



# *Bases de datos*

*Algebra relacional*

# Algebra relacional

- Selección  $\sigma_c(R)$
- Proyección  $\Pi_{LISTA\_ATRIBUTOS}(R)$
- Renombramiento  $\rho_{E(LISTA\_ATRIBUTOS)}(R)$
- Unión  $\cup$ , Intersección  $\cap$  y Resta  $-$
- Producto cartesiano  $\times$ 
  - Reunión / (INNER) Join  $\bowtie_c$
  - Reunión / (NATURAL) Join natural  $\bowtie$
  - Reunión / (OUTER) Join externa  $\bowtie \bowtie \bowtie$
- División  $\div$

## Selección $\sigma$

- Operación unitaria (opera sobre una única tabla o relación)
- $\sigma_c(R)$  = conjunto de tuplas de la relación  $R$  que cumplen la condición  $c$ 
  - $R$  será un esquema de relación o una expresión del AR
  - $c$  será un conjunto de cláusulas conectadas entre sí mediante operadores booleanos ( $\wedge, \vee, \neg$ )
  - Cada cláusula será de la forma
    - $\langle \text{nombre atributo} \rangle \text{OPCOMP} \langle \text{nombre atributo} \rangle$
    - donde  $\text{OPCOMP}$  será un operador de comparación ( $=, \neq, <, \leq, >, \geq$ )
- $\sigma$  devuelve una relación que:
  - Tiene un esquema relacional con los mismos atributos que  $R$
  - Incluye las tuplas de  $R$  que cumplen la condición de selección

## Selección $\sigma$

$EMP$  (DNI, NOM, AP1, AP2, SUELDO)

- Empleados con sueldo superior a 1.200 € :

$$\sigma_{SUELDO > 1200} (EMP)$$

- Empleados cuyos dos apellidos sean iguales:

$$\sigma_{AP1 = AP2} (EMP)$$

- Empleados con sueldo superior a 1.200 € cuyos dos apellidos sean iguales:

$$\sigma_{(SUELDO > 1200) \wedge (AP1 = AP2)} (EMP)$$

- Empleados con sueldo 1.200 € y con sueldo 1.000€ :

**MAL**

## Proyección $\Pi$

- Operación unitaria (opera sobre una única tabla o relación)
- $\Pi_{LISTA\_ATRIBUTOS}(R) =$  conjunto de tuplas de  $R$  con los atributos de la lista
  - $R$  será un esquema de relación o una expresión del AR
  - $LISTA\_ATRIBUTOS$  será una sucesión de atributos separados por comas
- $\Pi$  devuelve una relación que:
  - Tiene un esquema de relación en el que sólo aparecen los atributos especificados en la operación
  - Incluye las mismas tuplas del operando (omitiendo los atributos no especificados) y se eliminan tuplas duplicadas (en caso de existir)

# Proyección $\Pi$

$EMP$  (DNI, NOM, AP1, AP2, SUELDO)

- DNI y sueldo de todos los empleados:

$\Pi_{DNI, SUELDO} (EMP)$

- DNI de los empleados con más de 1.200 € de sueldo:

$\Pi_{DNI} (\sigma_{SUELDO > 1200} (EMP))$

- DNI de los empleados con más de 1.200 € de sueldo, “dos pasos”:

$R1 \leftarrow \sigma_{SUELDO > 1200} (EMP)$  /\* Tuplas de EMP con sueldo > 1200 \*/

$R2 \leftarrow \Pi_{DNI} (R1)$  /\* DNI empleados con sueldo > 1200 \*/

## Renombramiento $\rho$

- Operación unitaria (opera sobre una única tabla o relación)
- $\rho_E(\text{LISTA\_ATRIBUTOS})(R)$  = La relación resultante tiene nombre  $E$  y sus atributos quedarán renombrados según los atributos de  $\text{LISTA\_ATRIBUTOS}$ .
  - $R$  será un esquema de relación o una expresión que lo represente
  - $E$  será el nombre del esquema resultante
    - Puede ser el mismo que el de la relación original
  - $\text{LISTA\_ATRIBUTOS}$  será una sucesión de nombres de atributos separados por comas
    - Éstos serán los nuevos nombres para los atributos definidos en el esquema  $R$
    - Pueden ser los mismos nombres que en la relación original
- La relación resultante contiene las mismas tuplas que el esquema original

# Renombramiento $\rho$

$EMP(\underline{DNI}, NOM, AP1, AP2, SUELDO)$

- Renombramiento de DNI a D:

$\rho_{EMP}(D, NOM, AP1, AP2, SUELDO) (EMP)$

- Renombramiento de todos los atributos:

$\rho_{EMP}(D, N, A1, A2, S) (EMP)$

- Es también posible realizar copias de relaciones renombrando o no sus atributos. Ejemplo: Copia de EMP a EMP1 sin renombrar atributos:

$\rho_{EMP1}(DNI, NOM, AP1, AP2, SUELDO) (EMP)$

## Unión $\cup$ , Intersección $\cap$ y Resta $-$

- Operaciones binarias
- Se trata de las operaciones típicas de conjuntos para ello:
  - Las relaciones deben ser compatibles: mismo número de atributos y mismo dominio por cada pareja de atributos, es decir

$R1 (A_1, A_2, \dots A_n)$

$R2 (B_1, B_2, \dots B_n)$

Para todo  $i, 1 \leq i \leq n, \text{Dom}(A_i) = \text{Dom}(B_i)$

- El resultado será otra relación donde el esquema de relación coincide con el que pongamos como primer operando
- Lo habitual es realizar uniones, intersecciones y restas con esquemas exactamente iguales

## Producto cartesiano $\times$

- Operación binaria
- La relación resultante  $R$  cumple que:
  - Su esquema es la combinación de atributos de las dos relaciones.
    - $R1 (A_1, \dots, A_n) \times R2 (B_1, \dots, B_m) \rightarrow R (A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$
  - Contiene las tuplas resultantes de combinar cada una de las tuplas de la primera relación con todas las de la segunda
  - Ejemplo:

$R1 (A_1, \dots, A_n)$	$R2 (B_1, \dots, B_m)$	$R1 (A_1, \dots, A_n) \times R2 (B_1, \dots, B_m)$
$x1, \dots, x1$	$y1, \dots, y1$	$x1, \dots, x1, y1, \dots, y1$
$x2, \dots, x2$	$y2, \dots, y2$	$x1, \dots, x1, y2, \dots, y2$
$x3, \dots, x3$		$x2, \dots, x2, y1, \dots, y1$
		$x2, \dots, x2, y2, \dots, y2$
		$x3, \dots, x3, y1, \dots, y1$
		$x3, \dots, x3, y2, \dots, y2$

## Reunión / Join Natural $\bowtie$

- Reunión con condición implícita
  - Se seleccionan aquellas tuplas cuyos valores coincidan en los atributos con igual nombre
  - Se eliminan los atributos duplicados
- Dadas dos relaciones  $R1(S)$  y  $R2(T)$  siendo  $S$  y  $T$  sus listas de atributos y con  $k$  atributos comunes ambas relaciones,  $A_i$  ( $1 \leq i \leq k$ ):

$$R1 \bowtie R2 \equiv \Pi_{S \cup T} (\sigma_{R1.A1 = R2.A1 \wedge R1.A2 = R2.A2 \wedge \dots \wedge R1.Ak = R2.Ak} (R1 \times R2))$$

➤ En este caso  $S \cup T$  se refiere a la unión de las listas de atributos que forman las relaciones  $R1$  y  $R2$  (es decir, se eliminan los duplicados)

- Si no hay atributos comunes, es decir,  $S \cap T = \emptyset$ :

$$R1 \bowtie R2 \equiv R1 \times R2$$

## Reunión / Join $\bowtie_c$

- Operación binaria que implementa el producto cartesiano con condición
- $R1 \bowtie_c R2 =$  conjunto de tuplas resultantes del producto cartesiano  $R1 \times R2$  que cumplen la condición  $c$ . ( $R1 \bowtie_c R2 \equiv \sigma_c (R1 \times R2)$ )
  - $c$  será la **condición de reunión** y es un conjunto de cláusulas conectadas entre sí mediante operadores booleanos ( $\wedge, \vee, \neg$ )
  - Cada cláusula será de la forma
    - $\langle \text{nombre atributo} \rangle \text{OPCOMP} \langle \text{nombre atributo} \rangle$
    - donde **OPCOMP** será un operador de comparación ( $=, \neq, <, \leq, >, \geq$ )
- Las tuplas que no cumplan la condición no aparecen en el resultado
- Las tuplas cuyos atributos de reunión sean nulos no aparecen en el resultado
  - Los atributos de reunión son aquellos especificados en la condición

## Reunión/Join externa

- Las reuniones externas añaden tuplas extra al resultado de la reunión natural
- Reunión externa por la izquierda:  $R1 \bowtie R2$ ,
  - Añade todas las tuplas de la relación  $R1$  que no tengan valores , de los atributos comunes, iguales a ninguna tupla de  $R2$
  - En estas tuplas aparecerán valores nulos para los atributos correspondientes a la relación  $R2$
- Reunión externa por la derecha:  $R1 \bowtie R2$ 
  - Análoga a la anterior pero por la derecha.
- Reunión externa completa  $\bowtie$ 
  - Reunión natural + Externa izqda. + Externa dcha.

# Extensiones del join

- $\bowtie$
- $\bowtie$
- $\bowtie$

## División ÷

- Aparece en consultas en las que se busca que algún atributo de una relación (X) tome al menos todos los valores de los atributos de otra relación (Y)

$$R1(X) \div R2(Y) \rightarrow R(X-Y)$$

Dados  $R1(X)$  y  $R2(Y)$  dos esquemas de relación debe cumplirse que  $Y \subseteq X$ , es decir, que los atributos de Y sean un subconjunto o iguales a los de X

- La relación resultante R cumple que:
  - Las tuplas que contiene son prefijos de tuplas de R1
  - Las tuplas deben cumplir que concatenadas con las tuplas de R2, la tupla resultante está en R1
  - Su esquema es X-Y (diferencia entre conjuntos de atributos)
- Matemáticamente:

$$R1(A_1, A_2, \dots, A_n) \div R2(A_{n-s}, \dots, A_n) \rightarrow R(A_1, A_2, \dots, A_{n-s-1})$$

$$\langle a_1, a_2, \dots, a_{n-s-1} \rangle \in R \text{ si } \forall \langle a_{n-s}, \dots, a_n \rangle \in R2 \Rightarrow \langle a_1, \dots, a_{n-s-1}, a_{n-s}, \dots, a_n \rangle \in R1$$

# Ejemplo:

## PROVEEDORES

IDP	NOMBREP	CAT	CIUDAD
P1	Grupo K	20	Segovia
P2	ABB	10	Barcelona
P3	AKROS	30	Segovia
P4	DEFA	20	Segovia
P5	SECOIN	30	Soria

## COMPONENTES

IDC	NOMBREC	COLOR	PESO	CIUDAD
C1	X3A	VERDE	12	Segovia
C2	B85	ROJO	17	Barcelona
C3	C4B	ROJO	17	Málaga
C4	C4B	AZUL	14	Segovia
C5	VA8	ROJO	12	Barcelona
C6	C30	AZUL	19	Segovia

## ARTICULOS

IDA	NOMBREA	CIUDAD
A1	Impresora	Barcelona
A2	Scanner	Málaga
A3	Terminal	Soria
A4	Perforadora	Soria
A5	Clasificadora	Segovia
A6	Troqueladora	Madrid
A7	Mezcladora	Segovia

## ENVIOS

IDP	IDC	IDA	CANTIDAD
P1	C1	A1	20
P1	C1	A4	70
P2	C3	A1	40
P2	C3	A2	20
P2	C3	A3	20
P2	C3	A4	50
P2	C3	A5	60
P2	C3	A6	40
P2	C3	A7	80
P2	C5	A2	10
P3	C3	A1	20
P3	C4	A2	50
P4	C6	A3	30
P4	C6	A7	30
P5	C2	A2	20
P5	C2	A4	10
P5	C5	A4	50
P5	C5	A7	10
P5	C6	A2	20
P5	C1	A4	10
P5	C3	A4	20
P5	C4	A4	80
P5	C5	A5	40
P5	C6	A4	50

# Consultas

- Obtener todos los detalles de todos los artículos de SORIA

$\sigma_{CIUDAD='Soria'}(\text{Articulos})$

- Obtener los valores de idP para los proveedores que suministren los artículos A1 y A2

$(\Pi_{idP}(\sigma_{idA='A1'}(\text{Envios}))) \cap (\Pi_{idP}(\sigma_{idA='A2'}(\text{Envios})))$

- Seleccionar los valores de idC que se suministren para los artículos 'A1' y 'A2'

$(\Pi_{idC}(\sigma_{idA='A1'}(\text{Envios}))) \cap (\Pi_{idC}(\sigma_{idA='A2'}(\text{Envios})))$

- Selecciona los identificadores de artículos para los que se provean envíos de todos los componentes existentes en la base de datos

$\Pi_{idT}(\text{Envios} \div \Pi_{idC}(\text{Componentes}))$

# Ejemplo operaciones AR:

## EMPLEADOS

idE	nombreP	idPr	ciudad
12	Ramón	20	Segovia
20	Ramón	10	Barcelona
53	Juan	NULL	NULL
42	Gorka	35	Segovia
84	Jordi	84	Bilbao
99	Ramón	40	Soria
83	Jordi	10	Madrid

- Selección:
- Proyección:
- Renombramiento:

### Operaciones de conjuntos:

- Unión:
- Intersección:
- Resta:

# Ejemplo operaciones AR (producto):

R1

idR1	A1	A2
id1	a12	id5
id5	a13	id10
id8	a5	NULL

R2

idR2	B1
id10	b12
id5	b3

R1 X R2

idR1	A1	A2	idR2	B1
id1	a12	id5	id10	b12
id1	a12	id5	id5	b3
id5	a13	id10	id10	b12
id5	a13	id10	id5	b3
id8	a5	NULL	id10	b12
id8	a5	NULL	id5	b3

# Ejemplo operaciones AR (join):

EMPLEADOS

idE	nombreP	idPr	ciudad
12	Ramón	20	Segovia
20	Ramón	10	Barcelona
53	Juan	NULL	NULL
42	Gorka	35	Segovia
84	Jordi	44	Bilbao
99	Ramón	40	Soria
83	Jordi	10	Madrid

PROYECTOS

idP	nombre	idJefe
10	Impresora	99
20	Ramón	99
35	Spock	20
40	Marte	NULL
68	Saturno	99
44	Lagarto	NULL

EMPLEADOS  $\bowtie_{(idPr=idP)}$  PROYECTOS

idE	nombreP	idPr	ciudad	idP	nombre	idJefe
12	Ramón	20	Segovia	20	Ramón	99
20	Ramón	10	Barcelona	10	Impresora	99
42	Gorka	35	Segovia	35	Spock	20
84	Jordi	44	Bilbao	44	Lagarto	NULL
99	Ramón	40	Soria	40	Marte	NULL
83	Jordi	10	Madrid	10	Impresora	99

# Ejemplo operaciones AR (división):

R1

idR1	A1	A2
id1	a12	id5
id5	a13	id10
id8	a9	NULL
id8	a5	id5
id1	a5	id5
id5	a5	id5
id8	a13	id10

R2

A1	A2
a13	id10
a5	id5

R1 ÷ R2

idR1
id5
id8