

Mapeado entidad-relación: tablas

Índice

1 Acceso al estado de la entidad.....	2
1.1 Acceso por campo.....	2
1.2 Acceso por propiedad.....	3
2 Mapeado de entidades.....	3
3 Mapeado de tipos.....	4
3.1 Mapeo de columnas.....	5
3.2 Recuperación perezosa.....	6
3.3 LOBs.....	7
3.4 Tipos enumerados.....	8
3.5 Tipos temporales.....	9
3.6 Estado transitorio.....	10
4 Objetos embebidos.....	10
5 Mapeo de la clave primaria.....	12
5.1 Generación del identificador.....	13
5.2 Clave primaria compuesta.....	14
5.3 Clave ajena compuesta.....	16
6 Mapeado de las relaciones de herencia.....	16

En este tema vamos a tratar en profundidad el mapeado entidad-relación (ORM, *Object-Relational Mapping* en inglés), uno de los aspectos principales del API de persistencia. Veremos los aspectos referidos al mapeo de entidades en tablas: cómo acceder al estado de una entidad, como se mapea la entidad en una tabla, como se mapean los distintos tipos simples de Java en tipos de la base de datos, cómo se maneja el identificador de la identidad y se mapea en la clave primaria de la tabla. Terminaremos introduciendo un par de conceptos avanzados, los objetos embebidos y la herencia.

Como hemos comentado en temas anteriores, la especificación del ORM se realiza mediante metadatos especificados por el desarrollador. JPA soporta dos formas de especificar estos metadatos, mediante anotaciones y mediante ficheros XML. A lo largo de todo el tema (y del módulo) utilizaremos las anotaciones por ser mucho más legibles y estar integradas en el propio código de la aplicación.

1. Acceso al estado de la entidad

Cuando el *entity manager* hace un `find` y recupera los datos de la base de datos debe construir con esos datos un objeto del tipo de la entidad. Esto es, debe poder crear una nueva instancia de la entidad e insertar en ella los datos obtenidos. También debe ser capaz leer los datos guardados en la entidad para volcarlos en la base de datos.

Existen dos formas diferentes con las que podemos anotar una clase Java para convertirla en entidad: podemos anotar los campos de la entidad o anotar sus propiedades (métodos JavaBean *getters* y *setters*). El mecanismo del *entity manager* para acceder al estado dependerá entonces del tipo de anotación utilizada. En el primer caso, el proveedor leerá y establecerá los campos de la entidad utilizando reflexión. Si las anotaciones se realizan en las propiedades, entonces el proveedor utilizará estos métodos para acceder al estado.

1.1. Acceso por campo

Si anotamos los campos de una entidad, el proveedor accederá a estos campos mediante reflexión (aunque estén declarados como privados). A esta forma de acceder a la entidad por parte del proveedor se denomina *acceso por campo*. Los métodos *getters* y *setters* serán ignorados por el proveedor. Todos los campos deben declararse como `protected` o `private`. Se desaconseja siempre el uso de campos públicos, porque podrían accederse directamente desde otras clases. Este acceso público podría incluso estropear el funcionamiento del proveedor.

El ejemplo siguiente muestra el uso de las anotaciones en los campos. La anotación `@Id` indica no sólo que el campo `id` es el identificador o clave primaria de la entidad, sino también que se va a utilizar un acceso por campo. Los campos `nombre` y `sueldo` son hechos persistentes en columnas con el mismo nombre.

```
@Entity
public class Empleado {
```

```
@Id private int id;
@Column(name="nom")
private String nombre;
private Long sueldo;

public Empleado() {}

public int getId() { return id; }
public void setId(int id) { this.id = id; }
public String getNombre() { return nombre; }
public void setNombre(String nombre) { this.nombre = nombre; }
public Long getSueldo() { return sueldo; }
public void setSueldo(Long sueldo) { this.sueldo = sueldo; }}
```

1.2. Acceso por propiedad

La otra forma de anotar una entidad es colocando las anotaciones en sus métodos getters. Se dice en este caso que estamos anotando las propiedades. Cuando anotamos las propiedades, se aplican las mismas condiciones que cuando se define un `JavaBean`, y debe haber *getters* y *setters* para las propiedades que queremos hacer persistentes. En este caso se dice que el proveedor utiliza un acceso por propiedad a la entidad. El tipo de la propiedad viene determinado por el tipo devuelto por el método *getter* y debe ser el mismo que el único parámetro pasado al método *setter*. Ambos métodos deben tener visibilidad `public` o `protected`. La anotación de mapeado debe realizarse en el método *getter*.

En el código siguiente, la clase `Empleado` tiene una anotación `@Id` en el método *getter* `getId()`, por lo que el proveedor podrá utilizar el acceso a la propiedad `id` para obtener y establecer el estado de la entidad. Las propiedades `nombre` y `sueldo` se hacen persistentes también automáticamente y se mapearán en columnas con el nombre `nom` (por haberlo especificado con la anotación `@column`) y `sueldo`. Nótese que es posible utilizar nombres distintos para los campos. En el ejemplo, la propiedad `sueldo` está respaldada por el campo `paga`. El proveedor ignora esta diferencia, ya que únicamente utiliza los *getters* y *setters*.

```
@Entity
public class Empleado {
    private int id;
    private String nombre;
    private Long paga;

    public Empleado {}

    @Id public int getId() { return id; }
    public void setId(int id) { this.id = id; }
    @Column (name="nom")
    public String getNombre() { return nombre; }
    public void setNombre(String nombre) { this.nombre = nombre; }
    public Long getSueldo() { return paga; }
    public void setSueldo(Long sueldo) { this.sueldo = sueldo; }}
```

2. Mapeado de entidades

Ya hemos visto en el tema anterior que es muy sencillo mapear entidades en tablas. Sólo se necesitan las anotaciones `@Entity` y `@Id` para crear y mapear una entidad en una tabla de la base de datos.

En esos casos el nombre que se utiliza para la tabla es el propio nombre de la entidad. Podría darse el caso de que necesitaríamos especificar un nombre distinto para la tabla, por ejemplo si no estamos desarrollando la aplicación desde cero y partimos de un modelo de datos ya creado. Podemos hacerlo con la anotación `@Table` en la que incluimos el nombre de la tabla. El siguiente código muestra un ejemplo.

```
@Entity
@Table(name="EMP")
public class Empleado { ... }
```

Los nombres por defecto son los nombres de las clases, que en Java comienzan por mayúscula y continúan con minúscula. ¿Cómo se mapean las mayúsculas y minúsculas en la base de datos? Depende de la base de datos. Muchas bases de datos no distinguen mayúsculas y minúsculas, por lo que en estos casos el nombre se convierte en mayúsculas. En el caso de *MySQL*, sí que se distinguen entre mayúsculas y minúsculas, por lo que el nombre de las tablas será idéntico al de las clases.

La anotación `@Table` proporciona la posibilidad no sólo de nombrar la tabla, sino de especificar un esquema o catálogo de la base de datos. El nombre del esquema se utiliza normalmente para diferenciar un conjunto de tablas de otro y se indica en la anotación con el elemento `schema`. Se muestra en el siguiente ejemplo.

```
@Entity
@Table(name="EMP", schema="IT")
public class Empleado { ... }
```

Cuando se especifica de esta forma, el proveedor colocará el nombre del esquema como prefijo del de la tabla cuando acceda a los datos. En este caso, los accesos se harán a la tabla `IT.EMP`.

3. Mapeado de tipos

La especificación de JPA define un gran número de tipos Java que pueden ser hechos persistentes. Son los siguientes:

- **Tipos primitivos Java:** `byte`, `int`, `short`, `long`, `boolean`, `char`, `float`, `double`
- **Clases *wrapper* de los tipos primitivos:** `Byte`, `Integer`, `Short`, `Long`, `Boolean`, `Character`, `Float`, `Double`
- **Arrays de bytes y char:** `byte[]`, `Byte[]`, `char[]`, `Character[]`
- **Tipos numéricos largos:** `java.math.BigInteger`, `java.math.BigDecimal`
- **Strings:** `java.lang.String`
- **Tipos temporales de Java:** `java.util.Date`, `java.util.Calendar`
- **Tipos temporales de JDBC:** `java.sql.Date`, `java.sql.Time`, `java.sql.Timestamp`

- **Tipos enumerados:** cualquier tipo enumerado del sistema o definido por el usuario
- **Objetos serializables:** cualquier tipo serializable del sistema o definido por el usuario

En algunos casos el tipo de la columna que está siendo mapeada no es exactamente el mismo que el tipo Java. En casi todos los casos, el runtime del proveedor puede convertir el tipo devuelto por la consulta JDBC en el tipo Java correcto del atributo. Si el tipo de la capa JDBC no puede convertirse en el tipo Java del campo o la propiedad se lanza una excepción.

Cuando se hace persistente un campo o una propiedad, el proveedor comprueba que su tipo es uno de los que está en la lista anterior. Si lo está, el proveedor lo transformará en el tipo JDBC apropiado y lo pasará al driver JDBC.

Se puede usar la anotación opcional `@Basic` en el campo o la propiedad para marcarlos como persistentes. Esta anotación se utiliza únicamente para efectos de documentación o para especificar algún detalle sobre la persistencia (lo veremos más adelante).

Ahora que hemos comprobados que los campos (definidos en las variables de instancia) y las propiedades (definidas en los *getters* y *setters*) son equivalentes en términos de persistencia, los llamaremos de ahora en adelante *atributos*. Consideramos *atributo* un campo o una propiedad de una clase estilo JavaBean.

3.1. Mapeo de columnas

Es posible anotar las características físicas de la columna de la base de datos en la que se mapea un atributo utilizando la anotación `@Column`. Aunque es posible especificar bastantes elementos, vamos a comentar sólo alguno de ellos (consultar la especificación de JPA para obtener más información).

La primera característica que hay que mencionar es el nombre de la columna. Al igual que con las tablas, es posible especificar los nombres de las columnas con las que se va a mapear cada atributo. El siguiente código muestra un ejemplo.

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id
    @Column(name="EMP_ID")
    private int id;
    private String nombre;
    @Column(name=SAL)
    private Long sueldo;
    @Column(name=COM)
    private String comentario;
    // ...
}
```

La tabla resultante del mapeo se llamaría `EMPLEADO` y tendría como columnas `EMP_ID`, `NOMBRE`, `SAL` y `COM`. La primera columna sería la clave primaria de la tabla. La siguiente figura muestra la tabla resultante en la base de datos.

EMPLEADO	
PK	EMP_ID
	NOMBRE SAL COM

Es posible también obligar a que un atributo no pueda dejarse a null utilizando el elemento `nullable=false`. En la columna de la tabla se incluiría la restricción SQL `NOT NULL`. Por ejemplo en el siguiente código obligaríamos a que el nombre del empleado nunca pudiera ser null.

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    @Column(nullable=false)
    private String nombre;
    // ...
}
```

Cuando no se especifica la longitud de una columna que almacena cadenas (`String`, `char[]` o `Character[]`), el valor por defecto es 255. Para definir otro tamaño hay que utilizar el elemento `length`, como en el siguiente ejemplo:

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    @Column(length=40)
    private String nombre;
    // ...
}
```

3.2. Recuperación perezosa

El concepto de recuperación perezosa (*lazy fetching* en inglés) es muy importante para gestionar de forma eficiente la base de datos. Ya veremos más adelante que también se aplica a las relaciones entre entidades.

En ocasiones, sabemos que hay algunos atributos de la entidad a los que se accede con muy poca frecuencia. En este caso podemos optimizar el rendimiento de los accesos a la base de datos obteniendo sólo los datos que vamos a necesitar con frecuencia. Existen muchos nombres para esta idea, entre los que se incluyen (en inglés) *lazy loading*, *lazy fetching*, *on-demand fetching* o *indirection*. Todos significan lo mismo, que es que algunos datos no se cargan en el objeto cuando éste es leído inicialmente de la base de datos sino que serán recuperados sólo cuando sean referenciados o accedidos.

El comportamiento de un atributo de la entidad se puede especificar con el elemento `fetch` de la anotación `@Basic`. El tipo enumerado `FetchType` especifica los posibles valores de este elemento, que pueden ser `EAGER` (ávido, recupera el dato cuando se

obtiene la entidad de la base de datos) o LAZY (perezoso, recupera el dato cuando se accede al atributo). El comportamiento por defecto es el primero.

El siguiente código muestra un ejemplo, en el que el atributo `comentario` se define con un mapeo de recuperación perezosa:

```
@Entity
public class Empleado {
    // ...
    @Basic(fetch=FetchType.LAZY)
    @Column(name=COM)
    private String comentario;
    // ...
}
```

Antes de usar esta característica se debería tener claro unos cuantos aspectos. Lo primero es que la declaración de un atributo como de recuperación perezosa no obliga a nada al proveedor de persistencia. Sólo es una indicación para que pueda agilizar ciertas acciones sobre la base de datos. El proveedor no está obligado a respetar la petición, ya que el comportamiento de la entidad no queda comprometido haga una cosa u otra el proveedor.

Segundo, aunque en principio pueda parecer interesante definir ciertos atributos como de carga perezosa, en la práctica no es correcto hacerlo con tipos simples (no relaciones a otras entidades). La razón es que se gana poco haciendo que la base de datos devuelva parte de una fila. Únicamente se gana algo y debería considerarse la recuperación perezosa cuando tenemos muchas (decenas o cientos) columnas o cuando algunas columnas ocupan mucho (por ejemplo, cadenas muy largas o *lobs*).

La recuperación perezosa sí que es muy importante cuando hablemos de mapeo de relaciones, como veremos más adelante.

3.3. LOBs

El nombre que habitualmente se les da en base de datos a los objetos de tipo byte o carácter que son muy grandes es el de *large object* o *LOB* como abreviatura. Las columnas de la base de datos que almacenan estos tipos de objetos se deben acceder desde Java con llamadas JDBC especiales. Para indicarle al proveedor que debería usar métodos de tipo LOB en el driver de JDBC para acceder a ciertas columnas se debe utilizar la anotación `@Lob`.

En la base de datos se pueden encontrar dos tipos de LOBs: objetos grandes de tipo carácter, llamados *CLOBs* y objetos grandes de tipo binario, llamados *BLOBs*. Como su nombre indica, una columna CLOB guarda una larga secuencia de caracteres, mientras que un BLOB guarda una larga secuencia de bytes no formateados. Los tipos Java que se mapean con columnas CLOB son `String`, `char[]` y `Character[]`, mientras que `byte[]`, `Byte[]` y `Serializable` se mapean con columnas de tipo BLOB.

El siguiente código muestra el ejemplo de mapeo de una columna con un BLOB imagen. Suponemos que la columna `PIC` guarda una imagen del empleado, que se mapea en el

atributo foto de tipo `byte[]`.

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    @Basic(fetch=FetchType.LAZY)
    @Lob @Column(name="PIC")
    private byte[] foto;
    // ...
}
```

3.4. Tipos enumerados

Otro tipo Java que puede ser mapeado en la base de datos es cualquier tipo enumerado del sistema o definido por el usuario.

Al igual que en otros lenguajes de programación, a los valores de los tipos enumerados en Java se les asigna un ordinal implícito que depende del orden de creación. Este ordinal no puede ser modificado en tiempo de ejecución y es el que se utiliza para representar y almacenar el valor del tipo enumerado. El proveedor, por tanto, mapeará un tipo enumerado en una columna de tipo entero y sus valores en números enteros específicos.

Por ejemplo, consideremos el siguiente tipo enumerado:

```
public enum TipoEmpleado {
    EMPLEADO_TIEMPO_PARCIAL,
    EMPLEADO_TIEMPO_COMPLETO,
    EMPLEADO_EXTERNO
}
```

Los ordinales asignados en tiempo de compilación a los valores de este tipo enumerado son 0 para `EMPLEADO_TIEMPO_PARCIAL`, 1 para `EMPLEADO_TIEMPO_COMPLETO` y 2 para `EMPLEADO_EXTERNO`. El siguiente código utiliza este tipo para definir un atributo de la entidad:

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    private TipoEmpleado tipo;
    // ...
}
```

Podemos ver que el mapeado es trivial, ya que no hay que hacer nada especial y el proveedor se encarga de realizar la transformación del tipo enumerado al tipo entero de la base de datos.

Sin embargo, hay que tener cuidado con una cosa. Si en algún momento cambiamos el tipo enumerado podemos tener problemas, ya que puede cambiar el orden de los valores en el tipo enumerado y no corresponderse con los ya existentes en la base de datos. Por ejemplo, supongamos que necesitamos añadir un nuevo tipo de empleado a tiempo completo: `EMPLEADO_TIEMPO_COMPLETO_EXCEDENCIA` y supongamos que lo añadimos justo después de `EMPLEADO_TIEMPO_COMPLETO`. Esto causaría un cambio en el ordinal

asociado a EMPLEADO_EXTERNO, que pasaría de 2 a 3. Los empleados existentes en la base de datos, sin embargo, no cambiarían y los datos grabados con el ordinal 2 pasarían de ser EMPLEADO_EXTERNO a ser EMPLEADO_TIEMPO_COMPLETO_EXCEDENCIA.

Podríamos modificar la base de datos y ajustar todos las entidades, pero si los ordinales se utilizan en algún otro lugar tendríamos que arreglarlo también. No es una buena política de mantenimiento.

Una solución mejor sería almacenar el nombre del valor como una cadena en lugar de almacenar el ordinal. Esto nos aislaría de los cambios en la declaración y nos permitiría añadir nuevos tipos sin tener que preocuparnos sobre los datos existentes. Podemos hacer esto añadiendo una anotación `@Enumerated` en el atributo y especificando un valor de `STRING`. El siguiente código muestra cómo hacerlo:

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    @Enumerated(EnumType.STRING)
    private TipoEmpleado tipo;
    // ...
}
```

Hay que hacer notar de esta forma no arreglamos el problema completamente. Ahora en la base de datos se guardan las cadenas `EMPLEADO_TIEMPO_COMPLETO` y demás. Si en algún momento modificamos el nombre de los valores del tipo enumerado también deberíamos cambiar los datos de la base de datos. Pero esto es menos frecuente, ya que un cambio en los valores de un tipo enumerado nos obliga a cambiar todo el código en el que aparezcan los valores, y esto es bastante más serio que cambiar los datos de una columna de la base de datos.

En general, definir el tipo enumerado como un ordinal es la forma más eficiente de trabajar, pero siempre que no sea probable tener que añadir nuevos valores en medio de los ya existentes.

3.5. Tipos temporales

Los tipos temporales son el conjunto de tipos basados en tiempo que pueden usarse en el mapeo entidad-relación. La lista de tipos temporales soportados incluye los tres tipos `java.sql.Date`, `java.sql.Time` y `java.sql.Timestamp`, e incluye también los tipos `java.util.Date` y `java.util.Calendar`.

El mapeo de los tipos `java.sql` no plantea ningún problema en absoluto y se almacenan en la base de datos sin cambios. Los dos tipos `java.util` necesitan metadatos adicionales, para indicar qué tipo JDBC `java.sql` hay que usar cuando el proveedor haga persistente la entidad. Esto se consigue anotándolos con la anotación `@Temporal` y especificando el valor del tipo JDBC utilizando el valor correspondiente del tipo enumerado `TemporalType`. Hay tres valores enumerados: `DATE`, `TIME` y `TIMESTAMP` que representan cada uno de los tipos `java.sql`.

EL código siguiente muestra cómo `java.util.Date` y `java.util.Calendar` pueden mapearse a columnas de la base de datos.

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    @Temporal(TemporalType.DATE)
    private java.util.Date fechaNacimiento;
    @Temporal(TemporalType.TIMESTAMP)
    private java.util.Date horaSalida;
    // ...
}
```

3.6. Estado transitorio

Es posible definir en la entidad atributos que no se hacen persistentes utilizando la palabra clave de Java `transient` o el atributo `@Transient`. Si se especifica alguna de estas propiedades, el proveedor no aplicará las reglas por defecto al atributo marcado.

Los campos transitorios son útiles, por ejemplo, para cachear un estado en memoria que no queremos recalcular o reinicializar. En el ejemplo siguiente usamos el campo transitorio `traduccion` para guardar la traducción de la palabra "Empleado" en el locale actual, de forma que se imprima correctamente el nombre. El uso del modificador Java `transient` hace que el atributo sea temporal no sólo para la persistencia sino también para la máquina virtual. Si el `Empleado` se serializa y se envía desde una MV a otra el valor del atributo `traduccion` no se enviaría.

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    private String nombre;
    private Long sueldo;
    transient private String traduccion;
    // ...

    public String toString() {
        if (traduccion == null) {
            traduccion =
ResourceBundle.getBundle("EmpResources").getString("Empleado");
        }
        return traduccion + ": " + id + " " + nombre;
    }
}
```

4. Objetos embebidos

Un *objeto embebido* es uno que no tiene identidad propia, y que está ligado a una entidad. Es meramente una parte de una entidad que ha sido separada y almacenada en un objeto Java independiente para adaptar mejor el modelo de datos al dominio. En la definición de la entidad aparece un atributo con un tipo no básico. A primera vista parecería que se está definiendo una relación con otra entidad. Sin embargo, el tipo embebido no tiene entidad suficiente como para definir una entidad persistente por él mismo. Sus datos se almacenan

con el resto de la entidad en la misma fila de la base de datos.

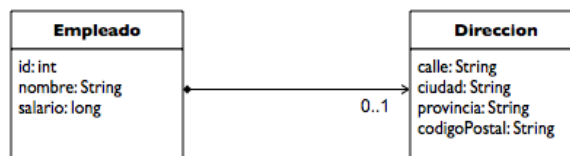
Un ejemplo muy común es el tipo `Direccion`. Puede ser que en nuestro dominio una dirección no tenga las características que le hagan definir una entidad persistente (no vamos a hacer búsquedas por direcciones, ni identificadores de direcciones). Sin embargo, queremos guardar los datos que forman la dirección como un atributo del empleado. Y además obtener los beneficios del modelo de objetos considerándolos uno único dato.

Las ventajas de agrupar un conjunto de campos en un nuevo tipo de datos Java son múltiples. En primer lugar, abstraemos el modelo físico (representación en la tabla de la base de datos) y obtenemos una representación más cercana al dominio de la aplicación. Podremos utilizar objetos `Direccion` en distintas partes de la lógica de negocio. En segundo lugar, podemos reutilizar este tipo en más de una entidad, dando consistencia a nuestro modelo físico. Por último, es una forma muy portable de conseguir una características de SQL que nunca se ha llegado a estandarizar: el uso de tipos definidos por el usuario.

Vamos a ver el ejemplo con más detalle. La siguiente figura muestra una tabla `EMPLEADO` que contiene una mezcla de información propia del empleado y de columnas que definen su dirección:

EMPLEADO	
PK	EMP_ID
	NOMBRE SAL CALLE CIUDAD PROVINCIA COD_POSTAL

Las columnas `CALLE`, `CIUDAD`, `PROVINCIA` y `COD_POSTAL` se combinan lógicamente para formar la dirección. En el modelo de objetos podríamos perfectamente abstraer esta información en tipo embebido `Direccion`. La clase entidad tendría entonces una atributo `direccion` que referenciaría un objeto embebido de tipo `Direccion`. La siguiente figura muestra la relación entre `Empleado` y `Direccion`. Utilizamos la asociación UML *composición* para denotar que el `Empleado` posee completamente la `Direccion` y que una instancia de `Direccion` no debe ser compartida con ningún otro objeto salvo la instancia de `Empleado` que lo posee.



Con esta representación, no sólo la información de la dirección se encapsula de forma limpia dentro de un objeto, sino que otras entidades como `Empresa` pueden también utilizar el tipo y tener sus propios atributos de con objetos embebidos de tipo `Direccion`.

Para definir el tipo embebido debemos utilizar la anotación `@Embeddable` en la definición de la clase. Esta anotación sirve para diferenciar la clase de otras clases normales Java. Una vez que la clase ha sido definida como embebible, sus atributos se harán persistentes como parte de la entidad. Los atributos de mapeo de columnas `@Basic`, `@Temporal`, `@Enumerado`, `@Lob` y `@Column` pueden añadirse a los atributos de la clase embebida. El código siguiente muestra un ejemplo.

```
@Embeddable
public class Direccion {
    private String calle;
    private String ciudad;
    private String provincia;
    @Column(name="COD_POSTAL")
    private String codigoPostal;
    // ...
}
```

Para usar esta clase en una entidad hay que declararla con la anotación `@Embedded`. Se muestra a continuación.

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id private int id;
    private String nombre;
    private Long sueldo;
    @Embedded private Direccion direccion;
    // ...
}
```

Cuando el proveedor realice la persistencia de una instancia de `Empleado` accederá a los atributos del objeto `Direccion` como si estuvieran presentes en la propia instancia. El mapeado de las columnas del tipo `Direccion` se realiza realmente en la tabla `EMPLEADO`.

5. Mapeo de la clave primaria

Aunque muchas bases de datos heredadas (*legacy*) utilizan claves primarias naturales, la práctica recomendable es trabajar con claves primarias generadas de forma automática y sin ningún significado fuera del ámbito de la propia gestión de la base de datos. Una clave natural es una clave primaria con un significado de negocio. Por ejemplo, el NIF o el login de un usuario. Por otra parte, una clave generada (también llamada clave subrogada, del inglés *surrogate key*) no tiene ningún significado propio en el modelo de negocio, sino que únicamente garantiza la unicidad de los datos almacenados en la tabla.

Es una buena práctica el utilizar siempre claves primarias generadas. La utilización de claves naturales termina causando problemas. Una clave primaria tiene que ser única, constante y no vacía. Es muy difícil encontrar estas características en los atributos del modelo de negocio. Incluso si los encontramos, es muy frecuente que a lo largo de la vida

de la base de datos suceda algún cambio en el negocio que obligue a modificarlos. Por ejemplo, un NIF erróneo que hay que modificar o un nombre de usuario que antes era inmutable y ahora nos piden que sea modificable.

La utilización de claves primarias generadas en todas las tablas de nuestra base de datos también proporciona una gran consistencia a la aplicación y permite procedimientos unificados en la gestión de claves ajenas y referencias.

Por último, en un modelo orientado a objetos como el de JPA, el uso de claves primarias autogeneradas refuerza la idea de que las entidades son objetos. La clave de una entidad es similar a la dirección de memoria de un objeto. Los objetos mantienen referencias a otros objetos de la misma forma que las entidades guardan claves ajenas a otras entidades. Referencias y claves se utilizan para definir grafos de objetos relacionados entre si. Tanto las claves como las referencias son internas de la aplicación y el usuario no debe conocerlas ni utilizarlas directamente.

Aun así, hay muchas bases de datos heredadas para las que será necesario utilizar claves primarias ya existentes. Por ejemplo, es usual la utilización de claves primarias compuestas para asegurarse la unicidad. JPA permite también el mapeo de este tipo de claves primarias.

Veremos en primer lugar las estrategias de JPA para implementar claves primarias autogeneradas y después pasaremos a la gestión de claves compuestas para trabajar con bases de datos heredadas.

En general, JPA permite utilizar como clave primaria los siguientes tipos:

- **Tipos Java primitivos:** byte, int, short, long, char
- **Clases wrapper de tipos primitivos:** Byte, Integer, Short, Long, Character
- **Arrays de tipos primitivos o de clases wrappers**
- **Cadenas:** java.lang.String
- **Tipos numéricos grandes:** java.math.BigInteger
- **Tipos temporales:** java.util.Date, java.sql.Date

Igual que con los mapeos básicos, la anotación @Column puede utilizarse para modificar el nombre con el que el atributo identificador se hace persistente. Si no se utiliza sucede igual que con los mapeos básicos y el campo se guarda en la columna con el mismo nombre.

5.1. Generación del identificador

Como ya hemos comentado, la práctica recomendable es la utilizar un atributo adicional no existente en el modelo para definir una clave primaria única generada de forma automática. En JPA se especifica con la anotación @GeneratedValue.

Es importante tener en cuenta que en este caso el identificador de la entidad no estará disponible hasta que se haya realizado la inserción en la base de datos. Esto no significa

que no lo podamos utilizar. Podríamos por ejemplo, asignarlo a otra entidad en una relación entre entidades o modificar sus atributos. Cuando se realiza un `flush()` es cuando se actualiza automáticamente esta clava primaria.

Existen cuatro estrategias de generación de id que se seleccionan mediante el elemento `strategy` de la anotación. Son `AUTO`, `IDENTITY`, `SEQUENCE` o `TABLE`. Para definir el tipo de estrategia se utilizan los valores enumerados del tipo `GenerationType`.

Con la opción `AUTO` dejamos que sea el proveedor de persistencia el que se ocupe de cómo generar los identificadores. El siguiente código muestra un ejemplo:

```
@Entity
public class Empleado {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.AUTO)
    private int id;
    // ...
}
```

Esta estrategia es muy portable, ya que se mapea a los distintos sistemas de generación de identidades usados por los sistemas de gestión de base de datos, como *identity*, *sequence* o *HiLo*.

En la estrategia `IDENTITY` se definen columnas que utilizan la estrategia *identity* de DB2, MySQL, MS SQL Server, Sybase, y HypersonicSQL. El identificador devuelto es de tipo `long`, `short`, `int`.

En la estrategia `SEQUENCE` crea una secuencia en DB2, PostgreSQL, Oracle, SAP DB; o un generador en InterBase. El tipo devuelto es también `long`, `short`, `int`.

Por último, en la estrategia `TABLE` se usa una tabla de la base de datos que guarda las últimas claves primarias generadas. Cada fila de la tabla corresponde a una clave primaria. La tabla tiene dos columnas: `pkColumnName` y `valueColumnName`. La columna `pkColumnValue` define el generador de clave primaria y la columna valor guarda la última generada.

5.2. Clave primaria compuesta

En ocasiones tenemos que mapear a JPA bases de datos heredadas con múltiples configuraciones y características. Una de las más frecuentes es el uso de las claves primarias compuestas, en las que dos columnas de la tabla forman una única clave primaria.

La especificación de JPA permite utilizar hasta tres estrategias distintas para manejar claves compuestas:

- Encapsular los atributos de la clave compuesta en una clase separada y marcarla como `@Embeddable` como un componente normal. Usar un atributo de esta clase como clave compuesta anotándolo con el atributo `@Id` como siempre.
- Encapsular los atributos de la clave compuesta en una clase separada sin ninguna

anotación. Usar un atributo de esta clase como clave compuesta anotándolo con `@EmbeddedId`.

- Incluir la anotación `@IdClass` referenciando la clase que implementa la clave compuesta y declarar explícitamente todos los atributos que forman la clave compuesta.

En todas las estrategias hay que definir una clase con los atributos de la clave compuesta. Lo que cambia es la forma de utilizar esa clase. Veamos un ejemplo. Supongamos que queremos mapear una tabla `USUARIOS` con una clave primaria compuesta formada por `USUARIO` y `DEPTO`, ambos `VARCHAR`. Usando la primera opción, que debemos crear una clase `UsuarioId` con la anotación `@Embeddable`:

```
@Embeddable
public class UsuarioId implements Serializable {
    private String username;
    private String departamento;

    ...

    public boolean equals(Object o) {
        if (o != null && o instanceof UsuarioId) {
            Id that = (Id) o;
            return this.username.equals(that.username) &&
                this.departamento.equals(that.departamento);
        } else {
            return false;
        }
    }

    public int hashCode() {
        return username.hashCode() + departamento.hashCode();
    }
}
```

Y en la entidad principal utilizamos esta clase como clave primaria, indicando los nombres de las columnas con la anotación `@AttributeOverride`:

```
@Entity
@Table(name = "USUARIOS")
public class Usuario {
    @Id
    @AttributeOverrides({
        @AttributeOverride(name="username", column=@Column(name="USUARIO")),
        @AttributeOverride(name="depto", column=@Column(name="DEPTO"))
    })
    private UsuarioId usuarioId;
    ...
}
```

En la segunda estrategia creamos la clase `UsuarioId` pero sin la anotación `@Embeddable`. Después declaramos la clave primaria compuesta igual que antes, pero utilizando la anotación `@EmbeddedId`:

```
@Entity
@Table(name = "USUARIOS")
public class Usuario {
    @EmbeddedId
    @AttributeOverrides({
```

```

        @AttributeOverride(name="username", column=@Column(name="USUARIO")),
        @AttributeOverride(name="depto", column=@Column(name="DEPTO"))
    })
    private UsuarioId usuarioId;
    ...
}

```

La última estrategia permite declarar los atributos de la clave compuesta explícitamente en la entidad, utilizando la clase `UsuarioId` sin anotar:

```

@Entity
@Table(name = "USERS")
@IdClass(UsuarioId.class)
public class Usuario {

    @Id @Column(name="USUARIO")
    private String username;

    @Id @Column(name="DEPTO")
    private String departmentNr;

    ...
}

```

Las dos primeras estrategias son las más usadas. Esta última estrategia se ha definido por motivos de compatibilidad con otras especificaciones previas, como los *entity beans* en la especificación EJB 2.

5.3. Clave ajena compuesta

Por último, también entidades posible utilizar la nueva clave primaria compuesta como una clave ajena. Supongamos una entidad `Item` que tiene una relación muchos-a-uno con `Usuario`. Primero mapeamos la asociación de `Item` a `Usuario`:

```

@ManyToOne
@JoinColumns({
    @JoinColumn(name="USUARIO", referencedColumnName = "USUARIO"),
    @JoinColumn(name="DEPTO", referencedColumnName = "DEPTO")
})
private Usuario vendedor;

```

La diferencia principal con un mapeo normal `@ManyToOne` es el número de columnas usadas. Si no se usara la anotación `referencedColumnName` habría que tener cuidado en definir las columnas en el mismo orden en el que se declaran en la clase de la clave primaria.

El mapeo inverso de `Usuario` a `Item` es aun mas sencillo:

```

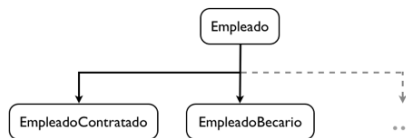
@OneToMany(mappedBy = "seller")
private Set<Item> itemsForAuction = new HashSet<Item>();

```

6. Mapeado de las relaciones de herencia

Una de las diferencias fundamentales entre un modelo orientado a objetos y un modelo

relacional es la existencia en el primero de herencia entre clases o entidades. La definición de herencia es algo muy natural y útil en modelos orientados a objetos. Por ejemplo, siguiendo con nuestro ejemplo de `Empleado`, supongamos que queremos definir dos tipos de empleado: `EmpleadoContratado` y `EmpleadoBecario`, cada uno de ellos con sus propios atributos adicionales. Supongamos también que cualquier empleado deba ser de uno de los subtipos, de forma que no se permita crear instancias del tipo padre. Para ello, en programación OO deberíamos definir la clase `Empleado` como *abstracta* y las dos clases deberían ser subclases de ella.



JPA permite mapear estas relaciones de herencia en tablas de la base de datos. Existen tres posibles estrategias para realizar este mapeo:

- Tabla única
- Tablas join
- Una tabla por clase

Vamos a ver la estrategia más común, la de tabla única.

En la estrategia de tabla única, todas las clases en la jerarquía de herencia se mapean en una única tabla. Esta tabla contiene almacenadas todas las instancias de todos los posibles subtipos. Los distintos objetos en la jerarquía OO se identifican utilizando una columna especial denominada columna discriminante (*discriminator column*). Esta columna contiene un valor distinto según la clase a la que pertenezca el objeto. Además, las columnas que no se correspondan con atributos de un tipo dado se rellenan con NULL.

Supongamos que un `EmpleadoBecario` tiene un atributo `SeguroMedico` de tipo Long con la aportación que debe realizar la empresa para el seguro del empleado. Y el `EmpleadoContratado` tienen un atributo `PlanPensiones` de tipo Long con la aportación para el plan de pensiones.

En la figura siguiente aparece la tabla única que guardaría entidades de ambos tipos. La columna discriminante es la columna `Tipo`. La tabla contiene todos los registros. Los registros que se corresponden con empleados contratados tienen el valor `Contrato` en la columna discriminante y los empleados becarios `Beca`. Las columnas que no se correspondan con el tipo de entidad están a NULL.

ID	Nombre	Salario	Tipo	PlanPensiones	SeguroMedico
1	Antonio	2.300	Contrato	230	NULL
2	Juan	1.200	Beca	NULL	150
3	María	2.400	Contrato	240	NULL

Para implementar la herencia en JPA se utiliza la anotación `@Inheritance` en la clase

padre. En esta anotación hay que indicar la estrategia de mapeado utilizada con el elemento `strategy`. También hay que añadir a la clase padre la anotación `@DiscriminatorValue` que indica la columna discriminante. El tipo de la columna discriminante se define con el elemento `discriminatorType` que puede tomar como valor las constantes `DiscriminatorType.STRING`, `DiscriminatorType.INTEGER` o `DiscriminatorType.CHAR`.

El siguiente código muestra cómo sería la definición de la clase `Empleado`. En este caso la estamos definiendo como `abstract` para impedir crear instancias y obligar a que las instancias sean de las clases hijas. No es obligatorio hacerlo así, podría darse el caso de que nos interesara también tener instancias de la clase padre sin especificar el tipo de empleado.

```
@Entity
@Inheritance(strategy=InheritanceType.SINGLE_TABLE)
@DiscriminatorColumn(name="Tipo",
discriminatorType=DiscriminatorType.STRING)
public abstract class Empleado {
    ...
}
```

Las subclases de la jerarquía se definen igual que en Java estándar (recordemos que las entidades son clases Java normales) con la palabra clave `extends`. Lo único que hay que añadir es el valor en la columna discriminante que se le asigna a esta clase. Para ello se utiliza la anotación `DiscriminatorValue` y su atributo `value`. Por ejemplo, si el `EmpleadoBecario` va a tener como valor la cadena `Beca`, hay que indicar:

```
@DiscriminatorValue(value="Beca")
```

Las definiciones de las subclases las mostramos a continuación. Primero la clase `EmpleadoContratado`, que se asocia al valor `Contrato` de la columna discriminante. En la nueva clase se define al atributo específico `Long planPensiones`.

```
import javax.persistence.*;

@Entity
@DiscriminatorValue(value="Contrato")
public class EmpleadoContratado extends Empleado {
    private Long planPensiones;

    public Long getPlanPensiones() {
        return planPensiones;
    }

    public void setPlanPensiones(Long planPensiones) {
        this.planPensiones = planPensiones;
    }
}
```

Por último, la clase `EmpleadoBecario` se distingue por el valor `Beca`. En la clase se define el nuevo atributo `Long seguroMedico`

```
@Entity
@DiscriminatorValue(value="Beca")
public class EmpleadoBecario extends Empleado {
    private Long seguroMedico;
```

```
public Long getSeguroMedico() {
    return seguroMedico;
}

public void setSeguroMedico(Long seguroMedico) {
    this.seguroMedico = seguroMedico;
}
}
```

En las clases hijas no se define la clave primaria. Debe estar definida en la clase padre. Lo mismo sucede con los métodos `equals()` y `hashCode()`, los debemos definir en la clase padre. En la comprobación de igualdad se debe utilizar la comprobación de identidad de clase para identificar como distintos objetos de distintas subclases (podemos usar el asistente de Eclipse para generar el método).

Con esto es suficiente. Una vez definidas, las entidades se usan como clases Java normales:

```
Empleado emp = new EmpleadoContratado();
emp.setId(id);
emp.setNombre(nombre);
emp.setSueldo(sueldo);
emp.setPlanPensiones(sueldo/10);
```

