

*Tema 2: Diseño conceptual de Bases de Datos.
El Modelo Entidad-Relación*

Agustín Riscos Núñez
e-mail: ariscosn@us.es

Bases de Datos 2010/11

Ciencias de la Computación e IA (<http://www.cs.us.es/>)
Universidad de Sevilla

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Índice

- 1** Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2** El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3** Claves y discriminadores
- 4** Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5** Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6** Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7** Fases para la obtención del DER
- 8** Bibliografía

Introducción al diseño de BD (I)

El diseño de una BD consta de tres fases:

- Diseño conceptual
- Diseño lógico
- Diseño físico

Introducción al diseño de BD (II)

(A) Diseño conceptual:

Se parte de: especificación de requisitos (descripción detallada de la información que debe recoger la BD y de las prestaciones que debe ofrecer a los futuros usuarios).

Se obtiene: **Esquema conceptual** (descripción en lenguaje natural o gráfico de la estructura de la BD, independiente del modelo de datos elegido y del SGBD que se usará posteriormente para implementarla).

Modelo conceptual: lenguaje natural o gráfico que se emplea para describir un esquema conceptual.

Introducción al diseño de BD (III)

(B) Diseño lógico:

Se parte de: esquema conceptual.

Se obtiene: **Esquema lógico** (descripción de la estructura de la BD basada en el modelo de datos elegido para implementarla).

Por ejemplo, descripción gráfica de un conjunto de tablas relacionales.

Modelo lógico: lenguaje empleado para describir el esquema lógico. Es independiente del SGBD que se empleará para implementar la BD, pero sí depende del modelo de datos elegido.

Introducción al diseño de BD (IV)

C) Diseño físico:

Se parte de: esquema lógico.

Se obtiene: **Esquema físico** (descripción de la implementación de la BD usando un determinado SGBD. Se detallan las estructuras físicas de almacenamiento de datos en el ordenador, los métodos de acceso a dichos datos y el modelo de seguridad del sistema).

Introducción al diseño de BD (V)

- **Nota 1.** Sólo estudiaremos el diseño conceptual y el diseño lógico de las BD.
- **Nota 2.** En este curso siempre emplearemos...
 - Modelo conceptual: modelo Entidad-Relación
 - Modelo lógico: modelo de datos relacional

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Introducción al modelo Entidad-Relación

El modelo Entidad-Relación (ER) es el modelo conceptual más utilizado para el diseño conceptual de BD. Fue introducido por Peter Chen en 1976 en el artículo:

The Entity-Relationship Model. Toward a Unified View of Data,
Chen, P. Transactions on Database Systems, Vol.1, 1976

El modelo ER está formado por un conjunto de conceptos (*entidad, atributo, relación*) que permiten describir la información relevante de cierta parcela de la realidad mediante un conjunto de *representaciones gráficas*.

El esquema conceptual asociado se denomina **Diagrama Entidad-Relación (DER)**.

Entidades

Definición

Entidad: *cualquier objeto concreto o abstracto del que se desea almacenar información.*

Una entidad puede ser una persona, un lugar, un objeto, un concepto, un suceso, ... Cada entidad tiene asociado un NOMBRE (usualmente, un sustantivo común singular).

Ejemplos: AUTOR, LIBRO, PRÉSTAMO,...

Representación gráfica: un rectángulo.



AUTOR

Relaciones

Definición

Relación: *correspondencia o asociación entre dos o más entidades.*

Cada relación tiene asociado un NOMBRE (usualmente, un verbo en singular).

Ejemplos:

- La relación ESCRIBE asocia la entidad AUTOR y la entidad LIBRO.
- La relación ESTUDIA asocia la entidad ALUMNO y la entidad ASIGNATURA.

Representación gráfica: un rombo.



Grado de una relación

Definición

Grado: *número de entidades que intervienen en la relación.*

Nota: binaria \equiv grado 2, ternaria \equiv grado 3,...

Nota: Podemos restringirnos a relaciones **binarias**. En efecto, una relación de grado $k > 2$ puede simularse añadiendo una nueva entidad y k nuevas relaciones binarias.

Atributos (I)

Definición

Atributo: *propiedad o característica de interés que describe a una entidad o a una relación.*

Rango o dominio *de un atributo: conjunto de valores que puede tomar el atributo.*

Representación gráfica: un óvalo.

Nota: sólo permitimos atributos *univaluados*.

Atributos (II)

Ejemplos:

- *DNI, Nombre, Domicilio, Edad* son atributos de la entidad ALUMNO.

Dominio(*Edad*) \Rightarrow número entero

Dominio(*Nombre*) \Rightarrow cadena de texto

Dominio(*Domicilio*) \Rightarrow cadena de texto

- *Fecha* es un atributo de la relación PRESTA que asocia las entidades *LIBRO* y *PERSONA*.

Dominio(*Fecha*) \Rightarrow formato fecha-hora

Tipo de Entidades

- **Regular** o **fuerte**: tiene existencia por sí misma en el universo del discurso, independientemente de cualquier otra entidad.
- **Débil**: depende de alguna entidad existente en el universo del discurso. Al desaparecer esta entidad superior, desaparecerá la entidad débil vinculada a la misma.

Ejemplo: EJEMPLAR (entidad débil) que depende de LIBRO (entidad fuerte)

Representación gráfica: Entidad débil, rectángulo *doble*.



Tipos de entidades débiles

Una entidad débil lo puede ser...

- en **Existencia**(E): las instancias de la entidad débil pueden ser identificadas por sus propios atributos.
- en **Identificación**(ID): las instancias de la entidad no pueden ser identificadas por sus propios atributos. Es necesario añadir la información de uno, o varios, atributos de la entidad fuerte de la cual depende.

Nota: Diremos también que la entidad débil tiene *dependencia en identificación* de la entidad fuerte.

Tipos de entidades débiles. Ejemplos

LIBRO(isbn,título,páginas,editorial,año)

EJEMPLAR(código,tipo-pasta)

- EJEMPLAR es una entidad **débil en existencia**. La entidad EJEMPLAR, aunque depende de la entidad fuerte LIBRO, puede identificarse por sí misma (mediante el atributo: código).

Tipos de entidades débiles. Ejemplos

CUENTA-BANCARIA(códigoCuenta,titular,fechaApertura,saldo)

OPERACIÓN(número,tipo,fecha,cantidad)

- OPERACIÓN es una entidad **débil en identificación**, que depende en identificación de la entidad fuerte CUENTA-BANCARIA. El número de la operación (0,1,2,3,4,...) no basta para identificarla, necesitamos además el código de la cuenta a la que la operación está asociada.

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores**
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Claves de una entidad

Definición

Clave: conjunto de uno o más atributos que permiten identificar de forma única a cada instancia de la entidad. Además, dicho conjunto de atributos debe ser minimal, esto es, ningún subconjunto de atributos de la clave puede actuar también como clave.

Clave candidata: cada uno de los conjuntos de atributos que pueden actuar como clave de una entidad.

Clave primaria (PK=Primary Key): clave candidata elegida por el diseñador de la BD para identificar una entidad.

Claves de una entidad. Ejemplos

- ALUMNO(nif,nombre,apellidos,código,edad,población)

Claves candidatas:

- 1 nif
- 2 código

Nota: (nombre,apellidos) no es una clave porque pueden existir en la BD dos alumnos distintos con los mismos nombre y apellidos.

- PRESTAMO(ISBN-libro,título,nif,fecha,cod-préstamo)

Claves candidatas:

- 1 cod-préstamo
- 2 (ISBN-libro,nif,fecha)

Discriminador de una entidad débil

Si una entidad débil tiene dependencia **en identificación**, NO posee clave primaria. En su lugar, posee un **discriminador**.

Definición

Discriminador: *conjunto minimal de atributos que, junto con la clave primaria de la entidad fuerte de la que depende en identificación, permiten identificar cada instancia de la entidad.*

Discriminador de una entidad débil. Ejemplo

CUENTA(código,nif-titular,fecha-apertura,saldo)

OPERACION(número,tipo,cantidad,fecha)

- OPERACION tiene **dependencia en identificación** de la entidad fuerte CUENTA.
- El atributo *código* es una clave candidata (la única, de hecho) de la entidad fuerte CUENTA.
- El atributo *número* es un **discriminador** para OPERACIÓN, puesto que junto con el atributo *código* de la entidad CUENTA permite determinar cada operación.

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación**
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Cardinalidad

Supongamos que una relación R asocia a las entidades $E1$ y $E2$.

Definición

Cardinalidad de la entidad $E1$ en la relación R : es el par (a, b) que indica el número mínimo ($=a$) y máximo ($=b$) de instancias de $E1$ que pueden estar asociadas a una instancia fija de $E2$.

Son posibles las siguientes cardinalidades:

$(0, 1)$, $(1, 1)$, $(0, n)$, $(1, n)$.

Nota: n significa “muchos”.

Cardinalidad. Ejemplos (I)

Relación PERTENECE entre las entidades CLIENTE y PEDIDO.

- PEDIDO participa con cardinalidad $(1, n)$.

Fijado un CLIENTE,

(-) al menos, tendrá asociado un pedido, y

(-) puede tener asociados varios pedidos.

- CLIENTE participa con cardinalidad $(1, 1)$.

Fijado un PEDIDO,

(-) tendrá asociado obligatoriamente un cliente, y sólo uno.

Cardinalidad. Ejemplos (II)

Relación CURSA entre las entidades ALUMNO y ASIGNATURA.

- ASIGNATURA participa con cardinalidad $(1, n)$.

Fijado un ALUMNO,

(-) al menos, estará matriculado en una asignatura, y

(-) puede cursar varias asignaturas.

- ALUMNO participa con cardinalidad $(0, n)$.

Fijada una ASIGNATURA,

(-) puede que ningún alumno se haya matriculado de la asignatura, y

(-) puede ser cursada por muchos alumnos.

Cardinalidad. Ejemplos (III)

Relación ES entre las entidades PAIS y CAPITAL.

- CAPITAL participa con cardinalidad (1, 1).

Fijado un PAIS,

(-) tendrá asociado obligatoriamente una capital, y sólo una.

- CAPITAL participa con cardinalidad (1, 1).

Fijada una CAPITAL,

(-) tendrá asociado obligatoriamente un país, y sólo uno.

Cardinalidad. Ejemplos (IV)

Relación PERTENECE entre las entidades CUENTA y OPERACION (relación **débil en identificación**).

- CUENTA participa con cardinalidad $(1, 1)$.

Fijada una OPERACION,

(-) tendrá asociada obligatoriamente una cuenta, y sólo una.

- OPERACION participa con cardinalidad $(0, n)$.

Fijada una CUENTA,

(-) puede no tener asociada ninguna operación, y

(-) puede tener asociada muchas operaciones.

Nota: En una *relación débil en identificación*, la entidad fuerte participa con cardinalidad $(1, 1)$.

Cardinalidad. Tipo de una relación

Supongamos que R relaciona las entidades $E1$ y $E2$.

Definición

El **Tipo** de R es el par $(a : b)$ donde a y b son las cardinalidades máximas de $E1$ y $E2$ en R .

- Una a una (1:1): una instancia de $E1$ está asociada con una, y sólo una, instancia de $E2$. (Ejemplo: *País* y *Capital*)
- Una a muchas (1:N): una instancia de $E1$ puede estar asociada con muchas instancias de $E2$, pero una instancia de $E2$ sólo puede estar asociada con una instancia de $E1$. (Ejemplo: *Cliente* y *Pedido*)
- Muchas a Muchas (N:M): una instancia de $E1$ puede estar asociada con muchas instancias de $E2$ y viceversa. (Ejemplo: *Alumno* y *Asignatura*)

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización**
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Jerarquías de Generalización

Definición

Descomposición de una entidad padre (o supertipo) en varias entidades hijo (o subtipos).

- *Los subtipos heredan los atributos de la entidad padre.*
- *Los subtipos pueden además poseer atributos propios.*

Ejemplo: La entidad padre *Documento* se divide en los subtipos *Libro*, *Artículo* y *Revista*.

Para incluir jerarquías en el modelo E-R, se emplean *relaciones de especialización* **ES-UN** (en inglés, **IS-A**).

Representación gráfica: triángulo invertido



Clasificación de Jerarquías (I)

(A) Total o Parcial.

- Total: cada instancia del supertipo pertenece *obligatoriamente* a un subtipo.
- Parcial: existen instancias del supertipo que no pertenecen a ningún subtipo.

Nota: Una jerarquía parcial se transforma en total añadiendo un nuevo subtipo *Otros*.

Clasificación de Jerarquías (II)

(B) Exclusiva o Solapada:

- Exclusiva: Una instancia de la entidad padre sólo puede pertenecer a un único subtipo.
- Solapada: una instancia de la entidad padre puede pertenecer a más de un subtipo.

Clasificación de Jerarquías. Ejemplos

- 1 El supertipo *Persona* y los subtipos *Hombre*, *Mujer* forman una jerarquía **total y exclusiva**.
- 2 El supertipo *Socio* y los subtipos *Trabajador*, *Estudiante*, *Jubilado*, *Otros* forman una jerarquía **total y solapada** (un socio puede estudiar y trabajar a la vez).
- 3 El supertipo *Obra* y los subtipos *Pintura*, *Escultura* forman una jerarquía **parcial y exclusiva** (puede que una obra no sea ni escultura ni pintura).
- 4 El supertipo *Obra* y los subtipos *Libro*, *Artículo*, *Recopilación* forman una jerarquía **parcial y solapada** (una recopilación es también un libro).

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación**
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Relaciones reflexivas

Definición

Relación reflexiva: *es una relación que asocia una entidad consigo misma.*

Ejemplo: empleados que pueden ser jefes de otros empleados.

Empleamos la relación *Supervisa* que asocia la entidad *Empleado* consigo misma.

Nota: Si los empleados pueden dividirse en jefes y subordinados, es preferible usar una jerarquía de generalización. Ahora bien, si un jefe puede a su vez tener otro jefe de nivel superior y así *recursivamente* es necesario usar una relación reflexiva.

Relaciones reflexivas. Roles

En una relación reflexiva una misma entidad participa dos veces. Ahora bien, cada vez lo hará cumpliendo un papel o **rol** distinto.

Ejemplo: La entidad *Empleado* participa en la relación *Supervisa*:

- Una vez cumpliendo el rol: “*ser jefe de*”.
- Otra vez cumpliendo el rol: “*estar subordinado a*”.

Nota: Cuando en un DER aparecen relaciones reflexivas, deben escribirse los correspondientes roles.

Es esencial para determinar las cardinalidades en la relación.

Relaciones históricas

- Para dos entidades de un DER podemos considerar *más de una* relación que las asocie.
- Útil para *almacenar información histórica* completa.

Ejemplo: proyectos en los que trabaja actualmente un empleado y proyectos en los que ha trabajado anteriormente.

Establecemos dos relaciones *Trabaja1* y *Trabaja2* entre las entidades EMPLEADO y PROYECTO

Relaciones de grado $k \geq 3$ (I)

En un DER pueden aparecer relaciones que asocien a más de dos entidades, esto es, de grado $k \geq 3$.

Ejemplo: La relación ternaria *Nota* asocia las entidades *Alumno*, *Asignatura* y *Convocatoria*

(●) Para hallar la cardinalidad con la que participa $E1$ en una *relación ternaria* (en general, de grado $k \geq 3$) se fija una combinación de dos instancias de las entidades restantes (en general, de $k - 1$ instancias de las entidades restantes); y se calcula el número mínimo y máximo de instancias de $E1$ que se relacionan con dicha combinación.

Relaciones de grado $k \geq 3$ (II)

Ejemplo: Relación *Nota* entre *Alumno*, *Asignatura* y *Convocatoria*.

- ¿Cuántos alumnos se examinan de una asignatura en una convocatoria? Cardinalidad de *Alumno*: $(0, n)$.
- ¿De cuántas asignaturas puede examinarse un alumno en una convocatoria? Cardinalidad de *Asignatura*: $(0, n)$.
- ¿En cuántas convocatorias puede examinarse un alumno de una asignatura? Cardinalidad de *Convocatoria*: $(0, n)$
- Tipo de la relación: (N:M:P)

Relaciones de grado $k \geq 3$ (III)

Ejemplo: Relación *Pita* entre las entidades *Equipo* (rol: local), *Equipo* (rol: visitante) y *Árbitro*.

- ¿Cuántos equipos han jugado como locales contra un equipo pitando un árbitro?
Cardinalidad de *Equipo* (rol: local): $(0, n)$.
- ¿Cuántos equipos han jugado como visitantes contra un equipo pitando un árbitro?
Cardinalidad de *Equipo* (rol: visitante): $(0, n)$.
- ¿Cuántos árbitros pueden pitar un partido entre dos equipos?
Cardinalidad de *Árbitro*: $(0, 1)$
- Tipo de la relación: $(1:N:M)$

Relaciones de grado $k \geq 3$ (IV)

Siempre es posible transformar un DER en otro equivalente en el cual **sólo** aparecen relaciones **binarias**.

Método: Supongamos que R asocia las entidades $E1$, $E2$, $E3$.

- 1 Eliminar la relación R .
- 2 Añadir una *nueva* entidad $E4$ con los atributos de R .
- 3 Añadir tres relaciones binarias *nuevas*:
 - $R1$ entre $E4$ y $E1$.
 - $R2$ entre $E4$ y $E2$.
 - $R3$ entre $E4$ y $E3$.

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Fases para la obtención del Diagrama Entidad-Relación

- Identificar las *entidades* dentro del sistema. (Entidades *fuertes* y entidades *débiles*).
- Identificar y describir los *atributos* de cada entidad.
- Determinar las *claves primarias* de las entidades. (*Discriminadores* para entidades débiles en identificación).
- Establecer las *relaciones* entre las entidades y obtener su *cardinalidad* y su tipo *Tipo*. Explicitar los roles en las relaciones reflexivas.
- Representar gráficamente el esquema obtenido.
- *Verificación*. (Eliminar relaciones redundantes, eliminar o añadir entidades, eliminar o añadir atributos, ...)

Índice

- 1 Introducción al diseño de BD
 - Diseño conceptual
 - Diseño lógico
 - Diseño físico
- 2 El modelo Entidad-Relación
 - Entidades
 - Relaciones
 - Atributos
- 3 Claves y discriminadores
- 4 Cardinalidad. Tipo de una relación
- 5 Jerarquías de Generalización
 - Definición
 - Clasificación de Jerarquías de Generalización
- 6 Tipos especiales de relación
 - Relaciones reflexivas
 - Relaciones históricas
 - Relaciones de grado $k \geq 3$
- 7 Fases para la obtención del DER
- 8 Bibliografía

Bibliografía

- **Concepción y diseño de bases de datos**, Adoración de Miguel, Mario Piattini, RA-MA Editorial (1993).
- **Apuntes de Ficheros y Bases de Datos**, Mercedes Marqués, Universidad Jaume I en Castellón (2001).

<http://www3.uji.es/~mmarques/f47/apun/apun.html>