

Diseño lógico: El modelo relacional

Bases de Datos

Curso 2016-2017

Jesús Correas – jcorreas@ucm.es

**Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Complutense de Madrid**

Bibliografía

- Bibliografía básica:
 - ▶ R. Elmasri, S.B. Navathe. **Fundamentals of Database Systems** (6a Ed). Addison-Wesley, 2010. (en español: **Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos** (5a Ed). Addison-Wesley, 2007).
Capítulos 5 y 7 (5ª ed. en español). Capítulos 3 y 9 (6ª ed.).

Contenido

- Introducción. El modelo relacional.
- Elementos fundamentales del modelo relacional:
 - ▶ relaciones, tuplas, atributos, restricciones de integridad.
- Esquema de una relación, instancia de una relación.
- Esquema de una BD relacional, BD relacional (instancia).
- Superclaves, claves, claves externas.
- Restricciones del modelo relacional.
- Restricciones de integridad referencial.
- Conversión del modelo ER al modelo relacional.

Introducción. El modelo relacional.

- Fue propuesto por Codd (de IBM) en 1970 (antes del modelo ER).
- Las primeras implementaciones aparecieron a principios de los años 80 (IBM, Oracle).
- Contiene los principios formales que están detrás de todos los sistemas de BD relacionales.
- Después se ha utilizado en la mayor parte de los SGBD relacionales comerciales (DB2, Informix, Oracle, Sybase, SQLServer, MySQL, PostgreSQL).
- El lenguaje de consulta SQL que se utiliza en estos SGBD es el estándar de la industria para BD relacionales.

Elementos fundamentales del modelo relacional.

- En el modelo relacional una BD se representa mediante una **colección de relaciones**.
- Una **relación** se puede ver de manera informal como una **tabla de valores** (o un **fichero plano con registros**, aunque es diferente).
- **No se debe confundir con las relaciones del modelo ER:** Tanto las entidades como las relaciones del modelo ER pasan a ser relaciones del modelo relacional.
 - ▶ Veremos más adelante cómo se realiza la conversión del modelo ER al modelo relacional.
- Cada **fila** (o **tupla**) de la tabla corresponde a un elemento de la relación: un conjunto de datos relacionados.
 - ▶ Cada tupla representa un elemento que se corresponde **con una entidad o relación** del contexto de la aplicación.
- Cada **columna** tiene un nombre y corresponde a un **atributo** específico de las tuplas de la tabla, definido sobre un **dominio**.

Esquema de relación.

Un **Esquema de relación R** es de la forma $R(A_1, \dots, A_n)$, donde A_i son los **atributos** de la relación.

- Ejemplo:

EMPLEADO (NSS, Nombre, Puesto, Edad, Telefono)

- El **grado** o **aridad** de una relación es el número de atributos que tiene.
- Cada **atributo** A_i es **es el nombre de un rol** jugado por un **dominio**. Utilizamos $dom(A_i)$ para referirnos al dominio de un atributo.
- No se permiten atributos compuestos o multivalorados.
- **Ejemplo:** En el esquema de relación anterior:

$dom(NSS)$ es el conjunto de todos los números de Seguridad Social posibles,

$dom(Puesto)$ es el conjunto de todos puestos disponibles en la empresa, etc.

Instancia o estado de relación.

Una **relación** (también denominada **instancia o estado de relación**) de un esquema $R(A_1, \dots, A_n)$ es un **conjunto de tuplas** $\{t_1, \dots, t_m\}$, donde cada tupla es una **lista ordenada** de valores: $t_j = \langle v_1, \dots, v_n \rangle$, y v_i es `NULL` o bien $v_i \in \text{dom}(A_i)$.

- Es una relación **en sentido matemático**:
Un subconjunto del producto cartesiano $\text{dom}(A_1) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$.
- Un esquema de relación puede tener varios atributos definidos en el mismo dominio, cumpliendo diferentes **roles**. Por ejemplo, el teléfono particular y el teléfono del trabajo.
- **Ejemplo**: Dado el esquema de relación:

`EMPLEADO(NSS, Nombre, Puesto, Edad, Telefono)`

una instancia de la relación `EMPLEADO` es por ejemplo la siguiente:

$\{\langle 11234, \text{Arturo García}, \text{Cocinero}, 37, 911234567 \rangle, \\ \langle 43210, \text{Javier Muñoz}, \text{pinche}, 22, 911234000 \rangle, \dots\}$

BD relacional y esquema de BD relacional.

Más definiciones:

- Un **Esquema de BD relacional** está formado por un conjunto de esquemas de relación R y un conjunto de restricciones de integridad RI .
- Una **BD relacional** (también denominada **instancia o estado de BD relacional**) es un conjunto de relaciones (conjuntos de tuplas) del esquema de BD relacional correspondiente.
 - ▶ Un estado de BD relacional es **correcto** si se cumplen las restricciones de integridad.
 - ▶ Es **incorrecto** en caso contrario.
- Las restricciones de integridad las veremos más adelante.

Características de las relaciones.

- Las relaciones son **conjuntos de tuplas** en sentido matemático: **no están ordenadas** y no pueden contener **tuplas repetidas**.
- Los valores de los atributos dentro de cada tupla **sí están ordenados**.
- Cada valor es **atómico**: no se permiten valores compuestos (al menos dentro del modelo relacional).
- No se permiten múltiples valores: los atributos multivalorados del modelo ER se convertirán en otras relaciones.
- Se utiliza el valor especial **NULL** cuando no se tiene el valor para un atributo en una tupla por algún motivo:
 - ▶ No es aplicable a esa tupla,
 - ▶ Es desconocido o no está disponible,
 - ▶ No está definido.
- **Interpretación de una relación**: Las tuplas de una relación **representan hechos** sobre entidades o relaciones (del mod. ER).

Superclaves y claves en las relaciones.

- Los conceptos de **superclave** y **clave** son similares a los del modelo ER:
- Una **superclave** es un subconjunto de los atributos de una relación que permite identificar cada tupla del conjunto.
- Representa una **restricción de exclusividad**: no puede haber dos tuplas distintas en la relación que tengan el mismo valor en estos atributos.
- Una **clave candidata** es una superclave con un número mínimo de atributos (ninguno de sus subconjuntos es clave).
- Una de las claves candidatas es la **clave primaria** o **principal** de la relación.
- Además existe el concepto de **clave externa** (*foreign key, FK*).

Clave externa.

- En una BD relacional distintas relaciones pueden tener atributos que representen **el mismo concepto**.
 - ▶ Pueden tener el mismo nombre o un nombre diferente.
- En especial, en una relación se pueden utilizar atributos para **referirse** a tuplas de otra relación.

Un conjunto de atributos *FK* de una relación R_1 es una **clave externa** que **referencia** a otra relación R_2 si se cumple:

1. Los atributos de *FK* tienen los mismos dominios que los atributos de la **clave primaria** de R_2 .
2. Los valores de los atributos de *FK* en una tupla de R_1 , o aparecen en una tupla de R_2 , o bien son NULL.

- **Ejemplo:** Si un empleado de una empresa pertenece a un departamento, **Depto** es clave externa que referencia a **DEPARTAMENTO**:

EMPLEADO:	<u>NIF</u>	Nombre	Apellido1	Apellido2	FecNac	Depto
DEPARTAMENTO:	<u>IdDepto</u>	Descripcion	NIFDirector			

Restricciones en el modelo relacional.

Hay tres tipos de restricciones:

- **Restricciones inherentes al modelo relacional:**

- ▶ No puede haber **tuplas duplicadas** en una relación.
- ▶ No se permiten atributos compuestos o multivalorados.

- **Restricciones expresables en el modelo relacional:**

- ▶ **Restricciones de dominio:** el valor de cada atributo A_i debe estar en $dom(A_i)$.
- ▶ **Restricciones de clave:** Dos tuplas diferentes **no pueden tener el mismo valor** para los atributos de la clave.
- ▶ **Restricciones de integridad de entidad:** El valor de una clave primaria **no puede ser NULL**.
- ▶ **Restricciones de integridad referencial.**

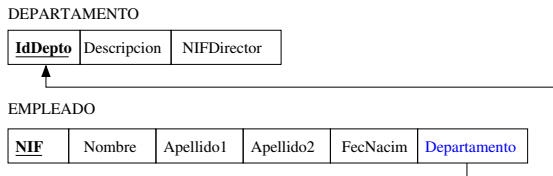
- **Restricciones no expresables en el MR:** restricciones **semánticas (reglas de negocio)**: las comprueban los programas de aplicación.

Restricciones de integridad referencial.

- Las restricciones anteriores se especifican para una relación individual.
- Las restricciones de integridad referencial se especifican siempre **entre dos relaciones** para mantener la consistencia de las tuplas de ambas:

La tupla de una relación que hace referencia a otra relación mediante una **clave externa**, debe hacer referencia a una **tupla existente** de esa relación.

- Las restricciones de integridad se pueden mostrar en forma de diagrama dibujando una flecha que va **desde cada clave externa hasta la clave primaria de la relación referenciada**.



Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

- Está formado por una serie de pasos, agrupados por el tipo de elemento a considerar:

Paso de tipos de entidades:

1. Tipos de entidades regulares.
2. Tipos de entidades débiles.

Paso de tipos de relaciones binarias:

3. Tipos de relaciones 1:1.
4. Tipos de relaciones 1: N .
5. Tipos de relaciones $N:M$.

Paso de atributos multivalorados:

6. Atributos multivalorados.

Paso de tipos de relaciones n-arias:

7. Tipos de relaciones n -arias.

Paso del Modelo ER extendido:

8. Generalizaciones / especializaciones.
9. Agregaciones.

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 1 - Tipos de entidades regulares.

- Por cada tipo de entidad E que no sea débil se crea una relación R con el mismo nombre y atributos.
- Los atributos compuestos se incluyen con sus componentes simples.
- La **clave primaria** de la relación R es la misma que la de la entidad E . Si el atributo clave es compuesto, la clave estará formada por los componentes simples.

Paso 2 - Tipos de entidades débiles.

- Cada tipo de entidad débil E (con entidad identificadora D) se transforma en una relación R que incluye los atributos de E más los atributos de la clave de D .
- La **clave primaria** de R es la **combinación** de la clave parcial de E con la clave primaria de D .

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 3 - Tipos de relaciones binarias 1:1

- Dada una relación 1:1 entre dos tipos de entidades E y D , para las que se han creado relaciones R_E y R_D en el modelo relacional.
- Se selecciona una de las relaciones participantes R_E y se le añaden los siguientes atributos:
 - ▶ Los atributos de la clave primaria de la otra relación, R_D . Estos atributos forman una **clave externa**.
 - ▶ Los atributos del tipo de relación.
- Si la participación de E en la relación es parcial, los atributos añadidos a R_E **deben admitir valores nulos**.
- Si la participación de una de las entidades es total, **es más eficiente** elegir esa entidad para añadirle los atributos, pues no contendrá nulos.
- Si las dos entidades participan de forma total, **se puede crear una única relación $R_{E,D}$ combinando los atributos de ambas entidades**.

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 4 - Tipos de relaciones binarias 1:N

- Dada una relación 1:N entre dos tipos de entidades E y D , donde E tiene cardinalidad N y para las que se han creado relaciones R_E y R_D en el modelo relacional.
- Se incluyen en la relación R_E los atributos de la clave primaria de R_D y los atributos de la relación.
- Se añade a R_E una **clave externa** formada por el conjunto de atributos que forma la clave primaria de R_D .
- Si la participación de E es parcial, los atributos añadidos a R_E **deben admitir valores nulos**.
 - ▶ Si el número de valores nulos es muy grande, puede ser más conveniente **crear una nueva relación R con**:
 - ★ los atributos de las claves de R_E y R_D y los propios de la relación;
 - ★ **clave primaria** formada por los atributos de R_E ;
 - ★ **claves externas** que referencian a R_E y R_D .

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 5 - Tipos de relaciones binarias $N:M$

- Dada una relación $N:M$ entre dos tipos de entidades E y D para las que se han creado relaciones R_E y R_D en el modelo relacional.
- Se crea una nueva relación R con los atributos de las claves primarias de R_E y R_D y los atributos de la relación.
- La **clave primaria** de R está formada por los atributos que provienen de las claves primarias de R_E y R_D .
- Se incluyen como **claves externas** en R cada uno de los conjuntos de atributos que forman las claves primarias de R_E y R_D .

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 6 - Atributos multivalorados.

- Por cada atributo multivalorado M en una entidad E se crea una nueva relación R con atributos M más la clave primaria de E .
- La **clave primaria** de R está formada por el atributo M más la clave primaria de E .
- Esta relación tendrá una **clave externa** formada por los atributos de la clave primaria procedente de la clave de E .

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 7a - Tipos de relaciones ternarias con al menos dos entidades participantes con cardinalidad N

- Se crea una nueva relación R con los atributos de las claves primarias de los tipos de entidad participantes y los atributos del tipo de relación.
- La **clave primaria** de R es una combinación de las claves primarias que representan los tipos de entidad participantes.
 - ▶ Si la cardinalidad de algún tipo de entidad es 1, la clave primaria de R no incluye los atributos de este tipo de entidad.
- Se incluyen como **claves externas** en R cada uno de los conjuntos de atributos que forman las claves primarias de los tipos de entidad participantes.

Paso del Modelo ER al Modelo Relacional.

Paso 7b - Tipos de relaciones ternarias con solo una entidad participante con cardinalidad N

- **No se crea una nueva relación:** los atributos de la clave de las entidades con cardinalidad 1 se incluyen en la entidad con cardinalidad N .
- Se incluyen como **claves externas** en R cada uno de los conjuntos de atributos que forman las claves primarias de los tipos de entidad participantes.

Paso del Modelo ER Extendido al Modelo Relacional.

Para el modelo ER extendido se añaden dos nuevos pasos:

Paso 8 - Generalización y especialización.

- Se trata igual que el caso de las entidades débiles:
- Para el tipo de entidad padre P se crea una relación R_P , con clave primaria del tipo de entidad P .
- Cada tipo de entidad hija S se crea una relación R_S que incluye los atributos de S más los atributos de la clave de R_P .
- La **clave primaria** de las relaciones hijas R_S está formada por los atributos de la clave de R_P .
- Además en cada relación hija se incluye una **clave externa** que coincide con la clave primaria.

Paso del Modelo ER Extendido al Modelo Relacional.

Paso 9 - Agregaciones.

- Los tipos de entidades o de relaciones dentro o fuera de una agregación se construyen en el modelo relacional con los pasos anteriores.
- Para el tipo de relación S que asocia la agregación A con otra entidad E , se construye el esquema de relación (siguiendo los pasos 3 al 7 según la cardinalidad) con los atributos propios de S más los siguientes:
 - ▶ Los atributos de la clave primaria del tipo de entidad E .
 - ▶ Los atributos de la clave primaria del tipo de relación de la agregación A .
- Si se crea un nuevo esquema de relación R_S , la **clave primaria** de R_S se construye como en los pasos anteriores según su cardinalidad.
- Se incluyen como **claves externas** cada uno de los conjuntos de atributos que forman las claves primarias de los esquemas de los que proceden.