

---

# ***Arquitectura y protocolos TCP/IP***

## ***Solucionario***

---

### **Unidad I: Otras aplicaciones de red**



---

## Cuestiones de repaso

---

---

### Cuestión 1 (Kurose&Ross7, Tema 2, R1)

Enumere cinco aplicaciones de Internet no propietarias y los protocolos de la capa de aplicación que utilizan.

**Solución:**

Aplicación	Protocolo
Páginas web	HTTP
Transferencia de archivos	FTP
Acceso remoto a terminal	Telnet
Distribución de archivos BitTorrent	Protocolo BitTorrent
Correo electrónico	SMTP

---

### Cuestión 2 (Kurose&Ross7, Tema 2, R3)

En una sesión de comunicación entre dos procesos, ¿qué proceso es el cliente y qué proceso es el servidor?

**Solución:**

El proceso que inicia la comunicación es el cliente; el proceso que espera a ser conectado es el servidor.

---

### Cuestión 3 (Kurose&Ross7, Tema 2, R5)

¿Qué información utiliza un proceso que se ejecuta en un host para identificar a un proceso que se ejecuta en otro host?

**Solución:**

Utiliza la combinación de la dirección IP del host de destino y el número de puerto del socket de destino.

---

---

**Cuestión 4 (Kurose&Ross7, Tema 2, R7)**

Utilizando la Figura 2.4, podemos ver que ninguna de las aplicaciones indicadas en dicha figura presenta a la vez requisitos de temporización y de ausencia de pérdida de datos. ¿Puede concebir una aplicación que requiera que no haya pérdida de datos y que también sea extremadamente sensible al tiempo?

**Solución:**

Un ejemplo de ello es el procesamiento remoto de textos, por ejemplo, con *Google Docs*. Sin embargo, debido a que *Google Docs* se ejecuta en Internet (mediante TCP), no se proporcionan garantías de tiempo.

---

---

**Cuestión 5 (Kurose&Ross7, Tema 2, R9)**

Recuerde que TCP puede mejorarse con SSL para proporcionar servicios de seguridad proceso a proceso, incluyendo mecanismos de cifrado. ¿En qué capa opera SSL, en la capa de transporte o en la capa de aplicación? Si el desarrollador de la aplicación desea mejorar TCP con SSL, ¿qué tendrá que hacer?

**Solución:**

SSL opera en la capa de aplicación. El socket SSL tomará los datos sin cifrar de la capa de aplicación, encriptará dicha información y la pasará al socket TCP.

Si el desarrollador de la aplicación desea mejorar TCP con SSL tendrá que incluir código SSL en las rutinas de la aplicación.

---

---

**Cuestión 6 (Kurose&Ross7, Tema 2, R11)**

¿Por qué HTTP, FTP, SMTP y POP3 se ejecutan sobre TCP en lugar de sobre UDP?

**Solución:**

Las aplicaciones asociadas con estos protocolos requieren que todos los datos se reciban en el orden correcto y sin pérdidas de información. Por ello, dichas aplicaciones deberán usar TCP en vez de UDP ya que TCP ofrece un servicio fiable.

---

---

**Cuestión 7 (Kurose&Ross7, Tema 2, R13)**

Describe cómo el almacenamiento en caché web puede reducir el retardo de recepción de un objeto solicitado. ¿Reducirá este tipo de almacenamiento el retardo de todos los objetos solicitados por el usuario o sólo el de algunos objetos? ¿Por qué?

**Solución:**

El almacenamiento en caché permite acercar el contenido al usuario, puede que incluso a la misma LAN a la que dicho host se conecta.

El almacenamiento en caché permite reducir el retardo de todos los objetos solicitados, incluso el de aquellos objetos que no estén guardados en la caché, ya que al tener parte de los objetos ya guardados se reducirá el tráfico del enlace permitiendo descargar los no guardados más rápidamente.

---

---

**Cuestión 8 (Kurose&Ross7, Tema 2, R15)**

Enumere algunas aplicaciones de mensajería populares. ¿Utilizan el mismo protocolo que SMS?

**Solución:**

Una lista de varias aplicaciones de mensajería populares: WhatsApp, Facebook Messenger, WeChat y Snapchat. Estas aplicaciones utilizan diferentes protocolos que SMS.

---

## Cuestión 9 (Kurose&Ross7, Tema 2, R17)

Imprima la cabecera de un mensaje de correo electrónico que haya recibido recientemente. ¿Cuántas líneas de cabecera Received: contiene? Analice cada una de las líneas de cabecera del mensaje.

### Solución:

Received:	from 65.54.246.203 (EHLO bay0-omc3-s3.bay0.hotmail.com) (65.54.246.203) by mta419.mail.mud.yahoo.com with SMTP; Sat, 19 Dic 2017 16:53:51 -0700
Received:	from hotmail.com ([65.55.135.106]) by bay0-omc3-s3.bay0.hotmail.com with Microsoft SMTPSVC(6.0.3790.2668); Sat, 19 May 2007 16:52:42 -0700
Received:	from mail pickup service by hotmail.com with Microsoft SMTPSVC; Sat, 19 Dic 2017 16:52:41 -0700
Message-ID:	<BAY130-F26D9E35BF59E0D18A819AFB9310@phx.gbl>
Received:	from 65.55.135.123 by by130fd.bay130.hotmail.msn.com with HTTP; Sat, 19 Dic 2017 23:52:36 GMT
From:	"prithula dhungel" <prithuladhungel@hotmail.com>
To:	prithula@yahoo.com
Bcc:	
Subject:	Test mail
Date:	Sat, 19 Dic 2017 23:52:36 +0000
Mime-Version:	1.0
Content-Type:	Text/html; format=flowed
Return-Path:	prithuladhungel@hotmail.com

Ejemplo de cabecera de un correo electrónico

**Received:** Este campo indica la secuencia en la que los servidores SMTP envían y reciben el mensaje de correo electrónico incluyendo cada uno su marca de tiempo correspondiente. La cabecera del ejemplo contiene cuatro líneas **Received**. Esto significa que el mensaje ha pasado por 5 servidores SMTP diferentes antes de ser entregado al buzón de correo del destinatario. El cuarto (y último) **Received** indica que el correo pasó del servidor SMTP del remitente al segundo servidor SMTP en la cadena de servidores. El servidor del remitente se encuentra en la dirección IP 65.55.135.123 y el segundo servidor de la cadena es by130fd.bay130.hotmail.msn.com. El tercer **Received** indica que indica el flujo del correo del desde el segundo servidor SMTP al tercero, y así sucesivamente.

Finalmente, el primer `Received` indica la llegada del mensaje desde el cuarto servidor SMTP al servidor SMTP del destinatario.

`Message-Id:` A este mensaje de correo electrónico se le ha dado el identificador `BAY130-F26D9E35BF59E0D18A819AFB9310@phx.gbl`. Este identificador es una cadena de texto única que es asignada por el sistema de correo electrónico cuando el mensaje es creado. En el ejemplo el identificador es asignado por el servidor `bay0-omc3-s3.bay0.hotmail.com`.

`From:` Este campo indica la dirección de correo electrónico del remitente del correo. En el ejemplo `"prithuladhungel@hotmail.com"`.

`To:` Campo que indica la dirección de correo electrónico del destinatario. En el ejemplo el destinatario es `"prithula@yahoo.com"`.

`Subject:` Campo que indica el asunto del correo electrónico (si el remitente lo ha especificado). En el ejemplo el asunto especificado por el remitente es `"Test mail"`.

`Date:` Indica la fecha y hora en la que el correo fue enviado por el remitente.

`Mime-version:` versión MIME (*Multipurpose Internet Mail Extension*) del correo. El correo del ejemplo tiene versión 1.0.

`Content-type:` El tipo de contenido del "cuerpo" del mensaje. En el ejemplo el tipo indicado es `"text/html"`.

`Return-path:` Este campo especifica la dirección de correo electrónico a la que se enviará la respuesta en caso de que el destinatario desee responder al mensaje. Este campo es a su vez utilizado por el servidor de correo del remitente para devolver el correo en caso de que haya algún error en su transmisión. En el ejemplo la dirección de retorno es `"prithuladhungel@hotmail.com"`.

---

## Cuestión 10 (Kurose&Ross7, Tema 2, R19)

¿Pueden el servidor web y el servidor de correo electrónico de una organización tener exactamente el mismo alias para un nombre de host (por ejemplo, `foo.com`)?

¿Cuál sería el tipo especificado en el registro de recurso (RR) que contiene el nombre de host del servidor de correo?

**Solución:**

Sí. El servidor web y el servidor de correo electrónico de una organización pueden tener el mismo alias para un nombre de host. El registro MX se utiliza para mapear el nombre de host del servidor de correo a su dirección IP.

---

---

**Cuestión 11 (Kurose&Ross7, Tema 2, R21)**

En BitTorrent, suponga que Alicia proporciona fragmentos a Benito a intervalos de 30 segundos. ¿Devolverá necesariamente Benito el favor y proporcionará fragmentos a Alicia en el mismo intervalo de tiempo? ¿Por qué?

**Solución:**

Benito no proporcionará necesariamente fragmentos a Alicia. Alicia tiene que estar entre los 4 mejores vecinos de Benito para que Benito le envíe fragmentos; esto podría no ocurrir incluso si Alicia proporciona fragmentos a Benito a intervalos de 30 segundos.

---

---

**Cuestión 12 (Kurose&Ross7, Tema 2, R23)**

¿Qué es una red solapada? ¿Contiene routers? ¿Cuáles son las fronteras en una red solapada?

**Solución:**

La red solapada en un sistema de intercambio de archivos P2P consiste en los nodos que participan en el sistema de intercambio de archivos y los enlaces lógicos entre los nodos. Existe un enlace lógico (un "borde" en términos de teoría de grafos) desde el nodo A al nodo B si hay una conexión TCP semipermanente entre A y B. Una red solapada no incluye routers.



---

---

### **Cuestión 13 (Kurose&Ross7, Tema 2, R25)**

Además de las consideraciones relativas a las redes como son los retardos, las pérdidas de paquetes y el ancho de banda, existen otros factores importantes que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar una estrategia de selección del servidor CDN. ¿Cuáles son esos factores?

#### **Solución:**

Además de los factores relacionados con la red, hay algunos factores importantes a considerar, como el equilibrio de carga (los clientes no deben ser dirigidos a clústeres sobrecargados), efectos diurnos, variaciones entre servidores DNS dentro de una red, disponibilidad limitada de vídeos a los que rara vez se accede, y la necesidad de aliviar los puntos calientes que puedan surgir debido al contenido de vídeo popular.

*Documento de referencia:* Torres, Ruben, y col. "Dissecting video server selection strategies in the YouTube CDN". The 31st IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS), 2011.

Otro factor a considerar es el costo de entrega del ISP: los clusters pueden elegirse de manera que se utilicen ISP específicos para transportar el tráfico CDN-a-cliente, teniendo en cuenta las diferentes estructuras de costos en las relaciones contractuales entre los ISP y los operadores del clúster.

---

---

### **Cuestión 14 (Kurose&Ross7, Tema 2, R27)**

En la aplicación cliente-servidor sobre TCP descrita en la Sección 2.7, ¿por qué tiene que ser ejecutado el programa servidor antes que el programa cliente? En la aplicación cliente-servidor sobre UDP, ¿por qué el programa cliente puede ejecutarse antes que el programa servidor?

#### **Solución:**

Para la aplicación TCP, tan pronto como se ejecuta el cliente intenta iniciar una conexión TCP con el servidor. Si el servidor TCP no se está ejecutando, el cliente

no podrá establecer una conexión. Para la aplicación UDP, el cliente no inicia conexiones (ni intenta comunicarse con el servidor UDP) inmediatamente después de la ejecución.

---

## Problemas

---



---

### Problema 1 (Kurose&Ross7, Tema 2, P 22)

---

Desea distribuir un archivo de  $F = 15$  Gbits a  $N$  pares. El servidor tiene una velocidad de carga de  $u_s = 30$  Mbps, y cada par tiene una velocidad de descarga de  $d_i = 2$  Mbps y una velocidad de carga igual a  $u$ . Para  $N = 10, 100$  y  $1.000$ , y  $u = 300$  kbps,  $700$  kbps y  $2$  Mbps, prepare una gráfica que proporcione el tiempo mínimo de distribución para cada una de las combinaciones de  $N$  y  $u$ , tanto para una distribución cliente-servidor como para una distribución P2P.

#### Solución:

**Nota importante:** Recuerde que en el Sistema Internacional de Unidades  $1k = 10^3$ ,  $1M = 10^6$ , etc. Es el criterio que deberá seguir en esta asignatura, si no se indicara expresamente lo contrario.

Para calcular el tiempo mínimo de distribución para la distribución cliente-servidor utilizaremos la siguiente fórmula (repase la sección 2.5 del libro de texto):

$$D_{cs} = \max \{NF/u_s, F/d_{\min}\}$$

donde  $d_{\min} = d_i = 2$  Mbps.

Del mismo modo, para calcular el tiempo mínimo de distribución para la distribución P2P utilizaremos la siguiente fórmula:

$$D_{p2p} = \max \{F/u_s, F/d_{\min}, NF/(u_s + \sum_{i=1}^N u_i)\}$$

Las dos tablas siguientes muestran los resultados solicitados.

CS (segundos)		N		
		10	100	1000
u	300 kbps	7.500	50.000	500.000
	700 kbps	7.500	50.000	500.000
	2 Mbps	7.500	50.000	500.000

P2P (segundos)		N		
		10	100	1000
u	300 kbps	7.500	25.000	45.455
	700 kbps	7.500	15.000	20.548
	2 Mbps	7.500	7.500	7.500

---

## Problema 2 (Kurose&Ross7, Tema 2, P 23)

Desea distribuir un archivo de  $F$  bits a  $N$  pares utilizando una arquitectura cliente-servidor. Suponga un modelo flexible, en el que el servidor puede transmitir simultáneamente a varios pares, transmitiendo a cada par a distintas velocidades, siempre y cuando la velocidad combinada no sea mayor que  $u_s$ .

- Suponga que  $u_s/N \leq d_{\min}$ . Especifique un esquema de distribución que tenga un tiempo de distribución de  $NF/u_s$ .
- Suponga que  $u_s/N \geq d_{\min}$ . Especifique un esquema de distribución que tenga un tiempo de distribución de  $F/d_{\min}$ .
- Demuestre que, en general, el tiempo mínimo de distribución está dado por  $\max\{NF/u_s, F/d_{\min}\}$ .

**Solución:**

Recordemos (sección 2.5 del libro de texto) que  $d_{min}$  es la velocidad de descarga del par cuya velocidad de descarga es menor.

- a. Considere un esquema de distribución en el que el servidor envía el archivo a cada cliente, en paralelo, a una velocidad  $u_s/N$ . Observe que esta velocidad es menor que la velocidad de descarga de cada uno de los clientes, ya que por suposición  $u_s/N \leq d_{min}$ . Por lo tanto, cada cliente también puede recibir a velocidad  $u_s/N$ . Dado que cada cliente recibe a velocidad  $u_s/N$ , el tiempo para que cada cliente reciba el archivo completo es  $F / (u_s/N) = NF/u_s$ . Como todos los clientes reciben el fichero en  $NF/u_s$  el tiempo de distribución global es también  $NF/u_s$ .
- b. Considere un esquema de distribución en el que el servidor envía el archivo a cada cliente, en paralelo, a una velocidad  $d_{min}$ . Obsérvese que la velocidad agregada,  $Nd_{min}$ , es menor que la velocidad del enlace del servidor  $u_s$ , ya que por suposición  $u_s/N \geq d_{min}$ . Dado que cada cliente recibe a velocidad  $d_{min}$ , el tiempo para que cada cliente reciba el archivo completo es  $F/d_{min}$ . Como todos los clientes reciben el archivo en este tiempo, el tiempo de distribución global es también  $F/d_{min}$ .
- c. De la sección 2.5 sabemos que

$$D_{cs} \geq \max \{NF/u_s, F/d_{min}\} . \quad (1)$$

Suponga que  $u_s/N \leq d_{min}$ . Entonces, a partir de la expresión (1) tenemos  $D_{cs} \geq NF/u_s$ . Pero a partir del apartado (a) tenemos que  $D_{cs} \leq NF/u_s$ . Combinando ambas expresiones se tiene que

$$D_{cs} = NF/u_s \text{ cuando } u_s/N \leq d_{min} . \quad (2)$$

De igual forma se puede demostrar que

$$D_{cs} = F/d_{min} \text{ cuando } u_s/N \geq d_{min} . \quad (3)$$

Combinando las expresiones (2) y (3) se obtiene el resultado pedido.

---

**Problema 3 (Kurose&Ross7, Tema 2, P 27)**

Considere un sistema DASH para el que hay  $N$  versiones de un vídeo (con  $N$  diferentes velocidades y niveles de calidad) y  $N$  versiones de audio (con  $N$  diferentes velocidades y niveles de calidad). Suponga que queremos permitir que el reproductor seleccione en cualquier instante cualquiera de las  $N$  versiones de vídeo y de las  $N$  versiones de audio.

- a. Si creamos archivos de modo que el audio esté mezclado con el vídeo, y el servidor envíe solo un flujo multimedia en cualquier momento dado, ¿cuántos archivos necesitará almacenar el servidor (cada uno con un URL distinto)?
- b. Si, por el contrario, el servidor envía los flujos de vídeo y de audio por separado y hacemos que el cliente sincronice los flujos, ¿cuántos archivos necesitará almacenar el servidor?

**Solución:**

- a.  $N$  archivos, bajo la suposición de que hacemos un emparejamiento uno a uno emparejando versiones de vídeo con versiones de audio en orden decreciente de calidad y velocidad.
- b.  $2N$  archivos.