

Cótedne =
DNC. REC

9

Inf. Paul
Supelan

Modelización de procesos

Avance y objetivos del capítulo

Es éste el segundo de los tres capítulos dedicados a la modelización gráfica de sistemas. En este capítulo, se mostrará cómo utilizar una popular herramienta de modelización de procesos, los diagramas de flujo de datos, para documentar los procesos de un sistema y los flujos de datos, con independencia del modo en que dichos procesos y flujos de datos estén o vayan a estar implantados. Sabrá que comprende la modelización de datos como una herramienta del análisis de sistemas cuando pueda:

- Definir la modelización de procesos y explicar los motivos de su importancia.
- Explicar dónde reside la utilidad de la modelización de procesos para la planificación y el análisis de sistemas.
- Desglosar un sistema en subsistemas, funciones y tareas componentes y representar su estructura por medio de diagramas de descomposición.
- Documentar las interacciones entre subsistemas, funciones y tareas mediante el empleo de diagramas de flujo de datos.
- Explicar las relaciones complementarias entre modelos de procesos (DFD) y modelos de datos (DER).
- Distinguir entre los métodos de explosión y de expansión para el dibujo de diagramas de flujo de datos.

Libro - Analisis y Diseño de Sist
Autor: Whipples

MINICASO PRÁCTICO

LA DIRECCIÓN GENERAL DE HACIENDA¹

El siguiente caso describe cómo procesa una clásica administración regional de Hacienda las declaraciones de impuestos. Las adaptaciones realizadas pretenden hacer más sencillo el ejercicio que cierra el minicaso.

Escena: *Wayne Richards, un analista de sistemas con gran experiencia, está manteniendo una entrevista con Paul Adams, supervisor regional de la Dirección General de Hacienda. Wayne ha recibido el encargo de simplificar el modo en que la Dirección General de Hacienda procesa las declaraciones de impuestos con el fin de acelerar tanto las devoluciones a los contribuyentes como el cobro de las declaraciones positivas. Para conseguirlo, Wayne intenta primero aprender los métodos actuales del proceso. Apenas conoce los procedimientos utilizados, ya que su formación se limita al área de sistemas de información en el campo de la fabricación. Unámonos a Wayne y Paul durante su entrevista.*

Wayne: A decir verdad, no me siento muy cómodo con estos temas. Si tuvieras la amabilidad de explicarme cómo se procesan las declaraciones de la renta, me sentiría mucho más tranquilo.

Paul: Primero, las declaraciones de la renta se llevan en furgones postales al centro regional. Se clasifican entonces los sobres por tipo de declaración; por ejemplo, en modelos simplificados u ordinarios o en declaraciones positivas o negativas. Una vez hecha esta primera clasificación, los sobres se envían a Recepción y Control, donde se separan en 27 tipos en virtud de su pertenencia a tres posibles categorías generales: modelos simplificados con derecho a devolución, modelos ordinarios con derecho a devolución y declaraciones positivas.

Wayne: ¿Por qué se clasifican dos veces?

Paul: Buena pregunta. Principalmente por el gran número de declaraciones. No es raro que recibamos más de 200.000 al día. La primera clasificación tiene por objeto dividir el total en varios grupos para hacer el trabajo más manejable.

Wayne: Veintisiete tipos parecen muchísimos. ¿Por qué tantos? Siempre he pensado que las declaraciones sólo podían ser positivas o negativas.

Paul: No es tan sencillo. Hay declaraciones para las que se piden papeles complementarios. Otras son pagos trimestrales. En total, puede haber unos 500 impresos oficiales para rellenar las declaraciones de la renta.

Wayne: Tal vez sería más fácil si empezáramos por el más sencillo. ¿Cuál es?

Paul: Para procesar los modelos simplificados con derecho a devolución, los operadores meten los impresos en una máquina que «escanea» las declaraciones y guarda los datos para su proceso posterior. Entonces, los datos son leídos por el ordenador principal, que determina el tipo impositivo correcto, decide si ha de enviarse un reembolso, actualiza los archivos de los contribuyentes e imprime cartas, avisos, declaraciones paralelas, etc.

Wayne: ¿Imprimimos nosotros los cheques de reembolso?

Paul: No, la información sobre reembolsos se envía al Centro Informático Nacional, que posteriormente solicita al Departamento de Hacienda que emita los cheques. Las cartas, los avisos y las restantes comunicaciones se mandan a las administraciones locales de Hacienda de todo el país, para que remitan las informaciones adecuadas a los contribuyentes.

Wayne: Parece bastante sencillo; ¿y qué puedes decirme de los modelos ordinarios con derecho a devolución?

¹ Adaptado a partir de «The IRS: How You Return Is Processed», *USA Today*, 8 de enero de 1986, pág. 7A.

Paul: El proceso de los modelos ordinarios con derecho a devolución es bastante parecido, aunque no igual, al de los modelos simplificados.

Wayne: ¿Y por qué los procesos son diferentes?

Paul: En parte porque los modelos ordinarios incluyen a menudo tablas múltiples de información, como son las deducciones por categorías. Primero, estas declaraciones se clasifican en bloques de lotes que se procesan como unidades separadas. Los lotes se numeran para asegurar que las declaraciones no se pierdan o se retrasen demasiado en su proceso y, a continuación, se envían a los inspectores. Éstos los comprueban, corrigen los posibles errores y codifican las declaraciones para su proceso.

Wayne: ¿Y qué pasa con las declaraciones que están incompletas o que son ilegibles?

Paul: Los inspectores devuelven a los contribuyentes cualquier impreso con datos incompletos o ilegibles. Además, los administrativos ponen un sello con un número de documento a cada declaración, con el fin de poder hacer un seguimiento de todas ellas cuando vuelvan a entrar en el sistema. A partir de este momento, el proceso es similar al de los modelos simplificados. Las declaraciones son introducidas en el sistema informático, se almacenan los datos para su tratamiento y son leídos por el ordenador principal. Éste determina la tasa impositiva correcta, decide si ha de enviarse o no un reembolso, actualiza los archivos de los contribuyentes, selecciona algunas declaraciones para su posible inspección e imprime cartas, avisos, declaraciones paralelas, etc. La información de las declaraciones se envía al Centro Informático Nacional, que la remite a su vez al Departamento de Hacienda para la emisión de los cheques de devolución. Los avisos y las informaciones sobre posibles inspecciones se envían a las administraciones locales de Hacienda de todo el país, desde las cuales se

mandan a su vez a los contribuyentes las informaciones apropiadas.

Wayne: ¿Cómo se gestionan los pagos?

Paul: Para declaraciones positivas, los inspectores las examinan y corrigen posibles errores, las codifican para su tratamiento y envían a los contribuyentes todas aquellas que contengan datos incompletos o ilegibles. Después, las declaraciones se introducen en el ordenador. Éste comprueba los cálculos y los importes declarados, asigna números para la localización de los documentos y guarda los datos. Luego se repiten los pasos utilizando operadores diferentes.

Wayne: ¿Por qué se usan dos grupos diferentes de operadores para repetir lo mismo?

Paul: Se contrastan los datos de los segundos operadores con los de los primeros para mayor seguridad. Se envían entonces a los inspectores los informes con los errores. Los datos correctos se almacenan para su ulterior tratamiento, y se guardan los cheques de los depósitos en el Banco Nacional.

Wayne: ¿Qué hacen los inspectores con los informes de errores?

Paul: Los verifican, corrigen lo que pueden y se ponen en contacto con los contribuyentes para recoger cualquier información ausente. A partir de este punto, las declaraciones siguen un tratamiento idéntico al descrito para los modelos ordinarios con derecho a devolución.

Reto

Uno de los retos del analista de sistemas es saber comunicar que comprende las necesidades y las soluciones de los sistemas. Para este fin, los analistas han aprendido que los gráficos actúan a menudo como mejores medios de comunicación que las palabras. En una sencilla hoja de papel de 8,5 x 11", haga un dibujo con el que Wayne pueda transmitir su comprensión (o su falta de comprensión) de los procesos del sistema. Si tiene dificultades para ello, no se preocupe. Este capítulo le enseñará a aplicar una útil herramienta al respecto.

En los capítulos 6 y/o 7, se ofreció una introducción a las actividades que requieren el uso de modelos de sistemas. Los modelos de sistemas desempeñan un papel importante en el desarrollo de sistemas. Ya sea como analista de sistemas o como usuario, el lector habrá de resolver constantemente problemas no estructurados. Una forma de estructurar dichos problemas es elaborar modelos.

Un modelo es una representación de la realidad. Como una imagen vale más que mil palabras, los modelos son en su mayoría representaciones gráficas de la realidad.

Pueden establecerse modelos para los sistemas existentes, con el fin de obtener un mejor conocimiento de dichos sistemas, o para los sistemas propuestos como medio para definir sus requisitos y diseños.

Una idea importante que se manejará tanto en este capítulo como en los siguientes es saber distinguir entre *modelos de implantación* y *modelos esenciales*.

Los modelos de implantación muestran no sólo lo que es o hace un sistema, sino también cómo es su implantación física. Entre sus sinónimos se incluyen *modelo tecnológico* y *modelo físico*. (Preferido en su tiempo, el término *modelo físico* ha caído en desuso en los últimos años.)

Por ejemplo, un diagrama de estructuras o un organigrama son modelos de implantación de un programa. Explican cómo ha de estructurarse o codificarse dicho programa.

Los modelos de implantación son útiles para documentar los datos de un sistema existente. Sin embargo, los analistas han aprendido que las necesidades de datos de los sistemas propuestos deberían especificarse, preferiblemente, mediante modelos esenciales.

Los modelos esenciales son modelos, independientes de la implantación, que describen la esencia del sistema (lo que hace o debe hacer el sistema) sin tener en cuenta el modo de implantación física de dicho sistema. Los modelos esenciales reciben a veces el nombre de *modelos lógicos* o *modelos conceptuales*. (El término *modelo lógico* ha caído en desuso en los últimos años.)

Existen varias razones por las cuales deberían usarse los modelos esenciales:

- Los modelos independientes de la implantación eliminan los sesgos que se producen al pensar en la implantación del sistema existente o en el modo en que alguien piensa que podría implantarse el sistema. De esta forma lograremos superar el síndrome «siempre se ha hecho así». En consecuencia, los modelos independientes de la implantación fomentan la creatividad.
- Los modelos independientes de la implantación reducen los riesgos de omitir necesidades funcionales por prestar demasiada atención a los detalles técnicos. La corrección de dichos errores después de implantar el sistema puede ser muy costosa. Al separar lo que debe hacer el sistema de cómo lo hará, podemos analizar mejor las necesidades para conseguir un sistema completo, preciso y consistente.
- Los modelos independientes de la implantación nos permiten comunicarnos con los usuarios finales en un lenguaje menos técnico o, simplemente, no técnico. Por el abuso de la jerga técnica de la disciplina informática, es frecuente que se pierdan por el camino algunas de las necesidades planteadas.

En la figura 9.1 se resumen las diferencias que existen entre los modelos de sistemas propuestos y de implantación y los modelos de sistemas esenciales.

Este capítulo presentará la modelización de datos como una técnica para la definición de las necesidades de procesos. La modelización de procesos fue presentada en el capítulo 4 como una técnica de desarrollo de sistemas.

MODELIZACIÓN DE SISTEMAS: LA ESENCIA DE UN SISTEMA

Nota: Esta sección es una repetición de la que abre el capítulo 8, dedicado a la modelización de sistemas. Si ya ha leído el capítulo 8, puede omitirla o leerla por encima. En caso contrario, en ella se ofrece una introducción a la modelización de sistemas como prólogo a la modelización de procesos.

Modelos	Sistema esencial. (Describe «qué», también conocido como sistema lógico)	Sistema de implantación. (Describe «qué» y «cómo», también conocido como sistema físico)
Sistema actual. (Sistema existente)	Un modelo esencial del sistema actual describe los aspectos del sistema actual que son esenciales para la empresa y que deberán mantenerse (sin importar la elección que se tome con respecto a la implantación del sistema).	Un modelo de implantación del sistema actual describe cómo se implantará el sistema desde un punto de vista físico (incluida la tecnología). Por defecto, el modelo de implantación incluye todos los aspectos esenciales del sistema actual.
Sistema propuesto. (Sistema objeto)	Un modelo esencial del sistema propuesto describe las necesidades de empresa y de usuario con respecto al nuevo sistema (sin tener en cuenta cómo pueda ser implantado dicho sistema).	Un modelo de implantación del sistema propuesto describe cómo se implantará el sistema propuesto desde un punto de vista físico (incluida la tecnología). Por defecto, el modelo de implantación debe incluir todos los aspectos esenciales del sistema propuesto.

FIGURA 9.1 Tipos de modelos de sistemas. En su mayoría, los modelos de sistemas representan bien un sistema actual o bien un sistema propuesto. Casi todos los sistemas «deberían» también representar el modelo esencial o de implantación de un sistema. Este capítulo versa principalmente sobre la modelización de sistemas «esenciales, actuales» y «esenciales, propuestos».

La modelización de procesos es una técnica para la organización y la documentación de los procesos de un sistema, sus entradas, sus salidas y sus formas de almacenamiento de datos. La modelización de procesos es una técnica de ingeniería de software; por tanto, es posible que el lector encuentre modelos similares en los cursos sobre ingeniería de software. Por otra parte, la utilidad de los modelos de procesos va mucho más allá de la mera descripción de los procesos de software.

En este capítulo, nos centraremos exclusivamente en la modelización esencial de procesos. Mediante nuestro modelo en pirámide (fig. 9.2), la modelización esencial de procesos trata los procesos de empresa desde los puntos de vista de los propietarios y los usuarios de los sistemas. Conforme a ello, estos modelos no contienen detalles tecnológicos o de implantación.

Existen numerosas herramientas de modelización de procesos; sin embargo, en principio nos fijaremos sólo en una de ellas: el *diagrama de flujo de datos*.

DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS

Iniciemos este apartado con una definición formal.

Un **diagrama de flujo de datos (DFD)** es una herramienta de modelización de procesos que representa el flujo de datos a través de un sistema y los trabajos o procesos llevados a cabo por dicho sistema. Entre sus sinónimos se incluyen *mapa de burbujas*, *gráfico de transformaciones* y *modelo de procesos*.

Recordemos, según se dijo en el capítulo 2, que uno de los bloques elementales básicos de los sistemas de información es el formado por las actividades. Todas los sistemas de información llevan a cabo actividades y, en general, en gran número. Las actividades (o procesos)

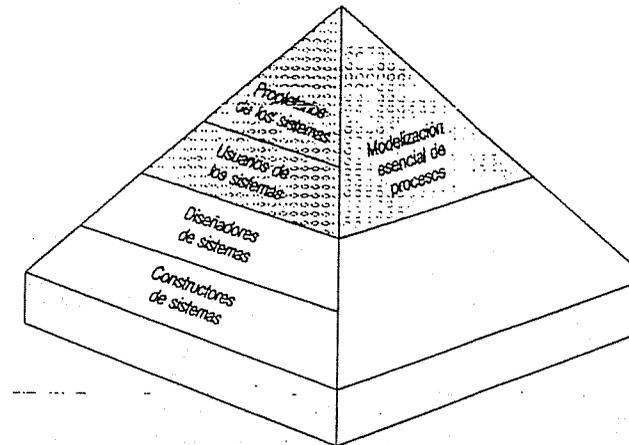


FIGURA 9.2 Relación entre la modelización de procesos y los bloques elementales de los sistemas de información. Este capítulo está dedicado a la modelización de procesos esenciales vista desde la perspectiva de los propietarios y los usuarios de los sistemas. Su interés se centra en los procesos esenciales requeridos para el funcionamiento de la empresa.

son necesarias para transformar los datos (otro de los bloques elementales) en información útil. Para llevar a cabo la modelización y el estudio de los procesos en un sistema de información se precisa un mecanismo de tipo formal.

Convenciones y directrices de los diagramas de flujo de datos

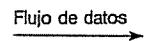
Existen varias notaciones simbólicas, propuestas por diferentes autores y especialistas, para los DFD. La figura 9.3 ilustra el popular conjunto de símbolos para diagramas de flujo de datos debido a Chris Gane y Trish Sarson, que usaremos a lo largo de la mayoría de este capítulo. En primer lugar, analicemos sucintamente los símbolos y aprendamos a leer el diagrama. Como ayuda, se han reproducido los símbolos de Gane y Sarson en el margen de la página.

El símbolo principal de un DFD es el *proceso*.

Un **proceso** es un conjunto de tareas o acciones realizadas a partir de un flujo de datos de entrada para producir flujos de datos de salida. Aunque los procesos pueden ser satisfechos por personas, departamentos, robots, máquinas u ordenadores, por el momento sólo nos centraremos en la tarea o la acción efectuadas, y no en quién se encarga de dicha tarea o actividad. Entre sus sinónimos se incluyen *burbuja* y *transformación*.

Como el propósito de un proceso es transformar flujos de datos, todos los procesos deben estar asociados a flujos de datos con al menos una entrada y una salida.

El **flujo de datos** representa la introducción de datos en un proceso o la obtención de datos de un proceso. Puede también representar la actualización de datos en un archivo, una base de datos u otro medio de almacenamiento de datos. El flujo de datos puede verse como una vía por la cual transitan paquetes de datos de composición conocida. La propia expresión «flujo de datos» presupone que los datos pueden viajar por cualquier vía dada.



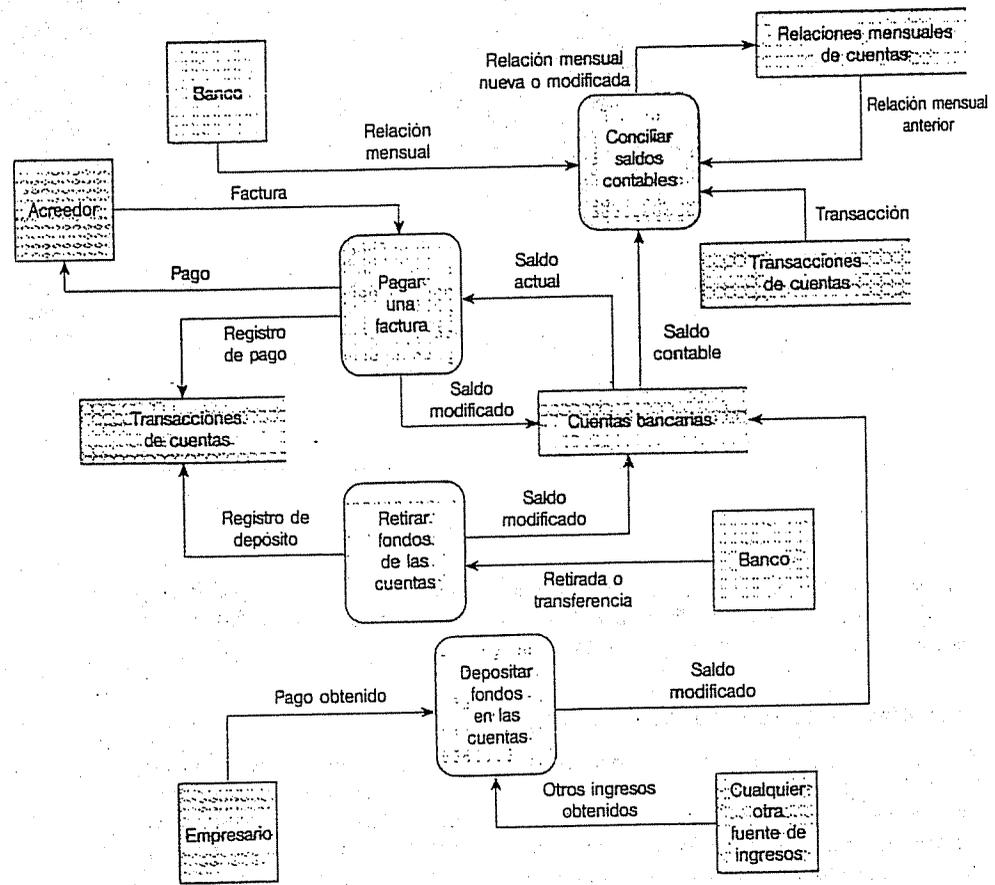


FIGURA 9.3 DFD de Gane y Sarson. Este DFD ilustra el popular conjunto de símbolos de Gane y Sarson, que será utilizado a lo largo de gran parte de este capítulo.

Pero, ¿de dónde proceden los flujos de datos? En su mayoría, los flujos de datos se producen en el interior del sistema, pero algunos de ellos aportan nuevos datos procedentes del exterior del sistema. Por ejemplo, un nuevo pedido llegado de un cliente es un flujo de datos que aporta nuevos datos (el nuevo pedido) al sistema. En este caso, el cliente es un agente interno o externo en el sistema.

Los agentes internos y externos definen los límites de un sistema. Suministran entradas o salidas netas de un sistema. Uno de sus sinónimos más habituales es *entidad interna y externa* (no confundir con *entidad de datos*). Los agentes reciben también en ocasiones el nombre de fuentes (de entradas netas al sistema) o *destinos* (de salidas netas de un sistema).

Por último, ambos términos se conocen también como *procesadores externos*, ya que llevan a cabo procesos que han sido excluidos del ámbito de aplicación del sistema en

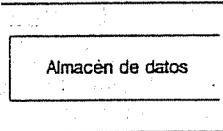


fase de modelización. (Nota: Sentimos una particular predilección por este sinónimo, ya que son los cambios en el ámbito de las aplicaciones los que determinan si el proceso es externo o interno.)

Normalmente, se considera externo a un agente cuando es claramente exterior a la empresa. Algunos ejemplos de ello serían los clientes, los proveedores y los organismos gubernamentales. Los agentes son internos cuando se refieren a tareas efectuadas dentro de la empresa, pero que no forman parte del ámbito del sistema y también le suministran entradas o reciben salidas de él. Agentes internos son otros departamentos, empleados o sistemas de información. Los agentes internos pueden englobar también a los usuarios finales de un sistema, que con frecuencia son fuente de las entradas (= datos) y destino de las salidas (= información).

En su mayoría, los sistemas de información capturan datos para su uso posterior. Estos datos se almacenan en *almacenes de datos*, el último símbolo que aparece en el diagrama de flujo de datos.

Un almacén de datos es un «inventario» de datos. Entre sus sinónimos se incluyen *archivo* y *base de datos* (aunque estos dos términos poseen un matiz más bien relacionado con la implantación de modelos de procesos esenciales).



En el mejor de los casos, los almacenes de datos esenciales deberían describir «cosas» sobre las cuales la empresa desea almacenar datos. En ello se incluyen:

- Participantes (por ejemplo, clientes, proveedores, empleados, estudiantes, instructores, etc.)
- Objetos (como productos, piezas, libros de texto, equipos, etc.)
- Lugares (por ejemplo, almacenes, regiones de ventas, edificios, salas, etc.)
- Sucesos (como pedidos, tarjetas de control de tiempos, solicitudes, cursos, inscripciones, etc.)

Nota: La noción de almacén de datos puede parecer similar a lo que en el capítulo 8 denominamos «entidad de datos». Sin embargo, es diferente. Una entidad de datos representa el concepto de todo aquello sobre lo que queremos conservar datos. Un almacén de datos es el conjunto de todas sus presencias. Como tal, el almacén de datos constituye el punto de unión más común entre los modelos de datos y los modelos de procesos.

Ahora bien, ¿cómo leer un DFD? Si contuviera los rótulos adecuados, un DFD debería ser muy fácil de leer. Un proceso recibe un flujo de datos procedente de un agente, un almacén de datos u otro proceso (tal vez, las tres cosas a la vez). A continuación, realiza la acción descrita en el símbolo del proceso. Después, produce el flujo de datos de salida, que puede ser recibido por otro proceso o por un agente. Además, puede actualizar uno o más almacenes de datos.

No han de confundirse los DFD con los organigramas. Casi todos los lectores habrán escrito alguna vez programas informáticos. El diseño de programas se basa con frecuencia en el uso de organigramas. Pero los diagramas de flujo de datos son algo muy distinto. Resumamos a continuación sus diferencias:

- En un DFD, los procesos pueden darse en paralelo. Por tanto, podrían ejecutarse o realizarse simultáneamente varios procesos. Este hecho es coherente con la forma en que trabajan las empresas. Por el contrario, los procesos de los organigramas clásicos se llevan a cabo uno después de otro.
- Los DFD muestran el flujo de datos a través del sistema. Sus flechas representan flujos de datos. No es posible incluir bucles y ramificaciones. Por su parte, los organigramas muestran secuencias de procesos u operaciones en un algoritmo o un programa. Sus

flechas constituyen punteros hacia el siguiente proceso u operación, y pueden incluir bucles y ramificaciones.

- Los DFD pueden mostrar procesos que tengan tiempos de ejecución radicalmente diferentes. Por ejemplo, en un DFD se podrían ilustrar procesos realizados con duraciones de una hora, un día, una semana, un año o a petición. Esta variedad es rara de ver en los organigramas clásicos.

La notación de DeMarco y/o Yourdon

Existe un conjunto de símbolos de los DFD alternativo al anterior, aunque equivalente a él. Se trata del conjunto de símbolos de Tom DeMarco y/o Ed Yourdon, ilustrado por la figura 9.4 y cuyas particularidades principales son:

- Se usan círculos o «burbujas» para representar los procesos (de ahí el sinónimo de *mapa de burbujas*).
- Los agentes internos y externos son representados por rectángulos.
- Los almacenes de datos se representan mediante cuadros con extremo abierto en uno o en dos lados.

Para mayor información, compare las figuras 9.3 y 9.4. Convéznase en ellas de que ambas notaciones simbólicas transmiten «exactamente» el mismo significado. No pierda el tiempo en buscar argumentos para decidir cuál de ambos conjuntos de símbolos es mejor. En realidad, no importa. Use los símbolos preferidos por su instructor o su empresa. En algunos casos, el producto CASE que haya elegido le impondrá el conjunto de símbolos que habrá de utilizar.

Después de ver los símbolos básicos y la forma de leer el diagrama, pasemos a estudiar las convenciones de los diagramas de flujo de datos con mayor detalle.

Procesos esenciales

Una vez más, podemos definir los procesos como tareas o acciones que se efectúan sobre flujos de datos de entrada para producir flujos de datos en salida. Los procesos esenciales son tareas o acciones que deben llevarse a cabo sea cual sea la forma de implantar el sistema. Los procesos esenciales pueden implantarse eventualmente como: (1) tareas desarrolladas por personas; (2) tareas desarrolladas por robots o máquinas, o (3) tareas desarrolladas por software informático. Sin embargo, no importa qué tipo de implantación se emplee, ya que el proceso de DFD esencial debería mostrar únicamente qué es lo que debe hacerse.

Las convenciones de nombres de los procesos esenciales dependen del nivel de detalle que posea el DFD. Siempre que sea posible, ha de asignarse un nombre a todos los procesos por medio de un verbo de acción seguido de un complemento u objeto que describa el tipo de tarea que realiza el proceso. En el margen de la página se muestran en detalle varios ejemplos de nombres de procesos. Esta descripción no es siempre posible. En los DFD muy generales o de alto nivel, ha de intentar transmitirse «ideas globales» del sistema, esto es, la visión que tienen los directivos sobre la empresa o el sistema en cuestión. En esta perspectiva, un proceso es en realidad un conjunto de procesos detallados. Así pues, se utilizarán en este caso nombres genéricos de procesos, por lo general sustantivos, que reflejen de forma adecuada la función completa. En el margen de la página se muestran algunos ejemplos al respecto.

Los DFD esenciales omiten todo proceso cuya función sea simplemente canalizar los datos sin aplicar ningún cambio sobre ellos. Los sistemas de empresa suelen utilizar con frecuencia este tipo de procesos, que no son esenciales. En realidad, a menudo no sirven para

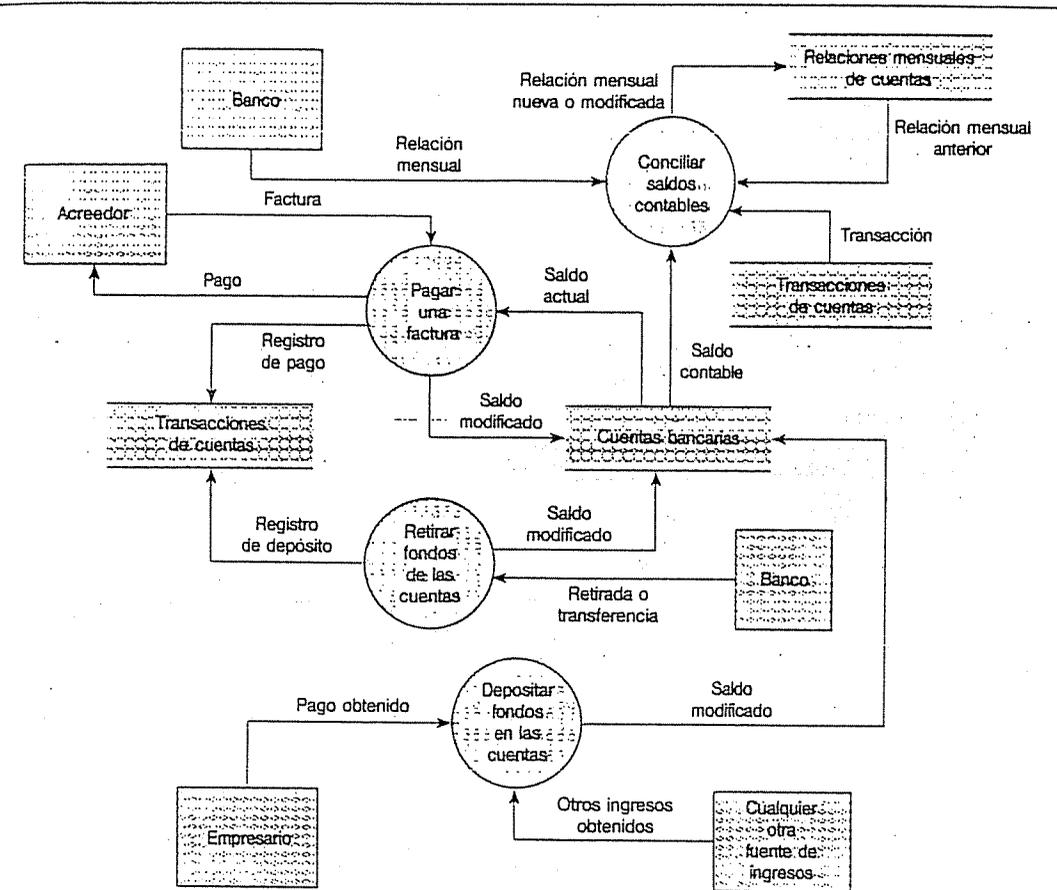


FIGURA 9.4 DFD de DeMarco y/o Yourdon. Este DFD ilustra el conjunto de símbolos de DeMarco o Yourdon. Puede contemplarse que este conjunto de símbolos es virtualmente idéntico en significado al que mostraba la figura 9.3.

nada. Por tanto, habría que omitir aquellos procesos cuya función sea equivalente a la de un mero funcionario que tan sólo recibe y transmite los diversos documentos que le llegan al siguiente funcionario. Al final, han de conservarse únicamente los procesos que:

- Realicen cálculos, como por ejemplo el cálculo del promedio de calificaciones.
- Tomen decisiones, como por ejemplo decidir la aprobación de una beca a un estudiante según diversas reglas: promedio de calificaciones, número de semestres que lleva inscrito, número de puntos conseguidos y pagos pendientes.
- Dividan los flujos de datos según su contenido o las reglas de empresa, como por ejemplo separar los pedidos aprobados de los pedidos rechazados en función de las reglas de gestión de la concesión de crédito.
- Combinen los flujos de datos, como por ejemplo combinar los cursos requeridos con los cursos disponibles para crear la planificación de cursos de un estudiante.

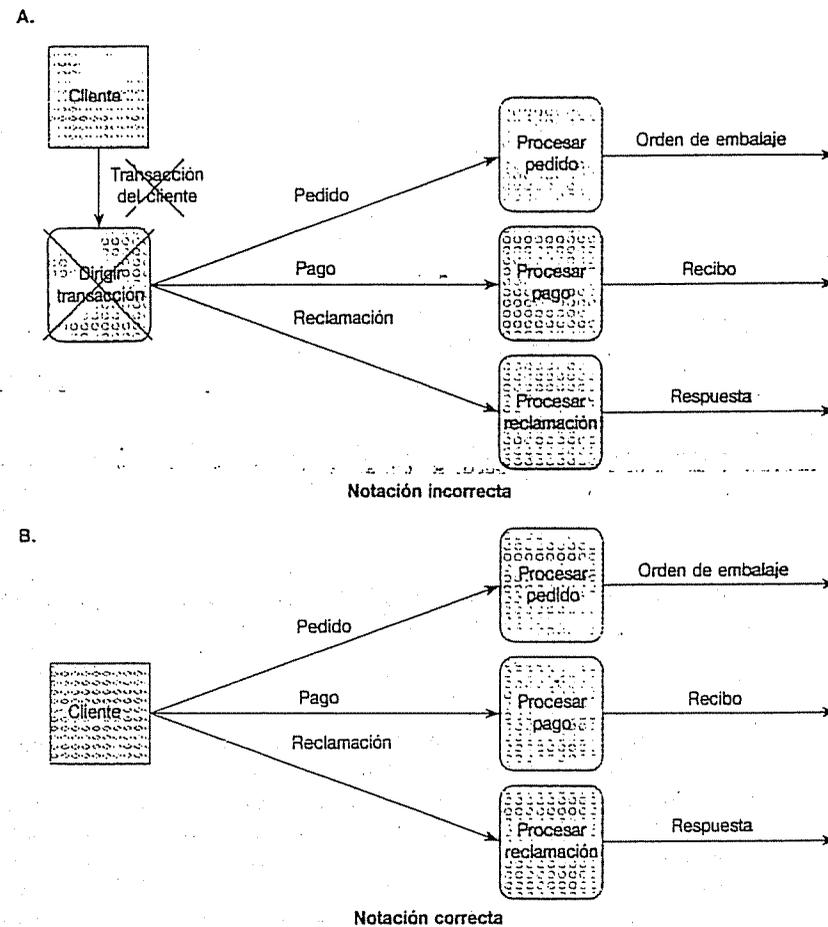
Nombres de procesos detallados (empezar por un verbo)

- ✓ Validar que existe la cuenta del cliente
- ✓ Obtener los datos de la cuenta del cliente
- ✓ Validar la situación de crédito del cliente
- ✓ Validar que existe el producto pedido
- ✓ Determinar si existe inventario disponible
- ✓ Actualizar los datos de inventario
- ✓ Crear pedido pendiente
- ✓ Crear orden de embalaje
- ✓ Crear orden de expedición

Nombres de procesos generales (un sustantivo)

- ✓ Sistema de marketing
- ✓ Subsistema de ventas
- ✓ Función de proceso de pedidos

FIGURA 9.6
Eliminación de procesos de canalización. Los procesos que no cambian los flujos o no sirven para tomar decisiones a partir de los datos de entrada deben ser eliminados. Ello suprime también nombres duplicados de los flujos de datos.



un sistema del modo siguiente: «Rellenamos un '23' por triplicado y lo enviamos a...» El nombre auténtico del '23' puede ser IMPRESO DE SOLICITUD DE CURSO. Si se utiliza el término SOLICITUD DE CURSO, se eliminarán dos términos relacionados con la implantación: el número de identificación 23 y la referencia a un impreso en papel. Este término tiene mucha mayor precisión, ya que una solicitud de curso puede hacerse por teléfono, por ordenador o, si se contemplan posibilidades más futuristas, por técnicas de reconocimiento de voz. Un impreso en papel no es la única alternativa de implantación. El nombre SOLICITUD DE CURSO nos dice todo lo que queremos saber de este proceso.

Los analistas dibujan diagramas de flujo de datos con distintos grados de detalle. Los diagramas de nivel general sirven a menudo para agrupar procesos múltiples en funciones o subsistemas. Con frecuencia, los analistas también agrupan los flujos de datos de los DFD de nivel general en flujos de datos compuestos.

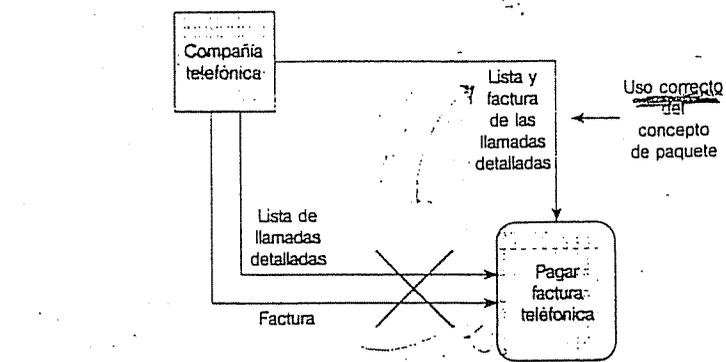


FIGURA 9.7 El concepto de paquete de flujo de datos. Cuando hay dos o más flujos de datos independientes que se desplazan siempre juntos, se deben mostrar como un único flujo de datos.

Los flujos de datos compuestos son flujos que constan en realidad de múltiples flujos primigenios de datos. Los flujos compuestos se emplean para facilitar la lectura de los DFD de nivel general.

Por ejemplo, se puede utilizar un DFD de nivel general para agrupar todos los tipos de pedidos en un único flujo de datos llamado PEDIDO, que sirve como entrada a un único proceso denominado PROCESAR PEDIDO. Por su parte, los DFD más detallados sustituirían los flujos de datos compuestos por flujos de datos primigenios, del tipo PEDIDO ESTÁNDAR, PEDIDO REGULAR, PEDIDO URGENTE y PEDIDO DE EMPLEADO. ¿Por qué? Tal vez porque los diferentes tipos de pedidos requieran diferentes formas de proceso o distintos tipos de decisiones, o quizá porque los flujos de datos no contienen los mismos datos.

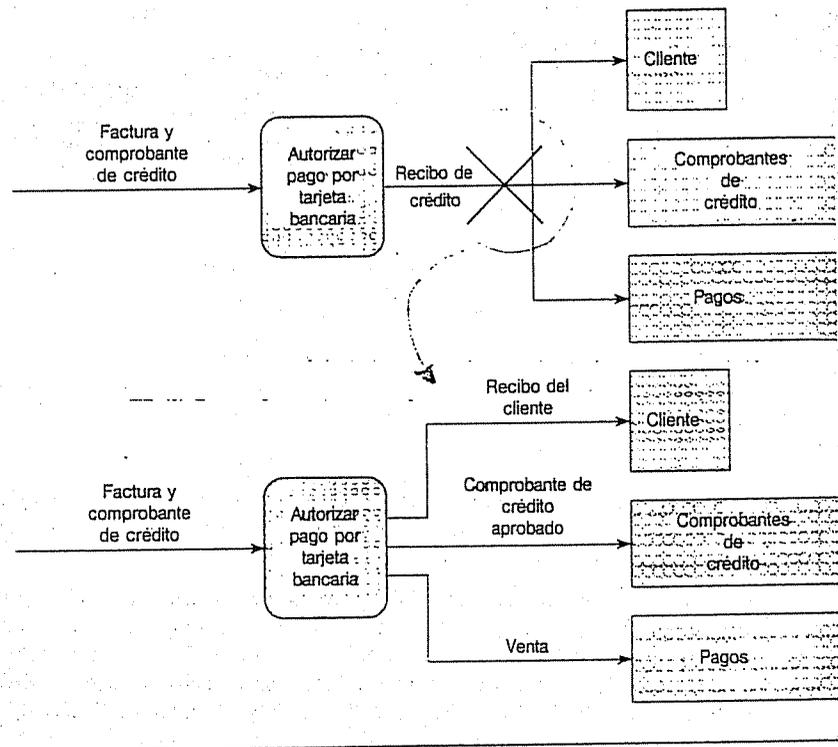
Otro uso habitual de los flujos de datos compuestos es agrupar todos los informes y los resultados de las consultas por pantalla en dos flujos de datos compuestos. Existen para ello dos razones posibles. En primer lugar, las salidas pueden ser demasiado numerosas. Y en segundo lugar, muchos sistemas modernos suministran amplios informes y consultas definidos por el usuario que no pueden predecirse antes de la implantación y el uso del sistema. En última instancia, todos los flujos de datos deberán identificarse en su nivel primigenio.

Un flujo de datos primigenio es aquel que consta de atributos de datos específicos. Estos atributos siempre se desplazan juntos en un mismo paquete.

El concepto de paquete es muy importante. Los datos que siempre se desplazan juntos deberían ilustrarse como un único flujo de datos, sin importar cuántos documentos físicos pueda éste contener. Es necesario actuar así, dado que en la fase de implantación siempre es posible dividir un flujo de datos en dos o más flujos, tal vez con formas de implantación diferentes. El concepto de paquete se ilustra en la figura 9.7, que muestra las formas correcta e incorrecta de cómo se combinan una factura detallada y una solicitud de pago en una compañía telefónica.

No utilice flujos de datos divergentes (ver figura 9.8) en los DFD esenciales. Los flujos divergentes definen modelos para soluciones de implantación como puedan ser los impresos múltiples o las copias múltiples de informes. Una vez más, hemos de recalcar la necesidad de representar la esencia del sistema. Rara vez todos los destinos requieren exactamente el mismo subconjunto de datos. Utilícense flujos de datos independientes y con nombres úni-

FIGURA 9.8 Flujos de datos divergentes. Los flujos de datos divergentes están basados en criterios de implantación y deberían evitarse en los DFD esenciales. Sustitúyanse dichos flujos divergentes por un flujo de datos único, independiente y con nombre.



cos en lugar de copias potenciales de flujos de datos divergentes. Existen varias formas alternativas de implantación que no requieren necesariamente formularios o copias múltiples. Todos los flujos de datos deben empezar y/o desembocar en un proceso, ya que los flujos de datos o bien inician un proceso o bien son el resultado de un proceso. En consecuencia, todos los flujos de datos representados en la parte izquierda de la figura 9.9 son incorrectos. Los diagramas corregidos se muestran en la parte derecha de dicha figura.

Agentes esenciales

Recuérdese que todos los sistemas tienen límites y que los agentes definen las fronteras de un sistema. Los agentes esenciales son las personas, las organizaciones y otros sistemas con los que debe interactuar el sistema en fase de modelización. Su inclusión en un DFD quiere decir que el sistema interactúa con dichos agentes. Casi siempre, existe en los DFD alguno de los agentes siguientes:

- Una oficina, un departamento, una división o personas particulares de una empresa que, mientras utilizan directamente el sistema en fase de modelización, suministran las entradas al sistema o son receptores de las salidas de dicho sistema (o ambas cosas a la vez). Estos agentes se denominan internos.
- Organizaciones, instituciones o personas situadas fuera de la empresa pero que suministran entradas o reciben salidas del sistema. Estos agentes reciben el nombre de

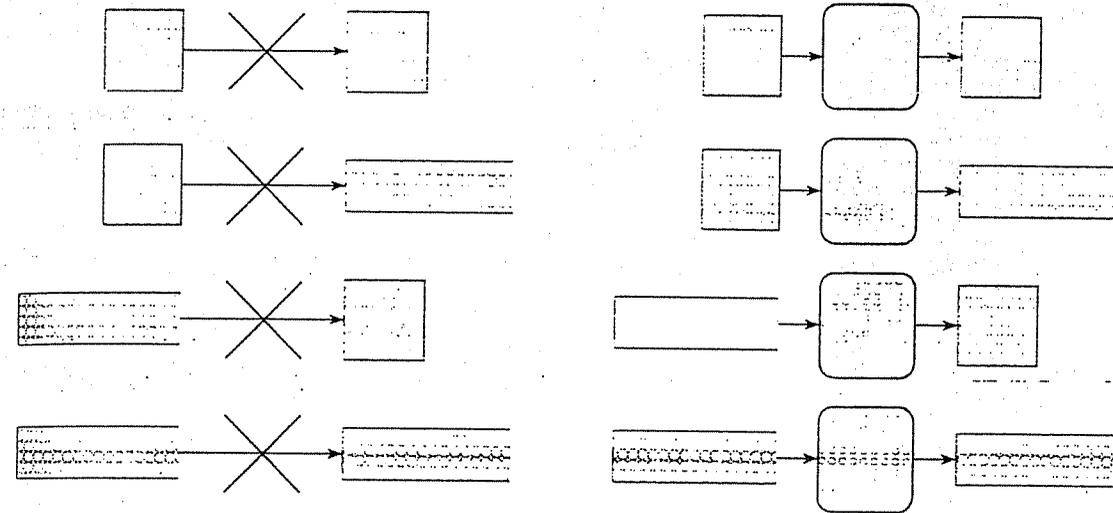


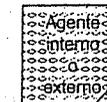
FIGURA 9.9 Flujos de datos incorrectos. Todos los flujos de datos deben empezar y/o terminar en un proceso. Los diagramas de la izquierda violan esta regla. Los de la derecha corrigen los errores.

externos. Entre sus ejemplos se pueden citar los clientes, los proveedores, los contratistas, los bancos y las instituciones gubernamentales.

- Otro sistema, posiblemente de tipo informático (aunque no siempre) e independiente del sistema en fase de modelización pero con el cual interactúa el sistema. En general, este agente interno debería utilizarse únicamente cuando el sistema en fase de modelización se comunique directamente con los programas del otro sistema. Dicho de otra forma, lo mejor es no emplear el símbolo del agente para reflejar el acceso a los archivos o las bases de datos de otro sistema. En esta situación, úsense los símbolos de almacenes de datos.
- Uno de los usuarios o los directivos del sistema. En este caso, el usuario o el directivo puede ser una fuente neta de datos de entrada al sistema y/o un destinatario neto de salidas producidas por el sistema. Se trata de un tipo especial de agente interno.

Es importante darse cuenta de que el campo de acción puede cambiar conforme evoluciona el proyecto. Por ejemplo, subsistemas completos que se estudiaron y modelizaron como procesos del sistema actual pueden eliminarse del ámbito del proyecto si se considera adecuado o se les confiere una prioridad baja. Así, estos subsistemas y las personas y máquinas que los llevan a cabo pueden convertirse en agentes internos cuando se realice el modelo de los requisitos del nuevo sistema. Si es así, se estará diciendo gráficamente que la implantación física actual de estos agentes en las interfaces del sistema no cambiará.

Los agentes deberían ser identificados con nombres descriptivos, tales como BIBLIOTECARIO, PROVEEDOR o SISTEMA DE INFORMACIÓN DE AYUDA FINANCIERA. Si el agente es una persona, es mejor utilizar cargos que nombres individuales (por ejemplo, ADMINISTRATIVO CONTABLE en vez de Mary Jacobs). No se recomiendan los nombres en plural.



Para evitar el cruce de líneas en los flujos de datos de un DFD, se pueden duplicar en estos diagramas los agentes externos e internos. Si se duplican los agentes externos e internos en un DFD o en varias páginas del DFD, conviene añadir en los márgenes marcas que lo indiquen. Estas marcas dirán a los lectores que un mismo agente puede aparecer varias veces en una misma página o en páginas distintas. (Nota: Esta práctica puede estar limitada por las herramientas CASE que se empleen.)

Como norma general, los agentes externos e internos deberían situarse cerca de los bordes de las páginas, para ilustrar consistentemente su condición de fronteras del sistema. Esta regla no es, sin embargo, estricta.

Almacenes de datos esenciales

Una vez más, cabe decir que los medios de almacenamiento de datos son inventarios de datos. Los almacenes de datos esenciales comprenden los datos esenciales y reutilizables que se recogen y almacenan en el sistema. El modo de identificar dichos almacenes de datos depende de la metodología de desarrollo de sistemas que se utilice:

- Si se hace la modelización de datos antes de la modelización de procesos, la identificación de los almacenes de datos se simplifica gracias a la siguiente regla: debería haber un soporte de datos para cada entidad del diagrama de entidad-relación.
- Si se hace la modelización de procesos antes de la modelización de datos, puede resultar algo más difícil. Recomendamos entonces que se identifiquen las formas existentes de implantación de archivos o medios de almacenamiento de datos (como archivos y bases de datos informáticas, carpetas de archivos, libros de registros, catálogos, etc.) y después se renombren para reflejar los datos esenciales que han de conservarse.

En términos generales, los almacenes de datos deberían renombrarse después del modelo de datos o las entidades. La palabra datos resulta innecesaria, ya que se supone que un almacén de datos almacena datos. Además, los nombres no deberían aludir a soportes de implantación. Por ejemplo, evitense términos como archivo, base de datos, carpeta de ficheros, archivador, o similares. Como los almacenes de datos representan a todas las presencias de una entidad, los nombres deberían asignarse en plural.

Si ya ha leído el capítulo 8, sabrá que los modelos de datos incluyen a veces relaciones que son descritas por datos. Estas relaciones se denominan entidades asociativas o relacionales. Por ejemplo, en la figura 9.10 puede verse un modelo de datos que incluye tres entidades fundamentales (CLIENTE, PEDIDO y PRODUCTO) y dos relaciones (ENCARGA y PRODUCTO PEDIDO). Una de estas relaciones, PRODUCTO PEDIDO, es descrita por datos (por ejemplo, Cantidad Pedida). Pero los datos de PRODUCTO PEDIDO siempre se usan en el contexto de un PRODUCTO y un PEDIDO específicos. De esta forma, Gane propone que se añadan las entidades relacionales en los almacenes de datos a sus entidades asociadas, según se ilustra en el margen de la página. Esta notación se ofrece sólo con propósitos didácticos, y no se usará en el estudio del ejemplo de SoundStage.

Al igual que el caso de los flujos de datos, los almacenes de datos pueden agruparse en almacenes de datos de DFD de nivel general, con el fin de simplificar su lectura. El ejemplo más corriente de esta práctica es el consistente en dibujar un único almacén de datos que represente a un modelo de datos completo (diagrama de entidad-relación), tal como se muestra en el capítulo 8. Este almacén de datos compuesto podría denominarse MODELO DE DATOS DEL SISTEMA.

Cuando se incluyen almacenes de datos en un DFD, han de considerarse las siguientes directrices, que ilustra la figura 9.11:

1. Sólo los procesos pueden conectarse a los almacenes de datos. No es posible utilizar o actualizar datos salvo a través de procesos.

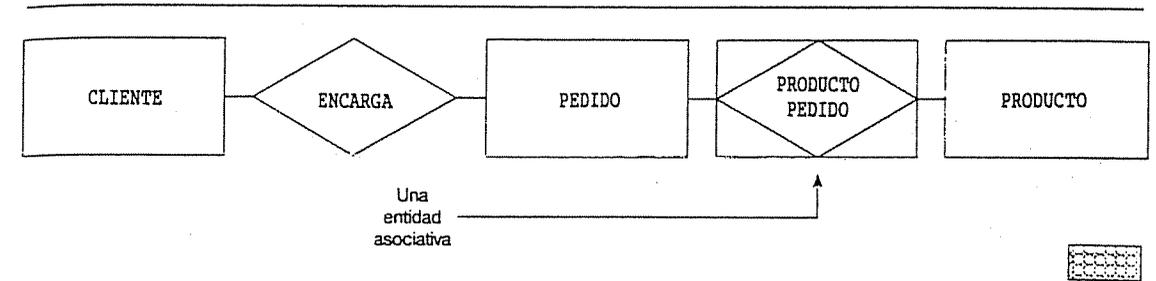


FIGURA 9.10 Subconjunto de un modelo de datos. La modelización de datos, tratada en el capítulo 8, está ligada a la modelización de procesos. Las entidades de este modelo de datos típico corresponden a bancos de datos del modelo de procesos.

2. La dirección de las flechas tiene su importancia. La dirección de los flujos de datos se interpreta según se indica seguidamente:
 - a. Un flujo de datos que va desde datos a un proceso quiere decir que el proceso utiliza dichos datos. Hemos dicho «utiliza» y no «lee». La lectura se da por supuesta. El nombre del flujo de datos puede reflejar los datos específicos utilizados, o ser igual o parecido al nombre mismo del almacén de datos.
 - b. Un flujo de datos que va hacia los datos significa que el proceso actualiza dichos datos. La actualización puede incluir algunos o todos los requisitos siguientes:
 - *Añadir o almacenar nuevos registros*, como por ejemplo añadir un nuevo cliente al almacén de datos de CLIENTES. El nombre del flujo de datos no deberá contener verbos. Por ejemplo, usar NUEVO CLIENTE como nombre, no AÑADIR UN CLIENTE.
 - *Borrar o eliminar registros antiguos*, como por ejemplo suprimir los clientes inactivos de un almacén de datos. También en este caso, deben evitarse los verbos en el nombre del flujo de datos. Por ejemplo, utilizar CLIENTE BORRADO en lugar de BORRAR UN CLIENTE. (Nota: El archivo de almacenes de datos puede no figurar en los diagramas de flujos de datos esenciales.)
 - *Cambiar registros existentes*, como por ejemplo modificar el límite de crédito, la dirección o el saldo de un cliente existente. Y también aquí debe evitarse el uso de verbos en el nombre del flujo de datos. Emplee, por ejemplo, LÍMITE DE CRÉDITO MODIFICADO en vez de MODIFICAR LÍMITE DE CRÉDITO.
3. Aunque sepa que no es posible actualizar un registro sin antes leerlo, no represente este detalle en los diagramas. No haría sino complicar su comprensión al hacer que cada una de las interacciones de los almacenes de datos tuviera dos flujos. En este caso, muestre únicamente el flujo de datos final o neto. En la mayoría de las situaciones, ello significa mostrar sólo el AÑADIDO, el BORRADO o el CAMBIO.
4. Algunos procesos usan y actualizan almacenes de datos en su sentido verdadero. Por ejemplo, los cálculos o la toma de decisiones pueden ser necesarios para actualizar los almacenes de datos. Si es así, como norma general utilice flujos de datos distintos para el uso y la actualización de los datos.

Para evitar el cruce de las líneas de flujo de datos en los diagramas, intente colocar los almacenes de datos en mitad de la página (o en mitad de los procesos que los usen y actualicen). Cuando sea imposible evitar que las líneas se crucen, se permite duplicar los almacenes de datos en la página. (Algunas herramientas CASE hacen imposible esta práctica). Cuando

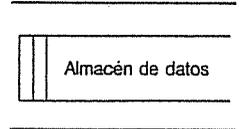
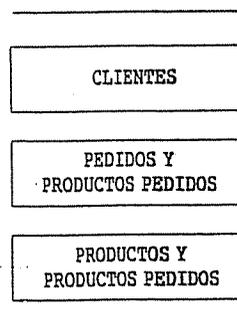
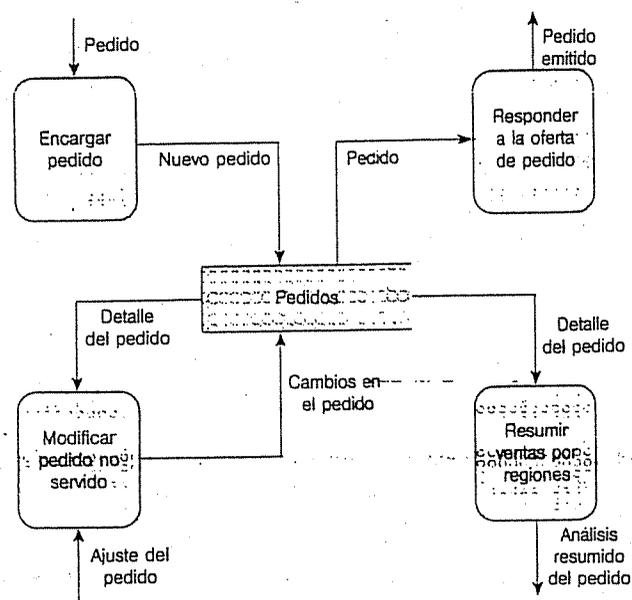


FIGURA 9.11
Directrices para los bancos de datos. Utilice estas directrices generales cuando conecte los bancos de datos con los procesos.



se hagan estas duplicaciones, se recomienda marcar en el margen de la página los datos duplicados para informar al lector de esta contingencia. (Nota: No todos los productos CASE admiten la inclusión de notaciones especiales en los márgenes.)

Ingeniería de sistemas asistida por ordenador (CASE) para los DFD

En el capítulo 5, se ofreció una introducción a la ingeniería de sistemas asistida por ordenador (CASE) como una tecnología en auge útil para el análisis de sistemas y los métodos de diseño. Virtualmente, todos los productos CASE contienen modelización de sistemas asistida por ordenador. En su mayoría, los productos CASE admiten específicamente el uso de diagramas de flujo de datos. Dichos productos CASE se encargan de trazar y mantener los diagramas.

Mediante el uso de un producto CASE, es posible crear vistosos diagramas de uso de datos de aspecto profesional sin necesidad de usar papel, lápiz, goma de borrar y plantillas. Los DFD pueden modificarse con facilidad conforme se produzcan correcciones y cambios como consecuencia de las sugerencias de los usuarios finales; no será necesario comenzar otra vez desde el principio. Además, los productos CASE suministran, en su mayoría, potentes herramientas analíticas que permiten comprobar la integridad de los DFD, así como detectar errores mecánicos y de consistencia. Se consigue así un ahorro sustancial en tiempo y se evitan muchos controles de calidad.

Las herramientas CASE también tienen sus limitaciones. No todas las convenciones de modelización de procesos son admitidas en todos los productos CASE. De hecho, algunas organizaciones definen su propio conjunto de símbolos para la modelización de procesos, que puede ser sustancialmente distinta de la empleada en la mayor parte de los modelos de procesos comúnmente soportados por la mayoría de las herramientas CASE. Por tanto, es

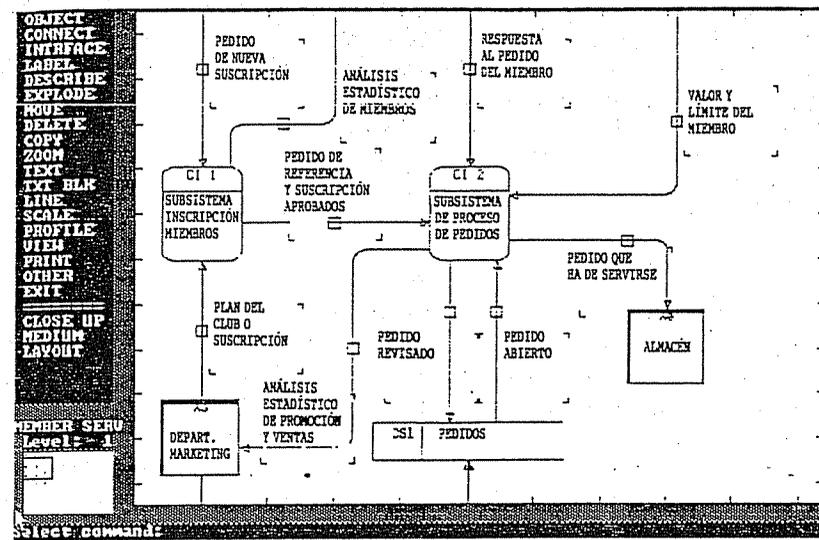


FIGURA 9.12
Herramienta CASE para diagramas DFD. Los diagramas de flujo de datos pueden dibujarse con ayuda de la mayoría de las herramientas CASE de alto nivel. Esta pantalla ha sido obtenida de la popular herramienta CASE Excelerator/IS.

probable que los productos CASE utilizados terminen por obligar a las empresas a adaptar los símbolos de modelización de procesos usados en su propia metodología o método de trabajo, para ajustarse a las limitaciones de su herramienta CASE.

Todos los DFD de este libro han sido creados con un conocido producto CASE denominado Excelerator/IS. Un ilustrador ha añadido las pantallas y las anotaciones que figuran en los mismos. Todos los tipos de entidades de nuestros diagramas DFD fueron catalogados automáticamente en un diccionario de proyectos, donde se añadió una información detallada sobre sus elementos de datos conforme el proyecto avanzaba por las diferentes fases de análisis, diseño e implantación. La figura 9.12 ilustra una pantalla de Excelerator sobre la modelización de procesos asistida por ordenador.

CÓMO CONSTRUIR MODELOS DE PROCESOS

Existen muchas maneras de llevar a cabo la modelización de procesos, y otros tantos métodos. En esta sección, veremos cuándo ha de efectuarse la modelización de procesos durante el desarrollo de sistemas. También mostraremos un procedimiento paso a paso para realizar modelos de procesos.

Cuándo construir modelos de procesos

La modelización de procesos puede efectuarse durante diversas fases del ciclo de vida del desarrollo de sistemas. Los modelos de procesos son graduales, es decir, las empresas y las aplicaciones no tienen modelos finales. En vez de ello, un modelo ha de considerarse como un documento vivo que evolucionará como respuesta a los cambios experimentados por la empresa. Lo mejor es almacenar los modelos de procesos en un diccionario, de manera que puedan ser recuperados, ampliados y editados con el paso del tiempo. Veamos ahora cómo poner en marcha la modelización de procesos durante la planificación y el análisis de siste-

mas. Por su parte, el cuadro La nueva generación de este capítulo explica algunos nuevos usos posibles de los modelos de procesos.

Modelización de procesos durante la planificación de sistemas

Muchas metodologías y técnicas de planificación de sistemas requieren, en uno u otro grado, modelizar sus procesos. Veamos brevemente cómo evolucionan los procesos en las tres fases de la planificación de sistemas: estudio, definición y análisis (estas fases fueron descritas en detalle en el capítulo 6).

Durante la fase de estudio de la planificación de sistemas, por lo general no se hace ninguna modelización de procesos; el interés de esta etapa se centra completamente en el estudio de la empresa y en la misión que ha de cumplir dicha empresa.

Durante la fase de definición de la planificación de sistemas, normalmente se construye un modelo de procesos de empresa. Este modelo contiene una visión general de las funciones de empresa (= grupos de procesos). El modelo resultante recibe también el nombre de *diagrama de descomposición*. Este diagrama se asemeja a los diagramas de estructuras que se enseñan en muchos cursos de programación. El modelo divide la empresa en subsistemas y funciones, pero rara vez es lo suficientemente detallado como para definir los procesos específicos constitutivos de las funciones.

En los métodos de la ingeniería de información, la planificación de sistemas da paso a otra fase: el análisis de áreas de empresa. En él, se identifica un área de empresa, o colección de funciones de empresa de naturaleza semejante cuyos procesos asociados pueden en la práctica traspasar las fronteras de las funciones de empresa existentes. Se define a continuación un diagrama de datos o modelo de procesos del área de empresa. El grado de detalle de dicho modelo varía según las metodologías concretas utilizadas; sin embargo, estos DFD no tienen, por lo general, el nivel de detalle suficiente como para dar paso al diseño de aplicaciones informáticas específicas. Más bien se utilizan para identificar aplicaciones informáticas específicas y fijar prioridades entre ellas, con vistas a las fases posteriores de análisis y diseño.

Modelización de procesos durante el análisis de sistemas

El desarrollo de aplicaciones se inicia con el análisis de sistemas. Recordemos que el análisis de sistemas consta de tres fases: inspección, estudio y definición. La modelización de procesos desempeña un importante papel en estas fases.

Durante las fases de inspección y de estudio, podría construirse muy rápidamente un modelo de procesos de contexto de aplicación para definir el ámbito del proyecto. Este modelo es un DFD sencillo de un proceso que muestra el grado de concordancia entre el sistema y la empresa. El único proceso que aparece en él es el sistema. El resto son agentes o almacenes de datos con los que interactúa el sistema. Si existe ya un modelo de procesos de áreas de empresa, debería servir como punto de partida para obtener este modelo de contexto.

La modelización de procesos suele constituir una parte importante de muchas técnicas y metodologías de la fase de estudio. Así, los analistas realizarían diagramas de flujos de datos de implantación de los sistemas actuales para aumentar su conocimiento sobre los sistemas y los problemas que se les asocian. Algunos analistas podrían convertir estos DFD de implantación en DFD esenciales para eliminar el sesgo inevitable que se produce cuando se parte de modelos de implantación existentes para plantearse las soluciones alternativas. En la actualidad, se desaconsejan estos DFD, debido a la excesiva cantidad de tiempo que requieren. Por otra parte, la actual atención dedicada a la reingeniería de procesos de empresa (ver el cuadro La nueva generación del capítulo 6) puede, en última instancia, renovar el interés por los DFD esenciales del sistema actual. Dichos DFD podrían servir de ayuda a los

analistas y los directivos para identificar las áreas en las cuales sería posible eliminar o simplificar procesos de empresa.

Al pasar a la fase de definición, casi siempre se ha hecho ya la modelización de procesos. Si ya existiera el modelo de procesos de la empresa o del área de empresa, se ampliaría o perfeccionaría dicho modelo para reflejar las necesidades de la aplicación. De lo contrario, se confeccionaría el modelo de aplicación desde el principio, tomando como punto de partida el modelo de contexto obtenido en la fase de inspección. En cualquier caso, el resultado es un modelo de procesos esencial de aplicación que refleja las entradas, las salidas, los almacenes de datos y las necesidades de procesos del sistema objeto, sea cual sea la tecnología de implantación. Casi todos los métodos requieren un cierto grado de detalle superior al representado en los diagramas de flujo de datos. Estos detalles, que describen los objetos de los diagramas DFD, se han de registrar en el diccionario de proyectos.

El paso hacia el diseño de sistemas

El modelo de procesos esencial obtenido en el análisis de sistemas describe necesidades de procesos de la empresa, no soluciones técnicas. Cuando se pase al diseño de sistemas, el modelo de procesos se hará más técnico. Deberá convertirse en un modelo de procesos de implantación de aplicaciones que dirigirá la implantación técnica de programas.

Así, los DFD pueden utilizarse también en las fases de diseño y de implantación. Estos DFD incluirán entonces los detalles de implantación que antes se desaconsejaron, según las instrucciones de este capítulo. Durante el diseño, surgirán otros tipos de modelos de procesos, como los organigramas de los programas. Los diagramas de flujos de datos de implantación y los diagramas de estructuras se tratarán en mayor detalle en la parte tercera de este libro.

Un método de modelización de procesos paso a paso

Como analista de sistemas o usuario final aventajado, el lector debe aprender a elaborar diagramas de flujo de datos para modelizar las necesidades de los procesos. Haremos uso del proyecto de ejemplo de SoundStage Entertainment Club para mostrar cómo se confeccionan los DFD. Hemos ya completado las fases de inspección y de estudio del ciclo de vida del desarrollo de sistemas, y comprendido plenamente los puntos fuertes del sistema, sus debilidades, sus limitaciones, sus problemas, las oportunidades que presenta y las restricciones asociadas. También hemos definido los requisitos de datos necesarios para obtener un sistema mejorado, lo que se ha traducido en el modelo de datos presentado en el capítulo 8. Emplearemos un método por etapas para suministrar un conjunto completo de los DFD que pueden utilizarse en el futuro.

Paso 1: Elaborar un diagrama de flujo de datos de contexto

Todos los proyectos tienen un campo de acción. El ámbito de un proyecto define a qué aspectos de una empresa se supone que debe dar su apoyo un sistema o una aplicación. El ámbito de un proyecto define también el modo de interacción del sistema o la aplicación en fase de modelización con otros sistemas y con la empresa considerada en su conjunto. La definición del ámbito del proyecto es el primer paso importante de la modelización de procesos.

Un diagrama de flujo de datos de contexto define el campo de acción y los límites del sistema y el proyecto. El ámbito de todo proyecto está sujeto siempre a cambios; por tanto, también lo deberá estar el diagrama de flujo de datos de contexto. Entre sus sinónimos se incluyen *diagrama de contexto*, *modelo de contexto* y *modelo ambiental*.

La nueva generación

REDISEÑO DE PROCESOS DE EMPRESA Y SISTEMAS DE FLUJO DE TRABAJO

Los diagramas de flujo de datos (DFD) han demostrado tener aguan-te en el desarrollo de sistemas. Nacieron con los métodos de análisis y diseño estructurado. Y han sobrevivido a la transición desde el análisis y el diseño estructurado a la ingeniería de información. ¿Qué les deparará el futuro? Históricamente, los DFD se han utilizado principalmente para elaborar modelos de los procesos de sistemas de aplicaciones como prólogo al diseño del software. En el día de mañana, es posible que se empleen los DFD para rediseñar los procesos fundamentales de empresa y los flujos de trabajo.

El rediseño de procesos de empresa ha sido un tema recurrente en los cuadros de La nueva generación de este libro. Y es lógico. A lo largo de la historia del proceso de datos y los sistemas de información, hemos concentrado nuestros esfuerzos en la automatización y el soporte mediante ordenadores a los procesos de empresa existentes. En la actualidad, las empresas están cuestionando la validez de este planteamiento. Se tiene la impresión de que se han estado automatizando procesos de empresa anticuados e ineficaces, haciendo las cosas igual de mal pero más deprisa.

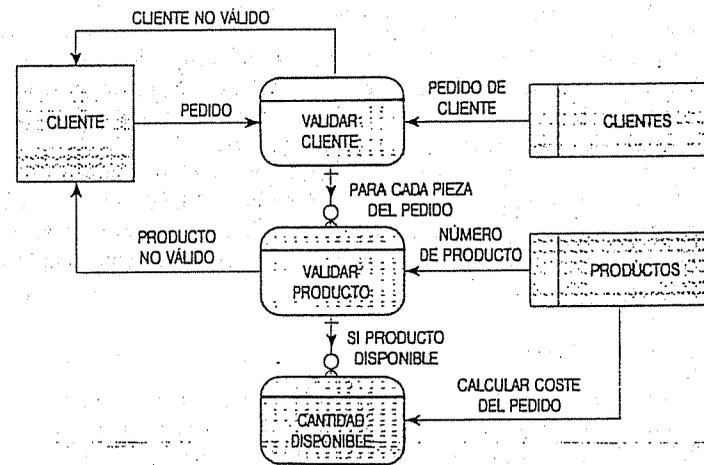
Consideremos el siguiente ejemplo, sencillo pero típico de la vida real. Al examinar sus procesos de empresa de contratación de personal, una empresa se ha dado cuenta de que para contratar a un nuevo trabajador se requerían cuatro firmas en el contrato: la del empleado, la del responsable del

departamento, la del director de sección y la del vicepresidente de la división. Pero para conseguir que el empleado perciba su nómina, se necesitaba un impreso de autorización de nómina que requería catorce firmas, tres de las cuales eran las mismas que las del contrato. No se transfería ninguna información del contrato a la autorización de nómina. En muchos casos documentados, los empleados tenían que esperar dos y, a veces, tres meses hasta recibir su primer cheque. Los cambios en las nóminas podían suponer una cantidad de tiempo similar. Algunos intentos para mejorar el proceso informático no solucionaron el problema, ya que el auténtico cuello de botella se encontraba en las formalidades burocráticas asociadas a la autorización de nómina.

La respuesta de las empresas es insistir en la necesidad de rediseñar los procesos de la empresa. En vez de automatizar los procesos de empresa, habrán de analizarse dichos procesos, eliminar los que contribuyan poco o nada a los resultados y simplificar los flujos de procesos y de datos a través de los sistemas. Después de rediseñar los procesos de empresa, pueden también ser rediseñados los procesos informáticos de soporte.

El rediseño de procesos de empresa requiere un análisis renovado y funcional de los procesos de empresa existentes. Por funcional entendemos que los usuarios de las diversas áreas afectadas han de trabajar conjuntamente para estudiar los flujos de procesos y de datos, y plantear preguntas como

(Continúa.)



Los diagramas de contexto son difíciles de elaborar, ya que han de definir el ámbito de acción del proyecto o el sistema. Para determinarlos, proponemos la siguiente estrategia:

1. Piense en el sistema como si fuera un recipiente, para diferenciar su interior del exterior.

La nueva generación

(Conclusión.)

«por qué» se hacen las cosas de una determinada manera y «por qué no» se aplica un enfoque más adecuado. Los profesionales de sistemas de información se ven inmersos en este trabajo debido a la implicación natural de la informática en los procesos existentes.

Los diagramas de flujo de datos pueden utilizarse para documentar los procesos de empresa existentes y diseñar los nuevos. Una variante de los DFD denominada *diagramas de dependencia de procesos* (DDP) puede surgir como una técnica perfeccionada de modelización para el rediseño de procesos de empresa. Estos diagramas de dependencia de procesos documentan con más claridad las dependencias existentes entre los procesos, de modo similar a los diagramas de entidad-relación.

En estas páginas se muestra un ejemplo de estos diagramas DDP. A diferencia de los DFD, no todas las flechas representan flujos de datos. Todas las restantes conexiones indican secuencias o flujos de control, que se titulan con construcciones lógicas del tipo «si...» y «mientras...».

Pero los DDP llegan mucho más lejos que los DFD al mostrar las dependencias entre los procesos con órdenes y cardinalidades. Si ha leído el capítulo 8, dedicado a la modelización de datos, estos conceptos le resultarán familiares. La marca de terminación indica la cardinalidad (el máximo número de veces que el segundo proceso tendrá lugar para cada presencia del primer proceso). El símbolo de cardinalidad se precede de un símbolo de orden que indica si el segundo

proceso «debe» ejecutarse después del primero o si, por el contrario, tan sólo «puede» ejecutarse tras el primer proceso.

A diferencia de los DFD, los DDP también muestran qué flujos de datos en el proceso son opcionales o condicionales. Se asignan rótulos a las flechas con las condiciones específicas. De esta forma, se comunican de forma más clara los caminos lógicos seguidos a través del modelo de procesos. Todo ello con la promesa de simplificar la transformación del modelo en código de programa. Los DFD, por el contrario, dependen de especificaciones lógicas básicas de tipo pseudocódigo para cumplir el mismo objetivo. Como muchos analistas no se toman el tiempo necesario para escribir estas especificaciones de tipo pseudocódigo básicas, los DFD con frecuencia no expresan una vía clara desde el modelo al código.

El rediseño de procesos de empresa está preparando el camino de una nueva solución tecnológica, los *sistemas de flujo de trabajo*. Los sistemas de flujo de trabajo están diseñados con el fin de automatizar los procesos de empresa en la forma que más se aproxime a las reglas y las normas de empresa. Los sistemas de flujo de trabajo pasan documentos electrónicos, información y mensajes a través de un sistema para mejorar la productividad. La tecnología de sistemas de flujo de trabajo intenta romper las barreras del flujo de papeles físicos, así como la existencia de las redes y las tecnologías informáticas tan dispares a que se ha llegado en la mayoría de las empresas.

En las empresas, el desarrollo de sistemas de flujo de trabajo para sustituir a la documentación en papel está obligando a reexaminar la eficacia y la efectividad de los procesos de empresa existentes. Las secuencias de aprobación y las agrupaciones de información que en la actualidad pueden requerir días o semanas se reducen a horas o incluso minutos. Los sistemas de flujo de trabajo envían automáticamente información y documentos electrónicos a los trabajadores y los directivos apropiados según las reglas y las normas de la empresa. Por ejemplo, mientras las transacciones de alto coste pueden seguir una vía determinada, las transacciones de bajo coste se enviarían a través de un camino diferente.

Los sistemas de flujo de trabajo también pueden suministrar los conocimientos y la ayuda a la decisión necesarios para resolver los procesos de empresa apropiados.

En un irónico giro, el rediseño de procesos de empresa y los sistemas de flujo de trabajo son impulsores de una especie de renacimiento de la práctica original de dibujo de diagramas de flujo de datos de modelos físicos y lógicos del sistema actual. Esta práctica había caído en desuso al convertirse en un cuello de botella en el que se invertía gran cantidad de tiempo en la metodología de análisis estructurado de sistemas. Pero conforme aumenta la voluntad de las empresas de reexaminar sus procesos básicos de empresa, el uso de los DFD de áreas de empresa funcionales puede reemerger como una técnica propia de la nueva generación.

- Ignore las tareas puramente internas del recipiente. Aplicará así el clásico concepto de caja negra de la teoría de sistemas.
- Pregunte a sus usuarios finales cuáles son los sucesos o transacciones a los cuales debe responder el sistema. Los sucesos de empresa simplemente ocurren, y aportan nuevos datos al sistema. Ejemplo de ello podría ser un pedido.

- Para cada suceso, pregunte a sus usuarios finales cuáles son las respuestas que debería producir el sistema. Algunos ejemplos, para el caso de pedidos antes mencionado, podrían ser pedidos pendientes, órdenes de preparación y facturas. Por otra parte, algunos sistemas están pensados de manera que produzcan informes como expresión de estas respuestas.
- Pregunté a sus usuarios finales cuáles son los informes de formato fijo que ha de producir el sistema. (En ello no se incluyen los informes y las consultas ocasionales, que suelen complicar la comprensión del diagrama. Si el usuario insiste en hacer aparecer informes de este tipo, muéstrellos como un único flujo de datos compuesto.)
- Identifique las fuentes netas de datos para cada suceso. Estas fuentes se convertirán en agentes internos o externos en los DFD.
- Identifique los recipientes netos de cada respuesta o salida que debería generar el sistema. Estos destinos serán también agentes externos o internos.
- Identifique todos los posibles almacenes de datos externos. Muchos sistemas requieren acceder a archivos o bases de datos de otros sistemas. Tal vez lleguen a usar los datos de dichos archivos o bases de datos. A veces incluso pueden actualizar algunos de los datos de dichos archivos y bases de datos. Pero, por lo general, no está permitido modificar la estructura de los archivos y bases de datos externos.
- Dibuje un diagrama de contexto para todas las informaciones anteriores.

El diagrama de contexto contiene un único proceso (fig. 9.13). Los agentes externos e internos se sitúan en el perímetro del dibujo. A dicho perímetro se añaden también los datos externos. Los flujos de datos definen las interacciones del sistema con los agentes internos y externos, y con los datos externos.

Nota: En su primera generación, las técnicas de elaboración de diagramas de contexto no permitían reflejar los almacenes de datos en el diagrama de contexto. Dichos almacenes de datos se exponían como entidades externas. Ello no sólo llevaba a confusión a muchos analistas y usuarios (que sabían que se trataba de datos), sino que impedía a los analistas definir la estructura de los almacenes de datos externos (independientes del modelo de datos del sistema) en las herramientas CASE. En su mayoría, las herramientas CASE no permiten la definición de estructuras o modelos para los agentes; ha de tratarse de almacenes de datos. En consecuencia, las técnicas actuales más avanzadas permiten la inclusión de almacenes de datos externos en el diagrama de contexto.

Si se intentaran incluir todas las entradas y todas las salidas entre un sistema y el resto de la empresa o el mundo exterior, el diagrama de contexto podría llegar a contener una cincuentena o más de flujos de datos. Un diagrama de estas características tendría escaso o ningún valor comunicativo. Por tanto, recomendamos aplicar la estrategia siguiente:

- Muestre sólo aquellos flujos de datos que representen el objetivo principal o las entradas y salidas más habituales del sistema. Deje los flujos de datos menos comunes para los diagramas de flujo de datos detallados que se confeccionarán más adelante.
- Use flujos de datos compuestos para reflejar los informes, las consultas u otras transacciones similares.

Ésta es la estrategia que se ha aplicado en la figura 9.13. El propósito principal de nuestro sistema es dar respuesta a las peticiones de suscripción (un pedido inicial y una solicitud de ingreso), las promociones mensuales dirigidas a los miembros y los pedidos de los miembros. La dirección de la empresa ha recalcado la necesidad de disponer de ciertos informes de ventas y de análisis de los miembros (que se muestran como flujos compuestos). En posteriores DFD de nivel más detallado se identificarán otros tipos específicos de informes.

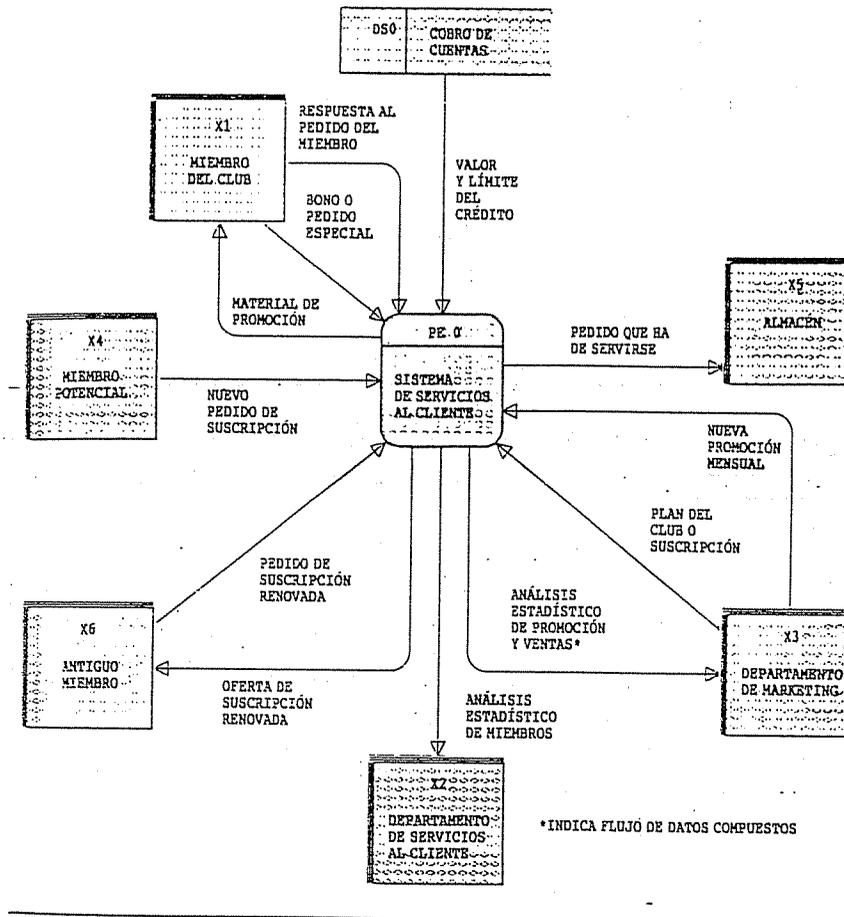


FIGURA 9.13 Un diagrama de contexto. El diagrama de contexto (flujo de datos) es el modelo de procesos más general que puede utilizarse en un sistema o aplicación. El sistema o aplicación se representa como un único proceso. Sus interacciones con la empresa, otros sistemas y el mundo exterior se dibujan como flujos de datos de entradas y de salidas.

Adviértase que hemos utilizado un flujo de datos compuesto para agrupar los pedidos regulares de discos y cintas junto con pedidos especiales de otros artículos. Posteriormente, podremos desglosar en DFD más detallados este flujo agrupado en los flujos primigenios independientes.

Finalmente, véase que en el diagrama de contexto aparecen los almacenes de datos relativos a Cobro de Cuentas. Se ha añadido el Cobro de Cuentas (C/C) para suministrar acceso en sólo lectura a sus bases de datos y facilitar así el control del crédito de los pedidos de los miembros. El almacén de datos es externo debido a que no se puede modificar su estructura. Todo cambio estructural en la base de datos de C/C podría obligar a modificar varios programas en el sistema de información de C/C.

Paso 2: *Elaborar un diagrama de descomposición que esquematice los diagramas de flujo de datos*

Existen dos formas básicas de elaborar diagramas de flujos de datos de un sistema o una aplicación completos:

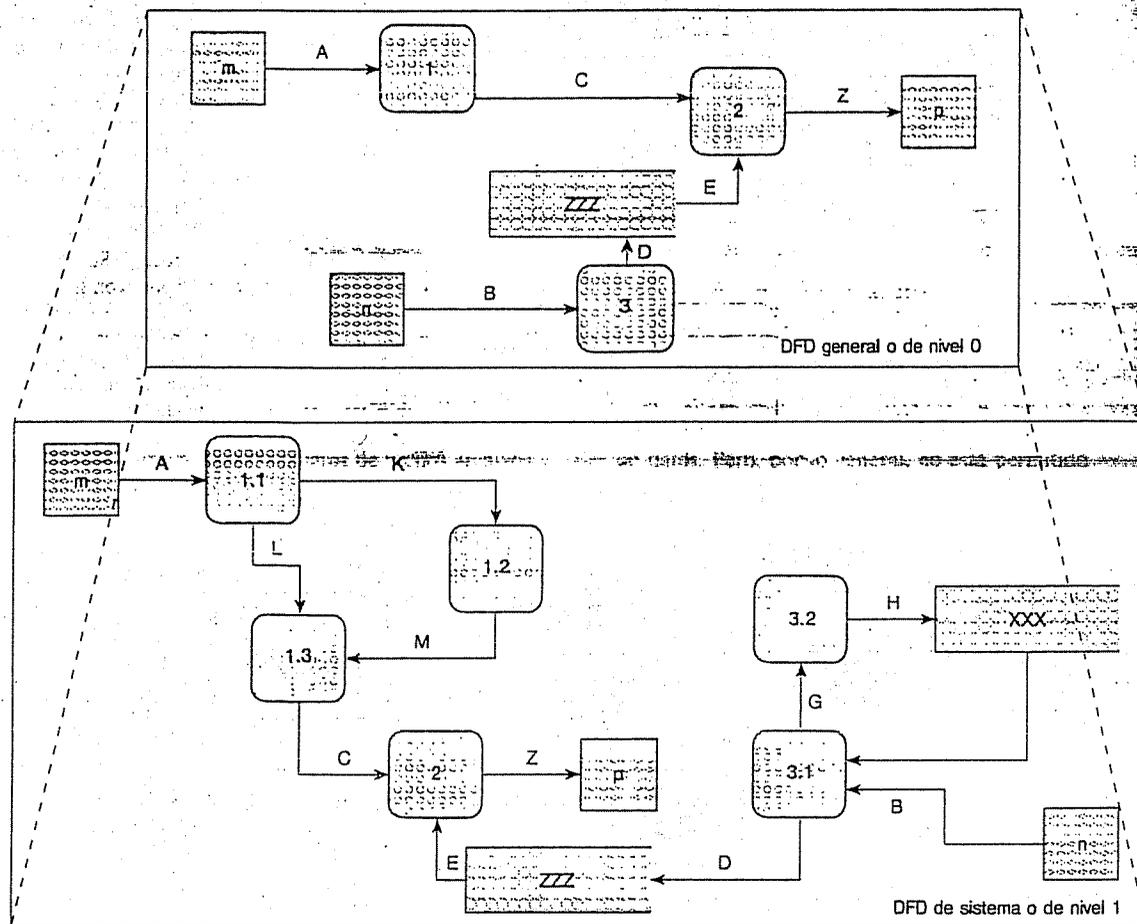


FIGURA 9.14 Método de expansión en la elaboración de diagramas de flujo de datos. Según propusieron Gane y Sarson, esta técnica de elaboración de diagramas requiere que el analista confeccione dos diagramas: un DFD general y un DFD detallado. Ambos diagramas realizan un modelo de todo el sistema.

- Trazar dos diagramas de flujo de datos, cada uno de ellos en una hoja de papel independiente. Como muestra la figura 9-14, el primer diagrama, denominado *DFD general o de nivel cero*, sirve como diagrama de nivel general, consistente comúnmente en un pequeño número de procesos (doce o menos). El segundo diagrama, llamado *DFD de sistema o de nivel uno*, es una ampliación del primer diagrama que suministra una visión más detallada del sistema. Puede contener de diez a treinta procesos. Ambos diagramas se centran en las necesidades de los usuarios, no en detalles de implantación o de tipo informático. Los primeros en proponer este planteamiento fueron Gane y Sarson en su popular metodología STRADIS; de EDS. Este método puede utilizarse con notación de Gane y Sarson o de DeMarco o Yourdon indistintamente.

Solicitud de propuestas o presupuestos

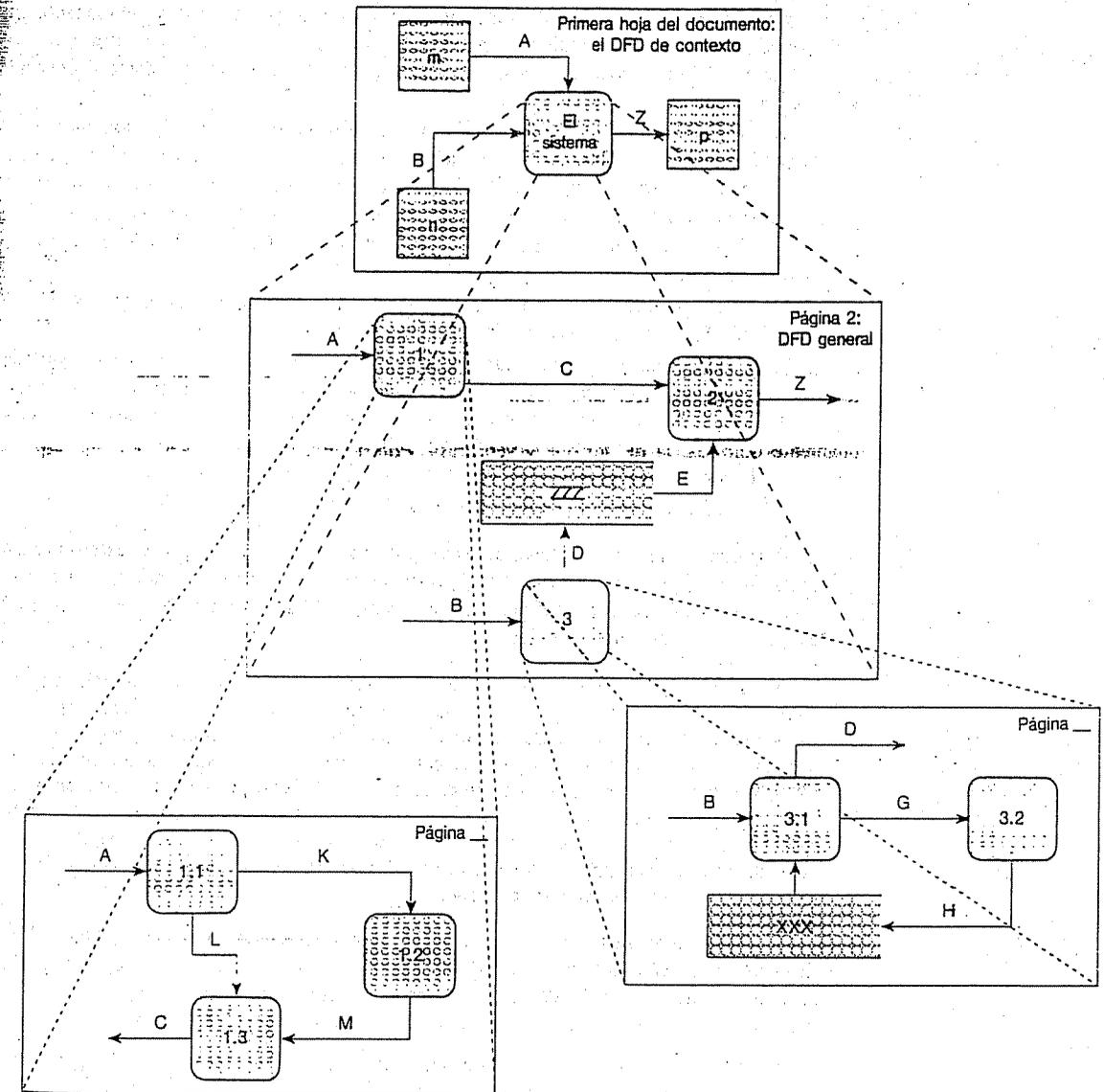


FIGURA 9.15 Método de explosión en la elaboración de diagramas de flujo de datos. Tal como propusieron DeMarco y otros expertos, esta técnica de elaboración de diagramas requiere que el analista confeccione múltiples DFD, cada uno de los cuales visto como una ampliación de un proceso o de otro diagrama, hasta conseguir la modelización de todo el sistema.

- Elaborar un conjunto de diagramas de flujo de datos por niveles. Este método aplica una técnica de explosión, en vez del anterior método de expansión. Según ilustra la figura 9.15, el proceso del diagrama de flujo de datos de contexto se divide en su propio

diagrama de flujo de datos que ilustra los subsistemas básicos mostrados como subprocesos. Cada uno de estos subprocesos puede, a su vez, desglosarse en un diagrama de flujo de datos que muestre procesos más detallados. La explosión de los procesos puede proseguirse hasta lograr detallar completamente las necesidades de usuario. En este caso, tampoco se ilustran conceptos relativos a la implantación informática. Este método fue propuesto por DeMarco y ha sido adoptado en un sentido amplio por muchas metodologías. También en este caso puede utilizarse con estructuras de DFD según notación de Gane y Sarson o de DeMarco o Yourdon.

En los últimos meses, ha mejorado notablemente nuestro aprecio por el método de Gane y Sarson, pero reconocemos que el método de DeMarco aún se enseña y se utiliza con mayor profusión. Por tanto, nuestros ejemplos se basarán en el enfoque de explosión de DeMarco, lo que nos llevará a construir conjuntos de diagramas de flujo de datos por niveles. Cada nivel representará al sistema, a un subsistema o a una función, que mostrará con cierto grado de detalle. (Nota: Como comparación, la siguiente sección mostrará los DFD equivalentes conseguidos con la técnica de Gane y Sarson.)

La explosión o desglose de un sistema en subsistemas es una muestra de una técnica ampliamente utilizada: la del «divide y vencerás». Por desgracia, solemos actuar según esta técnica sin ningún tipo de planificación real previa. El resultado de ello es una colección de subsistemas ilógicos y diagramas de flujo de datos que, aunque aparentemente correctos, parecen no tener mucho sentido. Para evitar esta situación, mostraremos cómo planear los desgloses propuestos en este método por medio de un esquema gráfico denominado diagrama de descomposición que nos sirve para elaborar los DFD.

Un **diagrama de descomposición**, también denominado *gráfico de jerarquías*, muestra la estructura, o descomposición funcional en sentido descendente, de un sistema. También nos proporciona un esquema para elaborar nuestros DFD.

El único símbolo utilizado en el diagrama de descomposición es el símbolo de proceso, por lo demás el mismo símbolo que se utiliza en los DFD. Los procesos se conectan entre sí en una estructura arborescente. Los nombres de procesos deberán ajustarse a las directrices sobre nombres explicadas para los DFD. El proceso superior, también llamado *raíz*, representa a todo el sistema cuyas necesidades se están definiendo. El proceso raíz se desglosa o divide en subsistemas, funciones y tareas, donde el número de niveles depende enteramente de la dimensión del proyecto.

Las figuras 9.16 y 9.17 son diagramas de descomposición obtenidos para el proyecto de SoundStage Entertainment Club. Analicemos estos diagramas. El esquema de numeración utilizado para los procesos del diagrama nos ayudará a hacer un seguimiento de los subsistemas y las funciones según se muestra en los DFD. Es conveniente fijar un esquema estándar de numeración antes de comenzar a elaborar los diagramas de descomposición y de flujo de datos. En el ejemplo, hemos seguido en este sentido las directrices más corrientes:

1. Numerar el proceso raíz con el 0.
2. Dividir el proceso raíz en procesos numerados consecutivamente: 1, 2, 3, etc.
3. En los subsiguientes desgloses de procesos en subprocesos, cada subproceso se numera como un derivado del proceso al que se asocia. Por ejemplo, el proceso 1 puede desglosarse en los procesos 1.1, 1.2, 1.3, y así sucesivamente. El proceso 1.2 puede dividirse en procesos 1.2.1, 1.2.2, etc.

Esta estrategia se repite a lo largo de todo el diagrama de descomposición y del subsiguiente conjunto de diagramas de flujo de datos. Seguidamente, ofrecemos una descripción, punto por punto, de los diagramas de descomposición del ejemplo. Las letras inscritas en círculos hacen referencia a lugares específicos de la figura 9.16.

(A) Hemos utilizado la herramienta Presentation Graph de Excelerator para dibujar nuestro diagrama de descomposición. Se requiere un doble proceso-raíz por imposición de nuestra herramienta CASE. Dicho doble proceso-raíz conecta directamente el diagrama de descomposición con los DFD, lo que nos permite analizar cualquier proceso del DFD en el diagrama de descomposición.

El primer proceso-raíz se divide en el diagrama de contexto que contiene el proceso PE 0 (las letras PE provienen de las iniciales inglesas *proposed essential system*, o sistema esencial propuesto). El segundo es el que, realmente, da lugar a la descomposición. Se desglosa en un DFD que contiene los procesos PE 1, PE 2 y PE 3.

(B) La raíz PE 0 corresponde al sistema completo.

(C) El sistema inicialmente se desglosa en subsistemas o funciones. (Cuidado: Los subsistemas y las funciones no se corresponden necesariamente con las organizaciones mostradas en los gráficos de organización.)

¿Cuántos subsistemas o funciones se puede tener? Técnicamente, no hay ningún límite. Por otra parte, nuestro objetivo es confeccionar diagramas de flujo de datos. Los defensores de los DFD de DeMarco dicen que ningún DFD debería contener más de siete procesos. Ello mejoraría la legibilidad del diagrama, al tener cada DFD una estructura relativamente sencilla. Si se aplica esta regla al diagrama de descomposición, ningún proceso debería tener más de siete procesos dependientes. Se trata de una buena regla práctica; pero su aplicación habrá de hacerse con sentido común (siempre se deseará que las agrupaciones de procesos tengan un cierto significado para la empresa).

¿Y existe algún número mínimo de procesos dependientes para un proceso dado? Ciertamente, la división de un proceso en un único proceso dependiente no ofrece ninguna información adicional; por tanto, si se planea dividir un proceso, debería hacerse en un grupo de dos a siete procesos dependientes.

¿Cómo se hace la división de las funciones en el diagrama de descomposición? Existen varias estrategias razonables. Proponemos tres posibles métodos alternativos (aunque no de forma exhaustiva).

(D) Miembros es un gran subsistema que consta de más de siete procesos en total. Conseguimos agrupar estos procesos en tres funciones: el tratamiento de las diversas transacciones relativas a los miembros, la generación de diversos informes sobre miembros y el mantenimiento de los datos de población de miembros. La división del subsistema de miembros se realizó de forma consecuente con esta división. Cada proceso se volvió a desglosar según se muestra en la segunda página del diagrama (fig. 9.17).

(E) El subsistema de promociones sólo tiene dos transacciones, un informe y un almacén de datos que mantener. No parece haber necesidad de desglosar este subsistema en funciones. En vez de ello, dividiremos el subsistema directamente en sus transacciones, informes y tareas de mantenimiento de datos.

Para indicar que ninguno de estos procesos será objeto de desgloses posteriores, hemos situado un signo # en sus números de identificación. (Nota: Puede definirse cualquier otra convención admitida por la herramienta CASE que se esté usando.)

(F) El subsistema de tratamiento de pedidos proviene del cruce entre D y E. Posee varias transacciones, algunos tipos de mantenimiento de datos, pero no requisitos de producción de informes en formato fijo. (Preferimos no mostrar los informes y las consultas de carácter ocasional.) Hemos creado una función para todas las transacciones. Mientras tanto, añadimos los tres procesos que mantienen los datos de los pedidos.

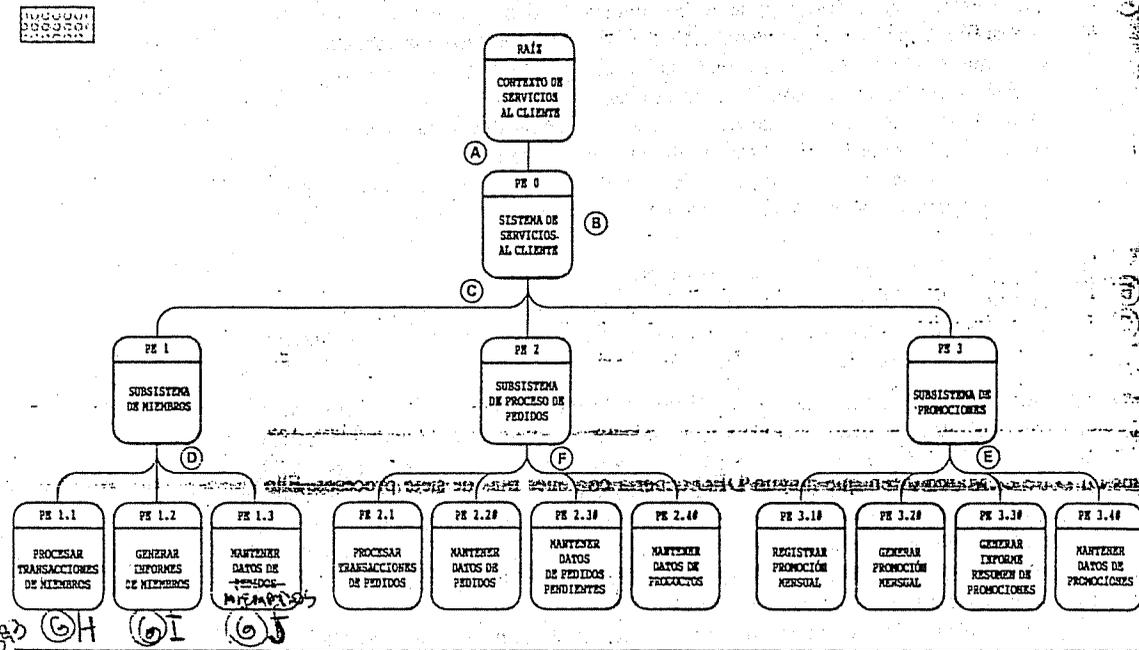


FIGURA 9.16 Diagrama de descomposición. En la figura se muestra la primera página del diagrama de descomposición en el proyecto de ejemplo de SoundStage. Así, los DFD se desglosarán en última instancia según este esquema.

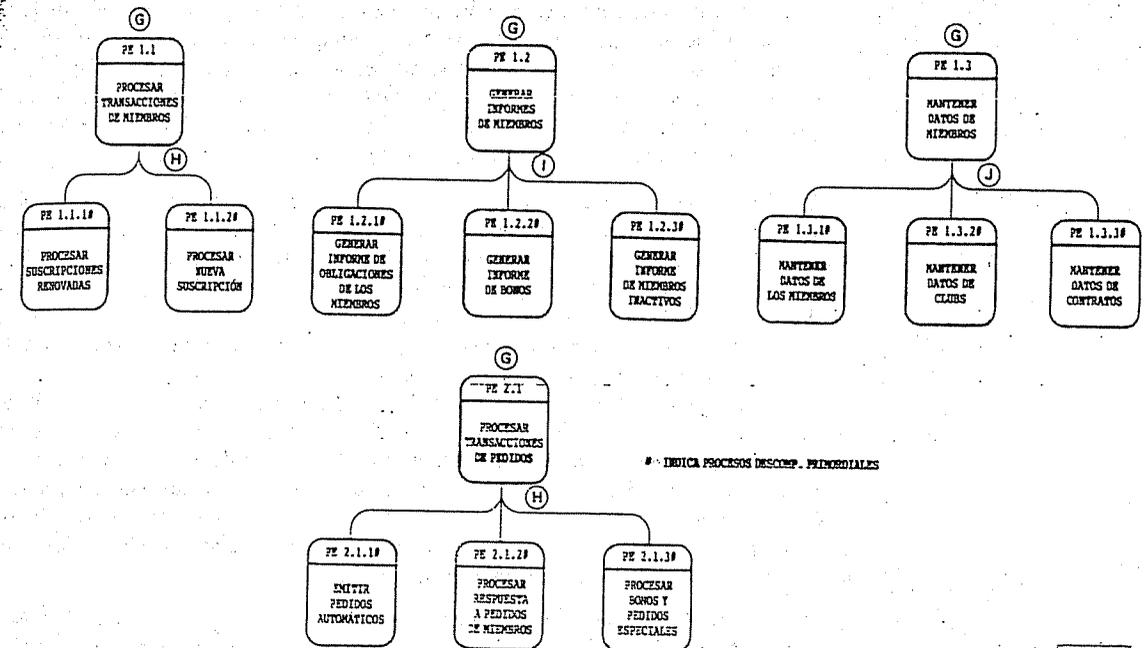


FIGURA 9.17 Diagrama de descomposición (conclusión). Segunda página del diagrama de descomposición iniciado en la figura 9.16. Nuestros DFD se dividirán conforme al esquema mostrado en la figura.

Repárese en el signo #, que nos indica que los tres procesos declarados no serán objeto de desgloses ulteriores. Por otra parte, la ausencia de signo # en PE 2.1 indica que sería preciso considerar una posterior división de este proceso. Dicha división se muestra en la figura 9.17.

Nuestro diagrama de descomposición no cabe entero en una sola página. Por tanto, se completa en la figura 9.17. Adviértanse en el mismo los siguientes aspectos:

- (G) Se han reproducido en esta página las mismas raíces que en la primera página del diagrama de descomposición con el fin de facilitar las consultas hacia atrás.
- (H) Las funciones de transacciones deben desglosarse en un proceso por suceso de empresa. Virtualmente, todos los sistemas responden a sucesos de transacciones. Estos sucesos simplemente ocurren. Cuando tienen lugar, aportan nuevos datos al sistema. Algunos ejemplos de ellos podrían ser los pedidos, los pagos, las solicitudes, las entregas, las recepciones, las devoluciones, los trabajos (registrados en fichas de tiempos), y similares. Los sistemas deben responder a los sucesos de transacciones con las salidas adecuadas. A veces, estas salidas consisten simplemente en almacenar la entrada para su ulterior tratamiento.
- (I) Las funciones de producción de informes deben desglosarse en un proceso por informe de formato fijo que haya de producirse. (a menos que deban obtenerse irremediabilmente varios informes de manera simultánea).

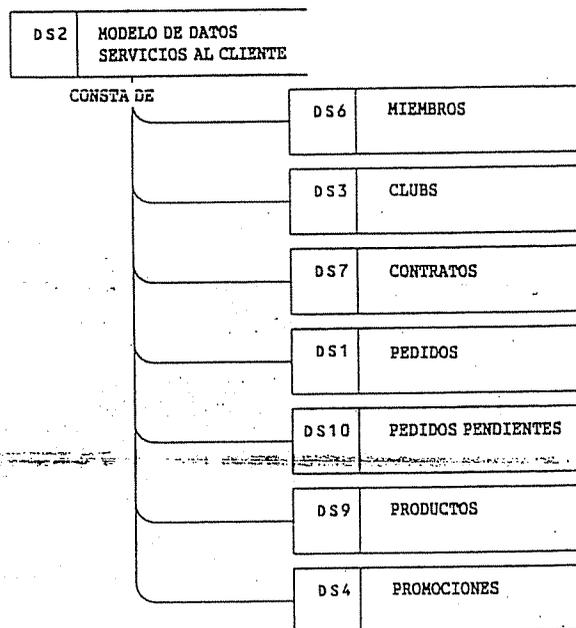
- (J) Las funciones de mantenimiento de datos deberían dividirse en un proceso para cada almacén de datos que haya de mantenerse (o, si ya se ha completado el modelo de datos, para cada entidad de datos fundamental que haya de mantenerse). Ello proporciona las actividades de custodia necesarias para garantizar la disponibilidad de los datos apropiados para el tratamiento de transacciones y la producción de informes. Un ejemplo de ello sería el mantenimiento rutinario de los almacenes de datos referentes a piezas, clientes, empleados, y similares. Probablemente, casi todos los lectores habrán escrito programas de mantenimiento de archivos para añadir, cambiar y borrar registros en archivos maestros. Estos programas forman parte de esta actividad de mantenimiento.

Adviértase la existencia de un patrón común en todos los sistemas: las actividades de transacciones y de mantenimiento aportan nuevos datos al sistema. Las actividades de producción de informes generan informaciones útiles a partir de dichos datos. Virtualmente, todos los sistemas de información se beneficiarán de esta estrategia de descomposición.

Si continuamos con la observación de la figura 9.17, veremos que sólo hay otro proceso que deba desglosarse en la primera página de nuestro diagrama de descomposición, el «PE 2.1». También en este caso, hemos dividido este sistema de transacciones en un proceso por suceso de empresa.

No hay necesidad de un mayor desglose de las transacciones, los datos mantenidos y los informes. Tan sólo resta seguir el esquema hasta los párrafos o frases finales en la hoja. Sin

FIGURA 9.18
Descomposición de almacenes de datos. Este diagrama de descomposición representa los almacenes de datos utilizados en nuestros diagramas.



embargo, este diagrama nos servirá como guía para la elaboración de conjuntos de diagramas de flujo de datos integrados y divididos por niveles.

Paso 3: Identificar almacenes de datos

Antes de pasar a dibujar nuestros diagramas de flujo de datos, puede ser de utilidad identificar los posibles almacenes de datos que se utilizarán en dichos diagramas. Utilizaremos el modelo de datos elaborado en el capítulo 8 del proyecto de SoundStage para identificar nuestros almacenes de datos. En la figura 9.18 hemos utilizado un diagrama de descomposición para identificar dichos almacenes de datos. En primer lugar, creamos un almacén de datos compuesto que represente a todos los datos del sistema. Este almacén de datos se desglosa en nuestro modelo de datos. A continuación, identificamos los almacenes de datos primigenios, uno para cada entidad o entidad asociativa del modelo de datos.

Paso 4: Elaborar un diagrama general de flujo de datos

Mediante el empleo como esquema de nuestro diagrama de descomposición, podemos ahora proceder a desglosar los procesos del diagrama de contexto en una imagen más detallada del sistema. Este segundo DFD recibe normalmente el nombre de **diagrama general de flujo de datos**. En él se muestran sus principales subsistemas y funciones, así como el modo en que interactúan entre sí. Es una forma útil de comunicar el significado y la actuación del sistema a grandes rasgos.

Independientemente del momento en que se desglose un proceso, el DFD resultante constituye una visión más detallada del mismo proceso. Según ello, esta división debería añadir

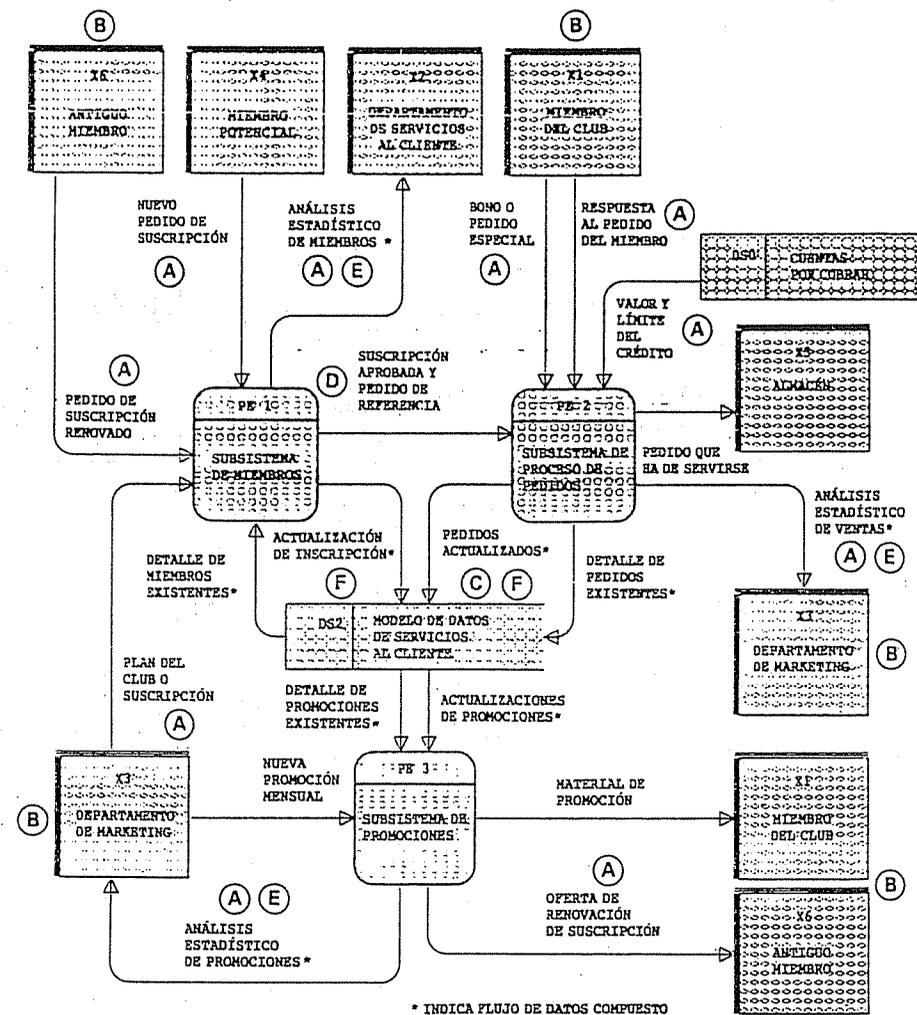


FIGURA 9.19 Diagrama general de flujo de datos. Un diagrama general de flujo de datos muestra la interacción existente entre los subsistemas y/o las funciones clave.

un mayor nivel de detalle al tiempo que conserva la esencia del diagrama más general. Vamos a ilustrar esta afirmación con el único proceso presente en el diagrama de contexto (fig. 9.15).

Dicho proceso del diagrama de contexto se desglosa en el diagrama de sistemas que se muestra en la figura 9.19. Advértase que los tres procesos de esta figura se corresponden exactamente con los tres procesos del segundo nivel de nuestro diagrama de descomposición (ver figura 9.16). En otras palabras, estamos siguiendo nuestro esquema gráfico original. Ello no significa que nunca nos podamos apartar de dicho esquema, ya que cualquier esquema puede estar siempre sujeto a cambios.

FIGURA 9.19
(Conclusión.)

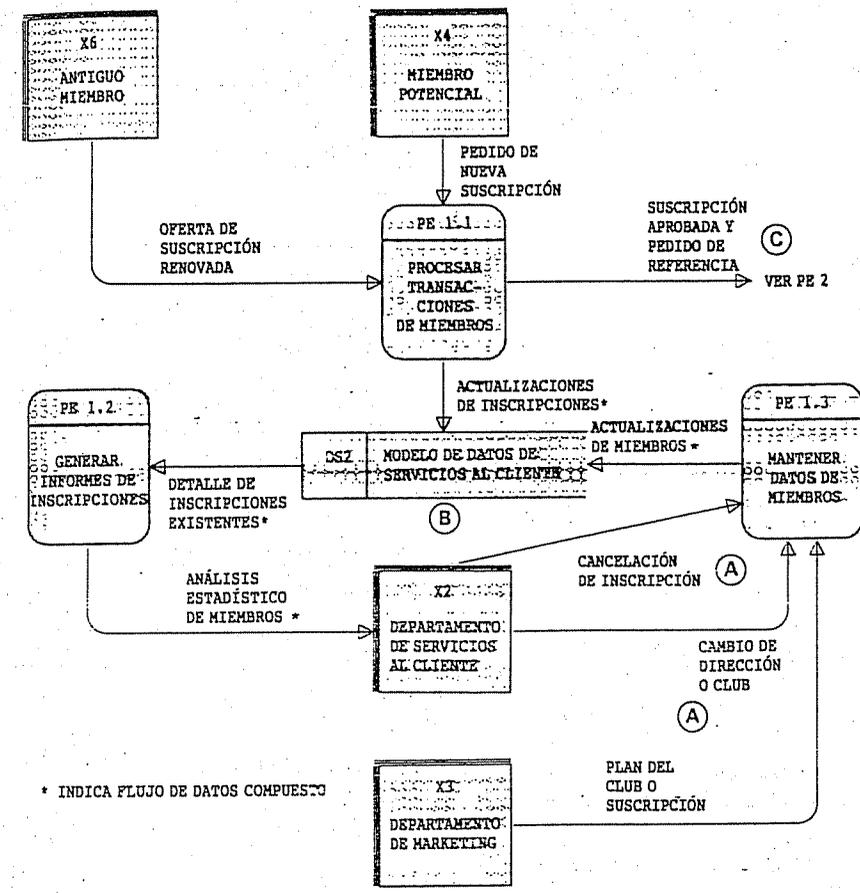
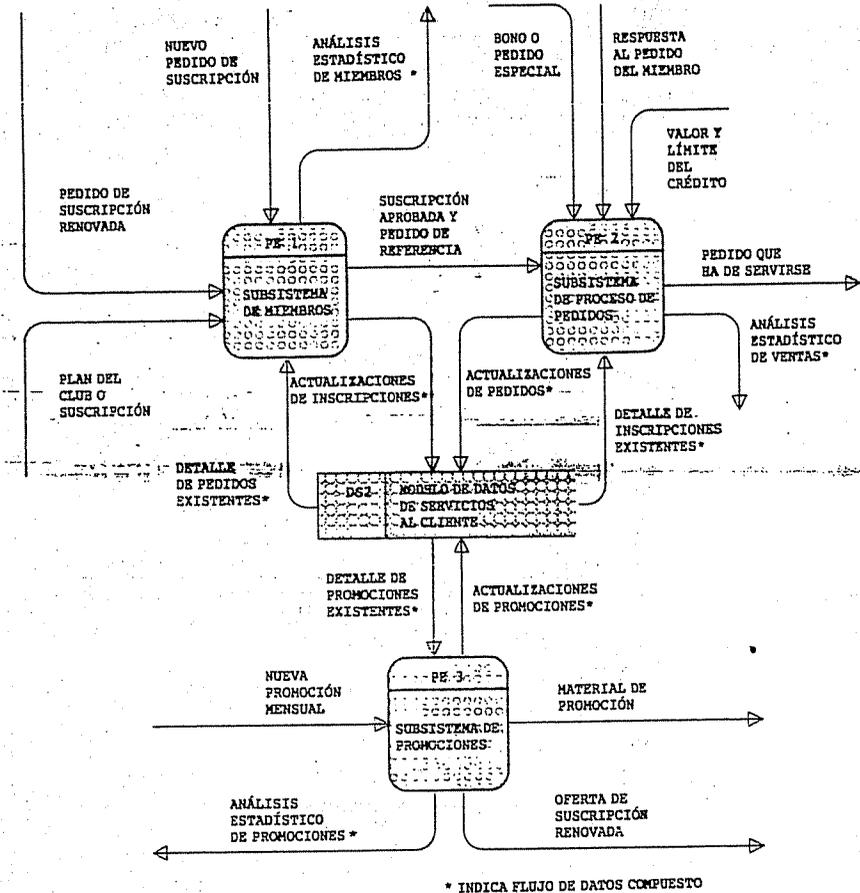


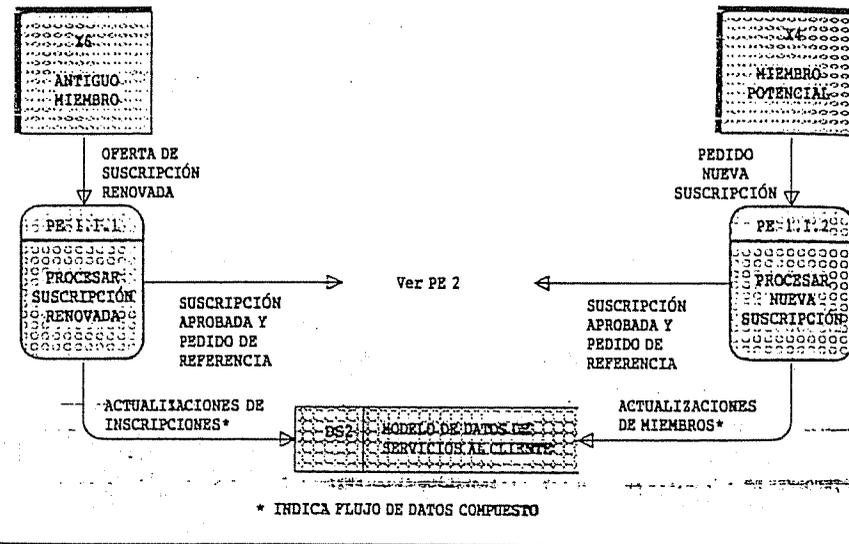
FIGURA 9.20
Diagrama medio de flujo de datos medio. Un diagrama medio de flujo de datos consta de procesos que aún deben desglosarse para mostrar un mayor grado de detalle.

Seguidamente, mostramos una descripción punto por punto del diagrama de sistemas de muestra:

- (A) Los flujos de datos que aparecían en el diagrama de contexto también aparecen en este diagrama, con objeto de mantener la consistencia con el diagrama anterior. La mayoría de los libros denominan a esta operación *equilibrar los diagramas*.
- (B) Adviértase que también hemos reproducido los agentes externos e internos que aparecían en el diagrama de contexto. Algunos expertos prefieren no duplicar estos agentes. En vez de ello, dibujan los flujos de datos sin los objetos de conexión (como en la fig. 9.20). Los flujos de datos que parecen no ir a ningún sitio o provenir de la nada se supone que dirigen la atención del lector hacia el DFD anterior, en este caso el diagrama de contexto. En nuestra opinión, esta práctica dificulta la comunicación; por tanto, hemos optado por duplicar los agentes.
- (C) Los subsistemas o funciones de la mayoría de los diagramas de sistemas comparten almacenes de datos, normalmente varios de ellos. Para simplificar el diagrama de

- sistemas, por lo general agrupamos todos los almacenes de datos en un almacén de datos compuesto que representa a todos los datos compartidos del sistema. Con un solo almacén de datos se consigue mejorar la legibilidad del diagrama. Nuestra herramienta CASE nos permite unir estos almacenes de datos directamente con nuestro modelo de datos. En otras palabras, los almacenes de datos se desglosan en el diagrama de entidad-relación del sistema que se recogía en el capítulo 8. (Nota: Este planteamiento funcionaría incluso si no se hubiera confeccionado dicho modelo.)
- (D) El DFD debería reflejar los flujos de datos importantes que se producen entre los subsistemas y las funciones. Ésta es la principal ventaja que se obtiene de los DFD de nivel alto y medio: muestran las interfaces entre grupos de procesos.
- Adviértase que, en su mayoría, los subsistemas se comunican entre sí a través de almacenes de datos, una característica muy deseable de los sistemas de información modernos.
- (E) Todavía no hemos desglosado los flujos de datos compuestos en flujos de datos primigenios. ¿Por qué motivo? Es mejor dejar sin desglosar los flujos compuestos

FIGURA 9.21
Diagrama medio de flujo de datos para la admisión de miembros.



hasta que se hayan identificado los procesos específicos que trabajan con los flujos primigenios.

- (F) Estamos utilizando flujos de datos compuestos para agrupar muchos tipos de usos y actualizar los almacenes de datos.

Si se estudian detenidamente las figuras 9.15 y 9.16, se verá que todas las entradas y las salidas del proceso PE 0 del diagrama de contexto (fig. 9.15) también aparecen en el DFD general. Estos dos diagramas se dice que están equilibrados.

El equilibrado es la tarea de asegurar que no se pierdan detalles cuando se desglosa un proceso de un DFD en otros DFD más detallados. El equilibrado garantiza la consistencia entre diferentes niveles.

Casi todas las herramientas CASE de alto nivel llevan a cabo esta operación de equilibrado. Algunas arrastran los datos cuando se divide un proceso con el fin de garantizar este equilibrado.

Si hemos introducido algunos agentes o flujos nuevos en o a partir de los agentes de nuestro diagrama general, ¿deberían también añadirse estos flujos al diagrama de contexto? Algunos expertos así lo afirman, ya que quieren conservar los diferentes niveles de los DFD en un perfecto equilibrio. Con todo respeto, nosotros no compartimos su opinión. Los nuevos flujos pueden haber sido retirados del diagrama de contexto para mantener su legibilidad (como se sugirió en el paso 1). Añadir estos flujos puede dificultar esta legibilidad. Nuestra regla básica es que los flujos procedentes de un proceso desglosado deben ser transportados al DFD más detallado; sin embargo, los nuevos flujos en dicho DFD detallado no tienen por qué ser transportados hacia «arriba», a los procesos originales precedentes. Claramente, la decisión dependerá de las preferencias de cada cual.

Paso 5. Elaborar diagramas de flujo de datos de nivel medio

Después de haber elaborado el diagrama de sistemas, podemos dividir cada uno de los procesos de dicho DFD para poner de relieve un mayor nivel de detalle sobre los subsistemas.

Cualquier proceso de un DFD es susceptible de desglose para desvelar diagramas de flujo de datos más detallados de dicho proceso. Se continúa con el desglose hasta que se haya obtenido un nivel de detalle suficiente. Todos los DFD, salvo los más detallados, reciben con frecuencia el nombre de DFD de nivel medio.

En el diagrama de descomposición (fig. 9.16), adviértase que el proceso PE 1, el SUBSISTEMA DE MIEMBROS, debería desglosarse en un DFD que incluyera tres procesos. Dicho DFD se muestra en la figura 9.20. Los tres procesos son aún funciones de alto nivel, cada una de las cuales debe ser todavía objeto de ulteriores divisiones. Todos los flujos que llegan y salen de los procesos precedentes (PE 1 en la figura 9.19) proceden directamente de dicho diagrama. También queremos llamar la atención sobre lo siguiente:

- (A) Se han introducido algunos flujos de datos nuevos y menos corrientes (CANCELACIÓN DE MIEMBROS y CAMBIO DE DIRECCIÓN O CLUB). Recuérdese que, según nuestras directrices, no se requería que se añadieran los nuevos flujos al proceso precedente (fig. 9.18). Aun así, el diagrama se considera equilibrado en lo que respecta a sus procesos precedentes.
- (B) Todavía no hemos ampliado el almacén de datos compuesto en sus almacenes de datos primigenios, ya que nuestros procesos son aún de un nivel bastante alto.
- (C) El flujo de datos SUSCRIPCIÓN APROBADA Y PEDIDO DE REFERENCIA parece no ir a ningún sitio. Es lo que se llama un flujo de datos de interfaz, y se requiere para equilibrar el DFD con respecto a su proceso y su diagrama precedente. Hemos añadido la nota «VER PE 2» para describir su destino. La nota indica que el flujo se dirige hacia el proceso PE 2 en el diagrama precedente (fig. 9.18).

Si continuáramos utilizando nuestro diagrama de descomposición como modelo, el proceso PE 1.1 debería desglosarse en el diagrama mostrado en la figura 9.21. En él no se han introducido conceptos nuevos.

Existen otros dos diagramas de nivel medio. La figura 9.22 representa en detalle el subsistema de tratamiento de pedidos. Repárese en las siguientes cuestiones a él relativas:

- (A) Los procesos PE 2.2, PE 2.3 y PE 2.4 son procesos primigenios, es decir, no pueden ser ya desglosados según los propósitos de modelización de las necesidades de usuario. La letra «p» que sigue al número de identificación es indicativa de la condición de procesos primigenios.²
- (B) Como hemos introducido procesos primigenios en el diagrama, debemos finalmente ampliar el almacén de datos compuesto de la figura 9.18 en sus almacenes de datos primigenios. Nuestros bancos primigenios corresponden al modelo de datos confeccionado durante el capítulo 8.
- (C) El sentido común nos dice que PE 2.1, TRANSACCIONES DE ÓRDENES DE PROCESO, utiliza y actualiza otros almacenes de datos, como MIEMBROS. Estos almacenes de datos no aparecen en el diagrama porque, para los procesos no primigenios, los almacenes de datos sólo deberán mostrarse cuando sean compartidos por al menos dos procesos del DFD. Por otra parte, su introducción debería diferirse hasta elaborar los DFD de explosión. (Por supuesto, los almacenes de datos primigenios sí deben mostrarse en los casos de procesos primigenios.)
- (D) El almacén de datos COBROS DE CUENTAS parece incumplir la anterior regla. Sin embargo, recuérdese que dicho almacén de datos se introdujo por vez primera en el

² La letra «p» denota procesos primigenios en los DFD. No es la misma notación que el símbolo «#»-usado en los diagramas de descomposición (fig. 9.17). Los procesos marcados con «#» en el diagrama de descomposición normalmente se dividirán en procesos marcados con «p» en los DFD.

FIGURA 9.22
Diagrama medio de flujo de datos para tratamiento de pedidos.

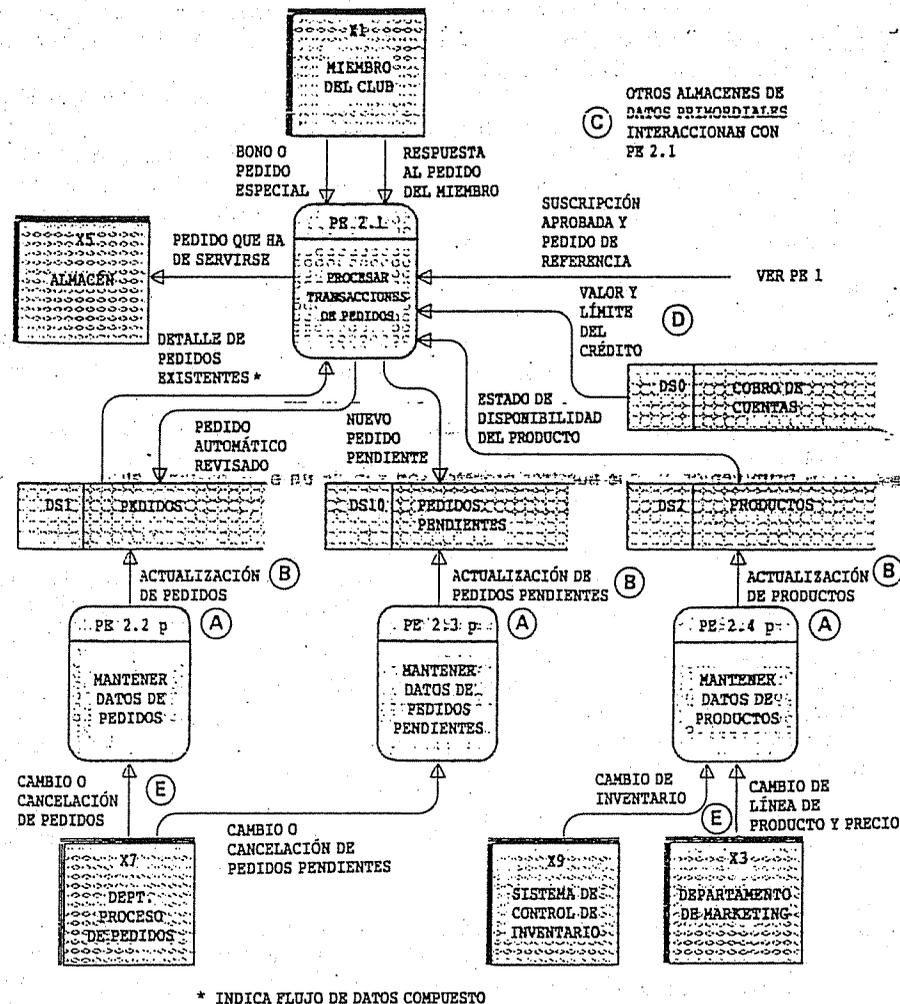


diagrama de contexto. Una vez introducido, un almacén de datos debe ser transportado a los DFD de explosión con el fin de mantener el equilibrio.

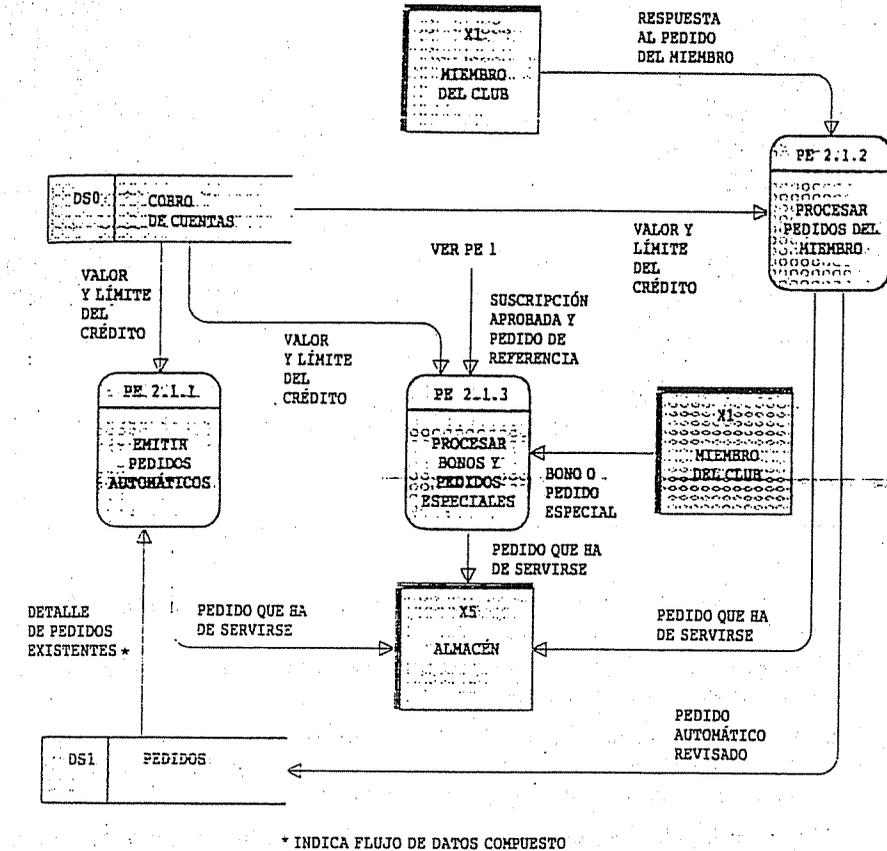
(E) Hemos añadido nuevos flujos de datos de entrada para ampliar el nivel de detalle en los procesos de mantenimiento de datos.

La figura 9.23 es el DFD de explosión para los procesos PE 2.1 de la figura 9.22. Este DFD es comprensible por sí mismo.

Paso 6: Elaborar los diagramas de flujo de datos de nivel primigenio

Completemos seguidamente el conjunto de DFD por niveles mediante la elaboración de diagramas que muestren las necesidades detalladas de proceso dentro del sistema. Estos diagramas

FIGURA 9.23 Otro ejemplo de diagrama medio de flujo de datos.



mas reciben el nombre de diagramas de flujos de datos primigenios o de bajo nivel. Periódicamente, deberían revisarse los diagramas de descomposición para garantizar que se siga correctamente el esquema original.

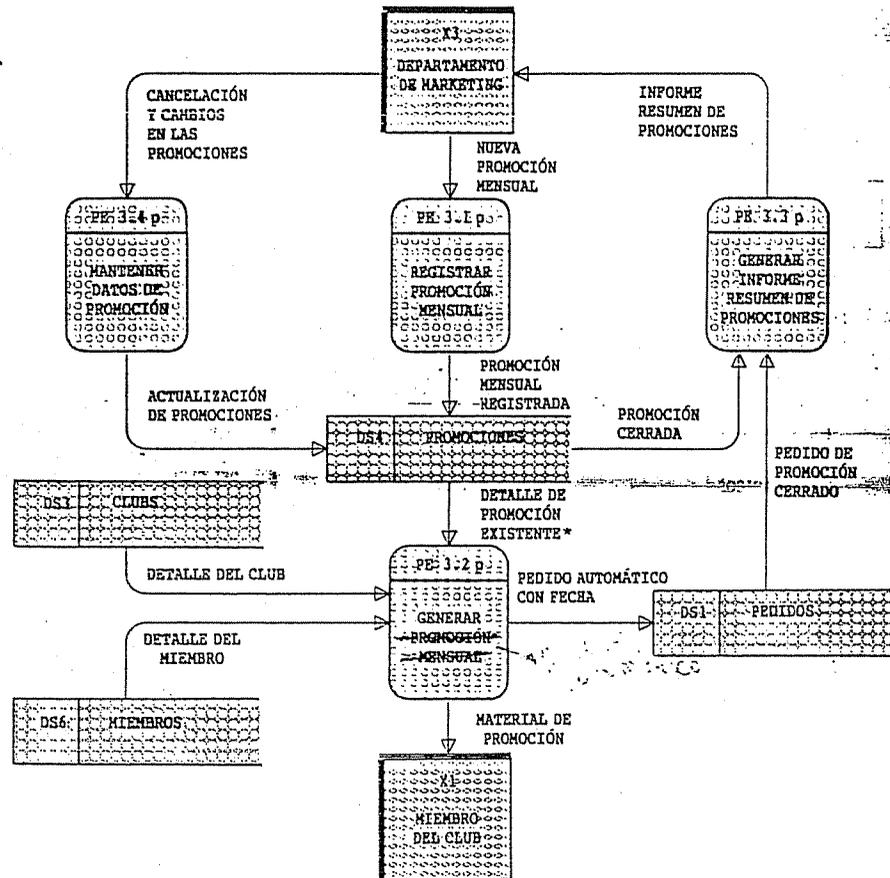
Empecemos con un DFD primigenio bastante sencillo. La figura 9.24 ilustra el DFD de explosión para el proceso PE 3 de la figura 9.19. Este diagrama contiene un ejemplo de cada uno de los tipos existentes de procesos primigenios:

- Un proceso sencillo de transacciones de entrada (PE 3.1; transacciones más complejas requerirían un mayor nivel de desglose).
- Un proceso de transacciones de salida (PE 3.2).
- Un proceso de producción de informes (PE 3.3).
- Un proceso de mantenimiento de datos (PE 3.4).

Adviértase que los DFD primigenios deben mostrar todos los almacenes de datos y los flujos de datos primigenios apropiados.

Pasemos ahora a ver un proceso de transacciones más característico. La figura 9.25 muestra el DFD de explosión para el proceso PE 2.1.1 de la figura 9.23. Los procesos muestran

FIGURA 9.24 Un sencillo diagrama de flujo de datos primigenio. Los diagramas de flujo de datos primigenios contienen algunos procesos (señalados con la letra "p") que no pueden ser ya desglosados. Estos procesos deberían mostrar los datos y los flujos de datos primigenios.



el tratamiento de empresa detallado que se requiere para una sola transacción. También en este caso, todos los flujos de datos y los almacenes de datos compuestos deben ilustrarse en el diagrama, dado que no serán objeto de ulteriores desgloses. Las figuras 9.26 y 9.27 son DFD de explosión similares para los procesos PE 2.1.2 y PE 2.1.3 de la figura 9.23.

Todo lo que resta para completar nuestro conjunto de DFD por niveles es dividir los DFD del subsistema de miembros. Estos diagramas se muestran en la figura 9.28. Y así concluimos el modelo completo de procesos para el proyecto de SoundStage Entertainment Club. Aunque se podría haber elaborado el conjunto con algunos diagramas menos, hemos creído importante mostrar una variada gama de los métodos existentes de descomposición y de explosión.

EL MÉTODO DE EXPANSIÓN PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS

Gane y Sarson proponen un método alternativo para elaborar diagramas de flujo de datos. Este método es una especie de anteproyecto que produce normalmente sólo dos diagramas

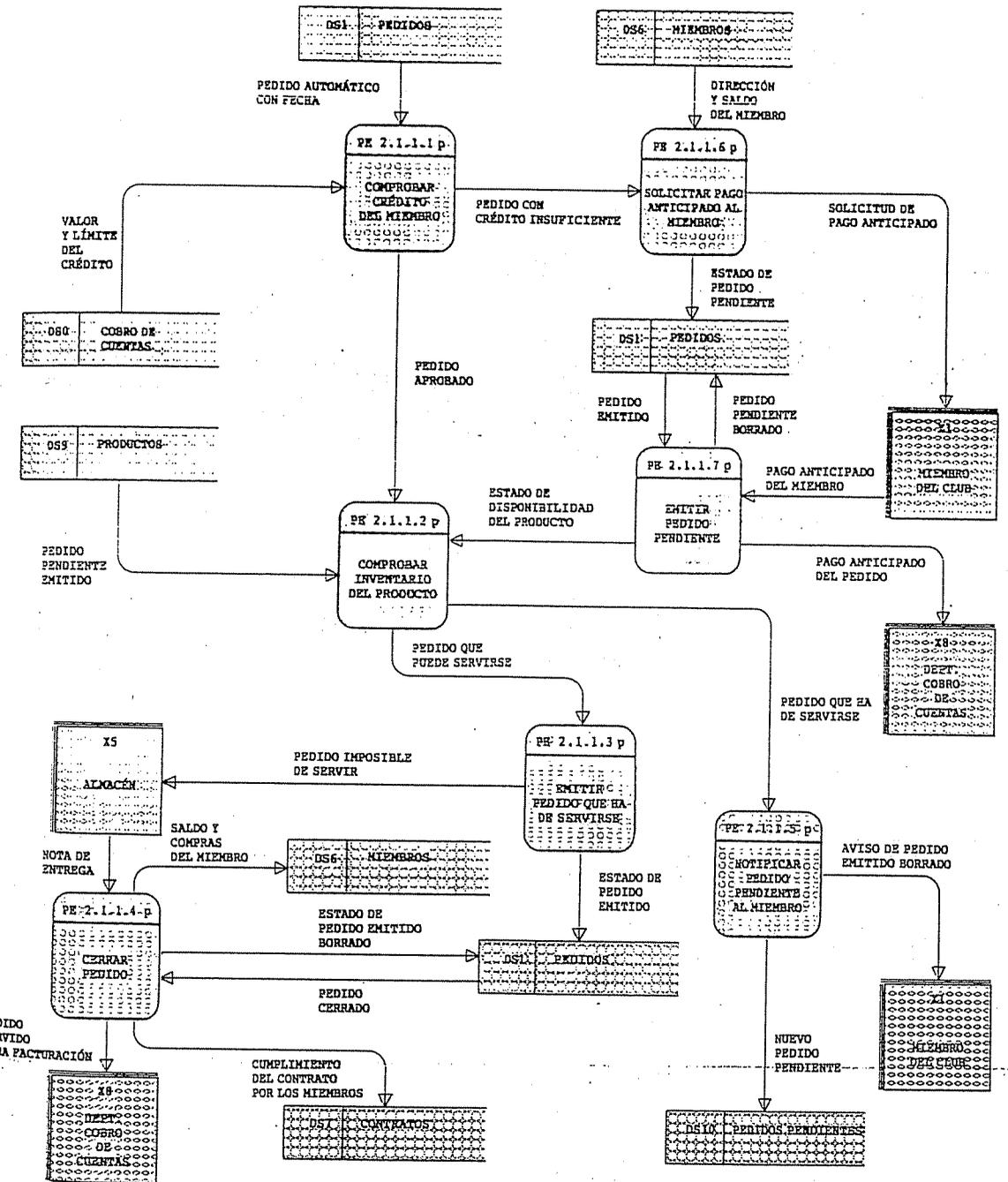


FIGURA 9.25 DFD primigenio para la expedición automática de un pedido con fecha.

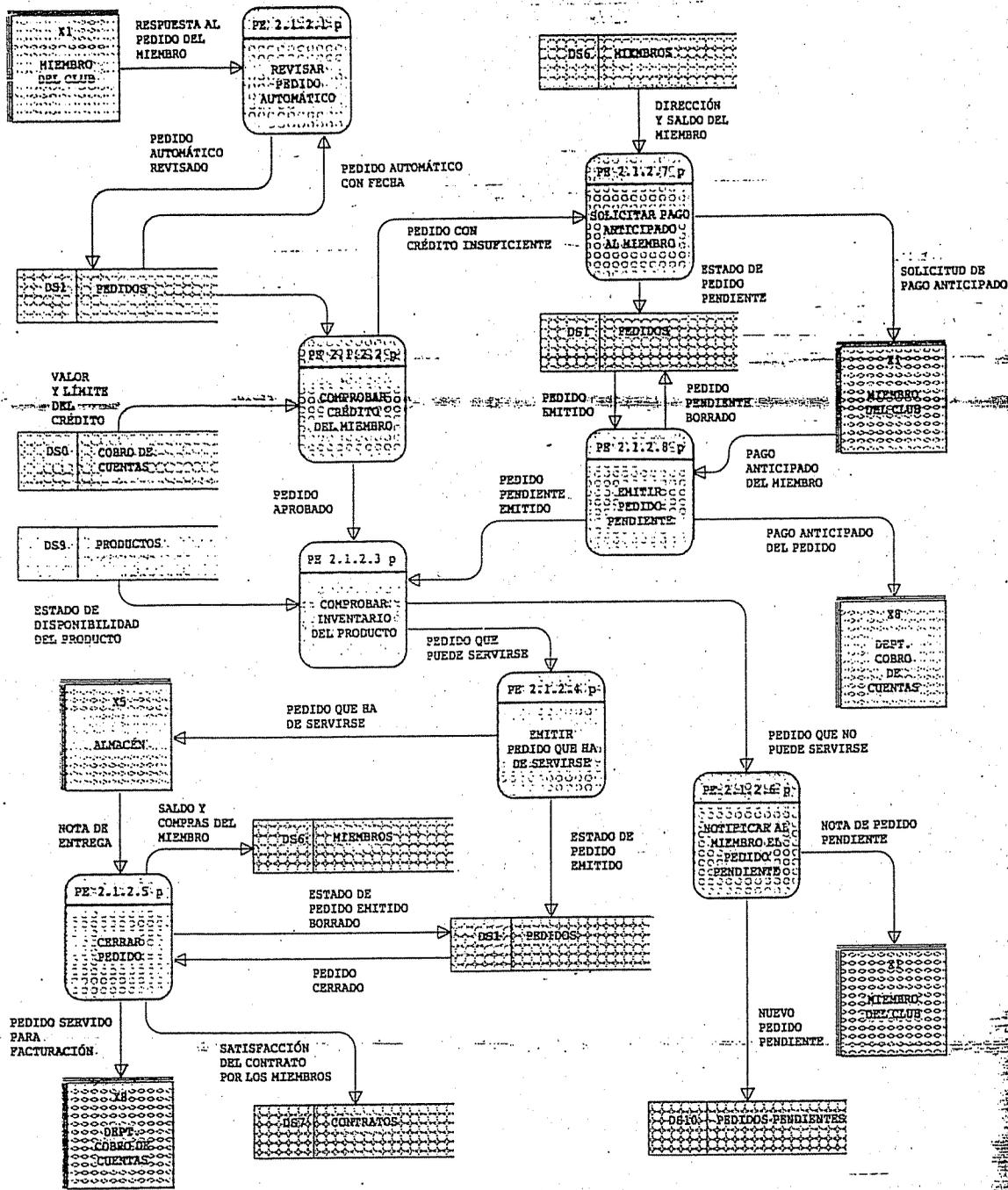


FIGURA 9.26 DFD primigenio para la cumplimentación de una respuesta a un pedido por parte de los miembros.

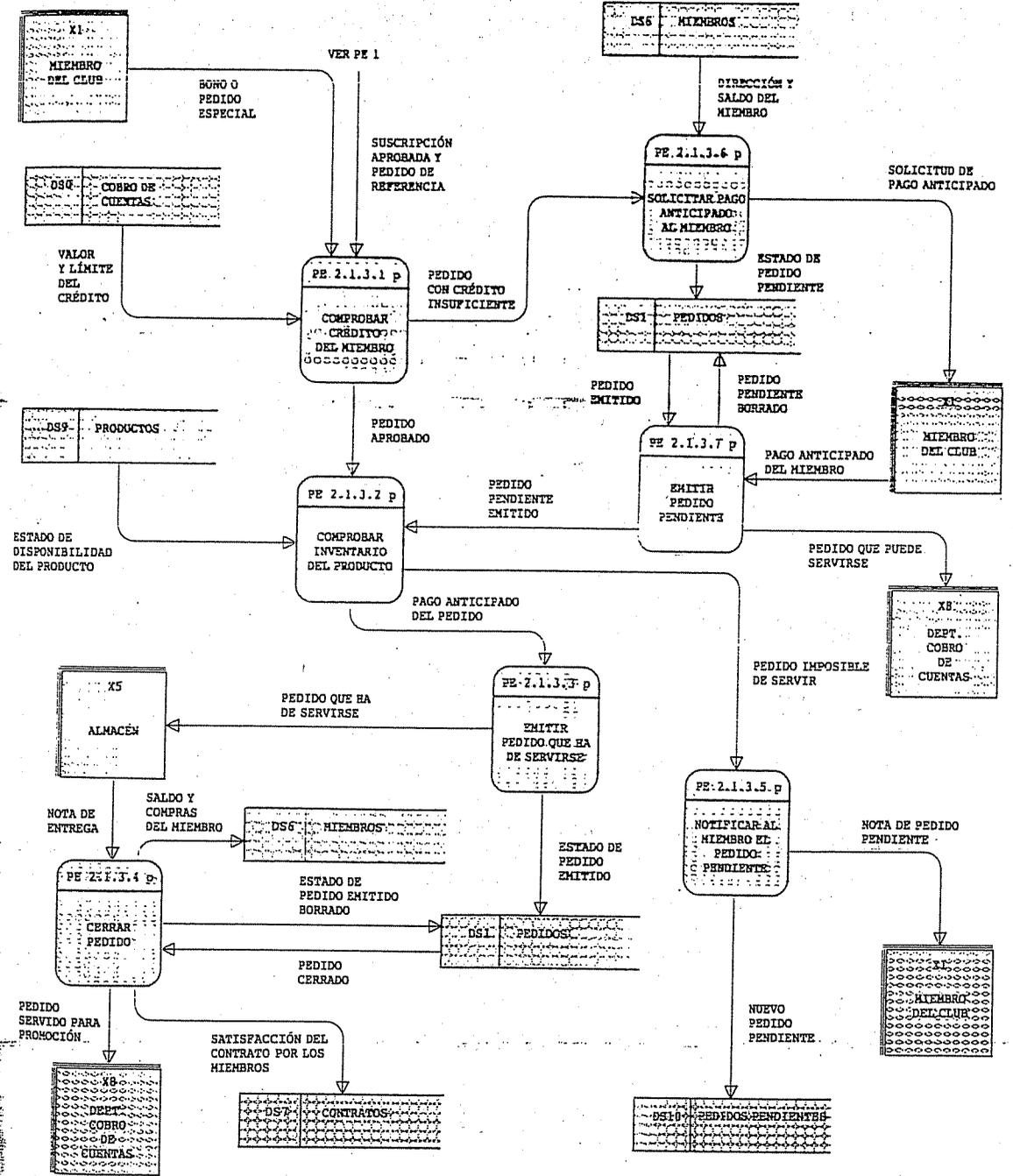


FIGURA 9.27 DFD primigenio para servir pedido especial o de bonificación.

Mientras que DeMarco defendía el uso de un método de explosión, Gane y Sarson proponen un método de expansión.

El primer diagrama de flujo de datos recibe el nombre de *DFD general* o de *nivel cero*. Éste sirve como diagrama general, y consta normalmente de doce procesos como máximo. La ventaja de este diagrama reside, según Gane y Sarson, en que es más fácil de leer. Ambos investigadores argumentan que los usuarios se pierden en el conjunto de DFD por niveles. Tal como se muestra en la figura 9.29, nos inclinamos a compartir su opinión.

El diagrama de nivel cero incluye típicamente un proceso por transacción e informe clave. No muestra procesos de mantenimiento de datos ni informes ocasionales o de importancia menor.

El segundo diagrama, llamado *DFD de sistema* o de *nivel uno*, constituye una ampliación del primer diagrama. Suministra una visión más detallada del sistema y puede contener hasta treinta procesos. El diagrama de nivel uno no se obtiene de ningún proceso o procesos del diagrama de nivel cero. Más bien, el diagrama de nivel uno es meramente una versión ampliada y más detallada del diagrama completo de nivel cero. Como ilustra la figura 9.30, su propósito es: (1) ampliar los procesos de transacciones del diagrama de nivel cero, y (2) añadir los procesos de mantenimiento de datos.

La regla de usar sólo dos diagramas no es rígida. Muchos seguidores de Gane y Sarson empiezan su trabajo con un DFD de contexto inspirado en DeMarco. Y para los sistemas de grandes dimensiones, cada diagrama de nivel cero y de nivel uno puede requerir dos o, tal vez, tres DFD.

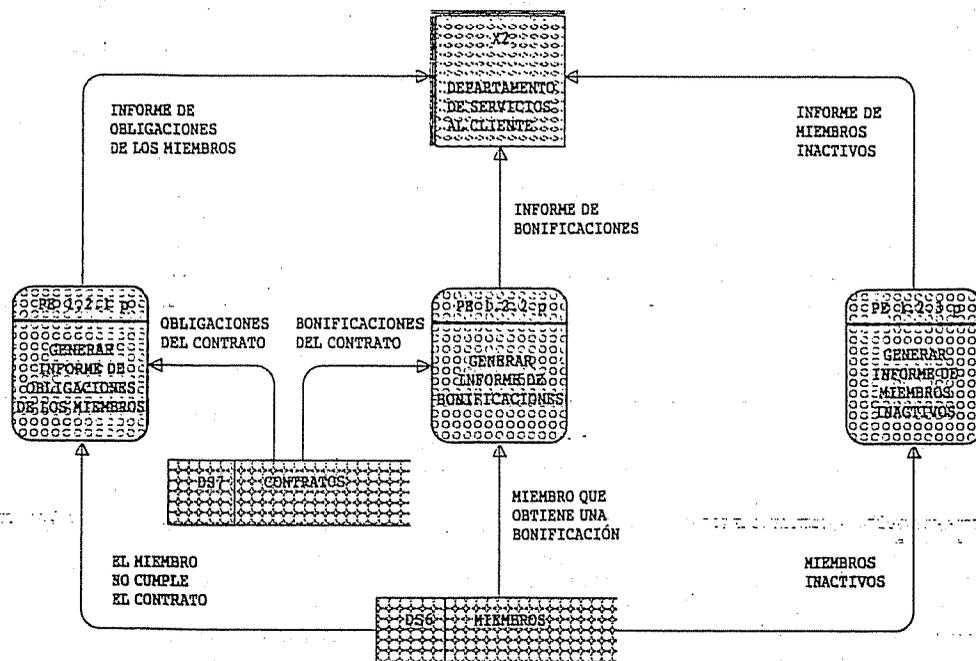


FIGURA 9.28 . DFD primigenio para el subsistema de producción de informes de los miembros.

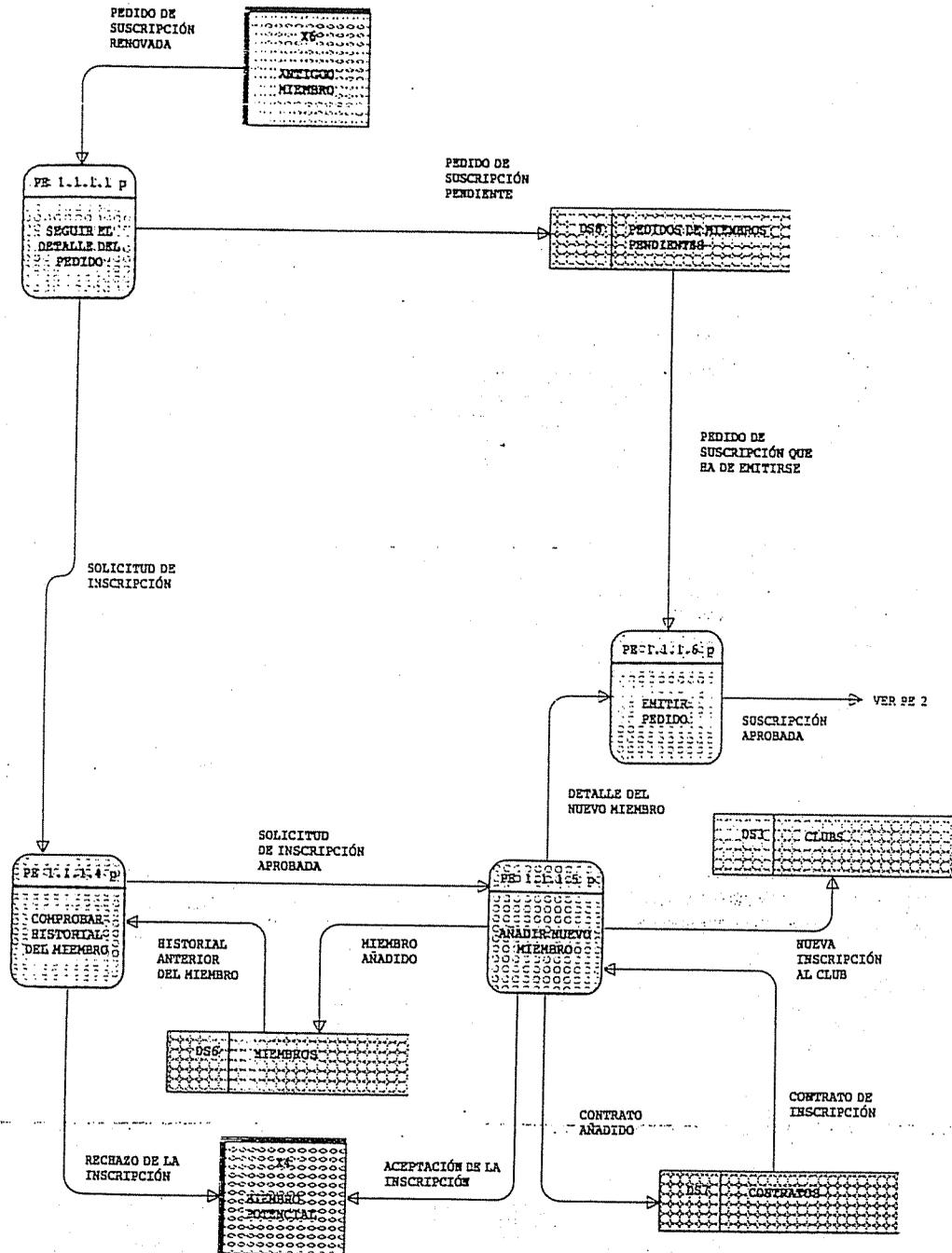


FIGURA 9.28 (Continuación.)

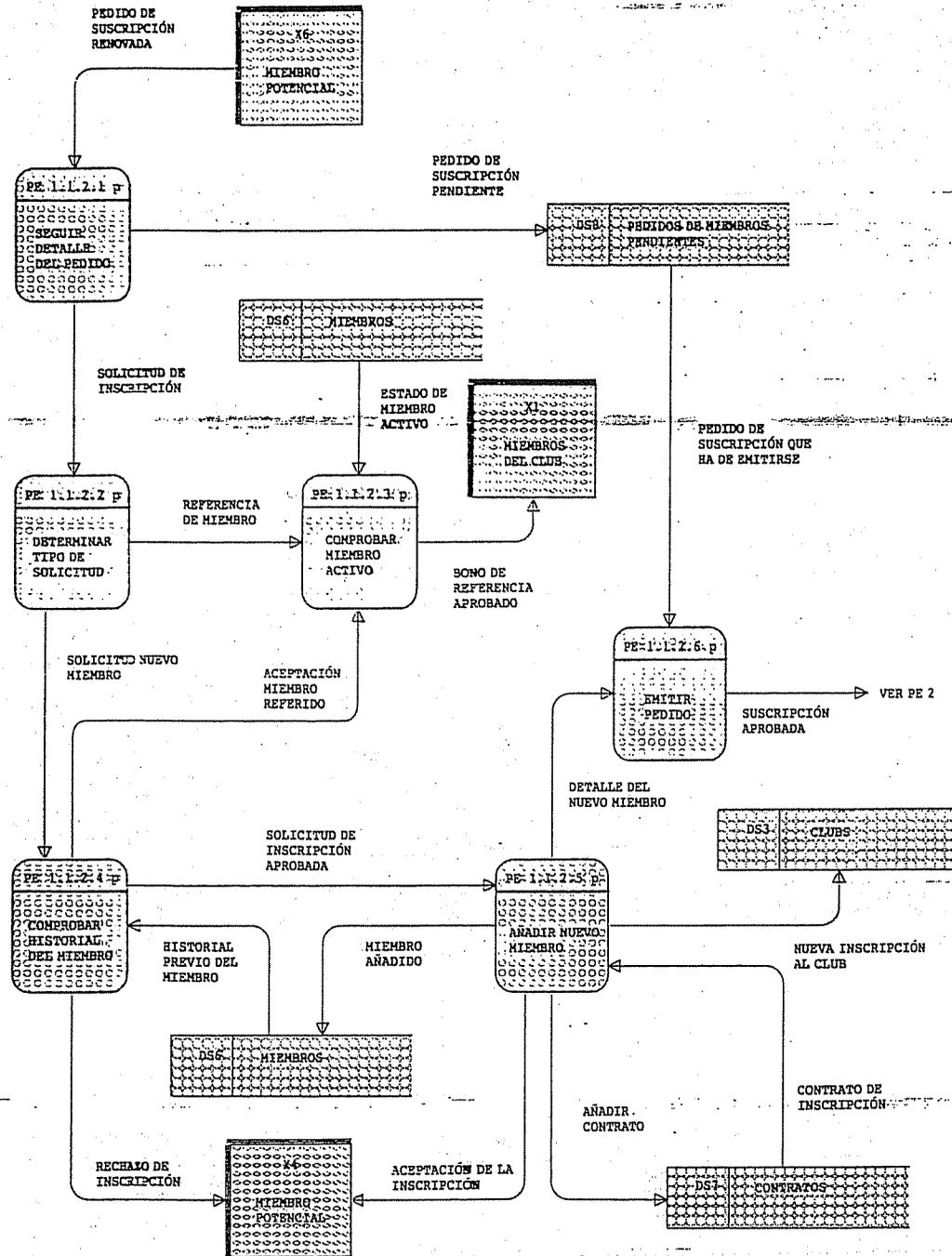


FIGURA 9.28 (Continuación.)

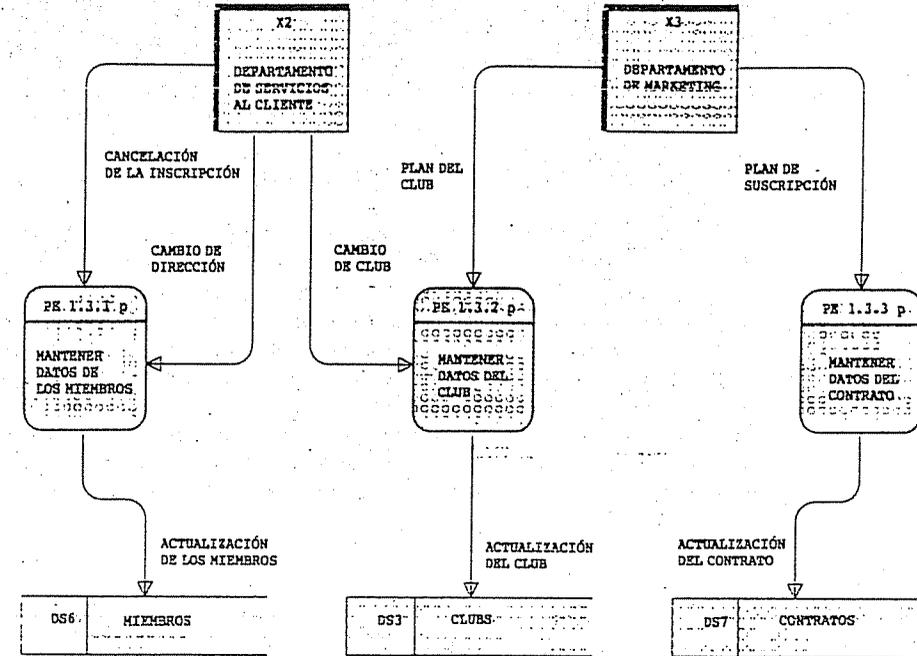


FIGURA 9.28 (Conclusión)

Como conclusión, consideramos preferible el método de Gane y Sarson, por su sencillez y su facilidad de comprensión. Así pues, siempre que nos es posible aplicamos las técnicas de Gane y Sarson. Pero hemos de admitir que es más probable que los lectores se encuentren en su devenir profesional con el método por niveles de DeMarco, que sin duda tendrán más ocasiones de utilizar.

Resumen

Un diagrama de flujo de datos (DFD) esencial es una herramienta para la elaboración de un modelo o imagen de los requisitos de proceso de un sistema de información. Esta técnica recibe el nombre de modelización de procesos. Los DFD ilustran el flujo de los datos y las tareas a través de un sistema. Existen sólo cuatro símbolos susceptibles de aparecer en un DFD: el proceso, el agente externo o interno, el almacén de datos y el flujo de datos. Con estos símbolos, se pueden elaborar modelos de procesos para virtualmente cualquier sistema de información. Los DFD esenciales difieren de los DFD de implantación en que modelizan las necesidades esenciales del sistema, independientemente de la tecnología o los métodos que se vayan a utilizar en la implantación de dichas necesidades. Ello abre la puerta a soluciones más creativas. Los diagramas de flujo de datos pueden modelizar eficazmente todos los procesos de transacciones, la producción de informes de gestión y las funciones de ayuda a la decisión en un sistema.

Los diagramas de flujo de datos tienen muchas aplicaciones en la planificación, el análisis y el diseño de sistemas. Éste es un tributo a su versatilidad en la modelización de diferentes niveles de detalle. En la actualidad, se utiliza profusamente tecnología CASE para trazar y mantener los DFD.

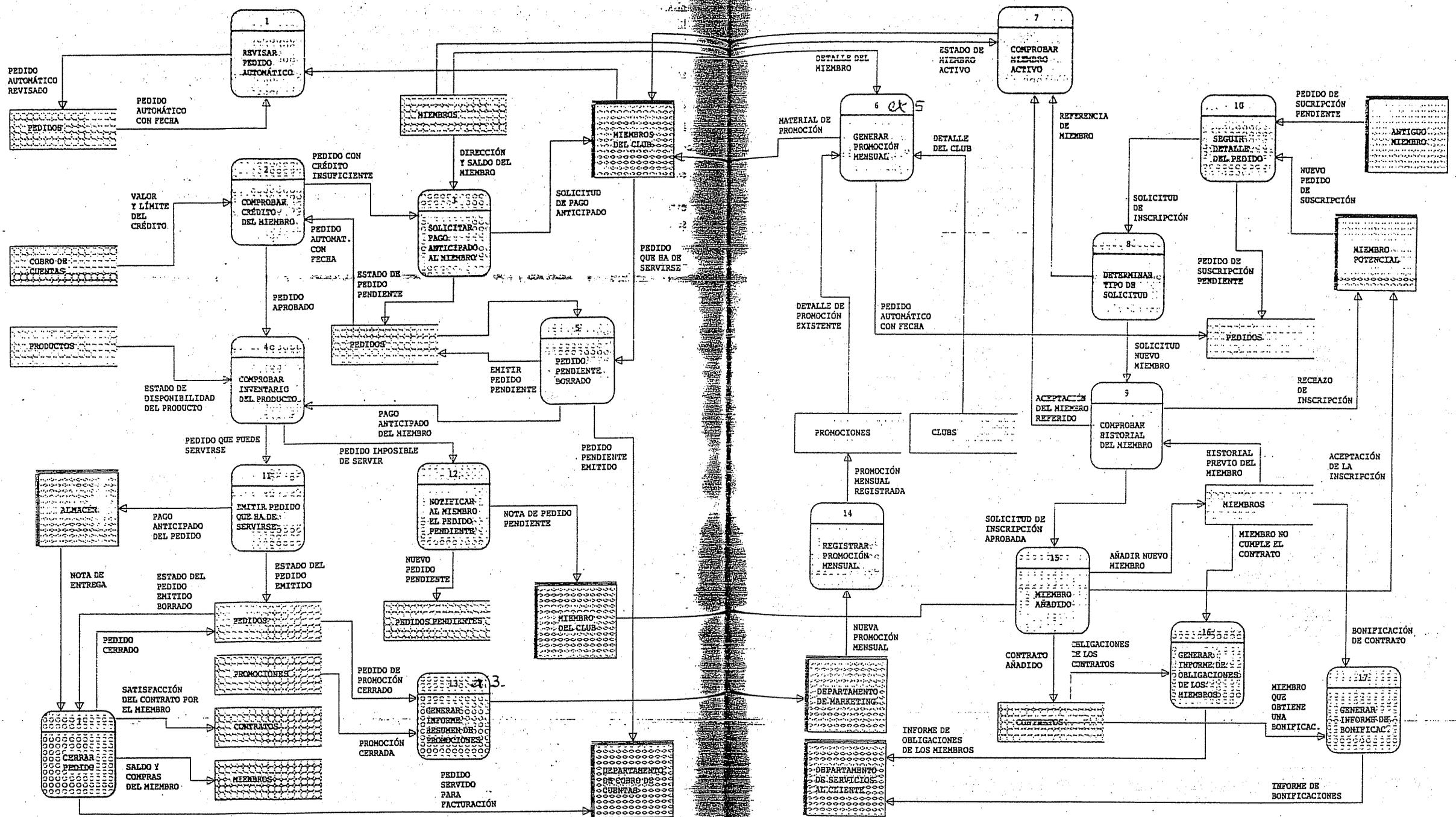


FIGURA 9.30 DFD de nivel uno que utiliza el método de expansión de Gane y Sarson. Este método de expansión concluye...

4. Explique por qué debería excluir los detalles referentes a la implantación en el dibujo de un diagrama de flujo de datos esencial. ¿Puede pensar en alguna circunstancia en la cual resulte útil disponer de los detalles de la implantación?
5. Explique por qué los analistas pueden preferir manejar modelos esenciales de una parte automatizada de un sistema de información existente en vez de aceptar simplemente la documentación técnica existente sobre los sistemas de información, como organigramas de sistemas y organigramas de programas.
6. Dibuje un DFD esencial para documentar el flujo de datos del sistema de inscripciones y planificación de cursos de su universidad.
7. Dibuje un DFD esencial para un «sistema» diario que usted utilice o conozca (por ejemplo, sus actividades rutinarias por la mañana; cocinar su comida favorita, incluyendo un aperitivo, las entradas, los platos principales y el postre; construir algo desde el principio).

Proyectos y minicasos prácticos

1. Dada la siguiente descripción, elabore un DFD de contexto para la parte de las actividades descritas:

El objetivo del SISTEMA DE INVENTARIO DE LIBROS DE TEXTO de la librería de un campus universitario es suministrar a los estudiantes libros de texto para sus clases en una universidad local. Los departamentos académicos de la universidad envían datos iniciales sobre cursos, instructores, libros de texto e inscripciones previstas a la librería en un LISTADO MAESTRO DE LIBROS. La librería genera una ORDEN DE COMPRA, que es enviada a las editoriales proveedoras de los libros. Los pedidos de libros llegan a la librería acompañados de una FICHA DE PAQUETE, que es comprobada y verificada por el departamento de recepciones. Los estudiantes rellenan una PETICIÓN DE LIBRO que incluye información sobre el curso. Cuando pagan sus libros, se da a los estudiantes un RECIBO DE VENTA.

2. Dada la siguiente descripción, elabore un DFD de contexto para la parte de las actividades descritas:

El objetivo del SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE PLANTA es documentar los resultados del estudio de una amplia variedad de experimentos realizados en plantas seleccionadas. Cada estudio es iniciado por un investigador que envía una PROPUESTA DE ESTUDIO. Después de una primera revisión por parte de un grupo de científicos, se pide al investigador que envíe una DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ESTUDIO. Se envía una SOLICITUD DE LICENCIA a la Administración de Alimentación e Higiene, que devuelve una LICENCIA. Según avanza el experimento, el investigador rellena y remite NOTAS DETALLADAS DEL EXPERIMENTO. A la conclusión del proyecto, se comunican los resultados del investigador en un DIAGRAMA DE ANÁLISIS GRÁFICO.

3. Dada la siguiente descripción de un sistema, elabore un DFD de contexto y por niveles.

El objetivo del sistema de planificación de producción es responder a una SOLICITUD DE PRODUCCIÓN (remitida por el DEPARTAMENTO DE VENTAS) para la generación de una PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DIARIA, la generación de PETICIONES DE MATERIAL (enviada al DEPARTAMENTO DE ALMACENES) para todas las órdenes de producción planificadas para el día siguiente, y la generación de FICHAS DE TRABAJO que habrán de ser completadas por cada estación de trabajo durante el día siguiente (y enviadas al SUPERVISOR DE LÍNEA DE PLANTA). El trabajo se describe en los párrafos siguientes.

El problema de planificar la producción puede desglosarse convenientemente en tres funciones: ruta, carga y entrega. Para cada producto de una SOLICITUD DE PRODUCCIÓN, debemos determinar qué estaciones de trabajo se necesitan, en qué orden debe hacerse el trabajo y cuánto tiempo necesitaría cada estación para completar su tarea. Estos datos pueden obtenerse en las HOJAS DE RUTA DE PRODUCTOS. Este proceso, que se designará como DEFINIR LA RUTA DE LA ORDEN, producirá una FICHA DE RUTA.

Conseguida la FICHA DE RUTA (para un único producto de la SOLICITUD DE PRODUCCIÓN original), el siguiente paso es CARGAR LA SOLICITUD. Esta carga consiste simplemente en reservar los datos y las horas necesarios en cada estación de trabajo específica. Las reservas que ya

hayán sido hechas se guardan en las HOJAS DE CARGA DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO. La carga requiere que se busquen franjas de tiempo para cada tarea, con precaución de conservar el orden requerido de dichas tareas (determinado por medio de la FICHA DE RUTA).

Al final de cada día, las HOJAS DE CARGA DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO de cada estación se utilizan para producir una PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN. Se preparan FICHAS DE TRABAJO para las tareas de cada estación de trabajo. Los materiales necesarios se determinan por medio del almacén de datos LISTA DE MATERIALES, y se generan PETICIONES DE MATERIAL en las cantidades adecuadas.

4. Health Care Plus es una empresa de seguros sanitarios complementarios que se encarga del pago de las primas después de que sus asegurados (obtenidos a través de una empresa o de cualquier otro tipo de póliza) hayan recibido y pagado determinados servicios de atención primaria. Los siguientes párrafos describen parcialmente el proceso de tratamiento de estas solicitudes. Elabore un DFD de contexto y por niveles para las actividades descritas del sistema.

Los asegurados deben remitir una Explicación de los Servicios de Atención Sanitaria (ESAS) cuya retribución requieren, junto con una prueba de que han pagado los servicios de atención primaria que reclaman. Todas las solicitudes son enviadas por correo al departamento de proceso de solicitudes.

Las solicitudes son clasificadas en primera instancia por un administrativo cuya misión es hacer un primer filtro de las mismas. Este administrativo rechaza todas aquellas solicitudes que no incluyan el documento ESAS o un número de referencia ESAS. Para las solicitudes rechazadas, se crea una SOLICITUD PENDIENTE, a la que se asigna una fecha y que es guardada por orden de fecha. Una vez a la semana, el administrativo borra todas las fichas que tienen más de 45 días de antigüedad y envía una carta a los asegurados notificándoles que su caso ha sido dado por cerrado. Las solicitudes acompañadas de un documento ESAS se clasifican de acuerdo con el tipo de solicitud de que se trate. Las solicitudes que incluyen un número de referencia ESAS se hacen corresponder con un formulario ESAS extraído del archivo de datos RECLAMACIONES ABIERTAS. Al final del día, todas estas reclamaciones se envían al departamento de preproceso.

En el departamento de preproceso, los administrativos seleccionan los documentos ESAS con datos incompletos. Si es posible, completan el formulario; en caso contrario, se devuelve la solicitud al asegurado con una carta donde se le insta a que rellene los datos que faltan. Se guarda el documento ESAS en un archivo de PRUEBAS ABIERTAS y se envía una SOLICITUD PENDIENTE al administrativo encargado de filtrar las solicitudes. Se atribuye a las solicitudes completas un número de solicitud, se microfílmán dichas solicitudes y se archivan debidamente.

Un administrativo diferente de los anteriores se encarga de comprobar si se incluyó o no en el archivo de PAGOS PRIMARIOS la prueba documental enviada por el asegurado para demostrar que había pagado los servicios médicos solicitados. Si no estuviera disponible dicha prueba, se enviaría una carta al asegurado requiriéndola. Las solicitudes se borran automáticamente de este archivo cuando tienen una antigüedad superior a catorce días (en cuyo caso se envía una carta a los asegurados para notificarles el borrado de sus reclamaciones).

Si se dispone de la prueba requerida, otro administrativo se encarga de extraer el registro de la póliza del asegurado del archivo de PÓLIZAS, registrar dicha póliza y los códigos de acción en el documento ESAS y rearchivar la póliza. Al final del día, todas las solicitudes preprocesadas se envían a Sistemas de Información.

5. Dada la siguiente descripción, elabore un DFD de contexto y el DFD por niveles para la parte de las actividades descritas. TP

El objetivo del SISTEMA DE INFORMACIÓN DE BIENES INMUEBLES DE GREEN ACRES es ayudar a los agentes a vender casas. Los vendedores entran en contacto con la agencia, y se asigna un agente para ayudar al vendedor a completar una SOLICITUD DE VENTA. Se guardan entonces las informaciones sobre la casa y el terreno consignadas en dicha solicitud. El agente anota la información personal sobre los vendedores en una HOJA DE INFORMACIÓN PERSONAL SOBRE VENEDORES. Dicha información se registra en el sistema.

Cuando un comprador entra en contacto con la agencia, rellena una SOLICITUD DE COMPRA. Cada dos semanas, la agencia envía a los posibles compradores una REVISTA DE CASAS EN VENTA y una CLAVE DE DIRECCIONES en la revista que contiene las direcciones de las calles. Periódicamente, el agente puede encontrar una casa particular que se adapte a todos o a la mayoría de los requisitos específicos declarados por un comprador, según se indica en el INFORME DE REQUISITI-

TOS DE LOS COMPRADORES que se distribuye semanalmente a los agentes. El agente fotocopiará, ocasionalmente, una fotografía de la casa y la enviará, junto con sus datos principales, en una HOJA DE SERVICIO DE LISTADO MÚLTIPLE al posible comprador.

Cuando el comprador elige una casa, rellena un ACUERDO DE COMPRA que la agencia de bienes inmuebles remite al vendedor, quien responde bien con una ACEPTACIÓN DE LA OFERTA o bien con una CONTRAOFERTA. Después de la aceptación del ACUERDO DE COMPRA, la agencia envía una SOLICITUD DE TASACIÓN a un tasador, quien realiza una valoración de la casa y del terreno. La agencia también lo pone en conocimiento de su compañía financiera asesora por medio de una SOLICITUD DE FINANCIACIÓN.

6. Dada la siguiente descripción, elabore un DFD de contexto y el DFD por niveles para la parte de las actividades descritas.

El objetivo de un SISTEMA DE SEGUROS es dotar de un seguro de automóviles a los propietarios de vehículos. Inicialmente, se pide a los clientes que rellenen una PETICIÓN DE SOLICITUD DE SEGURO. Se envía entonces una PETICIÓN DE INSCRIPCIÓN DEL CONDUCTOR al Departamento local de Policía, que devuelve un INFORME DE REGISTRO DEL CONDUCTOR. Además, se envía una PETICIÓN DE REGISTRO DEL VEHÍCULO al Departamento de Vehículos Motorizados, que devuelve un REGISTRO DEL VEHÍCULO. Se envían CONTRATOS DE PÓLIZAS a diversas empresas aseguradoras. El agente determina cuál es el mejor tipo de póliza para el tipo y el nivel de cobertura deseado y da al cliente una copia de la PÓLIZA DE SEGUROS, junto con una FICHA DE COBERTURA DE SEGUROS. Entonces se almacena la información sobre el cliente. Periódicamente, se genera una RELACIÓN DE CUOTAS que se envía al cliente junto con los ANEXOS A LA PÓLIZA; el cliente responde con el envío de un PAGO y un RESGUARDO DE CUOTA.

Lecturas sugeridas

- DeMarco, Tom. *Structured Analysis and System Specification*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall, 1978. El libro clásico sobre la metodología de análisis estructurado de sistemas, que se fundamenta principalmente en el uso de diagramas de flujo de datos.
- Gane, Chris, y Trish Sarson. *Structured Systems Analysis: Tools and Techniques*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall, 1979. Un temprano libro sobre metodología de análisis estructurado, no tan exhaustivo como el de DeMarco pero relativamente fácil de leer y asimilar. La simbolización DFD que propone es idéntica a la nuestra. Sobre este método se ha diseñado la metodología denominada STRADIS, comercializada por Structured Solutions, Inc. (SSI).
- Keller, Robert. *The Practice of Structured Analysis: Exploding Myths*. Nueva York: Yourdon Press, 1983. Se trata de una visión general muy concisa sobre la metodología de análisis estructurado de la primera generación.
- Marín, James, y Carma McClure. *Structured Techniques: The Basis for CASE*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall, 1988. Este libro suministra un análisis crítico, aunque algo sesgado, de los DFD y sus modernos parientes, los diagramas de dependencia.
- McMenamin, Stephen M., y John F. Palmer. *Essential Systems Analysis*. Nueva York: Yourdon Press, 1984. Constituye la referencia más exhaustiva publicada hasta la fecha sobre diagramas de flujo de datos esenciales. El libro también aborda mecanismos para integrar la modelización de procesos y de información. Le recomendamos que lea antes el libro de DeMarco que el de McMenamin y Palmer.
- Ward, Paul. *Systems Development without Pain*. Nueva York: Yourdon Press, 1985. Este libro nos ofreció una primera visión de las posibilidades de combinar los métodos de modelización de procesos y de modelización de información.
- Yourdon, Edward. *Modern Structured Analysis*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Yourdon Press, 1989. Este libro constituye la tan esperada puesta al día del texto clásico de DeMarco. Incluye todas las actualizaciones sugeridas sobre metodología de análisis estructurado.