

## 2. Java Persistence API (JPA)

## Índice

- Referencias
- Introducción
- Entidades y su gestión
- Mapeado objeto-relacional
- Entity manager
- Concurrency
- Java Persistence Query Language (JP QL)
- Modelado en IBM RSA

## Referencias

- Keith, M., Schincariol, M. *Pro JPA 2. Mastering the Java Persistence Api*. Apress, 2009
- McDonald, Carol, *JPA 2.0 Concurrency and locking*, Oracle blogs, 2009, [https://blogs.oracle.com/carolmcdonald/entry/jpa\\_2\\_0\\_concurrency\\_and](https://blogs.oracle.com/carolmcdonald/entry/jpa_2_0_concurrency_and)

## Introducción

- Los patrones de arquitectura multicapa pueden ser implementados con POJOs o con marcos
- Por ejemplo, para la capa de presentación, *Java Server Faces* (JSF) implementa a los controladores frontales y de aplicación, así como a unos cuantos ayudantes de vista

## Introducción

- Si queremos exponer los servicios de aplicación como objetos remotos tenemos frameworks como *Enterprise Java Beans* (EJB) 3
- Si es como servicios web, disponemos de *Java API for XML Web Services* (JAX WS) y de *Java API for RESTful Web Services* (JAX RS)
- Finalmente, disponemos de *Java Persistence Api* (JPA) para implementar al almacén del dominio, y a los objetos del dominio

## Introducción

- Esto es en tecnología Java, en tecnología .NET Microsoft tiene marcos similares para patrones similares
- De todos los marcos J2EE veremos JPA, ya que:
  - El almacén del dominio es complejo de implementar
  - Sin embargo, los objetos del negocio proporcionan una aproximación OO plena

## Entidades y su gestión Definición

- Una *entidad* es un objeto del negocio persistente
- Sus *instancias*:
  - Tienen un identificador único
  - Son *cuasitransaccionales*
    - Son transaccionales con respecto al almacén persistente
    - No son transaccionales en memoria
  - Son *lígeros*: equivalentes a clases, y no a tablas de 500 columnas

## Entidades y su gestión Metadatos

- Las entidades tienen metadatos asociados, que describen su relación entre la representación en memoria y en almacén persistente
- Puede definirse:
  - Con anotaciones
  - En un fichero XML (`PROJECT_HOME/src/META-INF/orm.xml`)

## Entidades y su gestión

### Metadatos

- Las anotaciones son más sencillas, al no replicar información, sin embargo, acoplan el código con los metadatos
- Los ficheros XML pueden utilizarse para anular las anotaciones
- En cualquier caso, JPA funciona bajo el principio de *configuración por excepción*: todo está ya configurado, y el usuario puede ajustar lo que necesite

## Entidades y su gestión

### Creación de una entidad

- Las clases Java se transforman fácilmente en entidades anotándolas
- Eso sí, necesitan, al menos, un constructor sin argumentos

## Entidades y su gestión

### Creación de una entidad

```
package examples.model;

import javax.persistence.Entity;
import javax.persistence.Id;

@Entity
public class Employee {
    @Id
    private int id;
    private String name;
    private long salary;
    public Employee() {}
    public Employee(int id) { this.id = id; }
```

## Entidades y su gestión

### Creación de una entidad

```
public int getId() { return id; }
public void setId(int id) { this.id = id; }
public String getName() { return name; }
public void setName(String name) { this.name = name; }
public long getSalary() { return salary; }
public void setSalary(long salary) { this.salary = salary; }

public String toString() {return "Employee id: " +
    getId() + " name: " + getName() +
    " salary: " + getSalary(); }
```

## Entidades y su gestión

### Entity manager

- La gestión de entidades se hace en JPA a través del *entity manager*, que es el persistence manager de JPA
- Cuando un entity manager obtiene una referencia a una instancia de entidad, bien como parámetro de un método suyo, bien leyéndola desde la base de datos, la instancia pasa a ser *gestionada* por ese entity manager

## Entidades y su gestión

### Entity manager

- Al conjunto de instancias de entidades gestionadas por un entity manager se le denomina *contexto de persistencia*
- Sólo una instancia Java con el mismo identificador de entidad puede existir en un contexto de persistencia en un momento dado
- Los entity manager tienen que ser implementados por un *proveedor de persistencia*

## Entidades y su gestión

### Entity manager

- Los entity managers se crean a través de factorías
- La configuración del entity manager se hace a través de la factoría que lo creó, y se define a través de la *unidad de persistencia*
- Dicha unidad determina las características de las entidades gestionadas por el entity manager

## Entidades y su gestión

### Entity manager

- Así, hay una correspondencia uno a uno entre las unidades de persistencia y las factorías de entidades
- Las unidades de persistencia tienen nombre para distinguir las factorías de entidades, dando a la aplicación posibilidad de elegir entre distintas opciones

# Entidades y su gestión

## Entity manager

```
package examples.model;
import java.util.Collection;
import javax.persistence.EntityManager;
import javax.persistence.TypedQuery;

public class EmployeeService {

    protected EntityManager em;
    public EmployeeService(EntityManager em) { this.em = em;
    }
}
```

# Entidades y su gestión

## Entity manager

```
public Employee createEmployee(int id, String name,
long salary) {
    Employee emp = new Employee(id);
    emp.setName(name);
    emp.setSalary(salary);
    em.persist(emp);
    return emp;
}

public void removeEmployee(int id) {
    Employee emp = findEmployee(id);
    if (emp != null) {
        em.remove(emp);
    }
}
```

# Entidades y su gestión

## Entity manager

```
public Employee raiseEmployeeSalary(int id, long
raise) {
    Employee emp = em.find(Employee.class, id);
    if (emp != null) {
        emp.setSalary(emp.getSalary() + raise);
    }
    return emp;
}

public Employee findEmployee(int id) {
    return em.find(Employee.class, id);
}

public List<Employee> findAllEmployees() {
    TypedQuery query = em.createQuery("SELECT e FROM
Employee e", Employee.class);
    return query.getResultList();
}
}
```

# Entidades y su gestión

## Entity manager

```
package examples.client;
import java.util.Collection;
import javax.persistence.EntityManager;
import javax.persistence.EntityManagerFactory;
import javax.persistence.Persistence;
import examples.model.Employee;
import examples.model.EmployeeService;

public class EmployeeTest {

    public static void main(String[] args) {
        EntityManagerFactory emf =
Persistence.createEntityManagerFactory("EmployeeService");
        EntityManager em = emf.createEntityManager();
        EmployeeService service = new EmployeeService(em);
    }
}
```

## Entidades y su gestión

### Entity manager

```
// create and persist an employee
em.getTransaction().begin();
Employee emp = service.createEmployee(158, "John
Doe", 45000);
em.getTransaction().commit();
System.out.println("Persisted " + emp);

// find a specific employee
emp = service.findEmployee(158);
System.out.println("Found " + emp);
```

## Entidades y su gestión

### Entity manager

```
// find all employees
Collection<Employee> emps =
service.findAllEmployees();
for (Employee e : emps)
    System.out.println("Found Employee: " + e);

// update the employee
em.getTransaction().begin();
emp = service.raiseEmployeeSalary(158, 1000);
em.getTransaction().commit();
System.out.println("Updated " + emp);
```

## Entidades y su gestión

### Entity manager

```
// remove an employee
em.getTransaction().begin();
service.removeEmployee(158);
em.getTransaction().commit();
System.out.println("Removed Employee 158");

// close the EM and EMF when done
em.close();
emf.close();
}
}
```

## Entidades y su gestión

### Despliegue

- Las unidades de persistencia se definen en un fichero XML llamado  
PROJECT\_HOME/src/META-INF/persistence.xml
- Las unidades de persistencia tienen nombre para que puedan ser invocadas por las aplicaciones
- Así un único fichero puede tener varias configuraciones de unidades de persistencia distintas

## Entidades y su gestión

### Despliegue

- La información incluida en el fichero varía si estamos utilizando JPA en el contexto de un servidor de aplicaciones o no

## Entidades y su gestión

### Despliegue

```
<persistence xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/persistence" version="1.0">
  <persistence-unit name="EmployeeService" transaction-type="RESOURCE_LOCAL">

    <class>examples.model.Employee</class>
    <class>examples.model.Departement</class>

    <validation-mode>NONE</validation-mode>

    <properties>
      <property name="javax.persistence.jdbc.driver"
value="org.apache.derby.jdbc.ClientDriver"/>
      <property name="javax.persistence.jdbc.url"
value="jdbc:derby://localhost:1527/EmpServDB;create=true"/>
      <property name="javax.persistence.jdbc.user" value="APP"/>
      <property name="javax.persistence.jdbc.password" value="APP"/>
      <!-- enable this property to see SQL and other logging -->
      <!-- property name="eclipselink.logging.level" value="FINE" / -->
    </properties>
  </persistence-unit>
</persistence>
```

## Entidades y su gestión

### Despliegue

```
<property name="eclipselink.ddl-generation" value="drop-and-create-
tables"/>
<property name="eclipselink.create-ddl-jdbc-file-name"
value="createDDL_ddlGeneration.jdbc"/>
<property name="eclipselink.drop-ddl-jdbc-file-name"
value="dropDDL_ddlGeneration.jdbc"/>
<property name="eclipselink.ddl-generation.output-mode"
value="both"/>
</properties>
</persistence-unit>
</persistence>
```

## Entidades y su gestión

### Despliegue

- Las últimas anotaciones del fichero anterior permiten crear el esquema JPA
- Dicho esquema se crea cada vez que se llama a `Persistence.createEntityManagerFactory()`

## Mapeado objeto-relacional

### Anotaciones de persistencia

- Las anotaciones de persistencia pueden aplicarse a tres niveles:
  - Clase
  - Método
  - Campo
- Deben situarse:
  - En la misma línea que el elemento anotado
  - Sobre el elemento anotado

## Mapeado objeto-relacional

### Anotaciones de persistencia

- Las anotaciones pueden ser:
  - Lógicas: indican información del dominio
  - Físicas: indican información del mapeado a la base de datos

## Mapeado objeto-relacional

### Modo de acceso

- La implementación de JPA tiene que acceder en ejecución al estado mapeado de una instancia de entidad
- Hay tres *modos de acceso*:
  - Acceso a campo
  - Acceso a propiedad
  - Acceso mixto

## Mapeado objeto-relacional

### Modo de acceso

- En el *acceso a campo* la implementación JPA accede a los campos de la entidad directamente
  - Los campos deben ser `protected`, `package` o `private`
  - Los clientes acceden a través de setters/getters
  - La propia clase solo debería acceder a sus campos directamente en el constructor
  - Ejemplo:



## Mapeado objeto-relacional

### Modo de acceso

```
@Entity
public class Employee {
    @Id
    private int id;
    private String name;
    private long salary;
    public Employee() {}
    public Employee(int id) { this.id = id; }
    public int getId() { return id; }
    public void setId(int id) { this.id = id; }
    public String getName() { return name; }
    public void setName(String name) { this.name = name; }
    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Modo de acceso

- En el *acceso a propiedad* la implementación JPA accede a los campos a través de los setters/getters de la clase
  - Dichos setters/getters son obligatorios, y pueden ser `public` o `protected`
  - La anotación debe hacerse en el getter
  - Ejemplo:

## Mapeado objeto-relacional

### Modo de acceso

```
@Entity
public class Employee {
    private int id;
    private String name;
    private long salary;

    @Id
    public int getId() { return id; }
    public void setId(int id) { this.id = id; }

    public String getName() { return name; }
    public void setName(String name) { this.name = name; }
    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Modo de acceso

- En el *acceso mixto* se combinan ambos tipos de acceso
  - Puede ser útil para modificar clases ya hechas
  - La anotación `@Access` permite invalidar el tipo de acceso previamente definido

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado a tabla

- Las únicas anotaciones necesarias para mapear una entidad a una tabla son:
  - @Entity
  - @Id
- En ese caso, los nombres de la tabla y las columnas coinciden con los de la clase y sus atributos

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado a tabla

- Para cambiar el nombre de la tabla, simplemente hay que indicarlo en la anotación:

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

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de tipos simples

- Los tipos simples de Java se mapean directamente
- Opcionalmente (por fines de documentación) se pueden anotar con la etiqueta @Basic
- Más adelante veremos que los atributos pueden anotarse para definir las columnas de la tabla
- Ahora nos centraremos en el acceso

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de tipos simples

- Para indicar el nombre de la columna en la base de datos, simplemente hay que indicarlo en la anotación:

```
@Entity
public class Employee {
    @Id
    @Column(name="EMP_ID")
    private int id;
    private String name;
    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de tipos simples

- Los tipos simples también pueden cargarse bajo demanda (LAZY/EAGER):

```
@Entity
public class Employee {
    .....
    @Basic(fetch=FetchType.LAZY)
    private String comments;
    ..... }

```

- La anotación `@Transient` permite especificar atributos que no tienen que ser almacenados en la base de datos

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de la clave primaria

- Toda entidad mapeada a la base de datos debe tener un mapeado a un clave primaria en la tabla
- Se puede incluir distintas estrategias de generación de valores de claves. Por ej:

```
@Entity
public class Employee {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    ..... }

```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de la clave primaria

- ¿Cómo se accede al identificador de una instancia de entidad recién creada? Haciendo un `getId()` sobre la entidad, después del commit

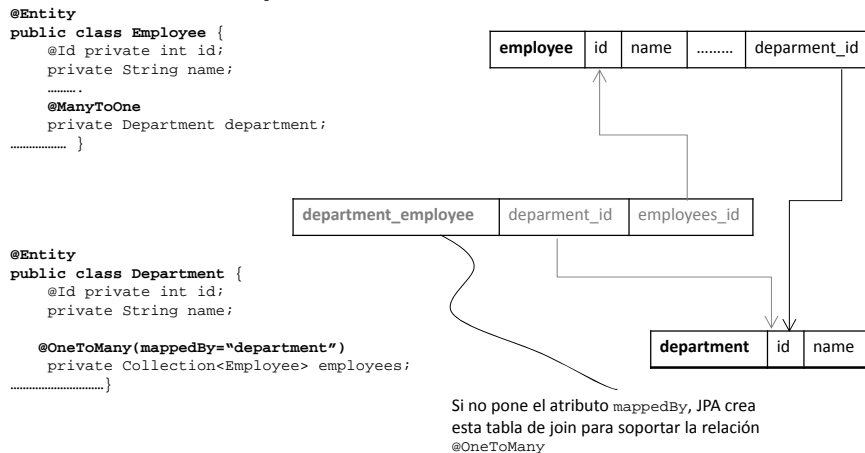
## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Las relaciones pueden ser:
  - N a 1
  - 1 a N
  - 1 a 1
  - M a N

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones



Mapeado JPA de una relación N a 1 y 1 a N

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Relaciones N a 1
  - Se utiliza la anotación @ManyToOne
  - Ejemplo: muchos empleados pertenecen a un único departamento

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```

@Entity
public class Employee {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;
    private long salary;

    @ManyToOne
    private Department department;

    .....
}

```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```

@Entity
public class Department {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;

    public int getId() {
        return id;
    }

    public void setId(int id) {
        this.id = id;
    }

    .....
}

```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- La columna que soporta la referencia de la clave extranjera en la relación N a 1, se llama *columna de join* en JPA
- Si ya existe el esquema de base de datos, y difiere del nombre del atributo puede utilizarse la anotación `@JoinColumn` para referirse a dicha columna

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class Employee {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;
    private long salary;

    @ManyToOne
    @JoinColumn(name="id_departamento")
    private Department department;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Relaciones 1 a N
  - Se utiliza la anotación `@OneToMany`
  - Si la relación es unidireccional, al no poder colocarse la columna de join en el lado N, se crea automáticamente una tabla de join para poder soportar las referencias del lado 1
  - Si es bidireccional, no es necesaria la tabla de join, y la columna de join se crea en el lado N
    - Esto fuerza a que el poseedor esté en el lado N

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Por tanto, habrá que poner el atributo `mappedBy` en el lado 1
- Las modificaciones en la relación sólo afectan a los cambios en la entidad del lado N
  - Así, si insertamos un empleado en un departamento, no afecta a la base de datos
  - Deberíamos asignar el departamento al empleado (puede hacerse en el mismo `Department::addEmployee()`)
- Si no lo hacemos, tendremos dos relaciones unidireccionales con una tabla de join y una columna de join
  - Esto puede provocar falta de integridad si no se hacen actualizaciones en ambos lados desde el código Java

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class Employee {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;
    private long salary;

    @ManyToOne
    private Department department;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class Department {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;

    @OneToMany(mappedBy="department")
    private Collection<Employee> employees;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Relaciones 1 a 1
  - Se utiliza la anotación @OneToOne
  - Al igual, que en el caso N a 1, también existe columna de join
  - Ejemplo: empleado y plaza de aparcamiento

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class Employee {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;
    private long salary;

    @OneToOne
    private ParkingSpace parkingSpace;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class ParkingSpace {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private int lot;
    private String location;

    public int getId() {
        return id;
    }

    public void setId(int id) {
        this.id = id;
    }
    .....}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Relaciones 1 a 1 bidireccionales
  - Se implementan con dos relaciones 1 a 1
  - Hay que indicar quien es el *poseedor* de la relación (es decir, quien contiene la columna de join)
  - Se hace a través del atributo `mappedBy` en el lado que no es el poseedor de la relación
  - Si no se incluyera el atributo, habría dos relaciones unidireccionales con dos columnas de join
    - Esto puede generar falta de integridad, si no se hacen actualizaciones en ambos lados desde el código Java

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class ParkingSpace {
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private int lot;
    private String location;

    @OneToOne(mappedBy="parkingSpace")
    private Employee employee

    .....}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Relaciones M a N
  - Se utiliza la anotación `@ManyToMany`
  - Sea o no unidireccional, aquí siempre se crea automáticamente una tabla de join
  - Si es bidireccional, hay que establecer un poseedor de la relación, que será el que actualice automáticamente la tabla de join
    - Así, si el poseedor es empleado y se da de baja un proyecto, se desvinculan
    - Por el contrario, si de proyecto se elimina un empleado, no se desvinculan

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- El poseedor de la relación será el referenciado por el atributo `mappedBy`
- Si no lo hacemos, tendremos dos relaciones unidireccionales con dos tablas de join
  - Esto puede provocar falta de integridad si no se hacen actualizaciones en ambos lados desde el código Java
- Se puede referenciar explícitamente la tabla de join con la anotación `@JoinTable`, en la entidad que posea la relación, y por tanto, la tabla de join

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

**@Entity**

```
public class Employee {  
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)  
    private int id;  
    private String name;  
    private long salary;  
  
    @ManyToMany  
    private Collection<Project> projects;  
  
    .....  
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

**@Entity**

```
public class Project {  
    @Id @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)  
    private int id;  
    private String name;  
  
    @ManyToMany(mappedBy="projects")  
    private Collection<Employee> employees;  
  
    .....  
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

- Carga dinámica de relaciones
  - Al igual que los atributos simples, las relaciones pueden cargarse bajo demanda
  - Puede especificarse para cualquier cardinalidad
  - Si es una relación de cardinalidad 1, la carga es impaciente
  - En el caso N es perezosa, pero depende de la implementación
  - En relaciones bidireccionales, puede ser impaciente en un lado, y perezosa en el otro



## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de relaciones

```
@Entity
public class Employee {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy=GenerationType.IDENTITY)
    private int id;
    private String name;
    private long salary;

    @OneToOne(fetch=FetchType.LAZY)
    private ParkingSpace parkingSpace;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Claves primarias compuestas

- Las claves primarias compuestas se definen como clases individuales, que se vinculan las clases a las que identifican
- Deben:
  - Incluir método equals()
  - Incluir método hashCode()
  - Ser públicas
  - Ser serializables
  - Tener un constructor sin argumentos

## Mapeado objeto-relacional

### Claves primarias compuestas

- La clase puede vincularse a su clave compuesta:
  - Referenciando a la clave con la anotación @IdClass
  - Incluyéndola como un objeto incrustado a través de la anotación @EmbeddedId

## Mapeado objeto-relacional

### Claves primarias compuestas

```
public class EmployeeId {
    private String contry;
    private int id;

    public EmployeeId() {}
    public EmployeeId(String country, int id)
    {
        this.country= country;
        this.id= id;
    }
    public getCountry() { return country; }
    public getId() { return id; }
```

## Mapeado objeto-relacional Claves primarias compuestas

```
public boolean equals(Object o)
{ return (
    o instanceof EmployeeId) &&
    country.equals((EmployeeId)o.getCountry()) &&
    Id == ((EmployeeId)o.getId());
}

public int hashCode()
{
    return country.hashCode() + id;
}
}
```

## Mapeado objeto-relacional Claves primarias compuestas

```
@Entity
@IdClass(EmployeeId.class)
public class Employee {
    @Id private String country;
    @Id private int id;
    private String name;
    private long salary;

    public Employee() {}
    public Employee(String country, int id)
    {
        this.country= country;
        this.id= id;
    }
}

.....
}
```

## Mapeado objeto-relacional Claves primarias compuestas

```
@Entity
public class Employee {
    @EmbeddedId private EmployeeId id;
    private String name;
    private long salary;

    public Employee() {}
    public Employee(String country, int id)
    {
        this.id= new EmployeeId(country, id)
    }
    public String getCountry(){ return id.getCountry();}
    public int getId() { return id.getId(); }

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional Claves primarias compuestas

```
.....
EmployeeId id= new EmployeeId("España", 73);
Employee emp= em.find(Employee.class, id);
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de clases asociación

- Las clases de asociación son el equivalente orientado a objetos de los atributos de las relaciones M a N
- Su representación en JPA se hace:
  - Definiendo una clase que represente a la clase asociación:
    - Con los atributos de la relación
    - Una clave compuesta por las claves de las dos entidades de la relación M a N
    - Dos relaciones 1 a N de las clases a la clase relación, la cual es la poseedora de las columnas de join de ambas relaciones

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de clases asociación

```
@Entity
public class Employee {
    @Id private int id;

    .....

    OneToMany(mappedBy="employee")
    private Collection<ProjectAssingment> assingments;

    ..... }

@Entity
public class Project {
    @Id private int id;

    .....

    @OneToMany(mappedBy="project")
    private Collection<ProjectAssingment> projects;

    ..... }
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de clases asociación

```
public class ProjectAssingmentId implements Serializable {
    private int employee;
    private int project;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de clases asociación

```
@Entity
@IdClass(ProjectAssingmentId.class)
public class ProjectAssignment {

    @Id
    @ManyToOne
    private Employee employee;

    @Id
    @ManyToOne
    private Project project;

    @Temporal(TemporalType.DATE)
    private Date startDate;

    .....
}
```

## Mapeado objeto-relacional

### Herencia

- Clases mapeadas
  - Son clases que no pueden participar en relaciones ni ser entidades
  - Sirven para representar atributos comunes a subclases
  - Son la versión JPA de las clases abstractas, aunque no es obligatorio que sean clases abstractas
  - Se definen a través de la anotación `@MappedSuperclass`

## Mapeado objeto-relacional

### Herencia

- Clases transitorias
  - Son clases no anotadas, por lo que no son persistentes
  - Si una entidad hereda de ellas, tiene su estado, pero no lo persiste

## Mapeado objeto-relacional

### Herencia

- Modelos de herencia
  - En JPA la herencia se puede representar de distintas formas
  - Estrategia de tabla única
    - Considera una única tabla con todas las posibles columnas de las subclases
    - El identificador debe ser del mismo tipo para toda las clases de la jerarquía
    - Se consigue etiquetando la clase base de la jerarquía con la anotación `@Inheritance(strategy=InheritanceType.SINGLE_TABLE)`

## Mapeado objeto-relacional

### Herencia

- Estrategia de join
  - Aquí cada entidad tiene su tabla
  - Para juntar todos los atributos de una clase, hay que hacer join por todas las superclases
  - El identificador debe ser del mismo tipo para toda las clases de la jerarquía
  - Se consigue etiquetando la clase base de la jerarquía con la anotación `@Inheritance(strategy=InheritanceType.JOINED)`

## Mapeado objeto-relacional

### Herencia

- Estrategia de tabla por clase
  - Replica todos los atributos heredados por cada clase en cada tabla
  - Se consigue etiquetando la clase base de la jerarquía con la anotación  
`@Inheritance(strategy=InheritanceType.TABLE_PER_CLASS)`
- A día de hoy, la especificación no soporta la mezcla de estrategias de herencia

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de colecciones

- JPA soporta el uso de otros contenedores de datos, además de `Collection`:
  - `Set`
  - `List`
  - `Map`

## Mapeado objeto-relacional

### Mapeado de colecciones

```
@Entity
public class Department {
    .....
    @OneToMany(mappedBy="department")
    @OrderBy("name ASC")
    private List<Employee> employees;
    .....
}

//ordenados por claves de empleados
@Entity
public class Department {
    .....
    @OneToMany(mappedBy="department")
    @OrderBy
    private List<Employee> employees;
    .....
}
```

## Entity manager

### Contextos de persistencia

- Ya sabemos que una unidad de persistencia es una configuración con nombre de clases entidad
- Un *contexto de persistencia* es un conjunto gestionado de instancias de entidad
- Cada contexto de persistencia está asociado con una unidad de persistencia, restringiendo las instancias a las clases de la unidad

## Entity manager

### Contextos de persistencia

- Los entity managers gestionan contextos de persistencia, y por ende, las instancias allí contenidas
- Su comportamiento puede variar si están definidos en el contexto de un servidor de aplicaciones o no
- Nosotros los usaremos fuera de contenedores de aplicaciones

## Entity manager

### Contextos de persistencia

- Los contextos de persistencia gestionados por aplicaciones se crean con factorías
- Son los encargados de gestionar tanto entidades, como las transacciones en las que se ven involucradas

## Entity manager

### Contextos de persistencia

```
public class Test {  
    public static void main(String[] args) {  
        EntityManagerFactory emf =  
        Persistence.createEntityManagerFactory("EmployeeService");  
        EntityManager em = emf.createEntityManager();  
        em.getTransaction().begin();  
        Employee e= em.find(Employee.class, 25);  
        e.setSalary(2000);  
        em.getTransaction().commit();  
        em.close();  
        emf.close();  
    }  
}
```

## Entity manager

### Contextos de persistencia

- Cuando una transacción es revocada, todos los cambios hechos en la base de datos son abandonados
  - Sin embargo, en memoria no es posible simular este comportamiento
  - Al hacer rollback en negocio
    - La transacción contra la base de datos hace rollback
    - El contexto de persistencia es liberado, y las instancias de entidad desvinculadas de la base de datos

## Entity manager

### Contextos de persistencia

- Así, tenemos un conjunto de entidades desvinculadas, en un estado distinto del de la base de datos
- Si iniciamos una nueva transacción y fusionamos las entidades en un nuevo contexto de persistencia:
  - Alguna entidad podría tener una clave que ha sido asignada en el transcurso a otra entidad
  - Si hay versionado para el tratamiento optimista de la concurrencia, podría estar desactualizado

## Entity manager

### Contextos de persistencia

- Si es necesario salvar parte del estado de las entidades desvinculadas podría ser más razonable volver a leerlas y modificar su estado
- Veremos ahora las operaciones fundamentales que proporcionan los entity managers

## Entity manager

### Operaciones

- `persist()`
  - Acepta una nueva instancia de entidad y la gestiona, si no lo estaba
  - No conlleva ninguna acción hasta que una transacción del entity manager haga commit (con independencia si el `persist()` ha sido invocado dentro o fuera de la transacción)
  - Está pensado para instancias nuevas que no existen en la base de datos

## Entity manager

### Operaciones

- Es importante darse cuenta que cuando las entidades participan en relaciones, éstas solo se ven afectadas si la entidad modificada es la poseedora de la relación

## Entity manager Operaciones

```
Department dept= em.find(Department.class, 30);
Employee emp= new Employee();
emp.setId(53);
emp.setName("Fausto");
/* si se comenta, el empleado no se vincula al
departamento, a pesar de incluir al empleado en la lista
del departamento
emp.setDepartment(dept);
*/
dept.getEmployees().add(emp);
em.persist(emp);
```

## Entity manager Operaciones

- `find()`
  - Localiza instancias de entidades en base a su clave primaria
  - Devuelve:
    - Una instancia gestionada, si se invoca en el contexto de una transacción
    - Una instancia desvinculada, si se invoca fuera de una transacción

## Entity manager Operaciones

```
em.getTransaction().begin();
Project pp= em2.find(Project.class, 1);
Collection<Employee> employees= pp.getEmployees();
Iterator<Employee> it= employees.iterator();
while (it.hasNext())
{
    System.out.println(it.next());
}
em.getTransaction().commit();
```

## Entity manager Operaciones

- `remove()`
  - Elimina una instancia de entidad de la base de datos, una vez hecho commit
  - Evidentemente, respeta las restricciones de integridad
  - Se puede invocar fuera de una transacción, pero no surte efecto hasta que una transacción del entity manager se compromete



## Entity manager Operaciones

```
Employee emp= em.find(Employee.class, 25);  
ParkingSpace ps= emp.getParkingSpace();  
emp.setParkingSpace(null);  
em.remove(ps);
```

## Entity manager Operaciones

- `clear()` y `detach()`
  - La primera limpia el entity manager, dejando a las entidades que gestionaba desvinculadas de la base de datos
  - La segunda desvincula selectivamente una entidad del entity manager
  - Cuando se trabaja con una instancia de entidad desvinculada, hay que tener cuidado con sus relaciones, ya que en función de la implementación, podrían ser accesibles los objetos referenciados o no

## Entity manager Operaciones

- `flush()`
  - Actualiza la base de datos con las entidades creadas, modificadas o eliminadas en el entity manager
  - Es como un commit, pero permitiendo hacer un rollback si fuera necesario

## Entity manager Operaciones

- `merge()`
  - Fusiona una instancia de entidad desvinculada con su entity manager
  - La desvinculación ha podido producirse por:
    - Invocación de un `commit()`
    - Invocación de un `rollback()`
    - Invocación del método `clear()` o `detach()`
    - Cierre del `EntityManager`
    - Serialización de la instancia de entidad

## Entity manager Operaciones

- `refresh()`
  - Refresca una entidad gestionada, actualizando el estado en memoria con el actual en la base de datos
  - Sólo tiene sentido en entornos concurrentes

## Entity manager Operaciones

- A veces es deseable que las operaciones realizadas sobre una entidad afecten a las demás *en cascada*
  - Para ello, hay que utilizar el atributo `cascade` en las definiciones de las relaciones

## Entity manager Operaciones

```
@Entity
public class Employee {
    .....
    @OneToOne(cascade={CascadeType.PERSIST,
        CascadeType.REMOVE, CascadeType.DETACH, CascadeType.REFRESH})
        ParkingSpace parkingSpace;
    @OneToMany(cascade={CascadeType.ALL})
        Collection<Phone> phones;
    ..... }
```

## EntityManager Operaciones

- `close()`
  - Cierra el contexto de persistencia, desvinculando las instancias de entidad gestionadas
  - Un `close()` sobre el `EntityManagerFactory` libera cualquier recurso relacionado
  - En cualquier caso, las implementaciones como EclipseLink permiten el *pooling* de conexiones desde el `persistence.xml`:  
[http://eclipse.org/eclipselink/documentation/2.4/jpa/extensions/p\\_connection\\_pool.htm](http://eclipse.org/eclipselink/documentation/2.4/jpa/extensions/p_connection_pool.htm)

## Concurrencia

### Introducción

- Una entidad gestionada pertenece a un único contexto de persistencia
- Por lo tanto, no debería ser gestionada por más de un contexto de persistencia de manera simultánea
- Esto es responsabilidad de la aplicación
- Fusionar la misma entidad en dos contextos de persistencia diferentes abiertos podría producir resultados indefinidos

## Concurrencia

### Introducción

- Los entity managers y los contextos de persistencia que gestionan no están diseñados para ser accedidos por más de una hebra de ejecución simultáneamente, es decir sus métodos no son *synchronized*
- Por lo tanto es responsabilidad de la aplicación mantenerlos dentro de la hebra que lo obtuvo

## Concurrencia

### Introducción

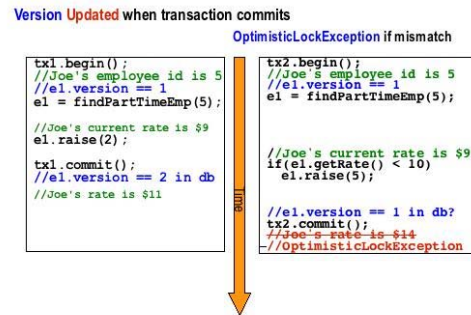
- Por defecto JPA funciona con un nivel de aislamiento *read committed*
- Así, los cambios comprometidos por una transacción pueden ser vistos durante la ejecución de una transacción paralela

## Concurrencia

### Bloqueos

- JPA implementa fácilmente el bloqueo optimista:
  - Basta con incluir un campo de versión con la anotación `@Version`, el cual se actualiza si se hace una modificación en la entidad
  - Si otra hebra modifica la entidad, al hacer commit saltará una `OptimisticLockException`
  - Ojo, al hacer pruebas, que la implementación puede estar optimizada y si los cambios en el objeto no modifican su estado en la BD, no los hace y no aumenta el número de versión

# Concurrencia Bloqueos



Control concurrencia optimista con dos hebras que modifican

# Concurrencia Bloqueos

– Si no se va a modificar la entidad se puede bloquear con:

- `em.lock(object, LockModeType.OPTIMISTIC)`: sólo aumenta el número de versión si hay modificaciones en el objeto
  - Escenario 1:
    - » T1 lee y bloquea
    - » T2 lee, modifica y hace commit
    - » T1 hace commit: T1 lanza excepción
  - Escenario 2:
    - » T1 lee y bloquea
    - » T2 lee, modifica
    - » T1 hace commit
    - » T2 hace commit: no hay excepción en ninguna hebra

# Concurrencia Bloqueos

- `em.lock(object, LockModeType.OPTIMISTIC_FORCE_INCREMENT)`: aumenta el número de versión al hacer la lectura, es decir, sin necesidad de modificar el objeto
  - Escenario 1:
    - » T1 lee y bloquea
    - » T2 lee, modifica y hace commit
    - » T1 hace commit: T1 lanza excepción
  - Escenario 2:
    - » T1 lee y bloquea
    - » T2 lee, modifica
    - » T1 hace commit
    - » T2 hace commit: T2 lanza excepción

# Concurrencia Bloqueos

– Por tanto:

- Un bloqueo `OPTIMISTIC` es un bloqueo optimista de lectura: lee y bloquea pero no interfiere con otras transacciones de modificación que no estén comprometidas todavía
  - Útil para evitar que modifiquen mientras bloqueamos
- Un bloqueo `OPTIMISTIC_FORCE_INCREMENT` es un bloqueo pesimista de escritura: lee y bloquea e interfiere con otras transacciones de modificación que no esté comprometidas todavía
  - Útil para evitar que modifiquen si hemos accedido

## Concurrencia Bloqueos

### – Ejemplo:

```
em.getTransaction().begin();
Department dept= em.find(Department.class, deptId);
for (Employee emp : dept.getEmployees()) {
    em.lock(emp, LockModeType.OPTIMISTIC);
    total += emp.getSalary() }
em.getTransaction().commit();
```

- Garantizamos que mientras calculamos la nómina del dpto. no se modifican sus empleados, pero puede empezar la modificación de empleados, siempre que no hagamos commit de dicha modificación antes de que termine el cálculo de la nómina del departamento

## Concurrencia Bloqueos

- ¿Cómo se garantiza que una hebra no modifique el sueldo de un empleado desde que es leído a partir de departamento y hasta que es accedido y bloqueado?
- El propio bloqueo optimista lo garantiza, ya que al bloquearlo, en el momento del commit se comprueba si coincide el número de versión que se leyó con el actual, y de no ser así, falla
- La única forma de que no falle es que la hebra que bloquea y no modifica (la del cálculo de nómina de departamento) comprometa antes de que lo haga la que modifica a un empleado

## Concurrencia Bloqueos

### – ¿Y cómo se garantizaría que mientras calculo la nómina de un departamento no puedo asignar un empleado al departamento?

```
em.getTransaction().begin();
Department dept= em.find(Department.class, deptId,
    LockModeType.OPTIMISTIC);
for (Employee emp : dept.getEmployees()) {
    em.lock(emp, LockModeType.OPTIMISTIC);
    total += emp.getSalary() }
em.getTransaction().commit();
```

## Concurrencia Bloqueos

- Supongamos, que mientras en otra hebra doy de baja a un empleado del departamento:

```
em.getTransaction().begin();
Department dept= em.find(Department.class, deptId,
    LockModeType.OPTIMISTIC);
Employee emp= new Employee(.....);
em.setDept(dept);
em.persist(emp);
em.getTransaction().commit();
```

- Ninguna hebra ha modificado departamento, así que ninguna ha aumentado su número de versión y no hay excepción

## Concurrencia Bloqueos

- Solución:

```
em.getTransaction().begin();
Department dept= em.find(Department.class, deptId,
    LockModeType.OPTIMISTIC_FORCE_INCREMENT);

Employee emp= new Employee(.....);
em.setDept(dept);
em.persist(emp);
em.getTransaction().commit();
```

- NOTA: en el ejemplo de (Keith & Schincariol) del ejemplo de los trajes, la parte que calcula el coste de limpieza no bloquea porque modifica al empleado, aquí si es necesario bloquear porque el cálculo de nómina no modifica a departamento

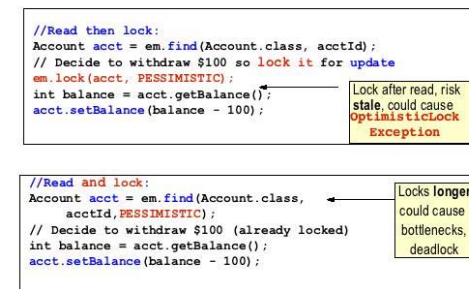
## Concurrencia Bloqueos

- Aún así, si la hebra que calcula la nómina hace el commit antes que la que modifica el departamento, las dos pueden concluir con éxito
  - Si se quiere evitar que ambas dos concluyan con éxito si se entrecruzan, habría que forzar a que la hebra que calcula la nómina también hiciese un bloqueo con incremento forzado
- Es decir el bloqueo optimista de incremento forzado hace que las lecturas se comporten como modificaciones

## Concurrencia Bloqueos

- El bloqueo pesimista se implementa también de manera similar
- Aunque hay varias formas la más común es aquella que se traduce en un `select ... for update`:
  - `em.lock(object, LockModeType.PESSIMISTIC_WRITE)`
- Podemos establecer el bloqueo en tres momentos distintos
  - Cuanto antes, menor capacidad de conflicto, pero menor viveza
  - No tiene mucho sentido retrasarlo si es pesimista

## Concurrencia Bloqueos



Bloqueo pesimista después y durante la lectura. El primero podría generar un conflicto que se detectaría si se mantuviese número de versión

## Concurrencia Bloqueos

```
// read then lock and refresh
Account acct = em.find(Account.class, acctId);
// Decide to withdraw $100 - lock and refresh
em.refresh(acct, PESSIMISTIC);
int balance = acct.getBalance();
acct.setBalance(balance - 100);
```

Bloqueo pesimista antes de la modificación

## JP QL

- Java Persistence Query Language (JP QL) es un lenguaje que permite representar preguntas complejas para extraer instancias de entidad
- Las ventajas frente a SQL son:
  - Acceso en negocio a datos persistentes
  - Portabilidad
- El principal inconveniente es tener que aprender otro lenguaje de query

## JP QL

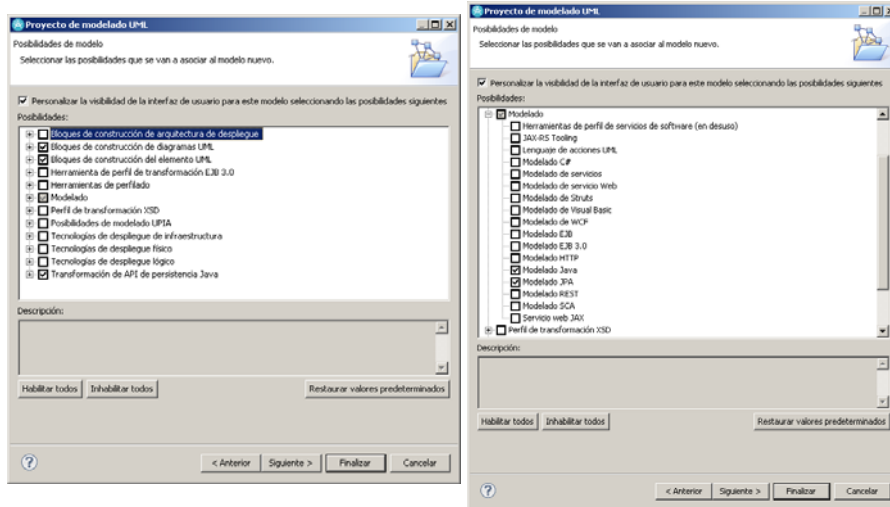
- Es la implementación JP QL de las queries del almacén del dominio
- Ejemplo:

```
.....
String query="
SELECT e
FROM Employee e JOIN e.deparment d
WHERE e.salary < 1000
ORDER BY deptName, bonus DESC"
.....
List result= em.createQuery(query).getResultList();
.....
```

## Modelado en IBM RSA

- IBM RSA está basado en Eclipse
- Por tanto puede soportar la definición de entidades JPA utilizando una notación visual
- No obstante, para modelar aplicaciones JPA es más útil usar la “Transformación de API de persistencia Java”, dentro de las posibilidades de modelado UML, y utilizar después transformaciones UML a JPA

# Modelado en IBM RSA



Modelado de Software  
Antonio Navarro

Activación del modelado JPA en IBM RSA

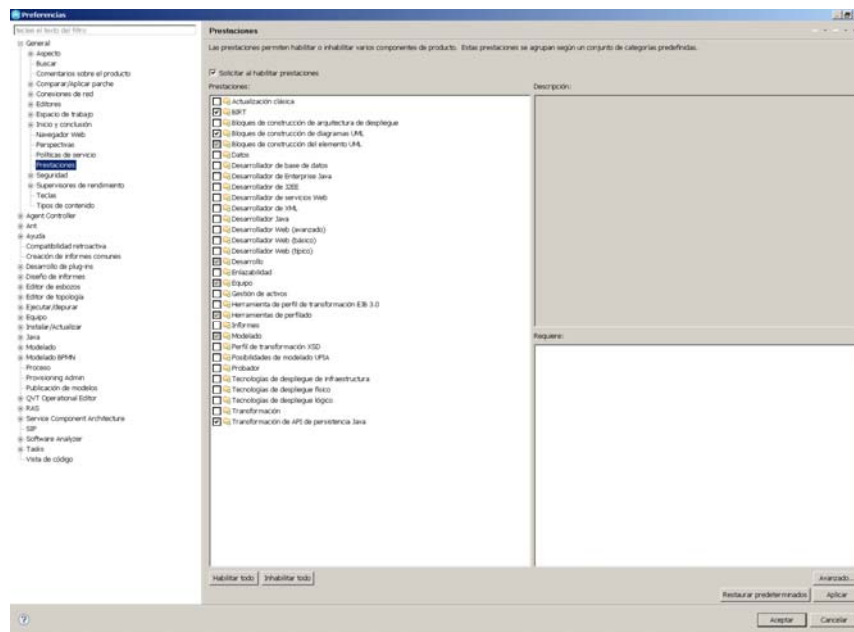
125

# Modelado en IBM RSA

- Deben estar activadas estas opciones, en el apartado General/Prestaciones (capabilities)

Modelado de Software  
Antonio Navarro

126



Modelado de Software  
Antonio Navarro

Activación del modelado JPA en IBM RSA

127

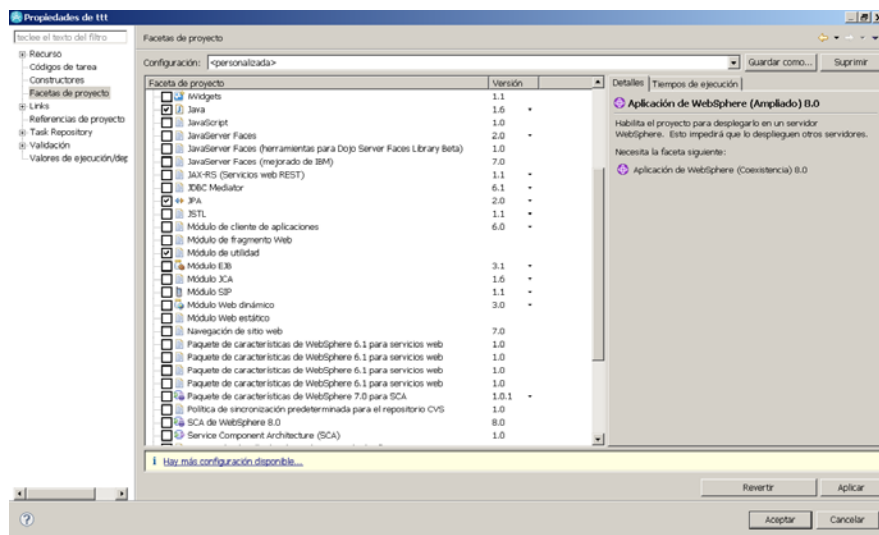
# Modelado en IBM RSA

- Si además, queremos utilizar las clases JPA en diagramas de secuencia, tenemos que activar la faceta JPA (y la faceta Modulo de utilidad), además de la faceta Java
- Para ello deberemos tener instalada alguna implementación de JPA, por ejemplo EclipseLink (debe ser la versión 2.1.x, que es la compatible con IBM RSA 8.0.3 y 8.5)

Modelado de Software  
Antonio Navarro

128





Activación del faceta JPA (y Módulo de utilidad)

## Conclusiones

- JPA: marco implementación del almacén del dominio
- Gestiona:
  - Persistencia de objetos
  - Carga dinámica de relaciones
  - Transacciones
  - Concurrencia