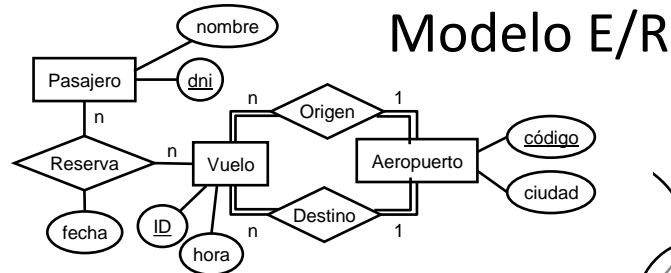


Temario

- ♦ Introducción y fundamentos
- ♦ Introducción a SQL
- ♦ Modelo Entidad / Relación
- ♦ Modelo relacional
- ♦ Diseño relacional: formas normales
- ♦ Consultas
 - Cálculo relacional
 - Álgebra relacional
- ♦ Implementación de bases de datos
 - Estructura física: campos y registros
 - Indexación
 - Índices simples
 - Árboles B, B* y B+

Elmasri cap. 5 y 7



numero	origen	destino	salida
345	MAD	CDG	12:30
321	MAD	ORY	19:05
165	LHR	CDG	09:55
903	CDG	LHR	14:40
447	CDG	LHR	17:00

dni	nombre
123	María
456	Pedro
789	Isabel
321	Pedro

dni	numero	fecha	precio
789	165	07-01-11	210
123	345	20-12-10	170
789	321	15-12-10	250
456	345	03-11-10	190

SQL



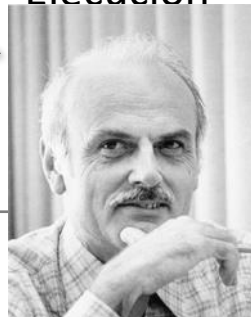
Rediseño

Ejecución

Consultas
complejas

Formas
normales

Modelo relacional



E. Codd



R. Boyce



Modelo E/R vs Relacional

- ♦ El Modelo E/R es un modelo mas conceptual de mas alto nivel de abstracción que el Modelo Relacional.
- ♦ En el Modelo Relacional. Una relación esta pensada como una tabla de valores (tuplas) con atributos relacionados entre si. Cada fila (tupla) representa un hecho que se corresponde con una entidad real.
- ♦ En el Modelo E/R es fácil derivar la relación entre las distintas entidades mientras que en el Modelo Relacional no es tan sencillo.
- ♦ La diferencia básica entre el Modelo E/R y el Modelo Relacional es que el modelo E/R trata específicamente con las entidades y sus relaciones. Por otro lado, el Modelo Relacional se ocupa de las Tablas y de la relación entre los datos de esas tablas.

Objetivo de este capítulo

Entender que las bases de datos se pueden describir esencialmente en teoría de conjuntos

Aprender formalismos basados sobre este modelo:
formas normales, álgebra relacional, cálculo relacional

Modelo relacional vs. SQL

- ♦ El modelo relacional formaliza los conceptos implementados en SQL (o más bien SQL es una implementación del modelo relacional)
 - Esquemas de Relación (estructura de tabla): atributos, dominios
 - Estado de esquema (contenido de una tabla): tuplas
 - Base de datos, estado de una base de datos
 - Claves, superclaves, clave primaria, claves externas
- ♦ Notación: esquema de relación, atributo, dominio, grado de la relación (número de atributos), tupla...
- ♦ Además, sobre el modelo relacional se formalizan
 - Formas normales: propiedades del diseño de los esquemas
 - Consultas: cálculo y álgebra

SQL (“tablas”)

Estructura de tabla

```
create table Tweet (  
  “id” integer,  
  “content” text,  
  “author” integer  
)
```

Datos de tabla

Tweet		
id	content	author
7	‘Enhorabuena...’	6
48	‘Notifications in...’	24
35	‘Ha sido leer...’	6

Modelo relacional

Esquema de relación Atributo
↓
Tweet (id, content, author) Dominio
↓
Tweet (id : integer, content : string,
author : integer)

*Atributos: atómicos, nombre único,
admiten NULL*

Estado de relación

$r(\text{Tweet}) = \{ (7, \text{‘Enhorabuena...’}, 6),$
 $(48, \text{‘Notifications in...’}, 24),$
 $(35, \text{‘Ha sido leer...’}, 6) \}$

$r(\text{Tweet}) \subset \text{integer} \times \text{string} \times \text{integer}$

Conjunto \Rightarrow no se repiten tuplas

$r(\text{Tweet}) = \{ t1, t2, t3 \}$

$t1 = (7, \text{‘Enhorabuena...’}, 6) \quad t1.id = 7 \in \text{integer}$

SQL (“tablas”)

Base de datos = conjunto de tablas

Tweet

id	content	author
7	‘Enhorabuena...’	6
48	‘Notifications in...’	24
35	‘Ha sido leer...’	6

User

id	name	email
24	Dolores	lola@gmail.com
6	José	jose@gmail.com
81	José María	chema@gmail.com
73	Rosario	rosario@gmail.com

Follows

user1	user2
6	24
73	6
81	73

...

Modelo relacional

Base de datos = conjunto de relaciones y restricciones

Esquema de base de datos = conjunto de esquemas de relación

Twitter = { Tweet, User, Follows... }

Estado de base de datos = conjunto de estados de relación

$r(\text{Twitter}) = \{ r(\text{Tweet}), r(\text{User}), r(\text{Follows})... \}$

SQL (“tablas”)

Restricciones

Unique

Not NULL

Primary key

References

Modelo relacional

Restricciones

Clave (candidata)

Not NULL

Clave primaria

Clave externa

- Superclave = conjunto de atributos que contiene una clave
- Clave = superclave mínima
- Clave primaria = clave designada como tal arbitrariamente (sólo una por esquema)
- Clave externa: restricciones de integridad
 - Apunta a clave not NULL
 - El valor existe en la otra relación o la clave externa tiene el valor NULL
 - Preservación de integridad

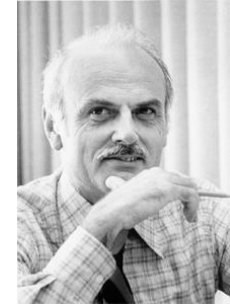
Resumen del modelo relacional

¿Qué tenemos que saber?

- ◆ Conceptos
 - Esquema de relación, atributo, dominio, estado, tupla, base de datos
 - Énfasis: el estado de un esquema es un **conjunto** de tuplas
- ◆ Entender y manejar la notación
- ◆ Condiciones que deben cumplir los atributos
 - Nombre único, valores en dominio, atómicos, univaluados, admiten NULL
- ◆ Diferencia entre claves, superclaves, clave primaria
 - Además, las claves primarias no pueden ser NULL
- ◆ Qué significa la integridad referencial con las claves externas
 - El valor referenciado tiene que existir, o ser NULL
- ◆ Conversión de diagrama E/R a esquema relacional

Modelo E/R vs. relacional

- ♦ Propuesto por E. Codd en 1970
- ♦ $ER \cap MR$
 - Entidad / relación \rightarrow relación
 - Tipo de entidad / relación \rightarrow esquema relacional
 - Extensión de entidad / relación \rightarrow estado de una relación
 - Atributos, dominios
 - Superclaves, claves, clave primaria
- ♦ $ER - MR$
 - Atributos multivaluados, compuestos
 - Relación como elemento diferente de entidad
 - Entidad débil (puesto que no existe diferencia entre relación y entidad)
- ♦ $MR - ER$
 - Claves externas
 - Concepto de base de datos
 - Más adelante, normalización, cálculo, álgebra
 - Expresable directamente en SQL



Edgard F. Codd

Esquema de relación

- ♦ Un nombre de relación, y una lista de atributos
 - Describe una relación (tabla)
 - Semejante a entidad en el Modelo E/R
 - Grado de la relación: nº de atributos
- ♦ Notación
 - $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ donde R es el nombre de la relación y A_k son los atributos
 - $R(A_1 : \text{dom}(A_1), A_2 : \text{dom}(A_2), \dots, A_n : \text{dom}(A_n))$
donde $\text{dom}(A_k)$ es el dominio del atributo A_k
- ♦ Ejemplo: Usuario (nick, email, nombre)
Usuario (nick:string, email:string, nombre:string)

Atributos de relación

- ♦ Tienen un nombre y un dominio asociado
 - Dominios: string, numérico, código postal, etc.
 - Los atributos deben tomar valores en su dominio
 - No se puede repetir un nombre de atributo en un mismo esquema
 - Se entiende que ocupan un lugar fijo en la relación
- ♦ Admiten el valor NULL
 - Valor no existe, no disponible, o desconocido
 - En general interesa minimizar NULLs
- ♦ Equivalente a atributos E/R pero...
 - Atómicos
 - Univaluados

Claves

- ◆ Superclave
 - Conjunto de atributos cuya combinación es única para un tipo de entidad
 - Por ejemplo, el conjunto total de atributos de un tipo de entidad es una superclave (trivial)
 - Ejemplos: nick + nombre es superclave de Usuario
dni es superclave de Persona?
- ◆ Clave
 - Una superclave mínima, también llamada clave candidata
 - Equivaldría –con matices– a UNIQUE en SQL
 - Ejemplos: nick + nombre no es clave para Usuario
nick es clave
email es clave
- ◆ Clave primaria
 - Una clave que se designa como primaria para un tipo de entidad
 - Se utiliza para indexar (lo veremos más adelante...)
 - Equivale a PRIMARY KEY en SQL
 - La elección entre claves candidatas es arbitraria
 - Notación gráfica: subrayado

Estado de una relación

- ♦ Una relación r del esquema $R(A_1, \dots, A_n)$ especificado como $r(R)$ es un conjunto de m -tuplas $r(R) = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$

- ♦ $r(R) \subset \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_m)$

- ♦ Conjunto de tuplas $r(R) = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$

$$t_j = (x_{j,1}, x_{j,2}, \dots, x_{j,n})$$

$$x_{j,k} \in \text{dom}(A_k)$$

- ♦ Notación

$t(x_1, \dots, x_n)$ es lo mismo que $(x_1, \dots, x_n) \in r(R)$.

$$t[A_k] = t[k] = t \cdot A_k = x_k$$

$$\text{Subtuplas: } t[A_{k_1}, \dots, A_{k_p}] = t[k_1, \dots, k_p] = (x_{k_1}, \dots, x_{k_p})$$

$$\text{donde } k_i \in [1, n]$$

Estado de una relación

Relation Name

STUDENT

Attributes

Tuples

Name	Ssn	Home_phone	Address	Office_phone	Age	Gpa
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	NULL	19	3.21
Chung-cha Kim	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	NULL	18	2.89
Dick Davidson	422-11-2320	NULL	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Rohan Panchal	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	NULL	19	3.25

Base de datos

- ♦ Esquema de BD relacional
 - Conjunto de esquemas relacionales $S = \{R_1, \dots, R_p\}$
 - Conjunto C de restricciones de integridad sobre ellos
- ♦ Estado de una BD relacional
 - Conjunto de estados de cada relación de la BD $\{r_1, \dots, r_p\}$,
donde cada r_i es un estado de R_i
 - Y además los r_i cumplen todas las restricciones de C
 - Un estado que no cumple todas las restricciones es inválido
- ♦ A menudo nos referiremos a una DB como el esquema más su estado

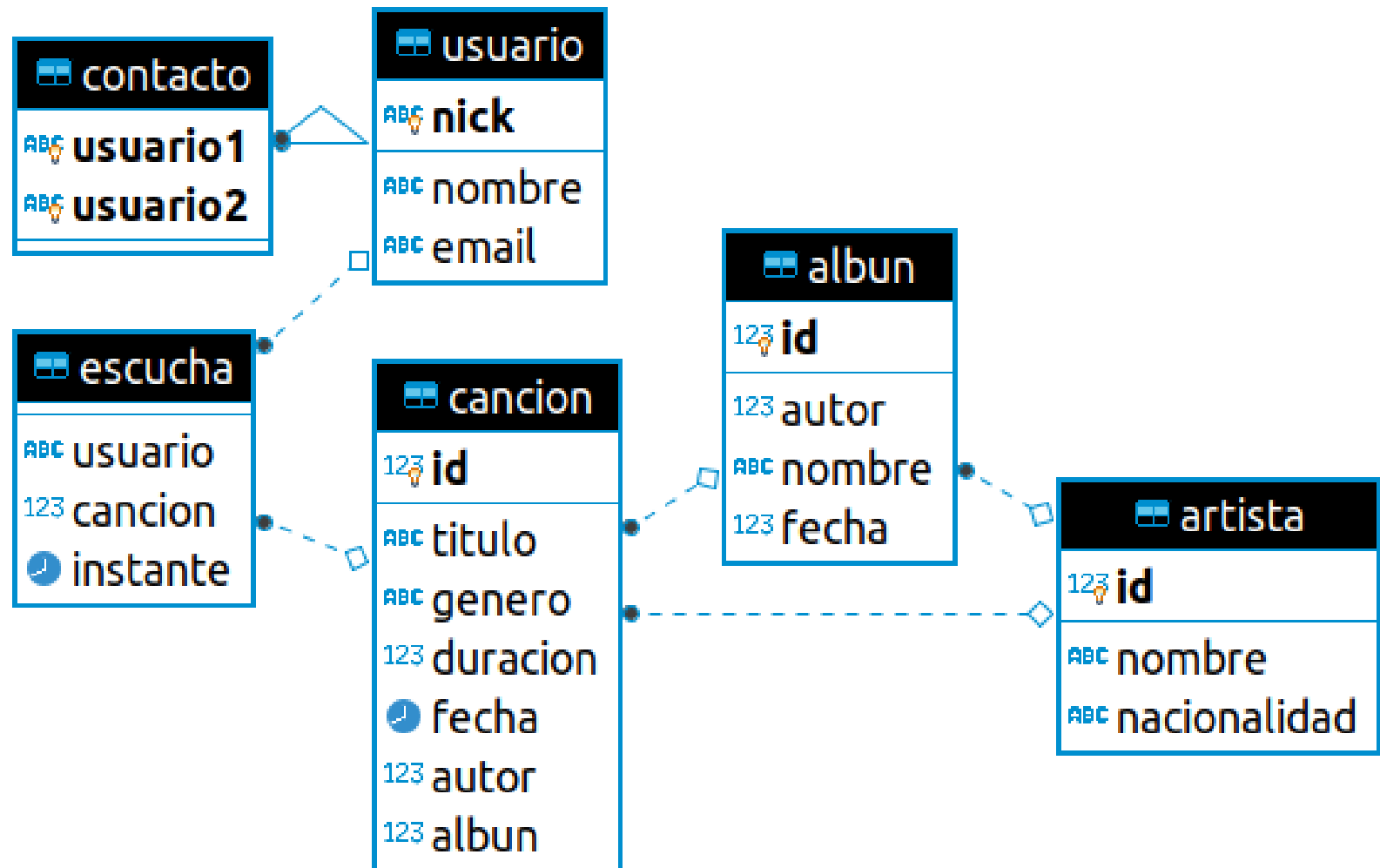
Restricciones de esquemas

- ♦ De dominio
 - Los atributos son univaluados
 - Sus valores deben pertenecer al dominio del atributo
- ♦ Sobre atributos
 - De **claves**
 - Dos tuplas no pueden tener el mismo valor en los atributos que forman una clave
 - Las claves deben ser mínimas: si se elimina algún atributo no se cumple la unicidad
 - Valores **NULL**: puede establecerse que un atributo no puede ser NULL
- ♦ De **integridad**
 - De entidades: ninguna **clave primaria** puede ser NULL
 - Referencial...

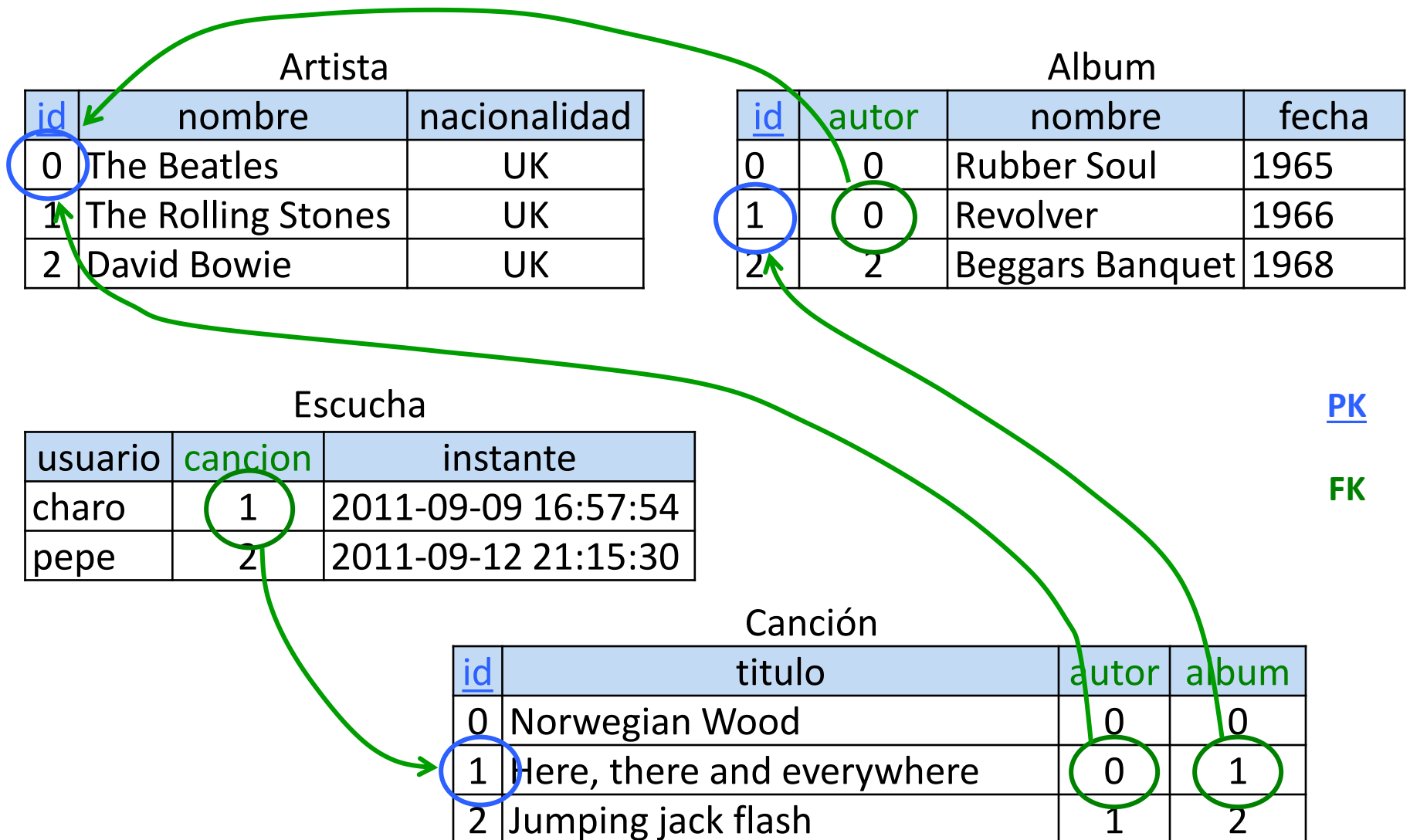
Restricciones de integridad referencial

- ♦ Se basan en la noción de clave externa
- ♦ Aparecen típicamente de las relaciones entre entidades en el modelo relacional
- ♦ Un conjunto de atributos FK de un esquema R_1 puede ser una **clave externa** que referencia a R_2 si los atributos de FK tienen los mismos dominios que los de la clave primaria de R_2
 - Se dice que FK en R_1 hace referencia a la relación R_2
- ♦ Una clave externa establece además una restricción de **integridad referencial**: FK, clave externa, de R_1 a $R_2 \Rightarrow$ los valores de FK en las tuplas de R_1 o bien aparecen en alguna tupla de R_2 , o bien son NULL
- ♦ **Preservación de la integridad** referencial en la actualización de las BD
 - Inserción, modificación, eliminación
 - Rechazar, reaccionar (NULL, o valor por defecto, o propagar)

Ejemplo: 2-musica.sql



Ejemplo: Integridad referencial



Conversión modelo E/R a relacional

Modelo E/R

Tipo de entidad E

Atributos de E

Atómico

Compuesto

Multivaluado

Entidad débil E dependiente de entidades E_k

Modelo relacional

Esquema relacional E

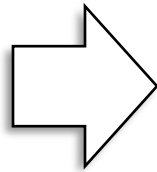
Atributo o atributos en E , o esquema aparte

Atributo en el esquema relacional E

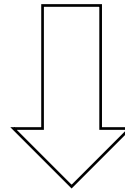
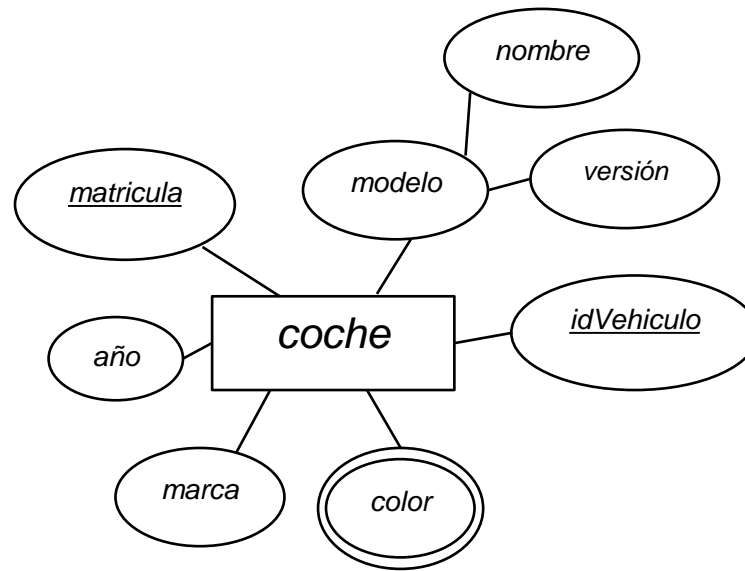
Un atributo en E por cada elemento atómico

Nuevo esquema relacional con dos atributos:
clave primaria de la entidad + valor del atributo

Esquema donde se añaden las claves primarias de E_k (*claves primarias de la entidad fuerte de la que depende*)



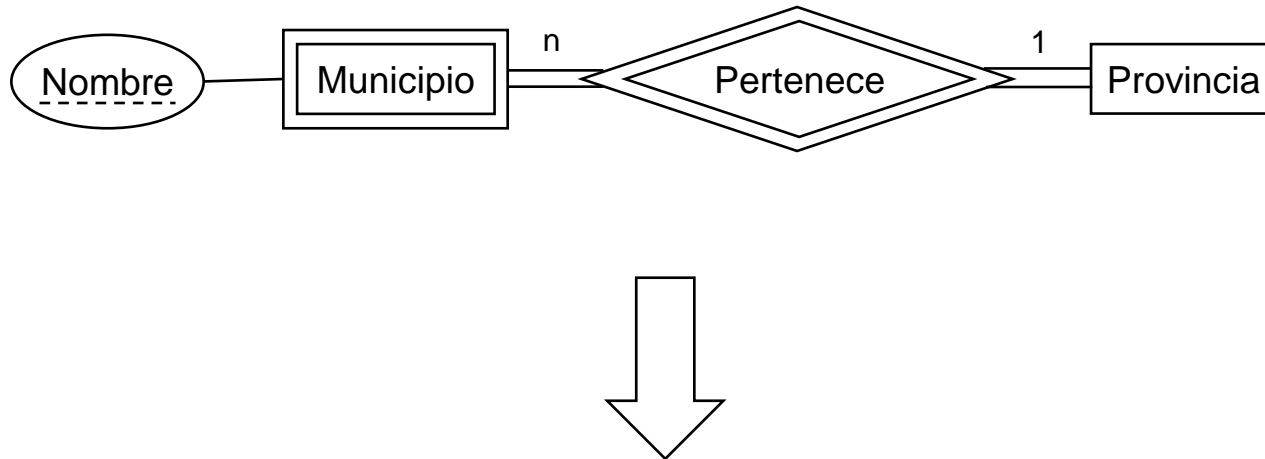
Conversión modelo E/R a relacional



R1(matricula, idVehiculo, marca, año, nombreModelo, versionModelo)

R2(matricula, color)

Conversión modelo E/R a relacional



R1(pid, Nombre Provincia)

R2(mid, pid, Nombre Municipio)

Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R

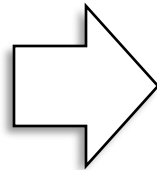
Relación R entre E_1 y E_2

Atributos de la relación R

R es $n:m$

R es $n:1$

R es $1:1$



Modelo relacional

Esquema relacional R

Atributos en el esquema relacional R

Claves primarias de E_1 y E_2 + atributos de R

Dos opciones:

- a) Igual que para $n:m$ (especialmente si la participación de E_1 es parcial, para evitar NULLs)
- b) Añadir en el esquema relacional de E_1 la clave primaria de E_2 y los atributos de R

Dos opciones:

- a) Igual que para $n:1$
- b) Un solo esquema relacional uniendo E_1 y E_2

Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R

Modelo relacional

Claves primarias

Entidad

Misma clave primaria

Entidad débil

Clave parcial (si la hay) más las claves primarias de las entidades identificadoras

Relación $n:m$ entre E_1 y E_2

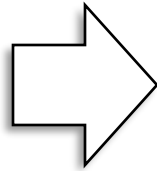
Atributos de las claves primarias de E_1 y E_2
(y algún atributo de R si lo hay y fuese preciso)

Relación $n:1$ entre E_1 y E_2

La clave primaria de E_1 (opción b)

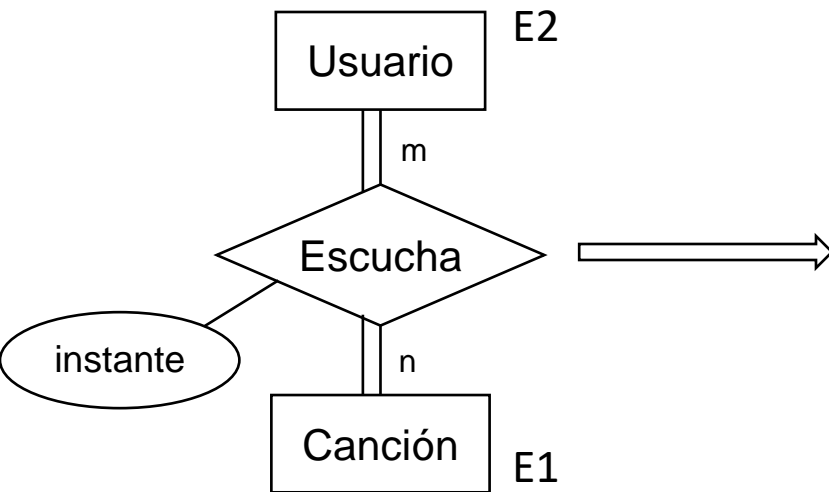
Relación $1:1$ entre E_1 y E_2

La clave primaria de E_1 ó E_2 (opción b)



Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R (R es n:m)



Modelo Relacional

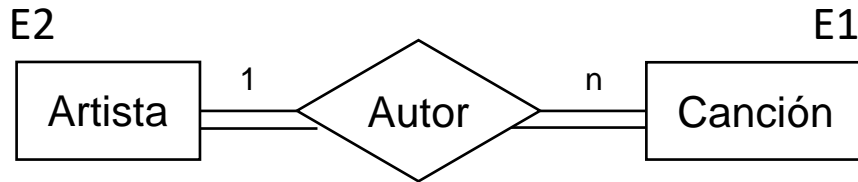
Escucha

<u>usuario</u>	<u>cancion</u>	instante
charo	1	2011-09-09 16:57:54
pepe	2	2011-09-12 21:15:30

↑
Atributo relación

Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R (R es n:1)



Modelo Relacional

Opción a)

Autor

<u>Id Cancion</u>	<u>Id Artista</u>
0	0
1	0
2	1

Canción

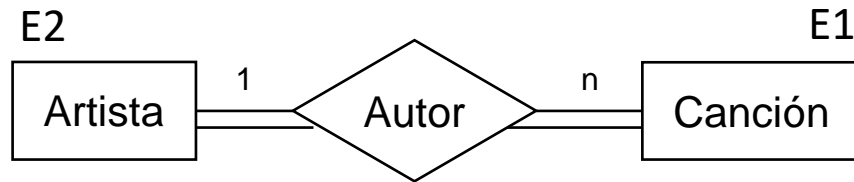
<u>id</u>	titulo	album
0	Norwegian Wood	0
1	Here, there and everywhere	1
2	Jumping jack flash	2

Artista

<u>id</u>	nombre	nacionalidad
0	The Beatles	UK
1	The Rolling Stones	UK
2	David Bowie	UK

Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R (R es n:1)



Modelo Relacional

Opción b)

Artista

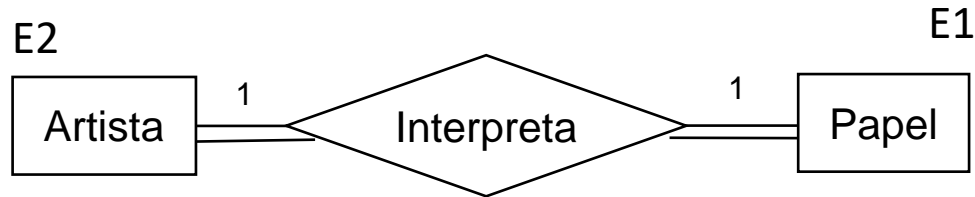
<u>id</u>	nombre	nacionalidad
0	The Beatles	UK
1	The Rolling Stones	UK
2	David Bowie	UK

Canción

<u>id</u>	título	autor	álbum
0	Norwegian Wood	0	0
1	Here, there and everywhere	0	1
2	Jumping jack flash	1	2

Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R (R es 1:1)



Modelo Relacional

Opción a.a)

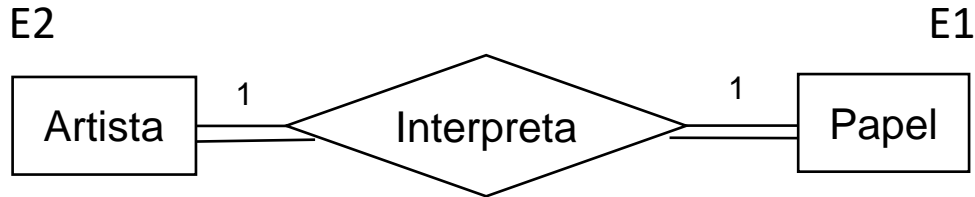
Interpreta	
<u>Artista</u>	<u>papel</u>
0	5
1	6
2	7

Artista	
<u>id</u>	nombre
0	Juan Antonio
1	Pedro Rodriguez
2	Laura Martinez

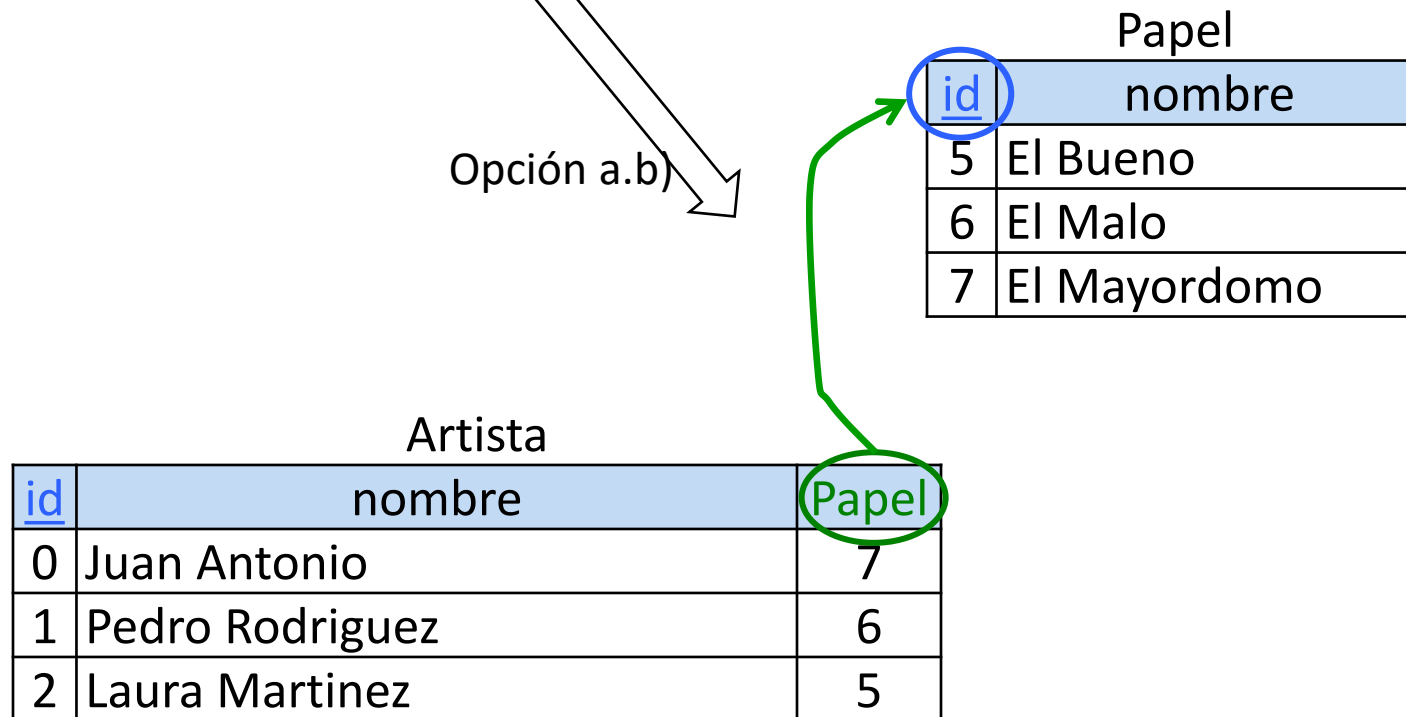
Papel	
<u>id</u>	nombre
5	El Bueno
6	El Malo
7	El Mayordomo

Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R (R es 1:1)

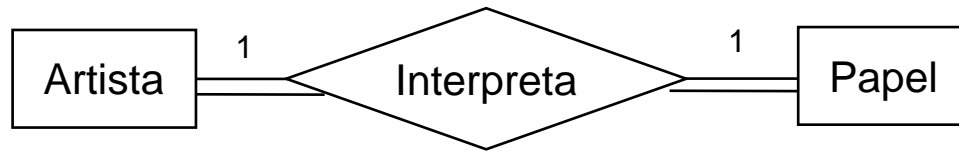


Modelo Relacional



Conversión modelo E/R a relacional (cont)

Modelo E/R (R es 1:1)

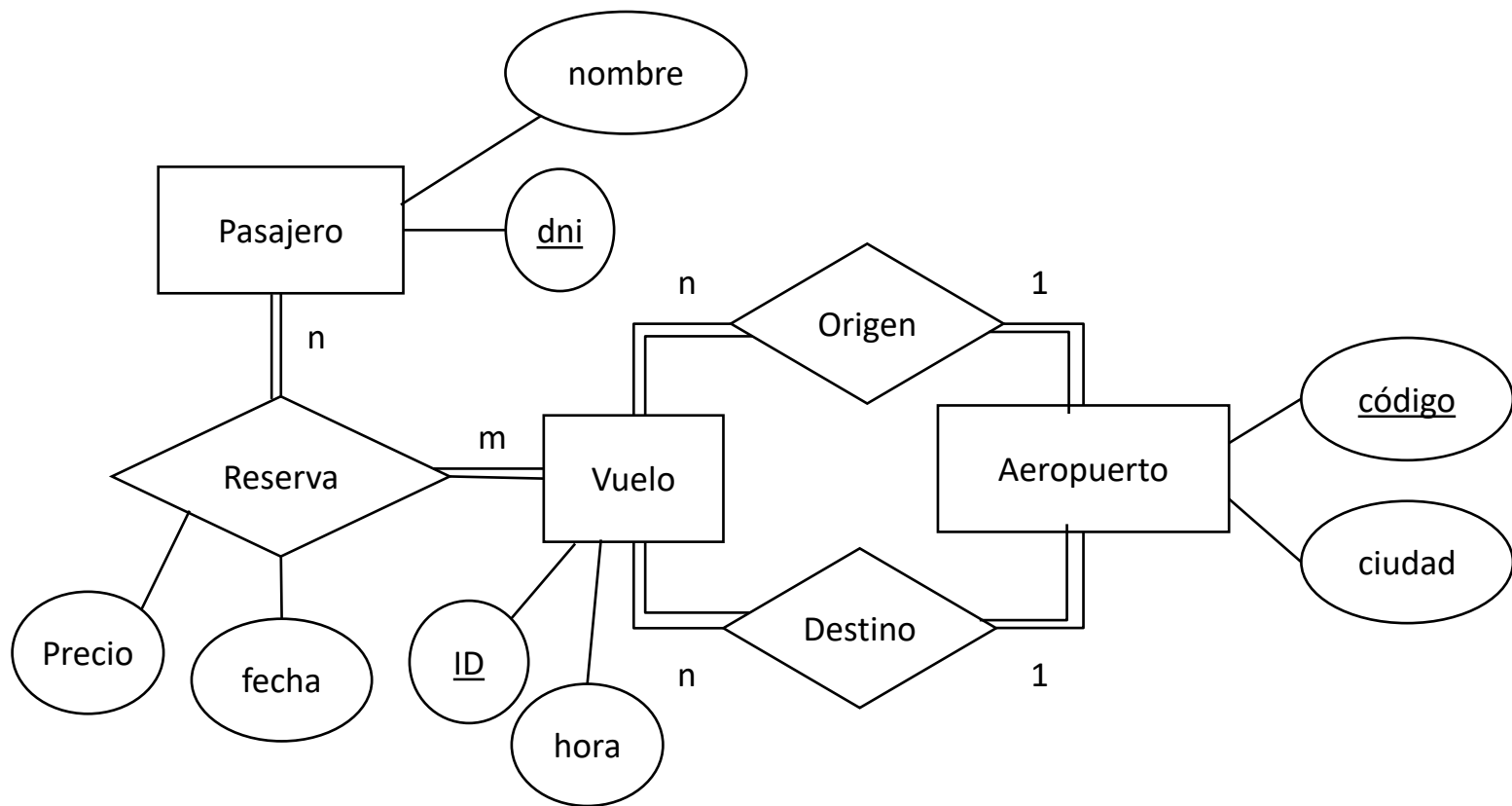


Opción b)

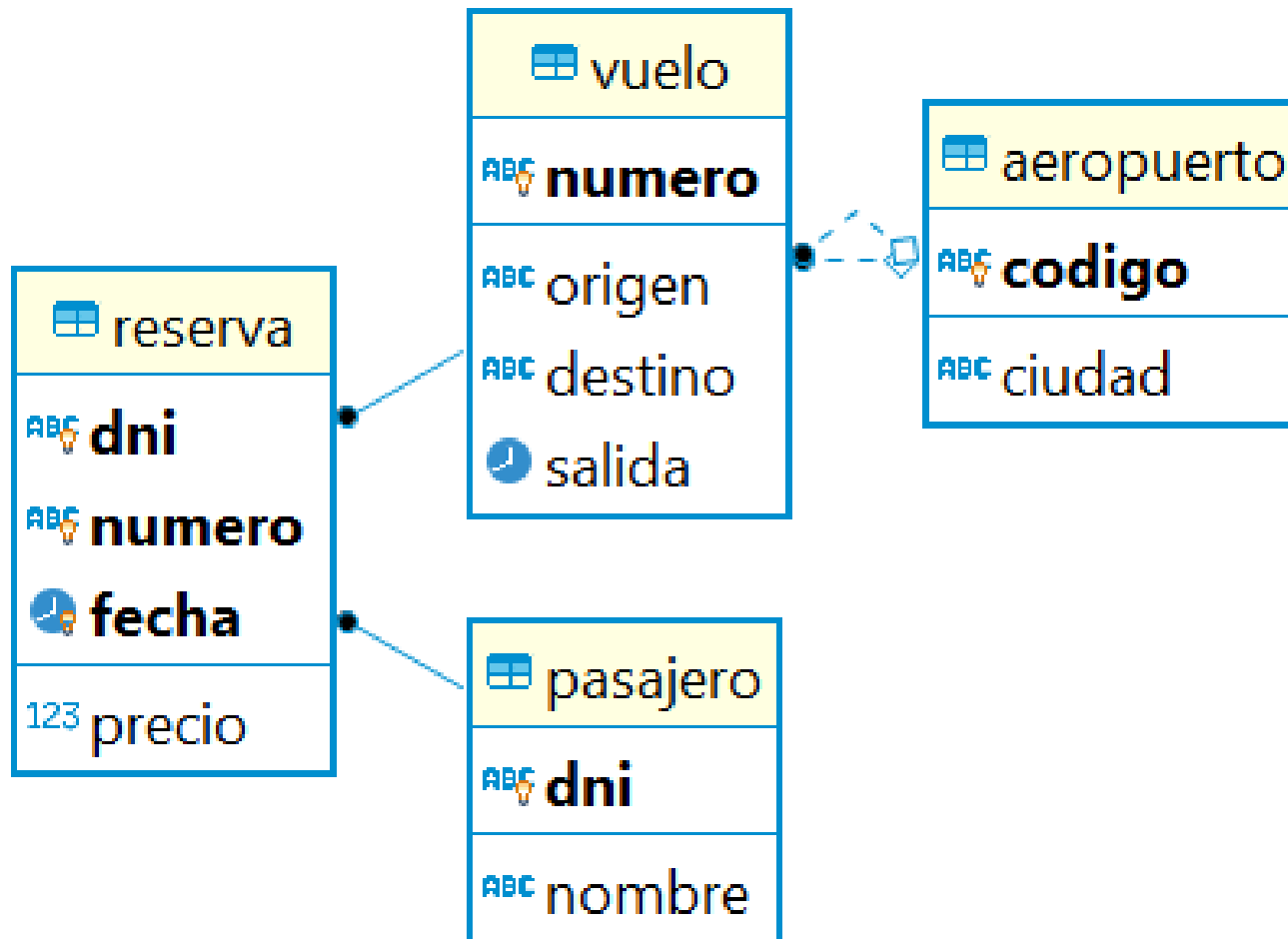
Modelo Relacional

Artista		
<u>id</u>	nombre	Papel
0	Juan Antonio	El Mayordomo
1	Pedro Rodriguez	El Malo
2	Laura Martinez	El Bueno

Ejemplo: reservas de vuelos



Ejemplo: reserva de vuelos



Ejemplo: Join (diseño correcto)

