

**15.565 – INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN:  
FACTORES TECNOLÓGICOS, ORGANIZATIVOS Y ESTRATÉGICOS**

**15.578 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN GLOBALES:  
COMUNICACIONES Y CONECTIVIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Primavera 2002

**Trabajo para casa 2 - EJEMPLO DE SOLUCIONES**

*Hay muchos enfoques posibles a la hora de responder las preguntas. En este documento se presentan algunas soluciones de ejemplo. Algunos apartados incluyen más detalles de los que se esperan en la solución típica del estudiante. Los presentamos para proporcionar más detalles en las preguntas y para ofrecer una muestra de las posibles soluciones.*

Pregunta 1 (Conectividad estratégica) [50 puntos]

A pesar de que la agregación de cuentas es uno de los servicios más punteros ofrecidos en línea por las empresas de servicios financieros, algunos ejecutivos siguen siendo escépticos. Considere, por ejemplo, la siguiente noticia extraída de la revista ComputerWorld (en inglés):

[[Banks, brokerages weigh merits of aggregation technology](http://www.computerworld.com/storyba/0,4125,NAV47_STO62332,00.html), 17 de julio de 2001  
([http://www.computerworld.com/storyba/0,4125,NAV47\\_STO62332,00.html](http://www.computerworld.com/storyba/0,4125,NAV47_STO62332,00.html))]

Un ejecutivo de una agencia de corretaje afirmó que su empresa debería gastar aproximadamente 350.000 \$ para instalar tecnología de agregación. “No nos pareció un buen acuerdo, teniendo en cuenta que la agencia aún no era consciente de la demanda por parte de los clientes y no se ve clara la posibilidad de recuperar beneficios”, añadió el ejecutivo, que desea permanecer en el anonimato.

"¿Vas a dejar de adoptar algo por miedo a que los demás también lo hagan?", preguntaba. "Con los precios que (los proveedores) piden, el miedo no es un buen motivador".

En otra empresa, que decidió implementar la tecnología de agregación de cuentas, su jefe de proyectos de Internet, Jonathan Scott, también tenía miedo: [[Banks See Online Account Aggregation as Necessary Evil](http://www.computerworld.com/storyba/0,4125,NAV47_STO62443,00.html)], 23 de julio de 2001 ([http://www.computerworld.com/storyba/0,4125,NAV47\\_STO62443,00.html](http://www.computerworld.com/storyba/0,4125,NAV47_STO62443,00.html))]

Scott afirmaba que no estaba seguro del recibimiento que tendría esta tecnología. “No sé si será una herramienta eficaz o no”, comentaba. Y facilitar a los clientes la comparación en línea de las distintas cuentas de mercado “me asusta”, añadió Scott, explicando que un banco con 350.000 clientes no puede llegar a acuerdos con agencias que ofrecen valores elevados”.

Meir Shor, presidente del Bank Leumi le-Israel BM de Tel Aviv, por su parte, no oculta su entusiasmo, tal como puede verse a continuación: [[Israeli bank pushes wireless service despite low usage](http://www.computerworld.com/itresources/rcstory/0,4167,STO63487_KEY68,00.html)] 3 de sept de 2001 ([http://www.computerworld.com/itresources/rcstory/0,4167,STO63487\\_KEY68,00.html](http://www.computerworld.com/itresources/rcstory/0,4167,STO63487_KEY68,00.html))]

“A pesar de contar sólo con 100 usuarios al día durante este año en nuestro servicio de comunicación inalámbrica Shor, estamos sacando adelante un proyecto de TI que, en los próximos meses, agregará cuentas basadas en Web y en tecnología inalámbrica, además de capacidades de transacción”.

1) Asuma que es el gestor de una de las empresas anteriores (elija la que quiera), explique por qué optaría por instalar o no instalar tecnología de agregación en su empresa. Analice el caso de utilización de entornos estratégicos discutido en clase. Enumere sus motivos en una lista y agregue explicaciones breves. [16 puntos]

*La puntuación de esta pregunta depende del proceso, más que de la recomendación real. Se valorará la forma en que el estudiante comprenda los modelos estratégicos utilizados en clase.*

**(Ejecutivo de agencia de corretaje en línea)**

**Análisis estratégico utilizando el modelo de cinco fuerzas:**

#### **Nuevos participantes**

Es posible que la agregación de cuentas atraiga a nuevos participantes, como portales como Yahoo. Aunque tal vez no cuenten con la ventaja de empresas de confianza establecidas como los bancos, pueden presentarse como terceros imparciales que no van a obsesionarse por las ventas y que, por lo tanto, utilizarán la agregación de cuentas como una oportunidad para introducirse en el mercado. Asimismo, la agregación de cuentas presenta barreras relativamente bajas, ya que la recopilación de información desde recursos de terceros puede llevarse a cabo con un producto de software no demasiado caro. De esta forma, la empresa de corretaje en línea (OBC) se enfrentará a una mayor competencia en la industria.

#### **Rebajar el poder de los clientes**

La reducción del poder de los clientes aumentará con la introducción de la agregación de cuentas, ya que hace que los clientes compren a precios más bajos, con mejores intereses y tasas hipotecarias más interesantes. Si la OBC está ahí en términos de tasas e índices, podrá perder clientes en favor de sus competidores por no ser capaz de ofrecer tanto valor como el resto. Por otro lado, si la OBC puede diferenciar sus productos de los de sus competidores, de tal forma que esta comparación no se base únicamente en precios más bajos o intereses mejores, sino en el valor total que pueda superar al de sus competidores, podrá entonces beneficiarse de una mayor rebaja del poder de los clientes.

#### **Nuevos productos y servicios**

La agregación de cuentas puede crear oportunidades para productos y servicios totalmente nuevos. La OBC puede, por ejemplo, ofrecer un servicio que ubique adecuadamente el capital de los clientes en distintas cuentas basadas en limitaciones específicas y objetivos. También puede utilizar la agregación de cuentas como plataforma para vender productos de servicios financieros nuevos y existentes.

#### **Rebaja del poder de los proveedores**

La agregación de cuentas aumenta la rebaja del poder de los proveedores en general y la de los proveedores de tecnología en particular. Como la OBC debe actuar con rapidez para ofrecer servicios de agregación, es probable que se decante por proveedores de tecnología como Yodlee para instalar el servicio de agregación rápidamente, y no tener que desarrollar la tecnología de forma interna. Aunque esto tal vez pueda crear problemas relacionados con agentes de confianza con los bancos que compartirían las cuentas de sus clientes con estos proveedores de tecnología, también es posible que no tengan otra alternativa.

#### **Rivalidad entre clientes existentes**

##### **Reclutamiento y retención de clientes**

Un informe indicaba el año pasado que un tercio de los clientes de bancos en línea estarían dispuestos a pagar por tener todas sus cuentas financieras disponibles en un sólo lugar. Con la introducción de la agregación de cuentas, la OBC puede evitar perder clientes a favor de los competidores. Además, el corretaje puede aumentar su base de clientes y reclutar a clientes desde otras instituciones que no han sabido actuar con rapidez.

Basándose en este análisis, ofrecer agregación de cuentas y desarrollar nuevos productos y servicios que mejoren la diferenciación de productos y amplíen los negocios, parece ser

**la única opción, ya que la OBC se enfrenta a las amenazas crecientes que provienen de los nuevos participantes, competidores y de la mayor rebaja del poder de compradores y proveedores.**

2) Asuma que estamos en el año 2005 y que todos los bancos ofrecen servicios de agregación de cuentas a sus clientes. Habiendo tomado la excelente decisión de instalar tecnología de agregación de cuentas en línea hace ya algunos años, ahora se da cuenta de que esta ventaja se va perdiendo y que sus gerentes le pedirán en breve que tome otra decisión acertada. Afortunadamente, se apuntó al curso 15.565/15.578, y recuerda que “la agregación de cuentas en línea no está limitada. Al contrario, necesita convertirse en una herramienta que comprenda y agregue valor a sus clientes”. Explique al menos dos ideas nuevas que vayan más allá de la agregación de cuentas simple y que, tal vez, requieran la realización de algunas agregaciones adicionales. [5 puntos por cada idea]

*Los estudiantes que ofrezcan dos respuestas no triviales después de los servicios de agregación obtendrán la calificación más alta.*

**1) “Banquero privado” automatizado: Al analizar todas las participaciones financieras, al tiempo que la información personal (como la tolerancia al riesgo), este servicio de posagregación podría identificar mejores formas de ubicar los valores financieros para aumentar los beneficios dentro de los márgenes de tolerancia al riesgo.**

**2) Comercio automatizado: Los agentes que pueden comprar y vender acciones en su nombre, mediante el acceso a las fuentes de agregación necesarias. Le permiten especificar las reglas que gestionarán las transacciones.**

**3) Ubicación de activos sensibles a impuestos: Este servicio de posagregación ubica de forma óptima los recursos, al mismo tiempo que tiene en cuenta las implicaciones fiscales de sus inversiones.**

3) El *boom* de las empresas de Internet ya es historia, pero sigue interesado en participar en el concurso MIT 50K con la idea de crear un agregador de tarifas de vuelo. Uno de los miembros de su equipo ya ha realizado el proyecto informático y sabe cómo utilizar la tecnología de obtención de datos en pantalla desarrollada por el MIT para extraer información de distintos sitios Web. Por lo tanto, no debe preocuparse por los detalles técnicos.

a) Identifique y describa algunas de las fuentes que agregaría para esta aplicación. ¿Por qué estas fuentes? [8 puntos]

*No olvide que debe proporcionar alguna descripción de las fuentes.*

**www.orbitz.com -- Analiza más de 2 millones de posibilidades para vuelos y tarifas.**

**www.expedia.com -- Ofrece hoteles, coches de alquiler, información de vuelos y tarifas.**

**travel.yahoo.com – Proporciona información de viajes, así como de ocio y actividades.**

**Por qué: Éstas son las fuentes que se suelen consultar y las que tengo en cuenta a la hora de comprar billetes. Precios razonables y competitivos.**

b) En la fase final de la competición 50K, alguien le sugiere que tendrá más posibilidades de obtener el premio si identifica cómo diferenciar su servicio del resto de los servicios del mercado. Con sorpresa y nerviosismo, se da cuenta de que ya hay otras empresas que ofrecen agregación de tarifas de vuelo con sólo hacer una búsqueda en Google. Describa al menos un agregador de vuelos (ámbito de la agregación, capacidades, etc.) y explique cómo pretende diferenciar su servicio de los demás para obtener el premio. [8 puntos]

*Las respuestas creativas que se alejen de las más utilizadas y ya aplicadas en otras estrategias de diferenciación recibirán mayor puntuación.*

**www.deckchair.com, es un agregador de vuelos del Reino Unido. No queda claro si abarcan los agregadores de Internet existentes, como Yahoo Travel o si tienen acuerdos con propietarios de bases de datos no disponibles públicamente. Sólo ofrecen servicios en libras esterlinas.**

**Algunas de las técnicas de diferenciación ya se aplican en los agregadores existentes, como la fusión de vuelos con hoteles y alquileres de coches, y ofrecen un valor agregado a sus clientes.**

**Una forma de diferenciación podría ser la construcción de un meta agregador de vuelos que realizase búsquedas paralelas en agregadores existentes e incluyese búsquedas populares como priceline.com. La tecnología necesaria para conseguir este tipo de agregación requeriría más que la simple extracción de datos, ya que sitios como priceline.com responden con una ventana de tiempos.**

**Por ello, la agregación necesitaría incluir cuentas de correo electrónico y la capacidad de especificar reglas de negociación con sitios como priceline, etc.**

c) Suponga que ha decidido incluir Priceline ( [www.priceline.com](http://www.priceline.com)) como una de sus fuentes en la estrategia de diferenciación. ¿Qué dificultades (técnicas, legales, etc.) espera encontrar al incluir esta fuente en su servicio?

*La calificación se basa en el razonamiento de la dificultad sugerida. A continuación se proporcionan ejemplos con distintas dificultades (se admiten también dificultades legales):*

**Algunos ejemplos de dificultades técnicas:**

**1) El software de agregación no debe preocuparse sólo de la coincidencia de patrones, sino que debe analizar el significado de la respuesta de priceline, para que pueda aumentarse la oferta si fuera necesario.**

**2) Como priceline requiere que compre el billete cuando éste coincida con su precio, la mecánica y el significado de la comparación de precios debería modificarse. El agregador no debe limitarse a obtener un precio de priceline y mostrarlo como alternativa.**

**3) La seguridad es un problema importante, ya que el agregador debe almacenar la información de la tarjeta de crédito del usuario y facilitársela a priceline cuando sea necesario.**

Intente que las respuestas a todas estas preguntas sean lo más breves y concisas que sea posible.

Pregunta 2 (Protocolos de red) [50 puntos]

Considere la situación de la Figura 1, que describe dos PC conectados por una red Ethernet (no debe preocuparse por los detalles de Ethernet en esta pregunta). Queremos copiar el archivo X desde el disco duro 1 del PC1, al disco duro 2 del PC2.

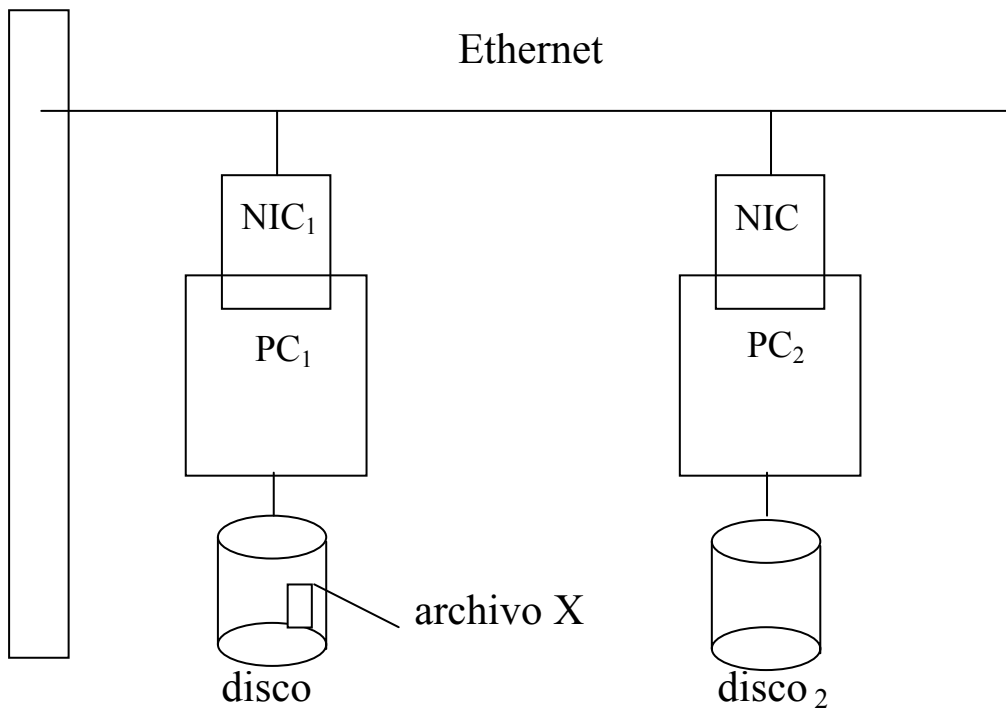


Figura 1. Configuración del sistema

- a) Sabe que el tamaño del archivo X es 809.317 bytes y que la red Ethernet funciona a 10 Mbits por segundo. Asumiendo que estos dos PC son los únicos de la red, ¿cuánto tiempo tardará un estudiante que no haya hecho el curso 15.565/15.578 en copiar el archivo X? (Para esta pregunta, no necesita dar muchos datos, pero sí justificar sus afirmaciones). [4 puntos]

**Cantidad para transferir = 809.317 bytes \* 8 bits/byte = 6.474.536 bits.**

**Tiempo esperado = 6.474.536 bits/10.485.760 bits/s = 0,617 segundos**

**[Respuesta aproximada = 809137/1,25 Mbytes/s = 0,647 segundos]**

El gráfico de flechas de la Figura 2 describe nuestros protocolos qdftp (*Quick and Dirty File Transfer Program*). La NIC (tarjeta de interfaz de red o, en este caso, la tarjeta Ethernet) actúa como interfaz y búfer entre el PC y la red.

- b) Identifique al menos dos pasos (o acciones) que se omiten en los procedimientos qdftp descritos en la Figura 2. Explique brevemente cuáles son y por qué se necesitarían.

1. Paso inicial para informar a PC2 de que X se ha enviado.
2. Paso final para informar a PC2 de que todo el archivo se ha enviado, es decir, que PC1 ha terminado.
3. Procedimiento de retransmisión/recuperación de errores si el paquete recibido no se ha validado correctamente.

A pesar de las deficiencias indicadas en (b) arriba, asumiremos que la Figura 2 es correcta para esta pregunta. La Tabla 1 más abajo ofrece información sobre la velocidad de distintas actividades y datos de protocolo y sobrecarga que se agregan en distintas etapas.

- c) Con la información de la Tabla 1, complete la Figura 2 mostrando la cantidad de tiempo que se emplea en cada paso. Muestre claramente sus cálculos e incluya las afirmaciones necesarias. Entregue esta figura con notaciones como parte del trabajo. [10 puntos]

#### **Cálculos de tiempo paso a paso**

- 1. Disco leído.  $8.000 \text{ us} + (1.474 \text{ bytes} * 2 \text{ us/byte}) = 10.948 \text{ us}$**
- 2. Analizar paquete para enviar. 1.000 us**
- 3. Transferir datos a NIC1. Bytes para transferir = 1.474 bytes datos + 25 bytes sobrecarga qdftp = 1.499 bytes. Tiempo =  $1.500 \text{ us} + (1,0 \text{ us/byte} * 1.499 \text{ bytes}) = 2.999 \text{ us}$**
- 4. Enviar datos de NIC1 a NIC2. Bytes para transferir = 1.474 bytes datos + 25 bytes sobrecarga qdftp + 16 bytes sobrecarga tarjeta ethernet = 1.515 bytes + 8 bits/byte = 12.120 bits. Tiempo =  $10 \text{ us} + (12.120 \text{ bits}/10.485,760 \text{ bits/segundo}) = 1.166 \text{ us}$ .**
- 5. Qdftp1 espera confirmación. Sin tiempo adicional (esperando finalización de pasos 6-11).**
- 6. Tiempo recepción 1.156 us (igual que paso 4 pero sin retraso inicial de 10 us). Ocurre al mismo tiempo que paso 4.**
- 7. NIC2 transfiere datos a qdftp. NIC2 recibe 1.515 bytes de NIC1, descarta 16 bytes de sobrecarga agregada por NIC1 y transfiere 1.400 bytes restantes a qdftp. Tiempo: 2.999 us (mismos cálculos que en paso 3).**
- 8. Qdftp valida paquete recibido. 2.000 us.**
- 9. Qdftp escribe paquete en disco2. Primero descarta 25 bytes de sobrecarga agregada al enviar a qdftp, luego escribe los 1.474 bytes de datos originales. Tiempo: el mismo que en el paso 1 ó 10.948 us.**
- 10. Paquete de confirmación transferido a NIC2. Contiene 4 bytes de datos más 25 bytes de sobrecarga de qdftp. Tiempo transferencia:  $1.500 \text{ us} + (1,0 \text{ us/byte} * 29 \text{ bytes}) = 1.529 \text{ us}$ .**
- 11. NIC2 envía paquete ACK a NIC1. Bytes para transferir = 4 bytes de confirmación + 25 bytes de sobrecarga qdftp + 16 bytes de sobrecarga ethernet = 45 bytes \* 8 bits/byte = 360 bits. Tiempo =  $10 \text{ us} + 360 \text{ bits}/10.485.760 \text{ bits/s}) = 44 \text{ us}$ .**
- 12. NIC1 recibe ACK. Tiempo: el mismo que en paso 11 menos 10 us de inicio o 34 us. Ocurre al mismo tiempo que paso 11.**
- 13. NIC1 transfiere ACK a qdftp. Transfiere 29 bytes, tiempo: 1.529 us (como en paso 10).**
- 14. QDFTP busca archivo terminado. 10 us.**

- d) Basándose en los cálculos de la parte (c):

- (i) ¿Cuánto se tardará realmente en copiar el archivo X del disco1 al disco2? [4 puntos]

La transferencia se divide en paquetes de 1.474 bytes o menos.  $809.317/1.474 = 549$  paquete completos y un paquete final de 91 bytes de longitud. El tiempo necesario para transferir un paquete completo es el total de los tiempos empleados en los pasos 1-4, 7-11 y 13-14. Los pasos no incluidos son:

- a. Paso 5, qdftp espera confirmación. Cuando se produce la ejecución, el paquete se ha transferido a la máquina de recepción y las acciones de la máquina de envío no vuelven a la ruta crítica hasta que reciben la confirmación de envío del paquete.
- b. Paso 6, NIC2 recibe un paquete. Puede considerar que NIC2 está recibiendo un bit de forma inmediata cuando lo transmite NIC1 y viceversa. En realidad, existe cierto retardo (básicamente, el de la velocidad de la luz sobre cualquier medio de transmisión), pero en este caso lo pasaremos por alto.
- c. Paso 12, NIC1 recibe un paquete. Misma explicación que arriba.

Así, el tiempo del ciclo de envío, recepción y escritura de un paquete completo es  $(10.948 + 1.000 + 2.999 + 2.000 + 10.948 + 1.529 + 44 + 1.529 + 10) = 35.172$  us. Enviar 549 paquetes llevaría un tiempo de  $35.172 \text{ us} * 549 = 19,3$  s. El paquete final tardaría algo menos de los 35.172 us para transmitirse, por lo que el tiempo total aproximado sería de 19,3 segundos.

(ii) ¿Qué comparación puede hacer con lo que respondió en la parte (a)? [2 puntos]

**0,6 segundos (predicción) frente a 19,3 segundos (reales): bastante diferencia; un factor de más de 30. La parte (a) asumía una salida de 10.485.760 bps. Aquí sólo vemos  $809.347 * 8/19,3 = 335.480$  bps o, lo que es lo mismo, aproximadamente un 3,2% de la capacidad.**

(iii) Asumiendo que le ha facilitado la respuesta de la parte (a) a su jefe, ¿cómo justificaría que el resultado real es distinto? Ofrezca una respuesta simple e intuitiva, no todos los detalles de la parte (c). Haga hincapié en los cuellos de botella. [4 puntos]

**Lo más importante es que hay muchas otras acciones a la hora de implementar la transferencia. Resulta evidente que el mayor cuello de botella no es la ethernet, que permanece inactiva casi todo el tiempo. El mayor cuello de botella parece ser la lectura y la escritura en el disco. Tarda unos 11 milisegundos en leer un paquete del disco, por lo que 550 paquetes tardarían 6 segundos. La escritura del archivo también tarda 6 segundos. Así, tenemos 12 segundos sólo para leer y escribir el archivo en el caso de que la ethernet tardase 0 segundos en realizar su trabajo.**

**Tenga en cuenta que incluso transferir datos entre el qdftp y la NIC es más lento que transferir los datos a través de la ethernet. Aunque no es algo intuitivo, por distintos motivos técnicos, estamos ante una situación realista de los primeros modelos de tarjetas ethernet y PC antiguos.**

e) Queremos que diseñe un nuevo iqdftp (qdftp mejorado) para obtener mejor rendimiento.

(i) Proponga cambios al protocolo qdftp de la Figura 2. Explique por qué cree que esos cambios podrían ser útiles. [8 puntos]

Hay varias formas de mejorar el rendimiento modificando el qdftp. En general, se le otorgaría la calificación máxima si ha podido identificar sólo una mejora significativa y ha explicado su efecto. Básicamente, hay dos estrategias: maximizar la concurrencia y utilizar la economía de escala. Se describen a continuación.

1. **Maximizar la concurrencia.** Con el protocolo actual, sólo la máquina “hace” algo de verdad en un momento determinado. Por ejemplo, después de que qdftp envía un paquete, permanece inactivo hasta que recibe confirmación. ¿Por qué no permitir que siga adelante y lea el siguiente paquete? Con ello se eliminaría el tiempo de recepción de qdftp, ya que el emisor continuaría procesando mientras el receptor escribe en el disco. El ahorro en este caso sería  $10.948 \text{ us/escritura} * 549$  escrituras: unos 6 segundos. En general, lo deseable es encontrar formas de minimizar el tiempo que la máquina permanece inactiva, esperando que otra máquina realice alguna acción.

2. **Economía de escala.** Algunas acciones tienen una penalización fija cada vez que se ejecutan, por lo que es deseable modificar el número de veces que se ejecutan. Dos ejemplos son el acceso al disco y la confirmación de recepción de paquetes. En el caso de la unidad de disco, hay una penalización de 8.000 microsegundos por cada byte leído. Una buena estrategia es aumentar el número de bytes leídos en cada ocasión. Tenga en cuenta que tal vez no sea una buena idea asumir que puede leer todo el archivo de una vez, ya que hay archivos que son muy grandes y pueden sobrepasar la memoria.

La confirmación del paquete recibido es otra acción que podría beneficiarse de esta estrategia. Por ejemplo, ¿es realmente necesario enviar una confirmación para cada paquete? En su lugar, podríamos permitir que qdftp enviase varios paquetes seguidos y permitir también que el programa receptor los confirme todos con un solo mensaje ACK.

Teniendo esto en cuenta, hemos diseñado un nuevo iqdftp. Cuenta con 3 mejoras fundamentales en comparación con el qdftp:

1. Lee y escribe 15 paquetes del disco cada vez, y no sólo uno.
2. Envía 3 paquetes antes de esperar la confirmación y permite que con un sólo mensaje ACK se confirmen tres paquetes.
3. Cuando se envía un ACK, se hace ANTES de escribir el paquete en el disco, y no después. Aunque pueda parecer un cambio nimio, en realidad implica un gran cambio, ya que mejora la concurrencia de forma sencilla y permite que el iqdftp enviado pueda comenzar a leer el siguiente bloque de datos mientras espera que el iqdftp recibido escriba el bloque.

Una sugerencia aparentemente razonable la propuso un estudiante: aumentar el número de bytes enviados en cada paquete. Aunque algunos fueron demasiado lejos y sugerían que todo el archivo debería enviarse como un solo paquete (recuerde que otros pueden querer utilizar la red también), parecería que en algunos casos el aumento del tamaño del paquete podría ser una solución. Aunque se puntuaron dichas respuestas, no se incorporaron al iqdftp, ya que en realidad el protocolo ethernet está limitado a un tamaño máximo total de paquetes de 1.515 bytes (puede ser menor, pero nunca más grande). El qdftp ya envía 1.474 bytes por paquete

+ 25 bytes de sobrecarga qdftp + 16 bytes de sobrecarga ethernet, para un total de 1.514 bytes/paquete.

(ii) Con su nuevo iqdftp, repita los cálculos de las partes (c) y (d). Indique claramente cualquier dato que haya asumido en sus cálculos. [8 puntos]

#### Cálculos de envío:

- S1. Lee 15 paquetes.  $8.000 \text{ us} + (1.474 \text{ bytes/paquete} * 15 \text{ paquetes} * 2 \text{ us/byte}) = 5.220 \text{ us}$ .
- S2. Analiza un paquete. 1.000 us.
- S3. Transfiere un paquete a NIC1. 2.999 us (vea el paso 3 de qdftp).
- S4. NIC1 transmite un paquete. 1,166 bytes (vea el paso 4 de qdftp).
- S5. Repite pasos S2-S4 2 veces más (3 paquetes por cada ACK). Cada paso del S2 al S4 depende solamente de la realización del paso anterior y S2 puede comenzar de nuevo cuando S4 haya finalizado. Así, no hay tiempo de inactividad en este bucle y la máquina no tiene que esperar. El tiempo total de envío de 3 paquetes (esto es, ejecutar los pasos S2-S4 3 veces) es  $3 * (1.000 + 2.999 + 1.166) = 15.495 \text{ us}$ .
- S6. Espera una confirmación. Mientras que esto no requiere tiempo de procesamiento, sí es necesario calcular el tiempo que se tardará en recibir una respuesta de iqdftp. Éste será el tiempo que tarde la máquina de recepción en transferir el tercer paquete desde NIC2 a su iqdftp (paso R2, 2.999 us), validar los 3 paquetes (paso R4, 6.000 us) y transferir el ACK a NIC2 (paso R5, 1.529 us). También incluirá el retraso inicial de 10 us del paso R6. El tiempo total de inactividad del paso S6 será, pues,  $2.999 + 6.000 + 1.529 + 10 = 10.539 \text{ us}$ .
- S7. NIC1 recibe el ACK. 32 us (igual que en el paso 12 de qdftp).
- S8. NIC1 transfiere el ACK al iqdftp. 1.529 us (vea el paso 13 de qdftp).
- S9. Repite los pasos S2-S8 4 veces más (15 paquetes por lectura). Como el paso S2 comienza inmediatamente tras la finalización de S8, el tiempo total de ejecución de los pasos S2-S8 5 veces es  $(15.495 + 10.535 + 32 + 1.529) * 5 = 137.955 \text{ us}$ .
- S10. Comprueba si se ha enviado el archivo. 10 us.

#### Cálculos de recepción:

- R1. NIC2 recibe un paquete. 1.156 us (vea el paso 6 de qdftp).
- R2. NIC2 transfiere un paquete a iqdftp. 2.999 us (vea el paso 7 de qdftp).
- R3. Repite los pasos R1 y R2 2 veces más. El paso R2 se ejecuta en cuanto R1 se lleva a cabo, pero R1 no se vuelve a ejecutar hasta que el iqdftp de envío envía más datos. Esto significa que el iqdftp de envío debe finalizar los pasos S2 y S3 (y el retraso inicial de 10 us de S4). El tiempo total es  $1.000 + 2.999 + 10 = 4.009 \text{ us}$ . Sin embargo, durante 2.999 de estos segundos se ejecuta el paso R2, por lo que el iqdftp de recepción sólo permanece inactivo durante 1.010 us en un bucle. El tiempo de ejecución de los pasos R1 y R2 3 veces es, pues,  $(1.156 + 1.515) * 3 + 1.010 * 2$  (no hay inactividad tras la recepción del tercer paquete) ó  $10.033 \text{ us}$ .
- R4. El iqdftp valida los paquetes recibidos. Esto requiere validación completa de 3 paquetes, con un tiempo de  $3 * 2.000 = 6.000 \text{ us}$ . Tenga en cuenta que, técnicamente habría sido posible mejorar el proceso al principio de este paso durante el

periodo inactivo de 2.020 us en el paso R3, pero lo hemos descartado para reducir la complejidad.

- R5. Transfiere un ACK a NIC2. 1.529 us (vea el paso 10 de qdftp).
- R6. Envía un ACK de NIC2 a NIC1. 44 us (vea el paso 11 de qdftp).
- R7. Repite los pasos R1-R6 4 veces más. Como en el paso R3, es necesario calcular el tiempo de inactividad introducido por el iqdftp de envío entre la finalización del paso R6 y el comienzo del paso R1. Esto implica que el iqdftp de envío ejecute los pasos S8, S2, S3 y los primeros 10 us de S4, con un tiempo total de  $1.526 + 1.000 + 2.999 + 10 = 5.535$  us. El tiempo total de ejecución de los pasos R1-R6 5 veces es, pues,  $(10.033 + 6.000 + 1.529 + 44) * 5 + 5.535 * 4 = 110.170$  us.
- R8. Escribe los 15 paquetes recibidos en el disco. 52.220 us (vea el paso S1). Con estas cifras, ahora podemos calcular el tiempo total que lleva transferir un archivo. Puede hacerse calculando el tiempo que tarda el iqdftp de envío en leer los primeros 15 paquetes, en enviarlos, en recibir las 5 confirmaciones correspondientes y, después, incluir un tiempo de inactividad antes de que pueda leer el siguiente paquete. En términos de los pasos descritos anteriormente, se trata del tiempo del paso S1 (tiempo para leer 15 paquetes), el tiempo total que calculamos en S9 (tiempo para enviar 15 paquetes y recibir sus confirmaciones) y también el tiempo de S10 (fin de la comprobación del archivo). No hay tiempo de inactividad entre el paso S10 y la siguiente ejecución de S1. El número total de lecturas del disco es  $809.317 / (1474 * 15) = 37$  lecturas.

No es necesario incluir las cifras calculadas de recepción, ya que su efecto general se incluye indirectamente en los cálculos del tiempo de inactividad en S9. Tenga en cuenta que el paso R8 (escritura de datos recibidos en el disco) no se incluye en estos cálculos, ya que el iqdftp de envío nunca espera a que este paso se realice para continuar con su procesado: siempre hace algo al mismo tiempo. Técnicamente, sin embargo, deberíamos incluir el tiempo final que el disco tarda en escribir en nuestros cálculos porque durante la última escritura, el iqdftp de envío ya habrá finalizado todo y estará esperando a que acabe la escritura. El tiempo total de la transferencia es, entonces,  $(52.220 + 137.940) * 37 + 52.220 =$  aproximadamente 7 segundos. Observe que deberíamos haber calculado también este tiempo fijándonos en las cifras de la máquina de recepción, ya que, una vez más, ya reflejan el tiempo de inactividad provocado por la espera de la máquina de envío.

(iii) ¿Los cambios propuestos tienen alguna desventaja? [4 puntos]

En general, las desventajas de las recomendaciones de mejoras sugeridas por muchos de los estudiantes solían referirse a la “facilidad de la red”. Aunque el rendimiento es una consideración clave, el efecto que tiene la aplicación sobre la red en su conjunto también debe tenerse en cuenta. En este sentido, enviar una ráfaga de 809.317 en una ethernet de una sola vez (aunque sea técnicamente posible) no suele ser una buena idea. En general, los administradores de redes ethernet intentan mantener el uso de la red en torno al 20% para reducir el efecto de las colisiones.

Un problema relacionado son los errores. Si se envían paquetes grandes o si se reduce el número de confirmaciones, el efecto de los errores y de las líneas saturadas aumentará.

**Un inconveniente obvio de este nuevo iqdfp es que resulta mucho más complejo y es más difícil de diseñar, implementar y depurar. Evidentemente, esto representa desventajas si es USTED quien debe realizar el diseño, la implementación y la depuración.**

**Aunque el nuevo iqdfp no es un “registro de red”, sí hay varios aspectos que se podrían mejorar. Su mayor debilidad es que no tiene en cuenta que la máquina de envío y recepción puede trabajar a velocidades muy distintas. Por ejemplo, si la máquina de envío es una máquina de alta velocidad con una tarjeta ethernet “inteligente” y un subsistema de discos sofisticado, el tiempo que tardará en leer y validar datos y en transferirlos a la NIC será mucho menor. Esto podría significar el envío del siguiente paquete antes de que la máquina de recepción haya transferido el paquete antiguo a su NIC. El resultado podría ser que la máquina de recepción “perdiese” el paquete siguiente y que resultase necesario tener que retransmitirlo. Alguna forma de ralentización o de procedimiento arbitrario podría ser la solución al problema.**

**Aunque no es un “problema” en sí, también hay posibilidad de mejoras en términos de reducción de tiempo de inactividad y optimización del número de paquetes leídos en cada acceso al disco y enviados antes de recibir confirmación. Leer 15 paquetes por acceso al disco y enviar 3 paquetes por confirmación son cifras arbitrarias que podrían mejorarse o determinarse de forma más dinámica (esto es, de forma distinta para cada archivo o red).**

Tamaño del archivo X enviado: 809.317 bytes

Tamaño del paquete de archivos que lee qdfp del disco: 1474 bytes

Tiempo de lectura y escritura de datos en disco: 8,000  $\mu$ s + 2 gs/byte  
(1  $\mu$ s = 1 x 10<sup>-6</sup> s, que es 0,000001 s)

Tiempo de transferencia datos entre qdfp y NIC: 1.500  $\mu$ s + 1,0  $\mu$ s/byte

Datos de sobrecarga añadidos a cada paquete por protocolo qdfp: 25 bytes

Velocidad de trans/recep de NIC en Ethernet: 10  $\mu$ s (retraso inicial), luego 10.485.760 bits/s

Sobrecarga añadida a cada paquete por tarjeta NIC: 16 bytes

[Nota: esta sobrecarga se añade cuando se recibe el paquete de qdfp y antes de su envío. Luego la tarjeta NIC la elimina en el otro extremo antes de transmitir el paquete al qdfp de recepción].

Tiempo de qdfp para construir encabezados y analizar paquetes: 1.000  $\mu$ s

Tiempo de qdfp para validar paquete recibido: 2000  $\mu$ s

Tamaño de paquete confirmado: 4 bytes

Tiempo de qdfp para saber si se ha enviado todo el archivo: 10  $\mu$ s

**Tabla 1. Datos de velocidad y sobrecarga en qdfp**

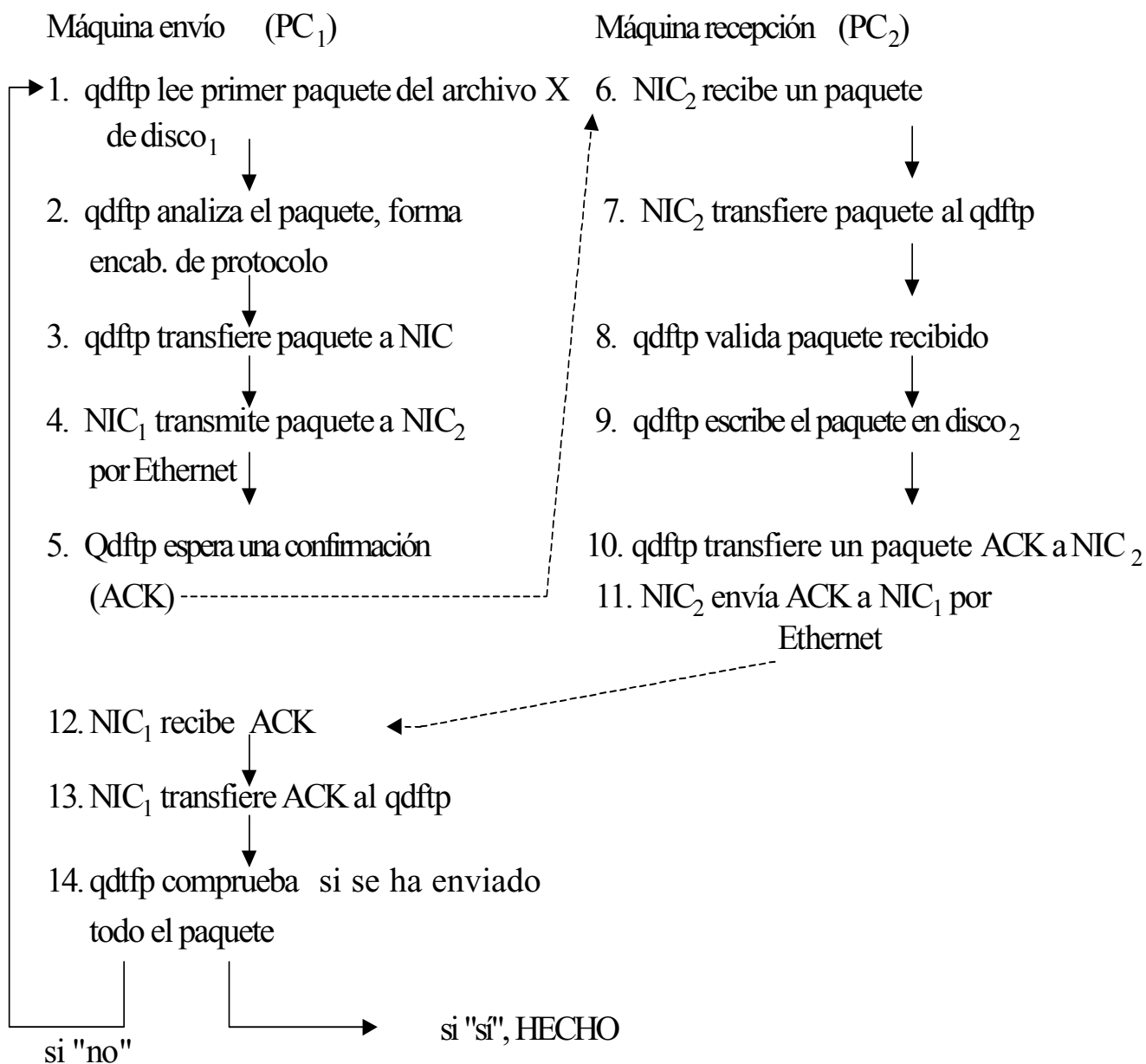


Figura 2. Procedimientos de envío y recepción de qdftp