

# Capítulo 13

## Desarrollo de base de datos para Student Loan Limited

---

### Objetivos de aprendizaje

Este capítulo aplica los conocimientos y habilidades presentados en los capítulos de las partes 2 a 5 a un caso de tamaño moderado. Al finalizar este capítulo, los estudiantes habrán adquirido los siguientes conocimientos y habilidades:

- Realizar el modelado conceptual de datos para un caso comparable.
- Refinar un ERD utilizando la conversión y la normalización para un caso comparable.
- Estimar una carga de trabajo en el diseño de una tabla de tamaño moderado.
- Realizar la selección de índices para un caso comparable.
- Especificar los requerimientos de datos para las aplicaciones en un caso comparable.

### Panorama general

---

Los capítulos de las partes 2 a 5 proporcionan los conocimientos y las técnicas sobre el proceso de desarrollo de base de datos y el desarrollo de aplicaciones de bases de datos. Para el primero, usted aprendió el uso del modelo de entidad-relación (capítulos 5 y 6), refinando un esquema conceptual a través de la conversión y la normalización (capítulos 6 y 7), los procesos de modelado e integración de vistas para esfuerzos de modelado conceptual de datos (capítulo 12) y la búsqueda de una implementación eficiente (capítulo 8). Además, aprendió sobre el amplio contexto del desarrollo de bases de datos (capítulo 2). Para el desarrollo de aplicaciones, aprendió acerca de la formulación de consultas (capítulos 3 y 9), el desarrollo de aplicaciones con vistas (capítulo 10) y los procedimientos almacenados y disparadores para personalizar las aplicaciones de bases de datos (capítulo 11).

Este capítulo aplica las técnicas de desarrollo específicas de otros capítulos a un caso de tamaño moderado. Al seguir con detenimiento este caso y su solución, reforzará sus habilidades para el diseño, se dará una mejor idea del proceso de desarrollo de bases de datos y obtendrá un modelo para el desarrollo de bases de datos en casos comparables.

Este capítulo presenta un caso derivado de las discusiones con los profesionales en sistemas de información de una importante empresa de préstamos a estudiantes. Ofrecer préstamos a estudiantes es un negocio complejo debido a los distintos tipos de préstamos, las regulaciones

gubernamentales en constante cambio y las numerosas condiciones de facturación. Para adaptar el caso a este capítulo se han omitido muchos detalles. La base de datos para el sistema de información real tiene más de 150 tablas. El caso que aquí presentamos conserva los conceptos esenciales del procesamiento de préstamos para los estudiantes, pero se puede entender en un solo capítulo. Se dará cuenta de que este caso es complejo e informativo; ¡y quizás aprenda cómo hacer para que le condonen su préstamo de estudiante!

## 13.1 Descripción del caso

---

Esta sección describe el propósito y el entorno del procesamiento de préstamos para estudiantes, así como el flujo de trabajo de un sistema propuesto para Student Loan Limited. Además de los detalles en esta sección, el apéndice 13.A contiene un glosario de los campos que contienen los formularios y reportes.

### 13.1.1 Panorama general

El programa Guaranteed Student Loan (GSL) se creó para ayudar a los estudiantes a pagar su educación universitaria. Los préstamos de GSL se clasifican de acuerdo con las condiciones del subsidio: (1) subsidiados, en los que el Gobierno Federal paga el interés acumulado durante los años de estudio, y (2) no subsidiados, en los que el Gobierno Federal no paga el interés acumulado durante los años de estudio. En los préstamos no subsidiados, el interés acumulado durante los años de estudio se suma a la cantidad principal al iniciar el pago. El pago de los préstamos empieza aproximadamente seis meses después de la separación del colegio. Un estudiante determinado puede recibir varios préstamos GSL, y es posible que cada uno tenga una tasa de interés y condiciones de subsidio diferentes.

Para apoyar el programa GSL, un grupo de distintas organizaciones cubre las funciones de prestamistas, fiadores y proveedores del servicio. Los estudiantes solicitan los préstamos a los prestamistas, entre los que se incluyen bancos, instituciones de ahorro y préstamos, y uniones de crédito. El Departamento de Educación de Estados Unidos hace posible los préstamos al garantizar el pago, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones. Los prestamistas se aseguran de que los solicitantes sean candidatos para el programa GSL. El proveedor de servicios registra las condiciones del estudiante, calcula el programa de pagos y realiza los cobros. El fiador se asegura de que los préstamos se manejen de manera apropiada supervisando el trabajo del proveedor de servicios. Si un préstamo entra en un estatus de moratoria (sin pago) y éste no cumple con los lineamientos del Departamento de Educación, el fiador puede ser el responsable. Para reducir el riesgo, por lo regular, los prestamistas no garantizan sus préstamos. En vez de ello, contratan a un proveedor de servicios y a un fiador.

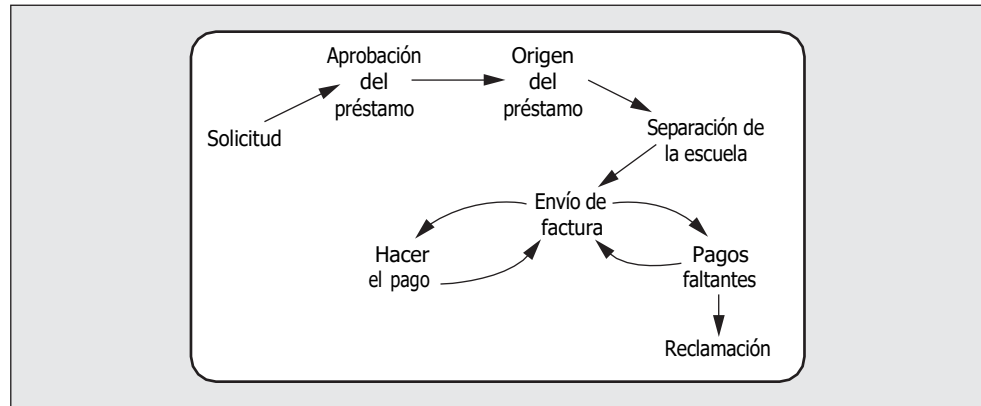
Student Loan Limited es un proveedor de servicios líder para GSL y otros tipos de préstamos para estudiantes. En la actualidad, Student Loan Limited utiliza un sistema heredado con una tecnología de archivos más antigua. La empresa quiere cambiar a una arquitectura cliente-servidor que utilice un DBMS relacional. La nueva arquitectura deberá permitirles responder con mayor facilidad a las nuevas regulaciones, así como buscar nuevos negocios, como el programa de préstamos directos.

### 13.1.2 Flujo de trabajo

El procesamiento de préstamos a los estudiantes sigue el patrón que muestra la figura 13.1. Los estudiantes solicitan un préstamo a un prestamista. En el proceso de aprobación, por lo regular, el prestamista identifica a un fiador. Si el préstamo se aprueba, el estudiante firma un pagaré que describe la tasa de interés y los términos de pago. Después de firmar el pagaré, el prestamista envía un formulario de origen del préstamo a Student Loan Limited. Después, Student Loan Limited desembolsa los fondos de acuerdo con los que se especifica en el formulario de origen del préstamo. Por lo general, los fondos se desembolsan en cada periodo de un año académico.

El proceso de pago comienza al salir de la escuela (por graduación o por abandono). Poco después de que el estudiante se separa del colegio, Student Loan Limited envía una carta de declaración que proporciona un cálculo del pago mensual requerido para cubrir el préstamo al final

**FIGURA 13.1**  
Flujo de trabajo para  
el procesamiento  
de préstamos



del periodo de pago. El estudiante recibe una carta de declaración por nota, excepto en el caso de que las notas se hayan consolidado en una sola. Las notas se consolidan si la tasa de interés, las condiciones de subsidio y el periodo de pago son similares.

Varios meses después de la separación, Student Loan Limited envía la primera factura. Para mayor comodidad, Student Loan Limited envía un estado de cuenta consolidado, aun cuando el estudiante tenga varios préstamos. Con la mayoría de los estudiantes, la compañía procesa facturas y pagos periódicos hasta que todos los préstamos quedan cubiertos. Si un estudiante se convierte en moroso, empiezan las actividades de cobro. Si el cobro tiene éxito, el estudiante regresa al ciclo de facturación-pago. De lo contrario, el préstamo entra a reclamación (falta de pago) y quizás pase a un despacho de cobros.

#### *Formulario de origen del préstamo*

El formulario de origen del préstamo, un documento electrónico que envía el prestamista, dispara la participación de Student Loan Limited. Las figuras 13.2 y 13.3 ilustran muestras de formularios con los datos del estudiante, el préstamo y el desembolso. Un formulario de origen incluye sólo un préstamo identificado para un número de préstamo único. Cada vez que se aprueba un préstamo, el prestamista envía un nuevo formulario de origen del préstamo. El método de desembolso puede ser mediante transferencia electrónica de fondos (EFT; *electronic funds transfer*) o por cheque. Si el método es por EFT (figura 13.2), es preciso proporcionar el número de ruta, el número de cuenta y la institución financiera. El plan de desembolso muestra la fecha de desembolso, la cantidad y cualquier cuota. Recuerde que el valor de la nota es la suma de las cantidades desembolsadas más las cuotas. Por lo regular, las cuotas son 6 por ciento del préstamo.

#### *Carta de declaración*

Después de que un estudiante se gradúa, pero antes de que empiece el pago del préstamo, Student Loan Limited debe enviar cartas de declaración para cada préstamo por pagar. Por lo regular, las cartas de declaración se envían aproximadamente 60 días después de que un estudiante se separa de la escuela. En algunos casos, se envía más de una carta de declaración por préstamos realizados en distintas ocasiones. Una carta de este tipo incluye campos para la cantidad del préstamo, la cantidad del pago mensual, el número de pagos, la tasa de interés, el cargo financiero total y la fecha del primer y último pago. En la carta de declaración de ejemplo (figura 13.4), los campos en el formulario están subrayados. Student Loan Limited tiene que conservar las copias de las cartas de declaración por si el fiador necesita revisar el procesamiento del préstamo a un estudiante.

#### *Estado de Cuenta*

Aproximadamente seis meses después de que un estudiante salió de la escuela, Student Loan Limited envía la primera factura. Para la mayoría de los estudiantes se enviarán facturas adicionales cada mes. En la terminología de Student Loan Limited, una factura se conoce como

**FIGURA 13.2**

Muestra de formulario  
de origen del préstamo

Loan Origination Form			
<b>Loan No.</b> L101	<b>Date</b>	6 Sept. 2004	
<b>Student No.</b>	S100		
<b>Name</b>	Sam Student		
<b>Address</b>	15400 Any Street		
<b>City, State, Zip</b>	Anytown, USA 00999		
<b>Phone (341)</b> 555-2222	<b>Date of Birth</b> 11/11/1985		
<b>Expected Graduation</b>	May 2006		
<b>Institution ID:</b> U100	<b>Institution Name:</b> University of Colorado		
<b>Address</b>	1250 14th Street, Suite 700		
<b>City, State, Zip</b>	Denver CO 80217		
<b>Disbursement Method</b>	EFT <input checked="" type="checkbox"/> Check		
<b>Routing No.</b> R10001	<b>Account No.</b> A111000		
<b>Disbursement Bank</b>	Any Student Bank USA		
<b>Lender No.</b> LE100	<b>Lender Name</b> Any Bank USA		
<b>Guarantor No.</b> G100	<b>Guarantor Name</b> Any Guarantor USA		
<b>Note Value:</b> \$10 000	<b>Subsidized:</b> Yes	<b>Rate:</b> 8.5%	
Disbursement Plan			
Date	Amount	Origination Fee	Guarantee Fee
30 Sept. 2004	\$3 200	\$100	\$100
30 Dec. 2004	\$3 200	\$100	\$100
30 Mar. 2005	\$3 000	\$100	\$100

**FIGURA 13.3**

Muestra de formulario de origen del préstamo

Loan Origination Form			
<b>Loan No.</b> L100	<b>Date</b>	7 Sept. 2005	
<b>Student No.</b>	S100		
<b>Name</b>	Sam Student		
<b>Address</b>	15400 Any Street		
<b>City, State, Zip</b>	Anytown, USA 00999		
<b>Phone (341)</b> 555-2222	<b>Date of Birth</b> 11/11/1985		
<b>Expected Graduation</b>	May 2006		
<b>Institution Id:</b> U100	<b>Institution Name:</b> University of Colorado		
<b>Address</b>	1250 14th Street, Suite 700		
<b>City, State, Zip</b>	Denver CO 80217		
<b>Disbursement Method</b>	EFT <input type="checkbox"/> Check <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Routing No.</b> —	<b>Account No.</b> —		
<b>Disbursement Bank</b>	—		
<b>Lender No.</b> LE100	<b>Lender Name</b> Any Bank USA		
<b>Guarantor No.</b> G100	<b>Guarantor Name</b> Any Guarantor USA		
<b>Note Value:</b> \$10 000	<b>Subsidized:</b> No	<b>Rate:</b> 8.0%	
Disbursement Plan			
Date	Amount	Origination Fee	Guarantee Fee
29 Sept. 2005	\$3 200	\$100	\$100
30 Dec. 2005	\$3 200	\$100	\$100
28 Mar. 2006	\$3 000	\$100	\$100

**FIGURA 13.4**  
Muestra de carta de  
declaración

Disclosure Letter	
<u>1 July 2006</u>	
Subject: Loan <u>L101</u>	
Dear <u>Ms. Student</u> ,	
<p>According to our records, your guaranteed student loan enters repayments status in <u>September 2006</u>. The total amount that you borrowed was <u>\$10 000</u>. Your payment schedule includes <u>120</u> payments with an interest rate of <u>8.5%</u>. Your estimated finance charge is <u>\$4 877.96</u>. Your first payment will be due on <u>October 31, 2006</u>. Your monthly payment will be <u>\$246.37</u>. Your last payment is due <u>September 30, 2016</u>.</p>	
Sincerely,	
Anne Administrator, Student Loan Limited	

**FIGURA 13.5**  
Muestra de estado  
de cuenta para pagos  
con cheque

Statement of Account			
Statement No.	B100	Date	1 Oct. 2006
Student No.	S100	Name	Sam Student
Street	123 Any Street	Zip	00011
City	Any City	State	Any State
Amount Due	\$246.37	Due Date	31 Oct. 2006
Payment Method	Check X EFT	Amount Enclosed	
Loan Summary			
<u>Loan No.</u>	<u>Balance</u>	<u>Rate</u>	
L100	\$10 000	8.5%	
L101	\$10 000	8.2%	
For Office Use Only			
Date Paid:			

estado de cuenta. Las figuras 13.5 y 13.6 ilustran estados de cuenta muestra. La mitad superior del estado de cuenta contiene un número único de estado de cuenta, la cantidad que se debe, la fecha de pago, la cantidad pagada y el método de pago (EFT o cheque). Si el método de pago es por cheque (figura 13.5), el estudiante regresa el estado de cuenta a Student Loan Limited con el cheque adjunto. En este caso, la cantidad pagada la escribe el estudiante al regresar el estado de cuenta o el personal de captura de datos de Student Loan Limited al procesar el estado de cuenta. Si el método de pago es EFT (figura 13.6), la cantidad pagada aparece en el estado de cuenta con la fecha en que se va a realizar la transferencia. La fecha de pago la registra Student Loan Limited al recibir el pago. La mitad inferior de un estado de cuenta presenta las condiciones de cada préstamo. Para cada préstamo muestra el número de préstamo, el saldo pendiente y la tasa de interés.

Después de recibir el pago, Student Loan Limited aplica la cantidad principal del pago a los saldos pendientes. El pago se distribuye entre cada préstamo pendiente, de acuerdo con un programa de pagos asociado. Si un estudiante paga más de la cantidad especificada, la cantidad adicional se puede aplicar de varias formas; por ejemplo, se reduce primero el préstamo con la tasa de interés más alta, o bien, todos los préstamos pendientes se reducen en la misma cantidad. Las políticas del Departamento de Educación determinan el método para aplicar las cantidades

**FIGURA 13.6**

Muestra de estado de cuenta para pago por EFT

Statement of Account			
Statement No.	B101	Date	1 Nov. 2006
Student No.	S100	Name	Sam Student
Street	123 Any Street	Zip	00011
City	Any City	State	Any State
Amount Due	\$246.37	Due Date	30 Nov. 2006
Payment Method	Check EFT X	Amount Enclosed	
Note: \$246.37 will be deducted from your account on 30 Nov. 2006			
Loan Summary			
Loan No.	Balance	Rate	
L100	\$9946.84	8.5%	
L101	\$9944.34	8.2%	
For Office Use Only			
Date Paid:			

**FIGURA 13.7**

Muestra de reporte de actividad de un préstamo

Loan Activity Report				
Student No.	S100	Date	1 Feb. 2007	
Street	123 Any Street	Name	Sam Student	
City	Any City	Zip	00011	
		State	Any State	
Payment Summary for 2005				
Loan No.	Beg. Balance	Principal	Interest	Ending Balance
L100	\$10000	160.60	211.37	\$9839.40
L101	\$10000	168.12	203.85	\$9831.88
For Office Use Only				
Date Paid:				

adicionales. Como sucede con la mayor parte de las políticas gubernamentales, ésta se encuentra sujeta a cambio. La aplicación de un pago a los saldos de los préstamos se pueden observar al comparar dos estados de cuenta consecutivos. Las figuras 13.5 y 13.6 muestran que 53.16 dólares del pago realizado en octubre de 2006 se aplicaron al préstamo L100.

#### *Reporte de actividad del préstamo*

Al final de cada año, Student Loan Limited envía a cada estudiante un reporte que resume toda la actividad del préstamo. Para cada uno, el reporte (figura 13.7) muestra el saldo del préstamo al iniciar el año, la cantidad total aplicada para reducir la cantidad principal, el total de intereses pagados y el saldo del préstamo al final del año. Student Loan Limited debe conservar copias de los reportes de actividad de los préstamos por si el fiador necesita revisar el procesamiento del préstamo a un estudiante.

### Nueva tecnología

Para reducir el papeleo, Student Loan Limited está interesado en crear imágenes de los documentos que necesitan los fiadores (cartas de declaración y reportes de actividad de los préstamos). Después de crear imágenes de los documentos, desean guardar los más recientes en la base de datos de préstamos a los estudiantes y los más antiguos en un archivo.

## 13.2 Modelado conceptual de datos

Las etapas del modelado conceptual de datos utiliza el planteamiento de integración incremental porque el caso no es muy extenso y los formularios son relacionados. La integración incremental empieza con el formulario de origen del préstamo porque dispara la participación de Student Loan Limited con un préstamo.

### 13.2.1 ERD para el formulario de origen del préstamo

El formulario de origen del préstamo contiene dos nodos, como muestra la figura 13.8. El nodo hija contiene los campos de desembolso que se repiten. El tipo de entidad *Loan* es el centro del ERD, como ilustra la figura 13.9. Los tipos de entidad circundantes (*Guarantor*, *Lender*, *Institution* y *Student*) y las relaciones asociadas se derivan del nodo madre. La cardinalidad mínima es 0 de *Loan* a *Guarantor* porque algunos préstamos no tienen un fiador (el prestamista representa ese papel). El tipo de entidad *DisburseLine* y la relación asociada se derivan del nodo hija. La tabla 13.1 muestra las suposiciones correspondientes a las anotaciones en la figura 13.9.

### 13.2.2 Integración incremental después de agregar una carta de declaración

La carta de declaración sólo contiene un nodo (figura 13.10) porque no tiene grupos que se repitan. La figura 13.11 muestra el ERD integrado, con las suposiciones correspondientes que muestra la tabla 13.2. El ERD en la figura 13.11 supone que las imágenes se pueden guardar en

**FIGURA 13.8**  
Estructura  
del formulario de  
origen de préstamo

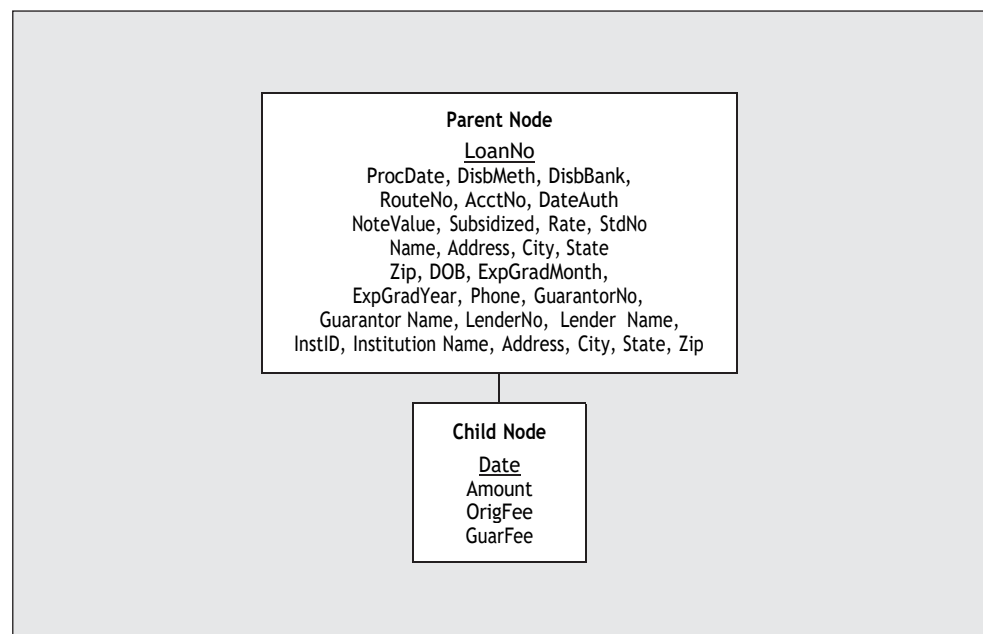


FIGURA 13.9  
ERD para el formulario de origen del préstamo

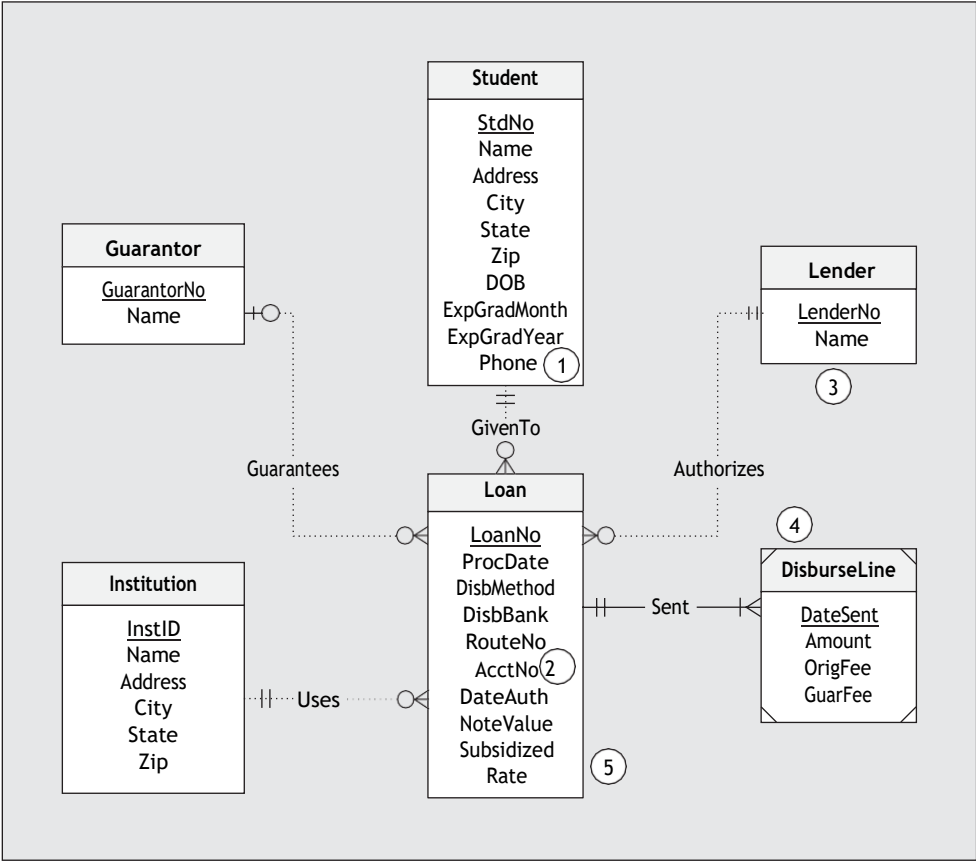


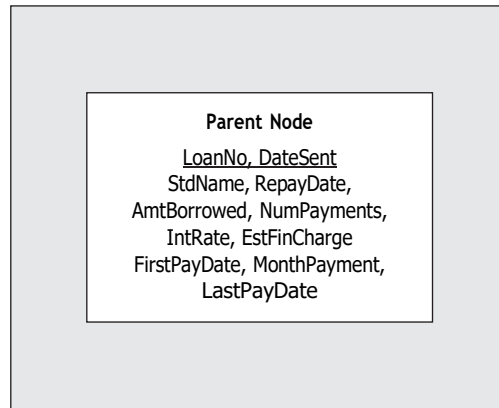
TABLA 13.1  
Suposiciones para el ERD en la figura 13.9

Número de anotación	Explicación
1	Los campos de la supuesta graduación esperada se pueden combinar en uno solo o conservarse como dos campos.
2	Si el método de desembolso es EFT son necesarios el número de ruta ( <i>RouteNo</i> ), el número de cuenta ( <i>AcctNo</i> ) y el banco que hará el desembolso ( <i>DisbBank</i> ) si el método de desembolso es EFT, de lo contrario, no se usan.
3	Quizás haya otros datos que guardar acerca de los prestamistas y fiadores. Como el formulario sólo muestra el número de identificación y el nombre, el ERD no incluye atributos adicionales.
4	<i>DisburseLine</i> depende de <i>Loan</i> para su identificación. Como <i>DisburseLine.DateSent</i> es una llave local, no puede haber dos desembolsos del mismo préstamo en la misma fecha. La clave primaria de <i>DisburseLine</i> es una concatenación de <i>LoanNo</i> y <i>DateSent</i> .
5	La suma de la cantidad más la cuota de origen y la cuota de fianza en el plan de desembolso debe ser igual al valor de la nota.

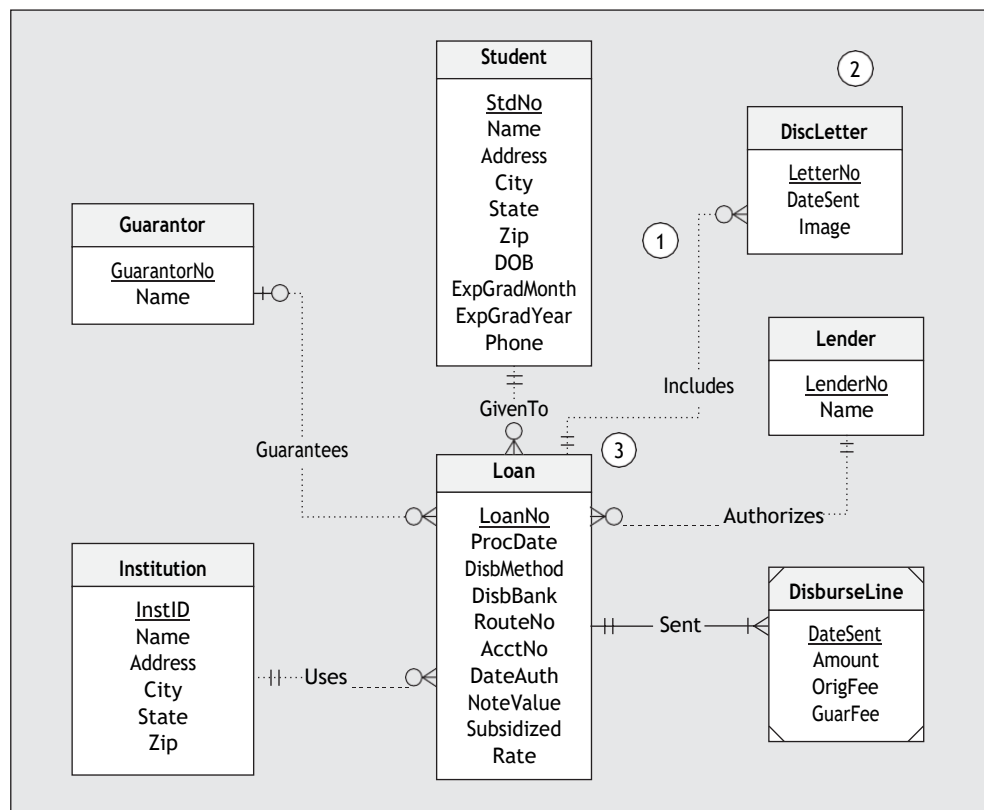
la base de datos. Por lo tanto, no se guardan los campos particulares de una carta de declaración. El campo único *LetterNo* se agregó como identificador de una carta de declaración. Si las imágenes no pueden almacenarse en la base de datos, tal vez sea necesario guardar algunos de los campos en la carta de declaración porque son difíciles de calcular.



**FIGURA 13.10**  
Estructura de la carta  
de declaración



**FIGURA 13.11**  
ERD después de  
agregar la carta  
de declaración



**TABLA 13.2**  
Suposiciones para  
el ERD en la figura  
13.11

Número de anotación	Explicación
1	La relación entre <i>DiscLetter</i> y <i>Loan</i> permite varias cartas por préstamo. Como se indica en el caso, es posible mandar varias cartas de declaración para el mismo préstamo.
2	El campo <i>Image</i> contiene una imagen escaneada de la carta. Es probable que el fiador necesite una copia de la carta si el préstamo se somete a una auditoría. En caso de no emplear una tecnología de imágenes y como una alternativa al guardado de la imagen, es posible guardar un indicador de la ubicación física, en caso de no emplear una tecnología de imágenes.
3	Es necesaria una cardinalidad mínima de 0 porque no se crea un plan de pagos sino hasta que el estudiante sale de la escuela.

### 13.2.3 Integración incremental después de agregar el estado de cuenta

El estado de cuenta contiene nodos madre e hija (figura 13.12) porque tiene un grupo que se repite. La figura 13.13 muestra el ERD integrado con las suposiciones correspondientes que se muestran en la tabla 13.3. La relación *Applied* en la figura 13.13 representa la relación madre-hija en

FIGURA 13.12 Estructura del estado de cuenta

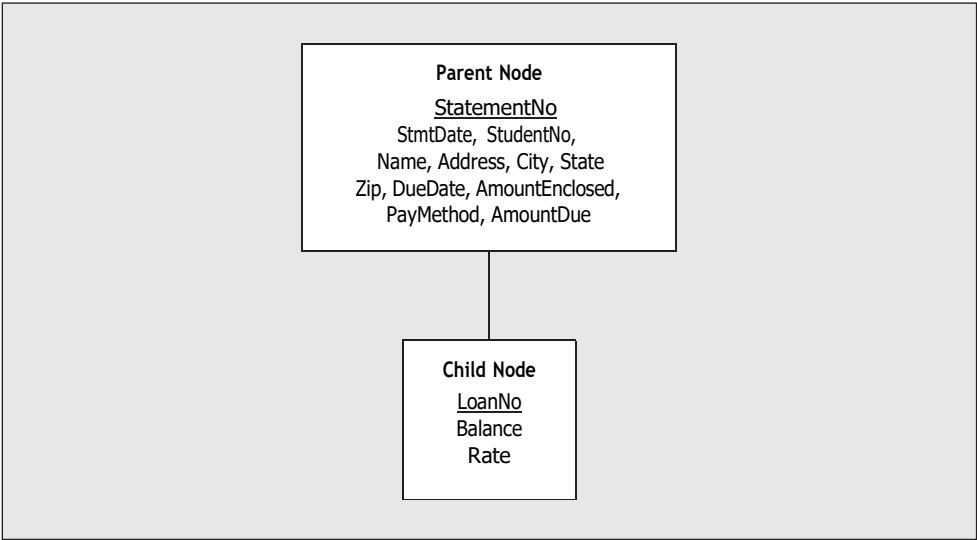
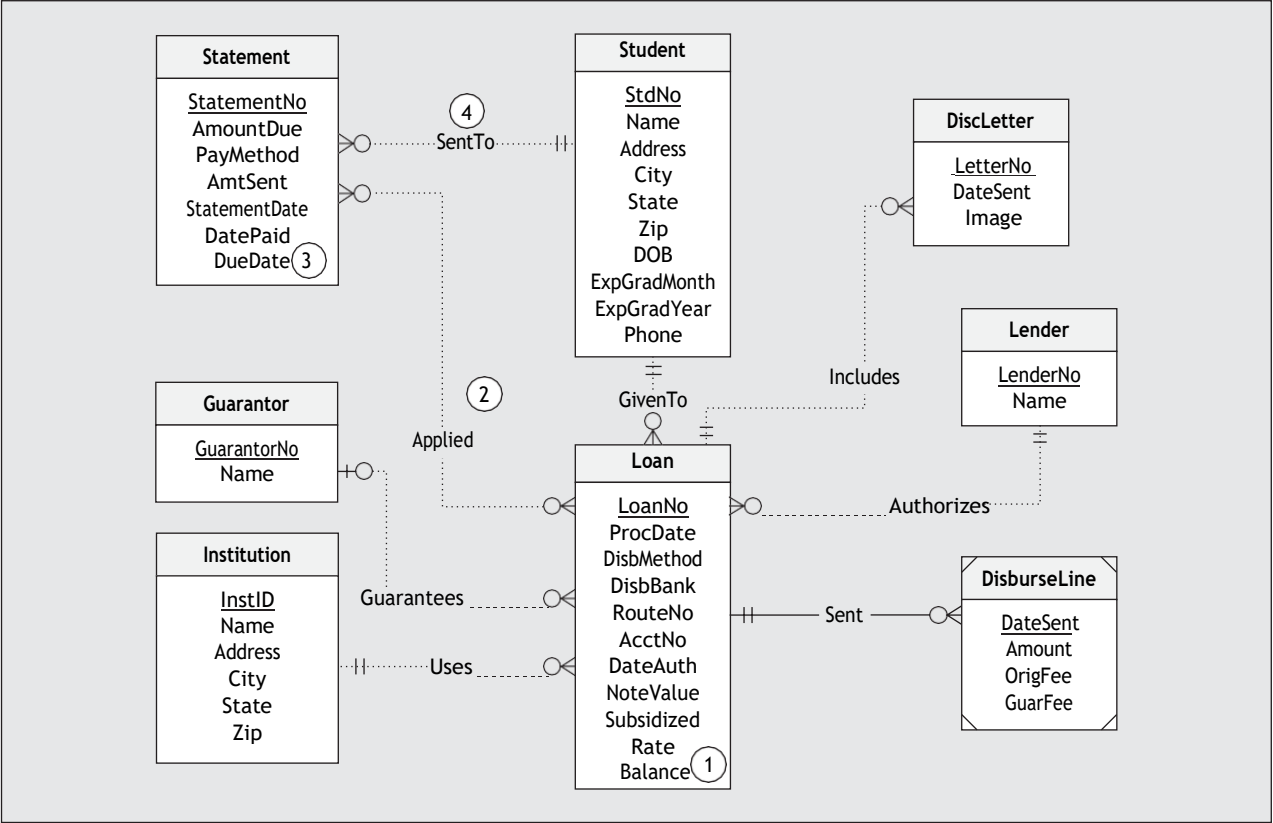


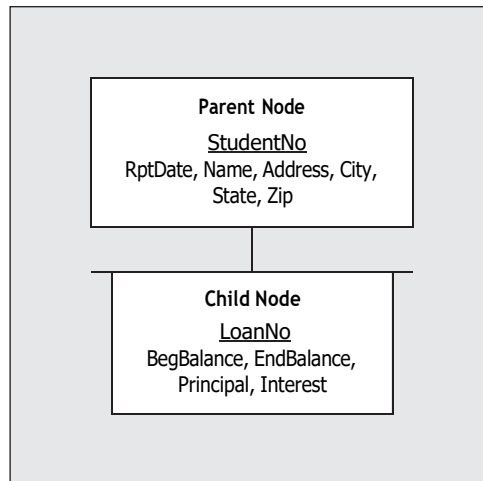
FIGURA 13.13 ERD después de agregar el estado de cuenta



**TABLA 13.3**  
Suposiciones para  
el ERD en la figura  
13.13

Número de anotación	Explicación
1	<i>Balance</i> se agrega como campo para reflejar el resumen del préstamo en un estado de cuenta. El saldo refleja el último pago hecho a un préstamo.
2	La relación <i>Applied</i> se crea al mismo tiempo que el saldo. Sin embargo, los campos de la cantidad principal y el interés no se actualizan sino hasta que se recibe el pago. Los atributos ( <i>Principal</i> , <i>Interest</i> , <i>CumPrincipal</i> y <i>CumInterest</i> ) de la relación aplicada no se muestran en el diagrama con el fin de reducir el hacinamiento. <i>CumPrincipal</i> y <i>CumInterest</i> son columnas derivadas que facilitan el reporte de actividad del préstamo.
3	Si el método de pago es EFT, tal vez sean necesarios otros atributos en <i>Statement</i> , como número de ruta y número de cuenta. Como estos atributos no se muestran en un estado de cuenta, se omiten del tipo de entidad <i>Statement</i> .
4	La relación <i>SentTo</i> es redundante. Se puede derivar de las relaciones <i>Applied</i> y <i>GivenTo</i> . Si el tiempo para derivar la relación <i>SentTo</i> no es oneroso, es posible dejarla.

**FIGURA 13.14**  
Estructura del re-  
porte de actividad  
del préstamo



la jerarquía del formulario. La cardinalidad mínima es 0 de *Loan* a *Statement* porque un préstamo no tiene ninguna cantidad aplicada hasta después de que entra en el estatus de pago.

### 13.2.4 Integración incremental después de agregar el reporte de actividad del préstamo

El reporte de actividad del préstamo contiene nodos madre e hija (figura 13.14), porque tiene un grupo que se repite. La figura 13.15 muestra el ERD integrado con las suposiciones correspondientes en la tabla 13.4. Al igual que el ERD para la carta de declaración (figura 13.11), el ERD en la figura 13.15 supone que las imágenes se pueden guardar en la base de datos. Por tanto, no se guardan los campos particulares en el reporte de actividades del préstamo. El campo único *ReportNo* se agregó como identificador de un reporte de actividad. Si las imágenes no se pueden guardar en la base de datos, quizá sea necesario guardar algunos de los campos en el reporte de actividad del préstamo porque son difíciles de calcular.

FIGURA 13.15 ERD después de agregar el reporte de actividad del préstamo

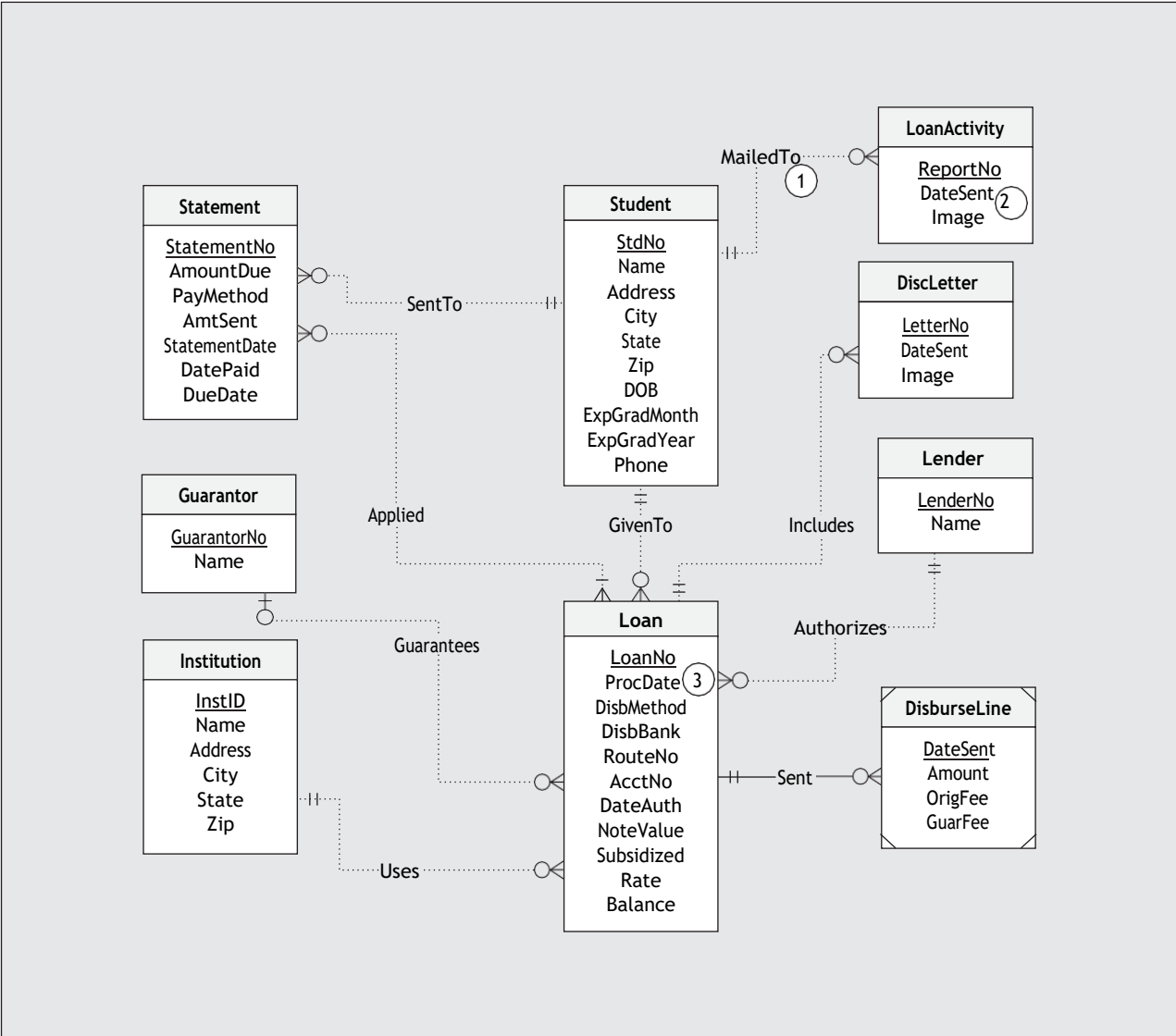


TABLA 13.4  
Suposiciones para  
el ERD en la figura  
13.15

Número de anotación	Explicación
1	El tipo de entidad <i>LoanActivity</i> no está directamente relacionado con el tipo de entidad <i>Loan</i> , porque se supone que un reporte de actividad resume todos los préstamos de un estudiante.
2	El campo <i>Image</i> contiene una imagen escaneada del informe. Es probable que el fiador necesite una copia del informe en caso de que el préstamo se someta a auditoría. Como una alternativa al almacenamiento de la imagen, es posible guardar un indicador de la ubicación física, si no se emplea una tecnología de imágenes.
3	Para facilitar los cálculos se pueden agregar, los campos para la cantidad principal anual y el interés se podrían agregar al tipo de entidad <i>Loan</i> . Estos campos se pueden actualizar después de recibir cada pago, y se deben considerar durante el diseño físico de la base de datos.

## 13.3 Refinamiento del esquema conceptual

Después de crear un ERD conceptual, debe refinarlo aplicando las reglas de conversión para producir un diseño de tabla inicial, así como también debe utilizar reglas de normalización para eliminar el exceso de redundancias del diseño de la tabla inicial. Esta sección describe las mejoras al ERD conceptual que producen un buen diseño de tabla para Student Loan Limited.

### 13.3.1 Conversión del esquema

La conversión se puede llevar a cabo utilizando las primeras cuatro reglas (capítulo 6) como se presentan en la tabla 13.5. A la interrelación *Guarantees* se le podría aplicar la regla opcional de relación 1-M (regla 5); sin embargo, el número de préstamos sin fiadores parece reducido, de modo que se utiliza la regla de relación 1-M. No es necesaria la regla de jerarquía de generalización (regla 6) porque el ERD (figura 13.9) no tiene ninguna jerarquía de generalización. El resultado de la conversión se muestra en la tabla 13.6 (las llaves primarias aparecen subrayadas y las foráneas con letras cursivas) y en la figura 13.16 (representación gráfica de tablas, llaves primarias y llaves foráneas).

**TABLA 13.5**  
Reglas utilizadas para  
convertir el ERD de  
la figura 13.15

Regla de conversión	Objetos	Comentarios
Regla de tipo de entidad	Tablas <i>Student</i> , <i>Statement</i> , <i>Loan</i> , <i>DiscLetter</i> , <i>LoanActivity</i> , <i>Lender</i> , <i>Guarantor</i> , <i>Institution</i> , <i>DisburseLine</i>	Las llaves primarias en cada tabla son idénticas a los tipos de entidad, excepto <i>DisburseLine</i> .
Regla de relación 1-M	<i>Loan.StdNo</i> , <i>Loan.GuarantorNo</i> , <i>Loan.LenderNo</i> , <i>LoanActivity</i> . <i>StdNo</i> , <i>DiscLetter.LoanNo</i> , <i>Statement.StdNo</i> , <i>DisburseLine</i> . <i>LoanNo</i> , <i>Loan.InstID</i>	Se agregan las columnas con las llaves foráneas y las limitaciones a la integridad referencial.
Regla de relación M-N	Tabla <i>Applies</i>	Llave primaria combinada: <i>StatementNo</i> , <i>LoanNo</i>
Regla de dependencia de identificación	Llave primaria ( <i>LoanNo</i> , <i>DateSent</i> )	<i>LoanNo</i> agregado a la llave primaria de la tabla <i>DisburseLine</i> .

**TABLA 13.6**  
Lista de tablas des-  
pués de la conversión

<b>Student</b> ( <u>StdNo</u> , Name, Address, Phone, City, State, Zip, ExpGradMonth, ExpGradYear, DOB)
<b>Lender</b> ( <u>LenderNo</u> , Name)
<b>Guarantor</b> ( <u>GuarantorNo</u> , Name)
<b>Institution</b> ( <u>InstID</u> , Name, Address, City, State, Zip)
<b>Loan</b> ( <u>LoanNo</u> , ProcDate, DisbMethod, DisbBank, RouteNo, AcctNo, DateAuth, NoteValue, Subsidized, Rate, Balance, StdNo, InstID, GuarantorNo, LendNo)
<b>DiscLetter</b> ( <u>LetterNo</u> , DateSent, Image, LoanNo)
<b>LoanActivity</b> ( <u>ReportNo</u> , DateSent, Image, StdNo)
<b>DisburseLine</b> ( <u>LoanNo</u> , <u>DateSent</u> , Amount, OrigFee, GuarFee)
<b>Statement</b> ( <u>StatementNo</u> , AmtDue, PayMethod, AmtSent, StatementDate, DatePaid, DueDate, StdNo)
<b>Applied</b> ( <u>LoanNo</u> , <u>StatementNo</u> , Principal, Interest, CumPrincipal, CumInterest)

FIGURA 13.16  
Diagrama del modelo  
relacional para el di-  
seño de la tabla inicial

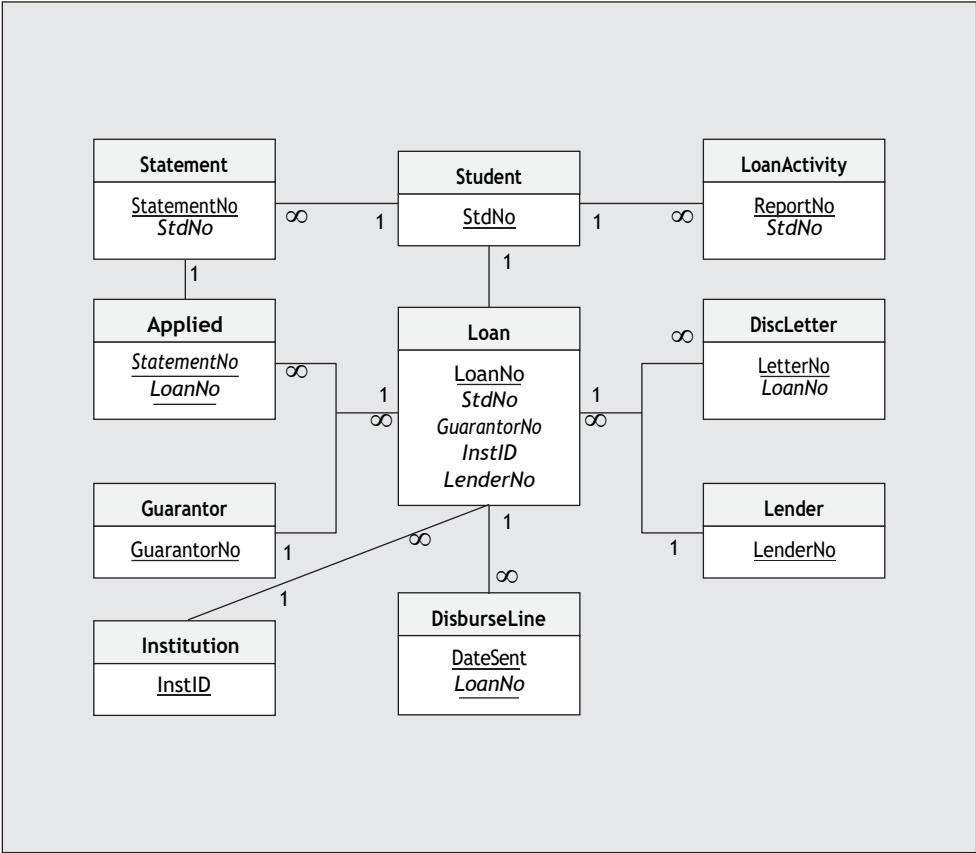


TABLA 13.7  
Lista de FD

Tabla	FD
Student	StdNo → Name, Address, City, State, Zip, ExpGradMonth, ExpGradYear, DOB, Phone; Zip → State
Lender	LenderNo → Name
Guarantor	GuarantorNo → Name
Institution	InstID → Name, Address, City, State, Zip; Zip → City, State
Loan	LoanNo → ProcDate, DisbMethod, DisbBank, RouteNo, AcctNo, DateAuth, NoteValue, Subsidized, Rate, Balance, StdNo, InstID, GuarantorNo, LenderNo; RouteNo → DisbBank
Discletter	LetterNo → DateSent, Image, LoanNo; LoanNo, DateSent → LetterNo, Image
LoanReport	ReportNo → DateSent, Image, StdNo; StdNo, DateSent → ReportNo, Image
DisburseLine	LoanNo, DateSent → Amount, OrigFee, GuarFee
Statement	StatementNo → AmtDue, PayMethod, AmtSent, StatementDate, DatePaid, DueDate, StdNo
Applied	LoanNo, StatementNo → Principal, Interest, CumPrincipal, CumInterest

13.3.2 Normalización

Las tablas que resultan del proceso de conversión podrían tener redundancia. Para eliminarla, es preciso incluir los FD para cada tabla y aplicar las reglas de normalización o el procedimiento de síntesis simple. La tabla 13.7 presenta los FD para cada tabla.

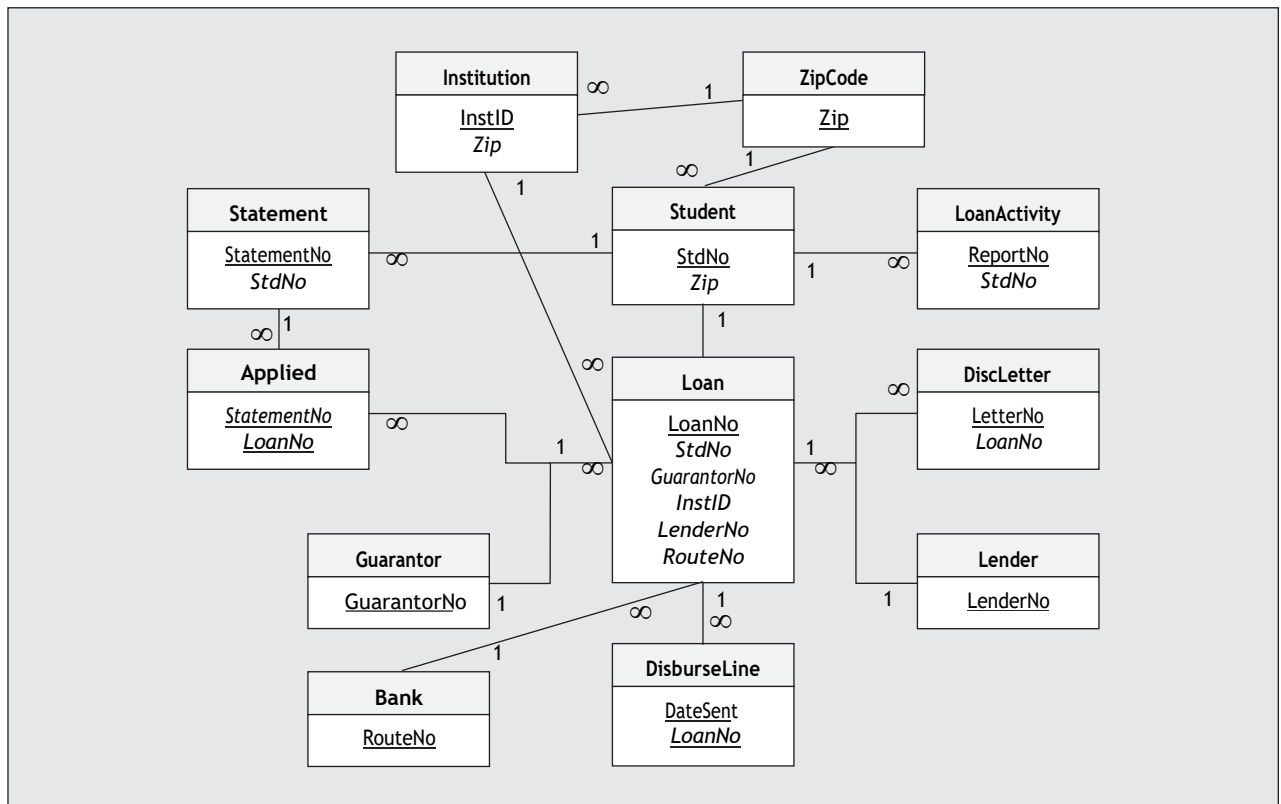
Como la mayoría de los FD comprenden una llave primaria del lado izquierdo, no hay mucho trabajo de normalización. Sin embargo, las tablas *Loan*, *Student* e *Institution* violan el BCNF, ya que tienen determinantes que no son llaves candidatas. Las tablas *DiscLetter* y *LoanReport* no

violan el BCNF porque todos los determinantes son llaves candidatas. Para las tablas que violan el BCNF, presentamos las explicaciones y opciones acerca de la división de las tablas:

- *Student* no está en BCNF debido al FD con *Zip*. Si Student Loan Limited quiere actualizar los códigos postales de manera independiente de los estudiantes, es necesario agregar una tabla por separado.
- *Loan* no está en BCNF debido al FD que comprende *RouteNo*. Si Student Loan Limited quiere actualizar los bancos de manera independiente de los préstamos, es preciso crear una tabla por separado.
- *Institution* no está en BCNF debido a los FD con *Zip*. Si Student Loan Limited desea actualizar los códigos postales de manera independiente de las instituciones, es necesario agregar una tabla por separado. Sólo se necesita una tabla con códigos postales para *Student* e *Institution*.

En el diseño de la tabla revisada (figura 13.17), se agregan las tablas *ZipCode* y *Bank* para eliminar las redundancias. El apéndice 13.B muestra enunciados CREATE TABLE con la lista de tablas revisadas. Asimismo, incluye las acciones de eliminar y actualizar. Para la mayor parte de las llaves foráneas, las eliminaciones están limitadas porque las tablas madre e hija correspondientes no están estrechamente relacionadas. Por ejemplo, las eliminaciones están limitadas para la llave foránea *Loan.InstID* porque las tablas *Institution* y *Loan* no están estrechamente relacionadas. En contraste, las eliminaciones se realizan en cascada para la llave foránea *DisburseLine.LoanNo* porque las líneas de desembolso dependen de la identificación en el préstamo relacionado. Las eliminaciones también se hacen en cascada para la llave foránea *Applied.StatementNo* porque las filas aplicadas representan líneas de enunciados que no tienen ningún significado sin el enunciado. La acción de actualización de la mayor parte de las llaves foráneas se programó para realizarse en cascada con el fin de permitir el cambio fácil de los valores de las llaves primarias.

**FIGURA 13.17** Diagrama de modelo relacional para el diseño de la tabla revisada



## 13.4 Diseño físico de la base de datos y desarrollo de aplicaciones

Después de producir un buen diseño de tablas, está listo para implementar la base de datos. Esta sección describe las decisiones en el diseño físico de la base de datos, incluyendo selección del índice, datos derivados y desnormalización para la base de datos de Student Loan Limited. Antes de describir estas decisiones, definimos los perfiles de tablas y aplicaciones. Después de presentar las decisiones en el diseño físico de bases de datos, ilustramos el desarrollo de aplicaciones de algunos formularios y reportes como verificación cruzada en el desarrollo de bases de datos.

### 13.4.1 Perfiles de aplicaciones y tablas

Para aclarar el uso anticipado de la base de datos, los documentos que describimos en la sección 13.1 se dividen en aplicaciones de acceso a las bases de datos, como resume la tabla 13.8. Tres aplicaciones independientes se asocian con el formulario de origen del préstamo. La verificación de los datos comprende recuperaciones para asegurarse de que existan el estudiante, el prestamista, la institución y el fiador. Si un estudiante no existe, se agrega una nueva fila. La creación de un préstamo comprende la inserción de una fila en la tabla *Loan* y de varias filas en la tabla *DisburseLine*. Para los otros documentos, hay una aplicación para crear y recuperar el documento. También existe una aplicación para actualizar las tablas *Applied* y *Loan* en los estados de cuenta al recibir los pagos.

Para tomar decisiones sobre el diseño físico de bases de datos, es necesario especificar la importancia relativa de las aplicaciones. Las frecuencias en la tabla 13.9 suponen 100 000 préstamos nuevos por año y 100 000 estudiantes cubriendo sus préstamos cada año. Las aplicaciones del origen de préstamo y las aplicaciones del estado de cuenta dominan la carga de trabajo. Las frecuencias (por año) son suficientes para indicar la importancia relativa de las aplicaciones. Tal vez sea necesaria una mejor especificación (por ejemplo, por mes o día) para programar el trabajo, como arreglar las cosas para un procesamiento por lote en lugar de un procesamiento en línea. Por ejemplo, las aplicaciones que comprenden formularios de origen de préstamo se pueden procesar por lote, en vez de hacerlo en línea.

**TABLA 13.8** Características de las aplicaciones

Aplicación	Tablas	Condiciones
Verificar los datos (para el origen de préstamo)	<i>Student, Lender, Institution, Guarantor</i>	<i>StdNo</i> = \$X; <i>LenderNo</i> = \$Y; <i>InstID</i> = \$Z; <i>GuarantorNo</i> = \$W
Crear préstamo (para origen de préstamo)	<i>Loan, DisburseLine</i>	Una fila insertada en <i>Loan</i> ; varias filas insertadas en <i>DisburseLine</i>
Crear estudiante (para origen del préstamo)	<i>Student</i>	Una fila insertada
Crear carta de declaración	<i>Student, Loan, DiscLetter</i>	Insertar fila en <i>DiscLetter</i> ; recuperar filas para <i>Student</i> y <i>Loan</i> ( <i>LoanNo</i> = \$X)
Mostrar carta de declaración	<i>DiscLetter</i>	<i>LoanNo</i> = \$X
Crear reporte de actividad del préstamo	<i>Student, Loan, LoanActivity, Applied, Statement</i>	Insertar fila <i>LoanActivity</i> ; recuperar filas de <i>Student</i> ( <i>StdNo</i> = \$X) y <i>Loan Statement</i> ( <i>LoanNo</i> = \$X <i>DatePaid</i> en el año pasado)
Mostrar el reporte de actividad de préstamo	<i>LoanActivity</i>	<i>StdNo</i> = \$X
Crear estado de cuenta	<i>Statement</i>	Una fila insertada en <i>Statement</i> ; varias filas insertadas en <i>Applied</i>
Mostrar estado de cuenta	<i>Statement, Student, Applied, Loan</i>	<i>StdNo</i> = \$X AND <i>DateSent</i> = \$Y; en algunas ocasiones con el uso de <i>StatementNo</i> = \$Z
Aplicar pago	<i>Applied, Statement, Loan</i>	Renglones de <i>Applied</i> actualizados; <i>LoanNo</i> = \$X AND <i>StatementNo</i> = \$Y; <i>Balance</i> actualizado en la tabla <i>Loan</i>



**TABLA 13.9**  
Frecuencias de la aplicación

Aplicación	Frecuencia	Comentarios
Verificar datos	100 000/año	La mayor parte de la actividad al principio del periodo
Crear préstamo	100 000/año	La mayor parte de la actividad al principio del periodo
Crear estudiante	20 000/año	La mayoría de los estudiantes son repetidos
Crear carta de declaración	50 000/año	Distribuir de manera uniforme en todo lo largo del año
Mostrar carta de declaración	5 000/año	Distribuir de manera uniforme en todo lo largo del año
Crear reporte de actividad de préstamo	30 000/año	Procesamiento al final del año
Mostrar reporte de actividad de préstamo	5 000/año	Distribuir de manera uniforme en todo lo largo del año
Crear estado de cuenta	100 000/año	Una vez al mes
Mostrar estado de cuenta	10 000/año	Distribuir de manera uniforme en todo el año
Aplicar el pago	100 000/año	Distribuir de manera uniforme en todo el mes

**TABLA 13.10**  
Perfiles de tablas

Tabla	Número de filas	Columna (número de valores únicos)
<i>Student</i>	100 000	<i>StdNo</i> (PK), <i>Name</i> (99 000), <i>Address</i> (90 000), <i>City</i> (1 000), <i>Zip</i> (1 000), <i>DOB</i> (365), <i>ExpGradMonth</i> (12), <i>ExpGradYear</i> (10)
<i>Loan</i>	300 000	<i>LoanNo</i> (PK), <i>ProcDate</i> (350), <i>DisbMethod</i> (3), <i>DisbBank</i> (3 000), <i>RouteNo</i> (3 000), <i>AcctNo</i> (90 000), <i>DateAuth</i> (350), <i>NoteValue</i> (1 000), <i>Subsidized</i> (2), <i>Rate</i> (1 000), <i>Balance</i> (10 000), <i>StdNo</i> (100 000), <i>InstID</i> (2 000), <i>GuarantorNo</i> (100), <i>LenderNo</i> (2 000)
<i>Institution</i>	2 000	<i>InstID</i> (PK), <i>Name</i> (2 000), <i>Address</i> (2 000), <i>City</i> (500), <i>State</i> (50), <i>Zip</i> (500)
<i>DiscLetter</i>	1 000 000	<i>LetterNo</i> (PK), <i>DateSent</i> (350), <i>Image</i> (1 000 000), <i>LoanNo</i> (300 000)
<i>Statement</i>	2 000 000	<i>StatementNo</i> (PK), <i>AmtDue</i> (100 000), <i>PayMethod</i> (3), <i>AmtSent</i> (200 000), <i>StatementDate</i> (350), <i>DatePaid</i> (350), <i>DueDate</i> (350), <i>StdNo</i> (100 000)
<i>Guarantor</i>	100	<i>GuarantorNo</i> (PK), <i>Name</i> (100)
<i>Bank</i>	3 000	<i>RouteNo</i> (PK), <i>DisbBank</i> (3 000)
<i>DisburseLine</i>	900 000	<i>LoanNo</i> (300 000), <i>DateSent</i> (350), <i>Amount</i> (5 000), <i>OrigFee</i> (5 000), <i>GuarFee</i> (5 000)
<i>Applied</i>	6 000 000	<i>LoanNo</i> (300 000), <i>StatementNo</i> (2 000 000), <i>Principal</i> (100 000), <i>Interest</i> (1 000 000)
<i>ZipCode</i>	1 000	<i>Zip</i> (PK), <i>State</i> (50)
<i>Lender</i>	2 000	<i>LenderNo</i> (PK), <i>Name</i> (2 000)

Después de definir los perfiles de aplicaciones, es posible definir los perfiles de tablas. El volumen de la actividad de modificación (inserciones, actualizaciones, eliminaciones) puede ayudar en el cálculo de los perfiles de las tablas. Además, deberá utilizar estadísticas de los sistemas y entrevistas existentes con el personal de aplicaciones clave para realizar los cálculos. La tabla 13.10 ofrece un panorama general de los perfiles. Es posible agregar más detalles acerca de las distribuciones de columnas y relaciones después de que el sistema esté parcialmente poblado.

### 13.4.2 Selección de índices

Es posible seleccionar los índices utilizando los perfiles de aplicaciones y las reglas descritas en el capítulo 8. Para aclarar el proceso de selección, vamos a considerar las necesidades de

recuperación antes de las de manipulación. Recuerde que las reglas de la 1 a la 5 (capítulo 8) comprenden la selección de índices para las necesidades de recuperación. La lista siguiente estudia las opciones de índices útiles para propósitos de recuperación.

- Los índices en las llaves primarias de las tablas *Student*, *Loan*, *Guarantor*, *Institution*, *DiscLetter*, *LoanActivity*, *Statement* y *Bank* ofrecen soporte para verificar el préstamo, mostrar la carta de declaración, mostrar el reporte de actividad y mostrar aplicaciones del estado de cuenta.
- Un índice sin *cluster* sobre el nombre del estudiante puede ser una buena opción para soportar la recuperación de estados de cuenta y los reportes de actividad de préstamo.
- Para soportar los *joins*, pueden ser útiles los índices sin *cluster* en las llaves foráneas *Loan.StdNo*, *Statement.StdNo*, *Applied.LoanNo* y *Applied.StatementNo*. Por ejemplo, un índice en *Loan.StdNo* facilita el enlace de las tablas *Student* y *Loan* cuando se tiene un valor *StdNo* específico.

Como las tablas *Applied* y *Loans* tienen muchas modificaciones, es necesario proceder con precaución con los índices sobre los campos de componentes. Sin embargo, algunos factores podrían compensar el impacto de la actividad de modificación. Las actualizaciones en la aplicación para aplicar pagos no afectan los campos de llaves foráneas en estas tablas. El procesamiento en lote puede reducir el impacto de las inserciones en las tablas *Loan* y *Applied*. Las aplicaciones para crear préstamo y crear estado de cuenta se pueden realizar en lote porque los formularios de origen de préstamo se reciben en lote y los estados de cuenta se pueden producir en lote. Si los índices representan una carga muy pesada para el procesamiento en lote, es posible dejar los índices antes del procesamiento y volver a crearlos cuando éste termine.

La tabla 13.11 muestra opciones de índices con base en la discusión anterior. La opción supone que los índices de llaves foráneas en las tablas *Applied* y *Loan* no dificulta la actividad de inserción. Es probable que se requiera una investigación posterior para determinar el impacto de los índices en las inserciones de las tablas *Loan* y *Applied*.

### 13.4.3 Datos derivados y decisiones de desnormalización

Existen algunos datos derivados en el diseño de las tablas revisadas. Las columnas *CumPrincipal* y *CumInterest* se derivan de la tabla *Applied*. Las tablas *DiscLetter* y *LoanActivity* tienen muchos datos derivados en las columnas *Image*. En todos estos casos, los datos derivados parecen justificados debido a la dificultad de calcularlos.

**TABLA 13.11**  
Selecciones de índices  
para el diseño de ta-  
blas revisadas

Columna	Tipo de índice	Regla
<i>Student.StdNo</i>	Clustering	1
<i>Student.Name</i>	Nonclustering	3
<i>Statement.StatementNo</i>	Clustering	1
<i>DiscLetter.LetterNo</i>	Clustering	1
<i>Loan.LoanNo</i>	Clustering	1
<i>Institution.InstID</i>	Clustering	1
<i>Guarantor.GuarantorNo</i>	Clustering	1
<i>Lender.LenderNo</i>	Clustering	1
<i>LoanActivity.ReportNo</i>	Clustering	1
<i>ZipCode.Zip</i>	Clustering	1
<i>Bank.RouteNo</i>	Clustering	1
<i>Statement.StdNo</i>	Nonclustering	2
<i>Loan.StdNo</i>	Nonclustering	2
<i>Applied.StatementNo</i>	Clustering	2
<i>Applied.LoanNo</i>	Nonclustering	2

La desnormalización puede ser útil para algunas llaves foráneas. Si los usuarios piden con frecuencia el nombre con la llave foránea, la desnormalización puede ser útil para las llaves foráneas de la tabla *Loan*. Por ejemplo, el hecho de guardar *LenderNo* y *Lender.Name* en la tabla *Loan* viola el BCNF, pero puede reducir los enlaces entre las tablas *Loan* y *Lender*. El uso de la base de datos se podría supervisar con detenimiento para determinar si la tabla *Loan* se debe desnormalizar agregando columnas de nombres, además de las columnas *LenderNo*, *GuarantorNo*, *InstID* y *RouteNo*. La desnormalización es una buena idea si puede mejorar el desempeño de manera significativa, ya que las tablas *Lender*, *Guarantor*, *Institution* y *Bank* son relativamente estáticas.

#### 13.4.4 Otras decisiones de implementación

Hay varias decisiones de implementación que comprenden el proceso de desarrollo de bases de datos. En esta sección destacamos este tipo de decisiones porque tienen un impacto significativo en el éxito del sistema de servicio de préstamos.

- La conversión del sistema antiguo al nuevo sin problemas es un importante aspecto. Un impedimento para esta conversión sin problemas son los volúmenes de procesamiento. En ocasiones, los volúmenes de procesamiento en un sistema nuevo pueden ser mucho más elevados que en el antiguo. Una forma de reducir los potenciales problemas de desempeño es ejecutar el sistema antiguo y nuevo en paralelo, cambiando a más trabajo al nuevo sistema después de un tiempo.
- Una parte importante del proceso de conversión comprende los datos antiguos. Por lo general, no es difícil convertir los datos antiguos al nuevo formato, a excepción de las preocupaciones por la calidad de los datos. En ocasiones, la mala calidad de los datos antiguos provoca muchos rechazos en el proceso de conversión. Este proceso debe ser sensible al rechazo de datos de mala calidad porque es probable que los rechazos requieran de numerosas correcciones manuales.
- El tamaño de los datos en forma de imagen (reportes de actividad de préstamos y cartas de declaración) puede tener un impacto en el desempeño de la base de datos. El hecho de archivar los datos en forma de imagen puede mejorar el desempeño para aquellas imágenes que se recuperen con poca frecuencia.

#### 13.4.5 Desarrollo de aplicaciones

Para completar el desarrollo de la base de datos, es necesario implementar los formularios y reportes utilizados en los requerimientos de diseño de la base. El hecho de implementar los formularios y reportes ofrece una revisión general en las etapas del diseño conceptual y lógico. El diseño de su tabla debe ofrecer soporte para consultas en cada formulario y reporte. Las limitaciones en el diseño de la tabla aparecen a menudo como resultado de la implementación de formularios y reportes. Una vez implementados, se deben usar en cargas de trabajo típicas para asegurar un desempeño adecuado. Es probable que necesite ajustar el diseño físico para lograr este desempeño.

Esta sección demuestra la implementación de los requerimientos de datos para algunos formularios y reportes de la sección 13.1, además de un disparador para el mantenimiento de los datos derivados. La implementación de los requerimientos de datos para los otros formularios y reportes se dejaron como problemas para el final del capítulo.

##### *Requerimientos de datos para el formulario de origen de préstamo*

La lista siguiente proporciona las respuestas a los cinco pasos de requerimientos de datos que incluyen las consultas al formulario principal y el subformulario. Para propósitos de referencia, las figuras 13.2 y 13.3 muestran ejemplos del formulario de origen de datos.

- Identifique la relación 1-M manipulada por el formulario: la relación 1-M conecta la tabla *Loan* con la tabla *DisburseLine*.
- Identifique las columnas de enlace o unión para la relación 1-M: las columnas de unión son *Loan.LoanNo* y *DisburseLine.LoanNo*.

- Identifica las otras tablas en el formulario principal y en el subformulario: además de la tabla *Loan*, el formulario principal contiene las tablas *Student*, *Institution*, *Bank*, *Lender* y *Guarantor*. El subformulario no contiene tablas adicionales además de *DisburseLine*.
- Determina la capacidad para actualizar las tablas en forma jerárquica: la tabla *Loan* en el formulario principal y la tabla *DisburseLine* en el subformulario se pueden actualizar. Las otras tablas son de sólo lectura. Es necesario proporcionar formularios separados para actualizar las otras tablas que aparecen en el formulario principal.
- Escribe la consulta del formulario principal: El enlace exterior de un lado con la tabla *Bank* conserva la tabla *Loan*. El enlace exterior de un lado permite que los datos del banco aparezcan de manera opcional en el formulario. Los datos del banco aparecen en el formulario cuando el método de desembolso es electrónico. El enunciado *SELECT* recupera algunas columnas adicionales que no aparecen en el formulario, como *Bank.RouteNo*. Estas columnas adicionales no afectan la capacidad de actualización de la consulta.

```
SELECT Loan.*, Student.*, Institution.*, Bank.*, Institution.*,
       Lender.*
FROM ( ( ( ( Student INNER JOIN Loan ON Student.StdNo = Loan.StdNo )
          INNER JOIN Institution ON Institution.InstId = Loan.InstId )
      INNER JOIN Lender ON Lender.LenderNo = Loan.LenderNo )
     INNER JOIN Guarantor ON Guarantor.GuarantorNo = Loan.GuarantorNo )
LEFT JOIN Bank ON Bank.RouteNo = Loan.RouteNo
```

- Escriba la consulta al subformulario:

```
SELECT DisburseLine.*
FROM DisburseLine
```

#### *Requerimiento de datos para el reporte de actividad del préstamo*

La consulta al reporte es difícil de formular porque cada línea del Reporte de Actividad del Préstamo muestra los saldos inicial y final del préstamo. Es necesario usar dos filas en las tablas *Applied* y *Statement* para calcular los saldos inicial y final del préstamo. El saldo final se calcula como el valor de nota del préstamo menos el pago acumulado a la cantidad principal reflejado en la última fila *Applied* del año reportado. El saldo inicial del préstamo se calcula como el valor de nota del préstamo menos el pago acumulado a la cantidad principal en la última fila *Applied* del año anterior al reporte. Para determinar la última fila *Applied* para un año determinado, se enlaza la tabla *Applied* a la fila *Statement*, tomando la *DatePaid* más larga en el año. Las consultas empaquetadas en la cláusula *WHERE* recuperan las filas *Statement* con la máxima *DatePaid* para el año del reporte y el año anterior al reporte. El identificador *EnterReportYear* es el parámetro para el año del reporte. La función **Year** es una función de Microsoft Access que recupera la parte del año de una fecha.

```
SELECT Student.StdNo, Name, Address, Phone, City, State, Zip,
       Loan.LoanNo, NoteValue, ACurr.CumPrincipal, ACurr.CumInterest,
       APrev.CumPrincipal
FROM Student, Loan, Applied ACurr, Applied APrev,
     Statement SCurr, Statement SPrev
WHERE Student.StdNo = Loan.StdNo
      AND Loan.LoanNo = SCurr.LoanNo
      AND SCurr.StatementNo = ACurr.StatementNo
      AND ACurr.LoanNo = Loan.LoanNo
      AND SCurr.DatePaid =
        ( SELECT MAX(DatePaid) FROM Statement
          WHERE Year(DatePaid) = EnterReportYear )
```

```

AND Loan.LoanNo = SPrev.LoanNo
AND SPrev.StatementNo = APrev.StatementNo
AND APrev.LoanNo = Loan.LoanNo
AND SPrev.DatePaid =
( SELECT MAX(DatePaid) FROM Statement
  WHERE Year(DatePaid) = EnterReportYear - 1 )

```

Esta consulta de reporte demuestra la necesidad de las columnas calculadas *CumPrincipal* y *CumInterest*. Sería muy difícil formular la consulta de reportes sin estas columnas derivadas.

#### *Mantenimiento de datos derivados*

Se pueden definir los disparadores AFTER ROW para mantener las columnas derivadas en las tablas *Loan* y *Applied*. El siguiente código muestra un disparador de Oracle para mantener la columna *Loan.Balance* después de crear una fila *Applied*. Los disparadores para mantener las columnas *Applied.CumPrincipal* y *Applied.CumInterest* comprenden consideraciones de tablas mutantes en Oracle. Así como en el capítulo 11 no mostramos las soluciones para los disparadores con tablas mutantes, aquí tampoco mostraremos la solución para mantener estas columnas. La solución comprende un disparador INSTEAD OF con una vista o un paquete Oracle con un conjunto de disparadores.

```

CREATE OR REPLACE TRIGGER tr_Applied_IA
-- This trigger updates the Balance column
-- of the related Loan row.
AFTER INSERT
ON Applied
FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Loan
    SET Balance = Balance - :NEW.Principal
    WHERE LoanNo = :NEW.LoanNo;
EXCEPTION
    WHEN OTHERS THEN
        RAISE_Application_Error(-20001, 'Database error');
END;

```

---

## **Reflexión final**

Este capítulo presentó el estudio de un caso de tamaño moderado como muestra del proceso de desarrollo de bases de datos. El caso de Student Loan Limited describió un importante subconjunto del procesamiento de préstamos comerciales a los estudiantes que incluye préstamos aceptados de prestamistas, notificaciones de pago a los estudiantes, facturación y procesamiento de pagos, y reportes sobre las condiciones de los préstamos. La solución del caso integró las técnicas presentadas en los capítulos de las partes 2 a 5. La solución ilustró los modelos y la documentación producida en el modelado conceptual, el diseño lógico de bases de datos y las etapas de diseño físico de bases de datos, así como requerimientos de datos para formularios, reportes y disparadores.

Después de leer con detenimiento este capítulo, está preparado para manejar el desarrollo de bases de datos para una organización real. Lo alentamos a que trabaje en los casos disponibles en el sitio web del libro para reforzar su comprensión del proceso de desarrollo de bases de datos. Este caso, aunque presenta un problema mayor y más integrado que los otros capítulos, no es comparable a llevar a cabo el desarrollo de bases de datos para una organización real. Para las organizaciones los requerimientos a menudo son ambiguos, incompletos e inconsistentes. Para el éxito a largo plazo, resulta crucial decidir los límites de las bases de datos y modificar

el diseño de las bases en respuesta a los cambios en los requerimientos. El hecho de vigilar la operación de la base de datos le permite mejorar el desempeño de acuerdo con su uso. Estos retos hacen que el desarrollo de bases de datos sea una actividad que estimula el intelecto.

## Revisión de conceptos

- El programa Guaranteed Student Loan (GSL) ofrece préstamos subsidiados y no subsidiados.
- La función de los estudiantes, prestamistas, proveedores de servicios, fiadores y reguladores gubernamentales en el programa GSL.
- Flujo de trabajo para el procesamiento de los préstamos de los estudiantes, que comprende aplicaciones de préstamos, aprobación de préstamos, origen de préstamos, separación de la escuela y pago de préstamos.
- Documentos importantes para procesar préstamos: el formulario de origen del préstamo, la carta de declaración, el estado de cuenta y el reporte de actividad del préstamo.
- Modelado de datos conceptuales: estrategia de integración incremental para el formulario de origen del préstamo, la carta de declaración, el estado de cuenta y el reporte de actividad del préstamo.
- Conversión del ERD utilizando las reglas de conversión básicas.
- Eliminar las violaciones a los formularios normales en las tablas *Loan*, *Student* e *Institution*.
- Especificación de los perfiles de tablas y aplicaciones para el diseño físico de bases de datos.
- Aplicar las reglas de selección de índices para los índices agrupados sobre las llaves primarias y los índices no agrupados sobre las llaves foráneas.
- Uso de la desnormalización para la tabla *Loan*.
- Especificar los requerimientos de datos para el formulario de origen del préstamo y el reporte de actividad del préstamo, con el fin de llevar a cabo una revisión general del resultado de las etapas de modelado conceptual y diseño lógico de datos.
- Escribir disparadores para mantener los datos derivados en las tablas *Loan* y *Applied*.

## Preguntas

1. ¿Por qué el proceso de solicitudes por parte de los estudiantes no se considera en la etapa del diseño conceptual?
2. ¿Por qué se utiliza el planteamiento de integración incremental para analizar los requerimientos?
3. ¿Por qué se analiza primero el formulario de origen del préstamo?
4. ¿Cómo se relaciona el campo de valor de notas en el formulario de origen del préstamo con los otros datos en el formulario?
5. Explique cómo se representa la relación 1-M del formulario de origen del préstamo en el ERD de la figura 13.9.
6. ¿Cuál es la llave primaria del tipo de entidad *DisburseLine* en la figura 13.9?
7. ¿Qué datos contiene el atributo de imagen del tipo de entidad *DiscLetter* en la figura 13.11?
8. Explique cómo se representa la relación 1-M del estado de cuenta en el ERD de la figura 13.13.
9. ¿Por qué la regla de la relación 1-M opcional (regla 5 del capítulo 9) no se utiliza para convertir el ERD de la figura 13.15?
10. Explique de qué manera la relación *Authorizes* de la figura 13.15 se convierte en la figura 13.16.
11. Explique de qué manera la dependencia de identificación de la figura 13.15 se convierte en la figura 13.16.
12. Explique de qué manera la relación *Applied* de la figura 13.15 se convierte en la figura 13.16.
13. Explique por qué la tabla *DiscLetter* está en BCNF.



14. Analice una posible justificación para la violación de BCNF con la tabla *Student* que ilustra la tabla 13.7.
15. ¿Por qué dividir los documentos en varias aplicaciones de bases de datos como se ilustra en la tabla 13.8?
16. Explique la diferencia entre el procesamiento en lote y en línea de los formularios de origen del préstamo. ¿Por qué el procesamiento en lote es factible para los formularios de origen del préstamo?
17. ¿De qué manera el procesamiento en lote puede reducir el impacto del mantenimiento de los índices?
18. Explique por qué se recomienda un índice agrupado para la columna *Applied.StatementNo*.
19. Explique por qué se recomienda un índice no agrupado para la columna *Applied.LoanNo*.
20. Explique la relación entre la columna *Loan.NoteValue* y las columnas *Amount*, *OrigFee* y *GuarFee* en la tabla *DisburseLine*.

## Problemas

Los siguientes problemas comprenden extensiones al caso de Student Loan Limited. Para casos adicionales de complejidad similar, visite el sitio web de este libro.

1. Emplee la regla de la relación 1-M opcional para convertir la relación *Guarantees* en la figura 13.15. Modifique el diagrama del modelo relacional de la figura 13.16 con el cambio de conversión.
2. Simplifique el ERD para el formulario de origen del préstamo (figura 13.9) combinando el tipo de entidad *Loan* con los tipos de entidad asociados con un préstamo (*Lender* y *Guarantor*). ¿Qué transformación se utiliza para combinar los tipos de entidad? (vea el capítulo 6) ¿Qué transformación se puede usar para dividir los atributos del banco (*RouteNo* y *DisbBank*) en un tipo de entidad separado?
3. Modifique el ERD en la figura 13.15 para reflejar un cambio en la relación entre un reporte de actividad y los préstamos asociados de un estudiante. La suposición en este caso es que un reporte de actividad resume todos los préstamos de un estudiante. La nueva suposición es que un reporte de actividad podría resumir sólo un subconjunto de préstamos de un estudiante.
4. Explique de qué manera se puede usar la desnormalización para combinar las tablas *LoanActivity* y *Student*. Haga lo mismo para las tablas *DiscLetter* y *Loan*.
5. Student Loan Limited decidió entrar en el negocio de los préstamos directos. Un préstamo directo es similar a un préstamo para estudiantes con fiador, sólo que en el primero no hay prestamista ni fiador. Debido a la falta de éstos, tampoco hay cuotas de origen ni fianza. Sin embargo, hay una cuota de servicio de casi 3 por ciento del valor de la nota. Además, un estudiante podría elegir la devolución de ingresos-contingentes después de separarse de la escuela. Si un estudiante elige este tipo de pago, se revisan los términos del préstamo y la cantidad del pago.
  - a) Modifique el ERD de la figura 13.15 para que refleje estos nuevos requerimientos.
  - b) Convierta los cambios del ERD en el diseño de una tabla. Muestre el resultado de la conversión como una modificación al diagrama de la base de datos relacional en la figura 13.16.
6. Student Loan Limited no puede justificar los gastos en software y hardware de imágenes. Por tanto, es preciso modificar el diseño de la base de datos. No es posible guardar las columnas *Image* en las tablas *DiscLetter* y *LoanActivity*. En vez de ello, los datos guardados en las columnas de imagen se deben guardar o calcular de acuerdo con la demanda.
  - a) Haga las recomendaciones pertinentes para guardar o calcular los campos subrayados en una carta de declaración. Modifique el diseño de la tabla según sea necesario. Considere entre sus recomendaciones cambios de actualización y recuperación.
  - b) Haga las recomendaciones pertinentes para guardar o calcular los campos subrayados en un reporte de actividad del préstamo. Considere entre sus recomendaciones cambios de actualización y recuperación.
7. Escriba un enunciado SELECT para indicar los requerimientos de datos para la carta de declaración que ilustra la figura 13.4.
8. Use los cinco pasos que se presentan en el capítulo 10 para especificar los requerimientos de datos para el formulario estado de cuenta que ilustra la figura 13.5.
9. ¿Qué aspectos comprende la implementación de la relación entre la columna *Loan.NoteValue* y las columnas *Amount*, *OrigFee* y *GuarFee* en la tabla *DisburseLine*?
10. ¿Por qué un disparador Oracle para mantener las columnas *Applied.CumPrincipal* y *Applied.CumInterest* implica consideraciones de tablas mutantes?

## Apéndice 13.A

### Glosario de los campos del formulario y reporte

El apéndice 13.A ofrece una breve descripción de los campos que se encuentran en los documentos que presentamos en la sección 13.1. Los nombres de los campos son los títulos del documento asociado.

#### Loan Origination Form

- *Loan No.*: valor alfanumérico único que identifica un formulario de origen del préstamo.
- *Date*: fecha en que se llenó el formulario de origen del préstamo.
- *Student No.*: valor alfanumérico único que identifica al estudiante.
- *Name*: nombre del estudiante que solicita el préstamo.
- *Address*: dirección física del estudiante que solicita el préstamo.
- *City, State, Zip*: concatenación de la ciudad, el estado y el código postal del estudiante.
- *Phone*: número de teléfono del estudiante que incluye el código de área.
- *Date of Birth*: fecha de nacimiento del estudiante que solicita el préstamo.
- *Expected Graduation*: mes y año esperado para la graduación.
- *Institution ID*: número de identificación federal de la universidad o escuela.
- *Institution Name*: nombre de la universidad o escuela.
- *Address*: dirección física de la universidad o escuela.
- *City, State, Zip*: concatenación de la ciudad, el estado y el código postal de la institución.
- *Disbursement Method*: el método utilizado para distribuir los fondos para el estudiante que solicita el préstamo; los valores pueden ser EFT (transferencia electrónica de fondos) o cheque.
- *Routing No.*: valor alfanumérico único que identifica un banco para el desembolso de fondos; sólo se usa si el método de desembolso es EFT.
- *Account No.*: valor alfanumérico único que identifica una cuenta del estudiante que solicita el préstamo; Account No. sólo garantiza ser único en el banco del estudiante (identificado por el número de ruta).
- *Disbursement Bank*: nombre del banco del que se desembolsan los fondos; sólo se utiliza si el método de desembolso es EFT.
- *Lender No.*: valor alfanumérico único que identifica la institución financiera que presta los fondos al estudiante que solicita el préstamo.
- *Lender Name*: nombre de la institución financiera que hace el préstamo al estudiante que lo solicita.
- *Guarantor No.*: valor alfanumérico único que identifica a la institución financiera que garantiza el pago apropiado del préstamo.
- *Guarantor Name*: nombre de la institución financiera que otorga la fianza.
- *Note Value*: cantidad (en dólares) que el estudiante pide prestado; el valor de nota es igual a la suma de las cantidades del desembolso y las cuotas (de origen y fianza).
- *Subsidized*: valor sí/no que indica si el gobierno paga el interés mientras el estudiante está en la escuela.
- *Rate*: tasa de interés sobre el préstamo.
- *Date*: fecha de desembolso: éste es el campo Date en Disbursement Plan.
- *Amount*: cantidad del desembolso en dólares.
- *Origination Fee*: cuota (en dólares) que cobra la institución prestamista.
- *Guarantee Fee*: cuota (en dólares) que cobra el fiador.



## Disclosure Letter

- *Date:* fecha (1 Julio 2005) en que la carta se envió al estudiante que solicita el préstamo.
- *Loan No.:* número asociado del préstamo.
- *Last Name:* título y apellido (señor estudiante) del estudiante que solicita el préstamo.
- *Repayment Starting:* mes y año (Septiembre 2005) en que los préstamos entran en estatus de pago.
- *Amount Borrowed:* suma de las cantidades solicitadas (\$10 000) en todos los préstamos que cubre el plan de pagos.
- *Number of Payments:* cantidad estimada de pagos programados (120) para cubrir la cantidad solicitada.
- *Interest Rate:* tasa porcentual promedio ponderada (8.5 por ciento) de los préstamos que cubre el plan de pagos.
- *Finance Charge:* cargo financiero estimado (4 877.96 dólares) si la cantidad solicitada se paga de acuerdo con el plan de pagos.
- *Payment Amount:* cantidad del pago requerido para cada mes (246.37 dólares, excepto quizás para el último mes). Si un estudiante no paga esta cantidad cada mes, se declarará moroso, a menos que se llegue a un acuerdo.
- *First Payment Date:* fecha en que se tiene que cubrir el primer pago (Octubre 31, 2005), en caso de seguir el plan de pagos.
- *Last Payment Date:* fecha en que se debe hacer el último pago (Septiembre 30, 2015), en caso de seguir el plan de pagos.

## Statement of Account

- *Statement No.:* valor alfanumérico único (B100) que identifica el formulario del estado de cuenta.
- *Date:* fecha en que se envió el estado de cuenta.
- *Student No.:* valor alfanumérico único que identifica a un estudiante.
- *Name:* nombre del estudiante que solicita el préstamo.
- *Address:* dirección física del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *City:* ciudad del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *State:* abreviatura en dos letras del nombre del estado del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *Zip:* código postal a cinco o nueve dígitos del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *Amount Due:* cantidad (en dólares) que el estudiante debe cubrir.
- *Due Date:* fecha en que Student Loan Limited debe recibir el pago. Es probable que se evalúe una multa si la cantidad se recibe en una fecha posterior.
- *Payment Method:* forma de pago (cheque o EFT).
- *Amount Enclosed:* cantidad (en dólares) enviada con el pago. Si el método de pago es EFT, el solicitante no tiene que llenar este campo.
- *Loan No.:* valor alfanumérico único que identifica un préstamo del solicitante.
- *Balance:* saldo pendiente del préstamo (en dólares) antes del pago.
- *Rate:* tasa de interés porcentual que se aplica al préstamo.
- *Date Paid:* fecha en que se recibió el pago; el personal de Student Loan Limited debe llenar este campo.

## Reporte de actividad del préstamo

- *Date*: fecha en que se elaboró el reporte.
- *Student No.*: valor alfanumérico único que identifica a un estudiante.
- *Name*: nombre del estudiante que solicita el préstamo.
- *Street*: dirección física del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *City*: ciudad del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *State*: abreviatura en dos letras del estado del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *Zip*: código postal a cinco o nueve dígitos del estudiante que solicita el préstamo (parte de la dirección de correo postal).
- *Loan No.*: valor alfanumérico único que identifica un préstamo del solicitante.
- *Beg. Balance*: saldo pendiente del préstamo (en dólares) al principio del año.
- *Principal*: cantidad total de los pagos aplicados a la cantidad principal.
- *Interest*: monto total de los pagos aplicados al interés.
- *Ending Balance*: saldo pendiente del préstamo (en dólares) al final del año después de aplicar los pagos.

## Apéndice 13.B

### Enunciados CREATE TABLE

El apéndice 13.B contiene enunciados CREATE TABLE para las tablas que resultan del proceso de conversión y normalización que describimos en la sección 13.3. Los enunciados CREATE TABLE cumplen con la sintaxis SQL:2003.

```
CREATE TABLE Student
( StdNo          CHAR(10),
  Name           CHAR(30)   CONSTRAINT StdNameRequired NOT NULL,
  Address        VARCHAR(50) CONSTRAINT StdAddressRequired NOT NULL,
  Phone          CHAR(9),
  City           CHAR(30)   CONSTRAINT StdCityRequired NOT NULL,
  Zip            CHAR(9)    CONSTRAINT StdZipRequired NOT NULL,
  ExpGradMonth   SMALLINT,
  ExpGradYear    INTEGER,
  DOB            DATE       CONSTRAINT StdDOBRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT FKZip1 FOREIGN KEY (Zip) REFERENCES ZipCode
  ON DELETE RESTRICT
  ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT PKStudent PRIMARY KEY (StdNo) )
```

```
CREATE TABLE Lender
( LenderNo       INTEGER,
  Name           CHAR(30)   CONSTRAINT LendNameRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT PKLender PRIMARY KEY (LenderNo) )
```

```

CREATE TABLE Guarantor
( GuarantorNo    CHAR(10),
  Name           CHAR(30) CONSTRAINT GrnNameRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT PKGuarantor PRIMARY KEY (GuarantorNo) )

```

```

CREATE TABLE Institution
( InstID        CHAR(10),
  Name          CHAR(30)  CONSTRAINT InstNameRequired NOT NULL,
  Address       VARCHAR(50) CONSTRAINT InstAddressRequired NOT NULL,
  City         CHAR(30)   CONSTRAINT InstCityRequired NOT NULL,
  Zip          CHAR(9)    CONSTRAINT InstZipRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT FKZip2 FOREIGN KEY (Zip) REFERENCES ZipCode
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT PKInstitution PRIMARY KEY (InstID) )

```

```

CREATE TABLE ZipCode
( Zip          CHAR(9),
  State        CHAR(2)  CONSTRAINT ZipStateRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT PKZipCode PRIMARY KEY (Zip) )

```

```

CREATE TABLE Loan
( LoanNo       CHAR(10),
  ProcDate     DATE      CONSTRAINT LoanProcDateRequired NOT NULL,
  DisbMethod   CHAR(6)   CONSTRAINT LoanDisbMethodRequired NOT NULL,
  RouteNo      CHAR(10),
  AcctNo       CHAR(10),
  DateAuth     INTEGER   CONSTRAINT LoanDateAuthRequired NOT NULL,
  NoteValue    DECIMAL(10,2) CONSTRAINT LoanNoteValueRequired NOT NULL,
  Subsidized   BOOLEAN   CONSTRAINT LoanSubsidizedRequired NOT NULL,
  Rate         FLOAT     CONSTRAINT LoanRateRequired NOT NULL,
  Balance      DECIMAL(10,2),
  StdNo        CHAR(10)  CONSTRAINT LoanStdNoRequired NOT NULL,
  InstID       CHAR(10)  CONSTRAINT LoanInstIDRequired NOT NULL,
  GuarantorNo  CHAR(10),
  LenderNo     CHAR(10)  CONSTRAINT LoanLenderNoRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT FKStdNo1 FOREIGN KEY (StdNo) REFERENCES Student
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT FKInstID FOREIGN KEY (InstID) REFERENCES Institution
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT FKGuarantorNo FOREIGN KEY (GuarantorNo) REFERENCES Guarantor
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,

```

```

CONSTRAINT FKLoanerNo FOREIGN KEY (LoanerNo) REFERENCES Lender
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,
CONSTRAINT FKRouteNo FOREIGN KEY (RouteNo) REFERENCES Bank
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,
CONSTRAINT PKLoan PRIMARY KEY (LoanNo) )

```

```

CREATE TABLE Bank
( RouteNo      CHAR(10),
  Name         CHAR(30) CONSTRAINT BankNameRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT PKBank PRIMARY KEY (RouteNo) )

```

```

CREATE TABLE DisburseLine
( LoanNo      CHAR(10),
  DateSent    DATE,
  Amount      DECIMAL(10,2) CONSTRAINT DAmountRequired NOT NULL,
  OrigFee     DECIMAL(10,2) CONSTRAINT DOrigFeeRequired NOT NULL,
  GuarFee     DECIMAL(10,2) CONSTRAINT DLGuarFeeRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT FKLoanNo1 FOREIGN KEY (LoanNo) REFERENCES Loan
    ON DELETE CASCADE
    ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT PKDisburseLine PRIMARY KEY (LoanNo, DateSent) )

```

```

CREATE TABLE DiscLetter
( LetterNo    INTEGER,
  DateSent    DATE      CONSTRAINT DLDateSentRequired NOT NULL,
  Image       BLOB      CONSTRAINT DLImageRequired NOT NULL,
  LoanNo      CHAR(10)  CONSTRAINT DLLoanNoRequired NOT NULL,
  CONSTRAINT FKLoanNo2 FOREIGN KEY (LoanNo) REFERENCES Loan
    ON DELETE RESTRICT
    ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT PKDiscLetter PRIMARY KEY (LetterNo) )

```

```

CREATE TABLE LoanActivity
( ReportNo    INTEGER,
  DateSent    DATE      CONSTRAINT LADateSentRequired NOT NULL,
  Image       BLOB      CONSTRAINT LAImageRequired NOT NULL,
  StdNo       CHAR(10)  CONSTRAINT LAStdNoRequired NOT NULL,

```

```

CONSTRAINT FKStdNo2 FOREIGN KEY (StdNo) REFERENCES Student
ON DELETE RESTRICT
ON UPDATE CASCADE,
CONSTRAINT PKLoanActivity PRIMARY KEY (ReportNo) )

```

```

CREATE TABLE Statement
( StatementNo    CHAR(10),
  StatementDate  DATE          CONSTRAINT StmtDateRequired NOT NULL,
  PayMethod      CHAR(6)       CONSTRAINT StmtPayMethodRequired NOT NULL,
  StdNo          CHAR(10)      CONSTRAINT StmtStdNoRequired NOT NULL,
  AmtDue         DECIMAL(10,2) CONSTRAINT StmtAmtDuetRequired NOT NULL,
  DueDate        DATE          CONSTRAINT StmtDueDateRequired NOT NULL,
  AmtSent        DECIMAL(10,2),
  DatePaid       DATE,
  CONSTRAINT FKStdNo3 FOREIGN KEY (StdNo) REFERENCES Student
ON DELETE RESTRICT
ON UPDATE CASCADE,
CONSTRAINT PKStatement PRIMARY KEY (StatementNo) )

```

```

CREATE TABLE Applied
( LoanNo         CHAR(10),
  StatementNo    CHAR(10),
  Principal      DECIMAL(10,2) CONSTRAINT AppPrincipal NOT NULL,
  Interest       DECIMAL(10,2) CONSTRAINT ApplInterest NOT NULL,
  CumPrincipal   DECIMAL(10,2) CONSTRAINT AppCumPrincipal NOT NULL,
  CumInterest    DECIMAL(10,2) CONSTRAINT AppCumInterest NOT NULL,
  CONSTRAINT FKLoanNo3 FOREIGN KEY (LoanNo) REFERENCES Loan
ON DELETE RESTRICT
ON UPDATE CASCADE,
CONSTRAINT FKStatementNo FOREIGN KEY (StatementNo) REFERENCES Statement
ON DELETE CASCADE
ON UPDATE CASCADE,
CONSTRAINT PKApplied PRIMARY KEY (LoanNo, StatementNo) )

```

