a) La función de los baldes con goteo y baldes con fichas es el control del congestionamiento en las redes. Ambos son mecanismos que apuntan a conformar el tráfico, de manera de evitar comportamientos indeseables del mismo, tales como las ráfagas. Permiten, mediante ciertos parámetros, ajustar el tráfico de acuerdo a las características de la red.

**Balde con goteo:** Este mecanismo permite ajustar el tráfico de manera que la tasa máxima de salida del mismo se limite, manteniendo un valor constante, independientemente de la entrada de tráfico. A medida que los datos van arribando al balde se acumulan el mismo y el tráfico a la salida tendrá una tasa constante  $r$ , siempre que existan datos en el balde, o 0 cuando el balde este vacío. A su vez, el balde tiene una capacidad de almacenamiento de datos  $C$  (que podrá medirse por ejemplo en bytes, o paquetes) que una vez que se vea sobrepasada se comenzaran a perder datos. A medida que los datos van llegando, todos aquellos que no pueden ser procesados inmediatamente (lo que se hará a tasa  $r$ ), se van a ir almacenando, hasta que se alcance la capacidad  $C$ , en ese momento todos los demás datos que arriben se pierden.

**Balde con fichas:** Este mecanismo tiene un comportamiento más flexible que el anterior, ya que si bien impone limitaciones sobre la velocidad de salida de tráfico, sus reglas de comportamiento permiten que se den ráfagas, de acuerdo a los parámetros de diseño. En estos baldes se van generando fichas a una tasa constante  $r$ , las que se van acumulando en el balde. El balde tiene una capacidad de almacenamiento de fichas,  $C$ , y una vez que dicha capacidad se ve sobrepasada, las fichas se descartan. Cada vez que un nuevo dato llega al balde, el mismo podrá ser procesado, solamente si hay fichas en el balde. En caso que el balde este vacío, se podría optar por una política de descartar todos los datos nuevos que arriben, o de almacenarlos. En los momentos en que no estén llegando datos al balde, se irán acumulando fichas en el mismo. Esto es lo que permite que se procesen ráfagas, ya que en el momento que comienzan a llegar datos, si el balde esta lleno, aunque la tasa de arribo de datos sea mayor que  $r$ , la salida será igual a la entrada, mientras queden fichas en el balde. En cada balde se deberá definir qué es lo que permite transmitir cada ficha, podrían ser paquetes, o bytes por ejemplo.

- b) Para lograr un comportamiento explicado para los tráficos es necesario utilizar una combinación de dos baldes. Se deberá utilizar en primera instancia un balde con goteo, y a continuación de éste un balde con fichas. Es decir el tráfico saliente del clasificador deberá pasar en primera instancia por un balde con goteo y luego por un balde con fichas. De esta manera el primero de los mecanismos va a limitar la velocidad máxima del tráfico, mientras que el segundo será quien conformará la velocidad media del tráfico resultante, así como el tiempo máximo de ráfaga.

Los parámetros para cada una de las clases de tráfico se describen a continuación:

#### **Clase 1**

- Balde con goteo: Capacidad  $C_g = 768$  Kbps. A su vez la capacidad de dicho balde deberá ser suficientemente grande para que, en caso de acumularse datos en el mismo no se pierdan.
- Balde con fichas:  $\rho = 256$  Kbps,  $C_f = 256$  Kb.

## Clase 2

- Balde con goteo: Capacidad  $C_g = 1280$  Kbps. A su vez la capacidad de dicho balde deberá ser suficientemente grande para que, en caso de acumularse datos en el mismo no se pierdan.
- Balde con fichas:  $\rho = 768$  Kbps,  $C_f = 512$  Kb.

Siendo:  $C = \text{capacidad del balde en bits}$   
 $r = \text{velocidad de generación de tokens en bits por segundo}$

c)

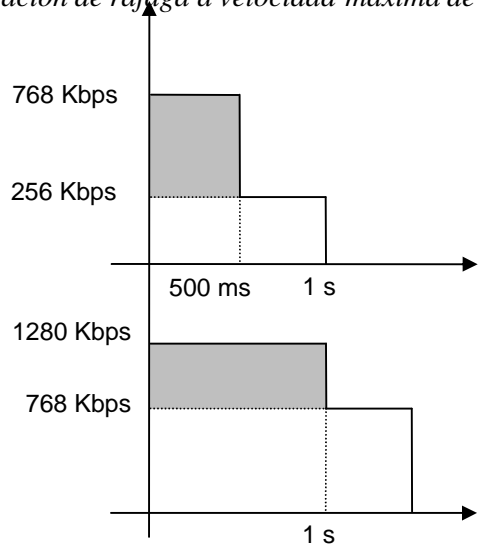
$C + rS = MS$  ecuación de balance en un token bucket

$C = \text{capacidad del balde en bits}$

$r = \text{velocidad de generación de tokens en bits por segundo}$

$M = \text{velocidad máxima de ráfaga en bits por segundo}$

$S = \text{duración de ráfaga a velocidad máxima de ráfaga}$



$$C_1 = (768 - 256) \times 0,5 = 256 \text{ Kbit}$$

$$C_2 = (1280 - 768) \times 1 = 512 \text{ Kbit}$$

Token Bucket resultante.

$$r = r_1 + r_2 = 1024 \text{ Kbps} \quad \text{velocidad media}$$

$$M = M_1 + M_2 = 2048 \text{ Kbps} \quad \text{velocidad de pico}$$

$$C = C_1 + C_2 = 768 \text{ Kbit} \quad \text{tamaño de balde}$$

$$S = \max\{S_1, S_2\} = 1s \quad \text{tiempo de ráfaga}$$

### **Pregunta 3**

En la actualidad muchos switches de capa 2, poseen la capacidad de crear redes virtuales (Virtual Local Area Networks o VLANs). Con esta tecnología se logra romper la barrera de que un switch representa un único dominio de broadcast, ya que permite la división lógica de un switch en varios dominios de broadcast, creando **un dominio de broadcast por VLAN**.

Un administrador de red dispone de un switch de 24 puertos ethernet que posee la mencionada tecnología de redes virtuales. En el mismo decide crear 3 VLANs a las que se asignan los puertos o bocas del switch de la siguiente manera:

- Puertos 1 a 8 pertenecen a la VLAN 1
- Puertos 9 a 16 pertenecen a la VLAN 2
- Puertos 17 a 24 pertenecen a la VLAN 3

Luego de creadas las VLANs, el administrador de la red se encuentra con que la computadora conectada al puerto 1 con la IP 192.168.1.2/26 no se puede conectar con la computadora conectada en el puerto 16 la cual posee la IP 192.168.1.16/26.

- a) ¿Cuál es el problema? Justifique su respuesta.
- b) ¿Cómo solucionaría este problema?. Se dispone de la posibilidad de agregar equipamiento y de reenumerar y/o dividir en subredes el rango de direcciones IP 192.168.1.0/26 si lo entiende necesario.

### **Respuesta a Pregunta 3**

- a) El problema del administrador de la red se encuentra en que las dos computadoras se encuentran en VLANs diferentes y como se trata de dominios de broadcast diferente las peticiones ARP para conectarse entre los equipos no llegaran a destino.
- b) Una solución a este problema es agregar un equipo de capa 3, un enrutador, para que realice el enrutamiento de los paquetes entre ambas VLANs, también cabe destacar que para que la comunicación a través del enrutador sea posible, es necesario que a cada VLAN se le asigne un sub-red diferente. Como disponemos del rango de IP 192.168.1.0/26, tomaremos dos bits la subred resultando las redes 192.168.1.0/28, 192.168.1.16/28, 192.168.1.32/28 192.168.1.48/28 las que asignaremos a las VLAN 1, VLAN 2 y VLAN 3 respectivamente.

### **Pregunta 4**

- a) Explique la diferencia entre control de flujo y control de congestión. Explique porqué son necesarios ambos mecanismos de control.
- b) Explique en detalle cómo se implementa el control de congestión en TCP.

### **Respuesta a Pregunta 4**

- a) El control de congestión y el control de flujo, son ambos mecanismos que intentan atacar el problema de la mala performance de la red. Se diferencian en dónde combaten este problema. El control de flujo se ocupa de que no existan problemas de performance debido al atoramiento de un host, es decir, intenta evitar que, dada una comunicación entre dos hosts de capacidades dispares, el transmisor (rápido) atore al receptor (lento). Es decir, el transmisor envíe paquetes hacia el receptor a una tasa mayor de la que éste puede procesar.

Por otro lado, el control de congestión ataca los problemas de performance debido a la saturación de la red en sí. Cuando los hosts envían paquetes de manera que la red no puede procesar todos al mismo tiempo, se da la congestión y donde comienzan a aparecen pérdidas de datos o retardos importantes. En este caso se ataca el problema de otra manera, intentando que todos los hosts de la red "regulen" su tráfico de manera que el mismo pueda ser aceptado.

- b) La manera que TCP realiza control de congestión es manteniendo una ventana de congestionamiento en cada uno de los transmisores, que indica la cantidad de bytes que se pueden enviar. Al establecerse la conexión TCP, el transmisor asigna a dicha ventana el tamaño máximo de segmento (MSS) usado en la conexión, y por lo tanto envía un paquete de ese tamaño. A su vez se mantiene un temporizador luego de enviada cada serie de datos, y luego de vencido el mismo se asume que los datos se perdieron debido a problemas de congestión en la red. Si por el contrario, se recibe el acuse de los datos enviados antes del fin del temporizador, se duplica el valor de la ventana de congestión. De esta manera, la ventana crece de

manera exponencial (se conoce como arranque lento), hasta que ocurren una de dos alternativas: se alcanza la ventana del receptor o se alcanza un umbral fijado de antemano.

TCP mantiene un umbral que indica el fin del arranque lento. Luego que la ventana alcanza el valor del umbral, en lugar de duplicar el tamaño de la misma en cada ráfaga reconocida con éxito, simplemente se aumenta su valor en un MSS, y así sucesivamente mientras todos los datos sean reconocidos antes del vencimiento del temporizador.

Si en cualquier momento se llega a cero termina una temporización antes que sean reconocidos todos los datos enviados, el umbral se establece en la mitad del valor de la ventana en dicho momento, y la ventana se establece en un MSS nuevamente, para recomenzar el ciclo.

Lo que se busca con este mecanismo es determinar la capacidad de la red, llegando rápidamente hasta el valor umbral, y luego aumentando lentamente, con más precisión. El crecimiento de la ventana de congestión se detiene, o bien cuando se alcanza la ventana receptora, o cuando se vencen los temporizadores, intentando es determinar cual de los dos fenómenos será el limitante para la transmisión.