

A cartoon illustration featuring several computer monitors with faces and legs, some holding papers or small green squares. Above them is a lightbulb with a face, also with legs, and several small squares floating around. The scene is set against a light gray background.

Seminario 4

Álgebra Relacional

Contenidos

- Introducción
- Selección
- Proyección
- Composición de operadores
- Producto cartesiano
- Unión y diferencia
- Reunión Natural
- Intersección
- División
- Eficiencia en las Consultas

Introducción

- Un lenguaje de consulta:
 - Permite al usuario solicitar información de la base de datos.
 - Son normalmente de más alto nivel que los lenguajes de programación de propósito general.
 - Pueden clasificarse en:
 - Procedimentales
 - Declarativos

Introducción

- Procedimental:

- El usuario da instrucciones al sistema para que realice una secuencia de operaciones en la BD para calcular el resultado deseado.
 - Álgebra Relacional
 - "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks" E. F. Codd, Communications of the ACM, Vol. 13, No. 6, June 1970, pp. 377-387.

- Declarativo:

- El usuario describe la información deseada sin dar un procedimiento específico para obtener esa información.
 - Cálculo Relacional (Codd, 1970)
 - "Relational Completeness of Data Base Sublanguages" E.F. Codd (presented at Courant Computer Science Symposia Series 6, "Data Base Systems," New York City, N.Y., May 24th-25th, 1971). IBM Research Report RJ987 (March 6th, 1972). Republished in Randall J. Rustin (ed.), Data Base Systems: Courant Computer Science Symposia Series 6. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall (1972).

Introducción

Operador	Notación
Selección	σ
Proyección	π
Unión	\cup
Intersección	\cap
Diferencia	$-$
Producto Cartesiano	\times
Θ -Reunión	\bowtie_{Θ}
División	\div

Introducción

- Las operaciones del Álgebra Relacional son internas dentro del conjunto de las relaciones:
 - Entrada:
 - Una o más relaciones
 - Salida:
 - Una relación

Introducción

- Clasificación de los operadores:
 - Con respecto al tipo de operador:
 - Operadores monarios
 - Selección
 - Proyección
 - Operadores binarios
 - Unión
 - Intersección
 - Diferencia
 - Producto Cartesiano
 - θ -reunión
 - División.

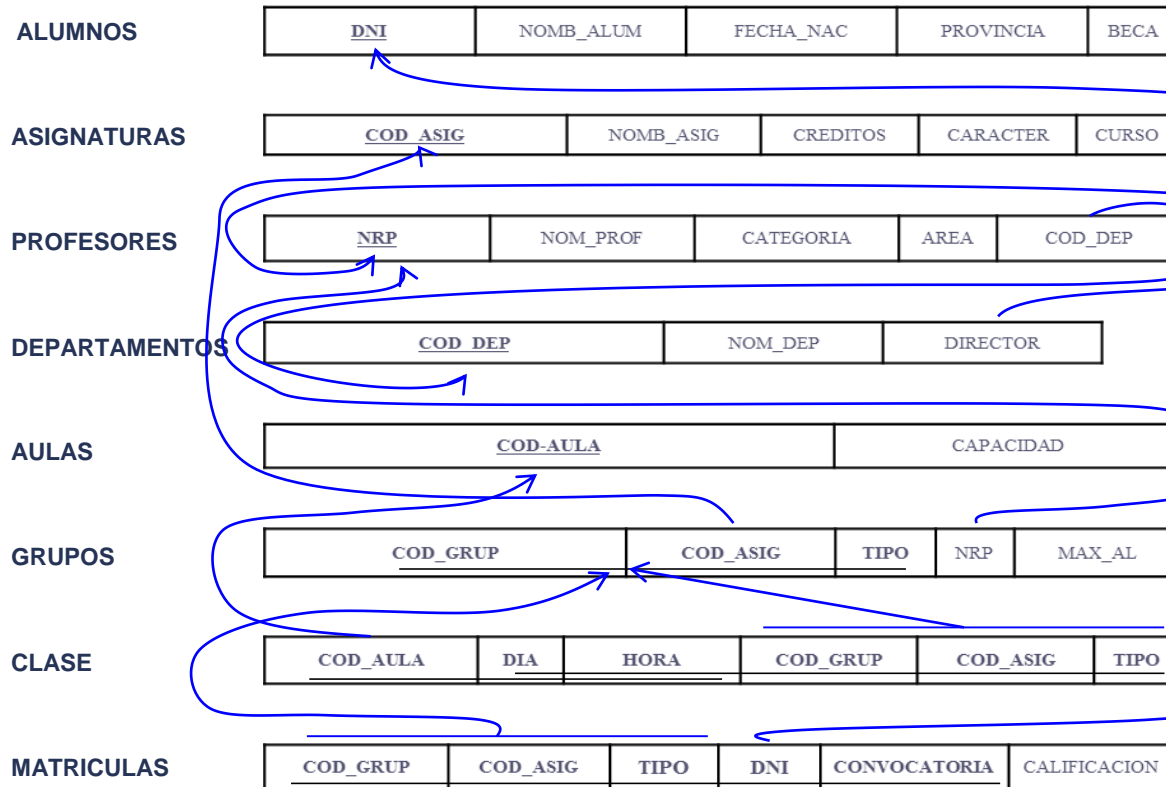
Introducción

- Con respecto a su relación con el modelo relacional:
 - Operadores de conjunto
 - Unión
 - Diferencia
 - Intersección
 - Producto
 - Operadores relacionales
 - Selección
 - Proyección
 - Θ -reunión
 - División

Introducción

- Con respecto a su necesidad:
 - Operadores fundamentales (primitivos)
 - Selección
 - Proyección
 - Unión
 - Diferencia
 - Producto Cartesiano
 - Operadores no fundamentales (derivados)
 - Intersección
 - θ -reunión
 - División.

Introducción



Selección

- Definición:
 - Sea
 - $R[A_1, \dots, A_n]$ una relación cualquiera
 - Θ una propiedad asociada a $\{A_1 \dots A_n\}$
 - r una instancia de R
 - El operador Θ -selección aplicado a r obtiene aquellas tuplas de r para las que Θ es cierta.
 - Notación:
 - $\sigma_{\Theta}(R)$

Selección

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSECAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSECAL	TESE

Selección

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSEÑAL	TESE

$\sigma_{\text{categoria=AS}}$ (*profesores*)

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE

Selección

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSECAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSECAL	TESE

$\sigma_{categoria \neq AS \wedge (area = COMPUT \vee area = ELECTR)}$ (profesores)

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC

Proyección

- Definición:
 - Sea
 - $R[A_1..A_n]$ una relación cualquiera
 - $\{A_i...A_j\}$ un subconjunto de sus atributos
 - r una instancia de R
 - El operador proyección sobre $\{A_i...A_j\}$ aplicado a R obtiene tuplas de r eliminando de la tabla aquellos atributos no pertenecientes a $\{A_i...A_j\}$ y suprimiendo las tuplas redundantes.
 - Notación:
 - $\pi_{A_i...A_j}(R)$

Proyección

- $\pi_{\text{NRP, nom_prof, categoria}}$ (Profesores)

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSEÑAL	TESE

Proyección

- $\pi_{\text{NRP,nom_prof,categoria}}$ (Profesores)

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU
242256	Luis Pérez Pérez	TE
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU
324256	David Pérez Jiménez	CU
24256	María López Ruiz	TU
2842560	José Álvarez Pérez	CE
842560	Adela Pérez Sánchez	AS
84560	Luis Martínez Pérez	AS
242560	María Gómez Sánchez	CU

Proyección

- Como una proyección produce como resultado una relación:
 - Si en el resultado de una proyección aparecen tuplas repetidas se deben descartar.
 - Esto suele ocurrir cuando, al proyectar, no se incluye una clave candidata en la lista de atributos.

AREA	COD_DEP
COMPUT	CCIA
COMPUT	CCIA
LENGUA	LSI
LENGUA	LSI
ARQUIT	ATC
ARQUIT	ATC
ELECTR	ELEC
ELECTR	ELEC
TSEÑAL	TESE
TSEÑAL	TESE

- Ejemplo: Tabla Profesores
 - Clave primaria: NRP
 - Si proyectamos por {area,cod_dep}

Proyección

- Como una proyección produce como resultado una relación:
 - Si en el resultado de una proyección aparecen tuplas repetidas se deben descartar.
 - Esto suele ocurrir cuando, al proyectar, no se incluye una clave candidata en la lista de atributos.

AREA	COD_DEP
COMPUT	CCIA
LENGUA	LSI
ARQUIT	ATC
ELECTR	ELEC
TSEÑAL	TESE

- Ejemplo: Tabla Profesores
 - Clave primaria: NRP
 - Si proyectamos por {area,cod_dep}

Composición de operadores

- El AR se basa en la aplicación sucesiva de operadores hasta que obtenemos la tabla que contiene la solución a nuestra consulta.
- Como el resultado de una operación es siempre una relación, dicho resultado puede usarse como operando de otra operación.

Composición de operadores

- Ejemplo:

- Obtener una lista con el NRP y el Nombre de aquellos profesores que pertenecen al departamento cuyo código es ELEC:

- $\sigma_{\text{cod_dep}=\text{ELEC}}(\text{profesores})$

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC

- $\pi_{\text{NRP}, \text{nom_prof}}(\sigma_{\text{cod_dep}=\text{ELEC}}(\text{profesores}))$

NRP	NOM_PROF
2842560	José Álvarez Pérez
842560	Adela Pérez Sánchez

Composición de operadores

- Ejemplos:

- Encontrar los nombres de los profesores que no tienen categoría AS y pertenecen a las áreas de conocimiento TSEÑAL o ARQUIT.

- $\Pi_{\text{nom_prof}}(\sigma_{(\text{categoria} \neq \text{AS}) \wedge (\text{area} = \text{TSEÑAL} \vee \text{area} = \text{ARQUIT})}(\text{profesores}))$

- Encontrar las áreas de conocimiento que tienen profesores con categoría CU o TU.

- $\pi_{\text{area}}(\sigma_{(\text{categoria} = \text{TU} \vee \text{categoria} = \text{CU})}(\text{profesores}))$

Composición de operadores

- Encontrar el DNI y el nombre de aquellos alumnos que nacieron antes del 1-1-80.
 - $\pi_{\text{DNI,nom_alum}}(\sigma_{\text{fecha-nac} \leq 01-01-80}(\text{alumnos}))$
- Encontrar las provincias de las que vienen alumnos becados.
 - $\pi_{\text{provincia}}(\sigma_{\text{beca=SI}}(\text{alumnos}))$

Producto cartesiano

- Definición:
 - Sea
 - $R[A_1..A_n]$ y $S[B_1..B_m]$ dos relaciones cualesquiera
 - r y s dos instancias de las mismas
 - El producto cartesiano de ambas instancias es el conjunto de tuplas resultante de hacer el producto cartesiano sobre los conjuntos de tuplas de las instancias.
- Notación:
 - $R \times S$

Producto cartesiano

A	B		D		A	B	D
a ₁	b ₁	×	d ₁	=	a ₁	b ₁	d ₁
a ₂	b ₂		d ₂		a ₁	b ₁	d ₂
a ₃	b ₃				a ₂	b ₂	d ₁
					a ₂	b ₂	d ₂
					a ₃	b ₃	d ₁
					a ₃	b ₃	d ₂

Producto cartesiano

- Propiedades:

- Propiedad 1:

- Sean

- $R[A_1..A_n]$ y $S[B_1..B_m]$ dos relaciones cualesquiera
 - $W = R \times S$

- Entonces

- $W[A_1..A_n, B_1..B_m]$
 - $\text{esquema}(W) = \text{esquema}(R) \cup \text{esquema}(S)$.

- Propiedad 2:

- Sean

- $R[A_1..A_n]$ y $S[B_1..B_m]$ dos relaciones cualesquiera
 - $W = R \times S$
 - Sean r y s instancias de R y S respectivamente y w la correspondiente instancia de W .

- Entonces:

- $\text{card}(w) = \text{card}(r) \times \text{card}(s)$.

Producto cartesiano

- Denominación de atributos y uso de alias
 - Ahora interviene más de una relación.
 - Puede ocurrir que haya ambigüedad a la hora de referenciar atributos en las operaciones.
 - Solución:
 - Anteponer un prefijo al nombre del atributo para indicar la tabla a la que nos referimos
 - Profesor.NRP
 - Grupos.NRP

Producto cartesiano

- Puede ocurrir incluso que una misma relación aparezca más de una vez en la consulta.
- Operador de redefinición:
 - Sea
 - $R[A_1, \dots, A_n]$ una relación cualquiera
 - r una instancia de R
 - El operador redefinición aplicado a R nos permite asignar un nuevo nombre a R
 - Notación
 - $\rho(R)$
 - $\rho(R) = S$ nos permite referirnos a r como S
 - Se dice entonces que S es un alias de R .

Producto cartesiano

- Consideremos nuestra base de datos de ejemplo y supongamos que deseamos saber, para cada departamento, el nombre de su director.
- Paso 1: profesores \times departamentos

NRP	NOM_PROF	CATG.	AREA.	COD_DEP	COD_DEP	NOM_DEP	DIRECTOR
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
242256	Luis Perez Perez	TE	LENGUA	LSI	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
24256	Maria Lopez Ruiz	TU	ARQUIT	ATC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
842560	Adela Perez Sanchez	AS	ELECTR	ELEC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSECAL	TESE	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
242560	Maria Gomez Sanchez	CU	TSECAL	TESE	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	LSI	Lenguajes y Sistemas	84256
...
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	ATC	Arquitectura de Computadores	324256
...
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	ELEC	Electronica	2842560
...
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	TESE	Teoria de la Secal	84560
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	TESE	Teoria de la Secal	84560
242256	Luis Perez Perez	TE	LENGUA	LSI	TESE	Teoria de la Secal	84560
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	TESE	Teoria de la Secal	84560
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	TESE	Teoria de la Secal	84560
24256	Maria Lopez Ruiz	TU	ARQUIT	ATC	TESE	Teoria de la Secal	84560
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	TESE	Teoria de la Secal	84560
842560	Adela Perez Sanchez	AS	ELECTR	ELEC	TESE	Teoria de la Secal	84560
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSECAL	TESE	TESE	Teoria de la Secal	84560
84560	Maria Gomez Sanchez	CU	TSECAL	TESE	TESE	Teoria de la Secal	84560

Producto cartesiano

- Paso 2: $\sigma_{\text{director}=\text{NRP}}$ (profesores \times departamentos)

NRP	NOM_PROF	CATG.	AREA.	COD_DEP	COD_DEP	NOM_DEP	DIRECTOR
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	LSI	Lenguajes y Sistemas	84256
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	ATC	Arquitectura de Computadores	324256
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	ELEC	Electronica	2842560
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSECAL	TESE	TESE	Teoria de la Señal	84560

- Paso 3: $\pi_{\text{nom_prof}, \text{nom_dep}}(\sigma_{\text{director}=\text{NRP}}(\text{profesores} \times \text{departamentos}))$

NOM_PROF	NOM_DEP
Antonia Perez Rodriguez	Ciencias de la Computacion
Carmen Perez Sanchez	Lenguajes y Sistemas
David Perez Jimenez	Arquitectura de Computadores
Jose Alvarez Perez	Electronica
Luis Martinez Perez	Teoria de la Señal

Producto cartesiano

- Ejemplos

- Obtener, para cada profesor, su NRP, su nombre y el nombre del departamento al que pertenece.
 - $\pi_{\text{NRP}, \text{nom_prof}, \text{nom_dep}}(\sigma_{\text{departamentos.cod_dep}=\text{profesores.cod_dep}}(\text{departamentos} \times \text{profesores}))$
- Obtener el DNI y el nombre de aquellos alumnos matriculados de la asignatura de código BDI que son becarios.
 - $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matriculas.DNI}}(\sigma_{\text{beca=SI}}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{cod_asig=BDI}}(\text{matriculas})))$
 - $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom_alum}}(\sigma_{(\text{alumnos.DNI}=\text{matriculas.DNI}) \wedge (\text{beca=SI}) \wedge (\text{cod_asig=BDI})}(\text{alumnos} \times \text{matriculas}))$
- Encontrar la lista de los profesores (NRP y nombre) que imparten la asignatura BDI.
 - $\pi_{\text{grupos.NRP}, \text{nom_pro}}(\sigma_{\text{profesores.NRP}=\text{grupos.NRP}}(\text{profesores} \times \sigma_{\text{cod_asig=BDI}}(\text{grupos})))$

Producto cartesiano

- Ejemplos

- Encontrar los códigos de las asignaturas de las que está matriculado el alumno de nombre 'Luis Martinez Perez'.

- $\Pi_{\text{cod_asig}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI=matricula.DNI}}(\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom_alum=Luis Martinez Perez}}(\text{alumnos})))$

- Encontrar los nombres de los profesores con categoría CU o TU que pertenecen al departamento de nombre Electrónica.

- $\Pi_{\text{nom_prof}}(\sigma_{\text{profesores.cod_dep=departamentos.cod_dep}}(\sigma_{\text{categoria=CU} \vee \text{categoria=TU}}(\text{profesores}) \times \sigma_{\text{nom_dep=Electronica}}(\text{departamentos})))$

- Encontrar los nombres de las asignaturas de las que está matriculado el alumno 'Luis Martinez Perez'.

- $\Pi_{\text{nom_asig}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI=matricula.DNI} \wedge \text{matricula.cod_asig=asignaturas.cod_asig}}(\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom_alum=Luis Martinez Perez}}(\text{alumnos}) \times \text{asignaturas}))$

Producto cartesiano

- Ejemplos

- Encontrar los nombres de los profesores que imparten prácticas en la asignatura Bases de Datos. Entendemos que los grupos de prácticas son los grupos de tipo P.

- $\pi_{\text{nom_prof}} (\sigma_{\text{profesores.NRP=grupos.NRP} \wedge \text{grupos.cod_asig=asignaturas.cod_asig}} (\sigma_{\text{tipo=P}}(\text{grupos}) \times \sigma_{\text{nom_asig=Bases de Datos}}(\text{asignaturas}) \times \text{profesores}))$

- Encontrar el nombre y el DNI de aquellos alumnos cuya provincia es Almería y que están matriculados de alguna asignatura de primer curso.

- $\pi_{\text{DNI,nom_alum}} (\sigma_{\text{alumnos.DNI=matricula.DNI} \wedge \text{matricula.cod_asig=asignaturas.cod_asig}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{provincia=Almeria}}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{curso=1}}(\text{asignaturas})))$

Producto cartesiano

- Ejemplos:

- Encontrar los nombres de los profesores que pertenecen a la misma área de conocimiento que María López Ruiz.
 - $\rho(\text{profesores}) = \text{profes}$
 - $\pi_{\text{profes.nom_prof}}(\sigma_{\text{profesores.area}=\text{profes.area}}(\sigma_{\text{profesores.nom_prof}=\text{Maria Lopez Ruiz}}(\text{profesores}) \times (\text{profes})))$
- Encontrar el DNI y el nombre de aquellos alumnos de edad mayor o igual que la del alumno 'Luís Martínez Pérez'.
 - $\rho(\text{alumnos}) = \text{alu}$
 - $\pi_{\text{alu.DNI, alu.nom_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.fecha-nac} \geq \text{alu.fecha-nac}}(\sigma_{\text{alumnos.nom_alum}=\text{Luis Martinez Perez}}(\text{alumnos}) \times (\text{alu})))$
- Encontrar aquellas asignaturas optativas que están en cursos superiores a la asignatura de nombre 'Bases de Datos'.
 - $\rho(\text{asignaturas}) = \text{asis}$
 - $\pi_{\text{asis.nom_asig}}(\sigma_{\text{asignaturas.curso} < \text{asis.curso}}(\sigma_{\text{asignaturas.nom_asig}=\text{Bases de Datos}}(\text{asignaturas}) \times \sigma_{\text{asis.caracter}=\text{op}}(\text{asis})))$

Unión y diferencia

- Unión

- Sean

- $R[A_1..A_n]$, y $S[B_1..B_n]$ dos relaciones tales que $\{A_1..A_n\} \equiv \{B_1..B_n\}$
 - r y s instancias de R y S

- El operador unión aplicado sobre R y S es el resultado de hacer la unión de r y s como conjuntos de tuplas.

- Notación:

- $R \cup S$

- Diferencia

- Sean

- $R[A_1..A_n]$, y $S[B_1..B_n]$ dos relaciones tales que $\{A_1..A_n\} \equiv \{B_1..B_n\}$
 - r y s instancias de R y S

- El operador diferencia aplicado sobre R y S es el resultado de hacer la diferencia de r y s como conjuntos de tuplas.

- Notación:

- $R - S$

Unión y diferencia

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_2	b_2	c_2
a_3	b_1	c_1
a_4	b_1	c_1
a_4	b_2	c_2

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_2	b_2	c_2
a_3	b_2	c_2
a_4	b_2	c_2
a_1	b_2	c_2

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_2	b_2	c_2
a_3	b_1	c_1
a_4	b_1	c_1
a_4	b_2	c_2
a_3	b_2	c_2
a_1	b_2	c_2

Unión y diferencia

r

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_2	b_2	c_2
a_3	b_1	c_1
a_4	b_1	c_1
a_4	b_2	c_2

s

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_2	b_2	c_2
a_3	b_2	c_2
a_4	b_2	c_2
a_1	b_2	c_2

$r - s$

A	B	C
a_3	b_1	c_1
a_4	b_1	c_1

Unión y diferencia

- Ejemplos:

- Encontrar las asignaturas de segundo ciclo; es decir, aquellas cuyo curso sea 4 ó 5.

- $\sigma_{(\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5)}(\text{asignaturas})$
- $\sigma_{\text{curso}=4}(\text{asignaturas}) \cup \sigma_{\text{curso}=5}(\text{asignaturas})$

- Encontrar aquellos profesores que sean de categoría TU y no pertenezcan al área de conocimiento COMPUT.

- $\sigma_{\text{categoria}=\text{TU} \wedge \neg(\text{area}=\text{COMPUT})}(\text{profesores})$
- $\sigma_{\text{categoria}=\text{TU}}(\text{profesores}) - \sigma_{\text{area}=\text{COMPUT}}(\text{profesores})$

Unión y diferencia

- Ejemplos:

- Encontrar los códigos de aquellas asignaturas en las que no hay matriculado ningún alumno.

- $\Pi_{\text{cod_asig}}(\text{asignaturas}) - \pi_{\text{cod_asig}}(\text{matricula})$

- Encontrar los alumnos más jóvenes de la base de datos; es decir, aquellos cuya fecha de nacimiento es la mayor entre las de todos los alumnos.

- $\rho(\text{alumnos}) = \text{alu}$

- $\pi_{\text{alumnos.DNI, alumnos.nom_alum}}(\text{alumnos}) - \pi_{\text{alumnos.DNI, alumnos.nom_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.fecha-nac} < \text{alu.fecha-nac}}(\text{alumnos} \times \text{alu}))$

- Encontrar las asignaturas que sólo tienen un profesor.

- $\Pi_{\text{cod_asig}}(\text{asignaturas}) -$

- $\pi_{\text{grupos.cod_asig}}(\sigma_{\text{grupos.cod_asig} = \text{gru.cod_asig} \wedge \text{grupos.NRP} <> \text{gru.NRP}}(\text{grupos} \times \text{gru}))$

Unión y diferencia

- Ejemplos:

- Encontrar los códigos de aquellas asignaturas que o bien son de segundo ciclo o bien no tienen matriculado ningún alumno.

- $\sigma_{(\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5)}(\text{asignaturas}) \cup$
 $(\pi_{\text{cod_asig}}(\text{asignaturas}) - \pi_{\text{cod_asig}}(\text{matricula}))$

Θ -Reunión

- Θ -Reunión
 - Definición
 - Sea
 - $R[A_1..A_n]$, y $S[B_1..B_m]$ dos relaciones cualesquiera
 - Θ una propiedad que implica a atributos de ambas relaciones
 - r y s dos instancias de las mismas
 - Entonces la Θ -Reunión de R y S equivale a $\sigma_{\Theta}(R \times S)$.
 - Notación:
 - $R \bowtie_{\Theta} S$

Θ-Reunión

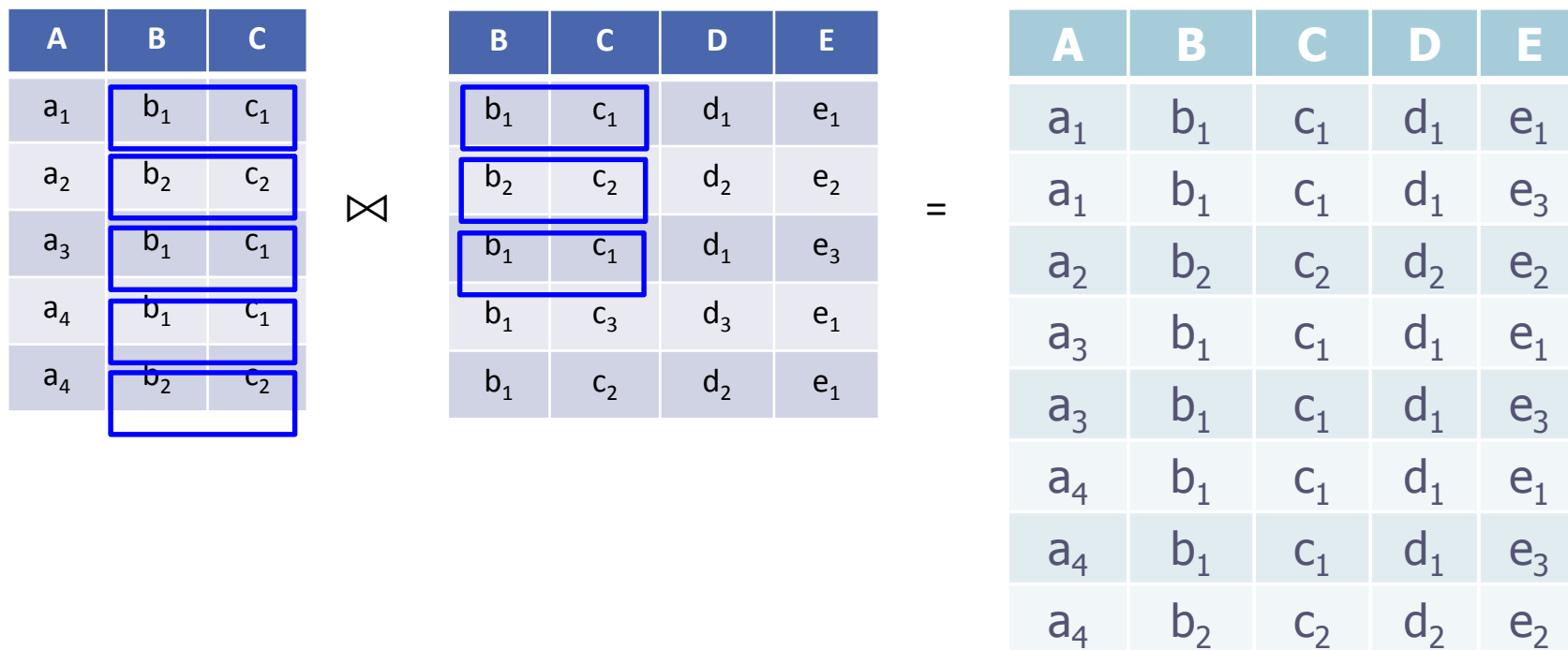
profesores $\bowtie_{\text{director=NRP}}$ departamentos = $\sigma_{\text{director=NRP}}$ (profesores \times departamentos)

NRP	NOM_PROF	CATG.	AREA.	COD_DEP	COD_DEP	NOM_DEP	DIRECTOR
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	LSI	Lenguajes y Sistemas	84256
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	ATC	Arquitectura de Computadores	324256
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	ELEC	Electronica	2842560
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSECAL	TESE	TESE	Teoria de la Señal	84560

Reunión Natural

- Reunión natural
 - Definición
 - Sea
 - $R[A_1..A_n]$, y $S[B_1..B_m]$ dos relaciones tales que existen $\{A_i..A_j\} \subseteq \{A_1..A_n\}$ y $\{B_i..B_j\} \subseteq \{B_1..B_m\}$ de forma que $\forall k \in \{i..j\}, A_k = B_k$
 - r y s dos instancias de las mismas
 - Entonces la Reunión Natural de R y S equivale a:
 - $\pi_{(\{A_1..A_n\}\{B_1..B_m\})-\{A_i..A_j\}}(\sigma_{(r.A_i=s.A_i) \wedge \dots \wedge (r.A_j=s.A_j)}(R \times S))$
 - Notación:
 - $R \bowtie S$

Reunión Natural



Reunión Natural

- Ejemplos

- Obtener, para cada profesor, su NRP, su nombre y el nombre del departamento al que pertenece.

- $\pi_{\text{NRP}, \text{nom_prof}, \text{nom_dep}}(\sigma_{\text{departamentos.cod_dep}=\text{profesores.cod_dep}}(\text{departamentos} \times \text{profesores}))$

- $\pi_{\text{NRP}, \text{nom_prof}, \text{nom_dep}}(\text{departamentos} \bowtie \text{profesores})$

- Obtener el DNI y el nombre de aquellos alumnos matriculados de la asignatura de código BDI que son becarios.

- $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matriculas.DNI}}(\sigma_{\text{beca=SI}}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{cod_asig=BDI}}(\text{matriculas})))$

- $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom_alum}}(\sigma_{\text{beca=SI}}(\text{alumnos}) \bowtie \sigma_{\text{cod_asig=BDI}}(\text{matriculas}))$

Reunión Natural

- Ejemplos

- Encontrar la lista de los profesores (NRP y nombre) que imparten la asignatura BDI.
 - $\pi_{\text{grupos.NRP, nom_pro}}(\sigma_{\text{profesores.NRP=grupos.NRP}}(\text{profesores} \times \sigma_{\text{cod_asig=BDI}}(\text{grupos})))$
 - $\pi_{\text{grupos.NRP, nom_pro}}(\text{profesores} \bowtie \sigma_{\text{cod_asig=BDI}}(\text{grupos}))$
- Encontrar los códigos de las asignaturas de las que está matriculado el alumno de nombre 'Luis Martinez Perez'.
 - $\Pi_{\text{cod_asig}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI=matricula.DNI}}(\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom_alum=Luis Martinez Perez}}(\text{alumnos})))$
 - $\Pi_{\text{cod_asig}}(\text{matriculas} \bowtie \sigma_{\text{nom_alum=Luis Martinez Perez}}(\text{alumnos}))$

Reunión Natural

- Ejemplos

- Encontrar los nombres de los profesores con categoría CU o TU que pertenecen al departamento de nombre Electrónica.

- $\Pi_{\text{nom_prof}} (\sigma_{\text{profesores.cod_dep}=\text{departamentos.cod_dep}} (\sigma_{\text{categoria=CU} \vee \text{categoria=TU}} (\text{profesores}) \times \sigma_{\text{nom_dep=Electronica}} (\text{departamentos})))$

- $\Pi_{\text{nom_prof}} (\sigma_{\text{categoria=CU} \vee \text{categoria=TU}} (\text{profesores}) \bowtie \sigma_{\text{nom_dep=Electronica}} (\text{departamentos}))$

- Encontrar los nombres de las asignaturas de las que está matriculado el alumno 'Luis Martinez Perez'.

- $\Pi_{\text{nom_asig}} (\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI} \wedge \text{matricula.cod_asig}=\text{asignaturas.cod_asig}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom_alum=Luis Martinez Perez}} (\text{alumnos}) \times \text{asignaturas}))$

- $\Pi_{\text{nom_asig}} (\text{matriculas} \bowtie \sigma_{\text{nom_alum=Luis Martinez Perez}} (\text{alumnos}) \bowtie \text{asignaturas})$

Reunión Natural

- Ejemplos

- Encontrar los nombres de los profesores que imparten prácticas en la asignatura Bases de Datos. Entendemos que los grupos de prácticas son los grupos de tipo P.

- $\Pi_{\text{nom_prof}} (\sigma_{\text{profesores.NRP=grupos.NRP} \wedge \text{grupos.cod_asig=asignaturas.cod_asig}} (\sigma_{\text{tipo=P}}(\text{grupos}) \times \sigma_{\text{nom_asig=Bases de Datos}}(\text{asignaturas}) \times \text{profesores}))$

- $\Pi_{\text{nom_prof}} (\sigma_{\text{tipo=P}}(\text{grupos}) \bowtie \sigma_{\text{nom_asig=Bases de Datos}}(\text{asignaturas}) \bowtie \text{profesores})$

- Encontrar el nombre y el DNI de aquellos alumnos cuya provincia es Almería y que están matriculados de alguna asignatura de primer curso.

- $\pi_{\text{DNI,nom_alum}} (\sigma_{\text{alumnos.DNI=matricula.DNI} \wedge \text{matricula.cod_asig=asignaturas.cod_asig}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{provincia=Almeria}}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{curso=1}}(\text{asignaturas})))$

- $\pi_{\text{DNI,nom_alum}} (\text{matriculas} \bowtie \sigma_{\text{provincia=Almeria}}(\text{alumnos}) \bowtie \sigma_{\text{curso=1}}(\text{asignaturas}))$

Intersección

- Definición
 - Sean
 - $R[A_1..A_n]$, y $S[B_1..B_n]$ dos relaciones tales que $\{A_1..A_n\} \equiv \{B_1..B_n\}$
 - r y s instancias de R y S
 - El operador intersección aplicado sobre R y S es el resultado de hacer la intersección de r y s como conjuntos de tuplas.
 - Notación:
 - $R \cap S$

Intersección

r	A	B	C
	a_1	b_1	c_1
	a_2	b_2	c_2
	a_3	b_1	c_1
	a_4	b_1	c_1
	a_4	b_2	c_2

s	A	B	C
	a_1	b_1	c_1
	a_2	b_2	c_2
	a_3	b_2	c_2
	a_4	b_2	c_2
	a_1	b_2	c_2

$r \cap s$	A	B	C
	a_1	b_1	c_1
	a_2	b_2	c_2
	a_4	b_2	c_2

Intersección

- Ejemplos:

- Encontrar los alumnos becarios que vienen de Almería.

- $\sigma_{\text{beca=SI} \wedge \text{provincia=ALMERIA}}(\text{alumnos})$

- $\sigma_{\text{beca=SI}}(\text{alumnos}) \cap \sigma_{\text{provincia=ALMERIA}}(\text{alumnos})$

- Encontrar las asignaturas optativas de segundo ciclo; es decir, aquellas cuyo curso sea 4 ó 5.

- $\sigma_{\text{caracter=op} \wedge (\text{curso=4} \vee \text{curso=5})}(\text{asignaturas})$

- $\sigma_{\text{caracter=op}}(\text{asignaturas}) \cap (\sigma_{\text{curso=4}}(\text{asignaturas}) \cup \sigma_{\text{curso=5}}(\text{asignaturas}))$

Intersección

- Ejemplos:

- Encontrar los profesores que tienen categoría 'TU' o 'CU' y dan clase en asignaturas de segundo ciclo.

- $\pi_{\text{NRP}, \text{nom_prof}} (\sigma_{\text{categoria}=\text{TU} \vee \text{categoria}=\text{CU}}(\text{profesores})) \cap$
 $\pi_{\text{profesores.NRP}, \text{profesores.nom_prof}} ((\text{profesores}) \bowtie (\text{grupos}) \bowtie \sigma_{\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5}(\text{asignaturas}))$

Intersección

- Propiedad:

- Sean R y S relaciones cualquiera y r y s dos instancias de las mismas.
- Se verifica que:
 - $R \cap S = R - (R - S)$

r	A	B	C
	a ₁	b ₁	c ₁
	a ₂	b ₂	c ₂
	a ₃	b ₁	c ₁
	a ₄	b ₁	c ₁
	a ₄	b ₂	c ₂

—

s	A	B	C
	a ₁	b ₁	c ₁
	a ₂	b ₂	c ₂
	a ₃	b ₂	c ₂
	a ₄	b ₂	c ₂
	a ₁	b ₂	c ₂

=

A	B	C
a ₃	b ₁	c ₁
a ₄	b ₁	c ₁

Intersección

- Propiedad:

- Sean R y S relaciones cualquiera y r y s dos instancias de las mismas.
- Se verifica que:
 - $r \cap s = r - (r - s)$

r	A	B	C
	a ₁	b ₁	c ₁
	a ₂	b ₂	c ₂
	a ₃	b ₁	c ₁
	a ₄	b ₁	c ₁
– (r–s)			
= r ∩ s =			

A	B	C
a ₃	b ₁	c ₁
a ₄	b ₁	c ₁

A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁
a ₂	b ₂	c ₂
a ₄	b ₂	c ₂

División

- Problemas de la representación mediante dominios atómicos:
 - Consultas relacionadas con la conexión de un elemento de un conjunto con “todos” los elementos de otro.
 - Encontrar los alumnos que están matriculados de todas las asignaturas de primer curso.
 - Encontrar las asignaturas en las que dan clase todos los profesores del área 'COMPUT' que sean de categoría 'CU'.
 - Encontrar los profesores que dan clase a todos los grupos de la asignatura de código 'BDI'.
 - Encontrar las aulas que están ocupadas todos los días de la semana.

División

- Definición

- Sean

- $R[A_1..A_n, B_1..B_m]$ y $S[B_1..B_m]$

- y las instancias r y s

- La división de R con respecto a S es la instancia w de una relación $W[A_1..A_n]$, que verifica:

- $\forall u \in w ; \forall v \in s$

- $\exists t \in r \mid t[A_1..A_n] = u , t[B_1..B_m] = v$

- Notación

- $R \div S$

División

A	B	C	D		D	=	A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁	d ₁		d ₁		a ₁	b ₁	c ₁
a ₁	b ₁	c ₁	d ₂		d ₂				
a ₁	b ₁	c ₃	d ₃						
a ₂	b ₂	c ₂	d ₂						
a ₂	b ₂	c ₂	d ₃						
a ₃	b ₃	c ₃	d ₁						
a ₃	b ₃	c ₃	d ₂						

División

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_1	d_2
a_1	b_1	c_3	d_3
a_2	b_2	c_2	d_2
a_2	b_2	c_2	d_3
a_3	b_3	c_3	d_1
a_3	b_3	c_3	d_2

$$\div \begin{array}{|c|} \hline D \\ \hline d_1 \\ \hline d_2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline A & B & C \\ \hline a_1 & b_1 & c_1 \\ \hline a_3 & b_3 & c_3 \\ \hline \end{array}$$

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_1	d_2
a_1	b_1	c_3	d_3
a_2	b_2	c_2	d_2
a_2	b_2	c_2	d_3
a_3	b_3	c_3	d_1
a_3	b_3	c_3	d_2

$$\div \begin{array}{|c|c|} \hline C & D \\ \hline c_2 & d_2 \\ \hline c_2 & d_3 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline A & B \\ \hline a_2 & b_2 \\ \hline \end{array}$$

División

- Ejemplos:

- Encontrar el nombre y el DNI de los alumnos que están matriculados de todas las asignaturas de primer curso.

- Dividendo:

- $\pi_{\text{DNI}, \text{cod_asig}}(\text{matriculas})$

- Divisor:

- $\Pi_{\text{cod_asig}}(\sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))$

- División:

- $\pi_{\text{DNI}, \text{cod_asig}}(\text{matriculas}) \div \pi_{\text{cod_asig}}(\sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))$

- $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{alumnos.nom_alum}}(\text{alumnos} \bowtie \pi_{\text{DNI}, \text{cod_asig}}(\text{matriculas}) \div \pi_{\text{cod_asig}}(\sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas})))$

División

- Ejemplos

- Encontrar las asignaturas en las que dan clase todos los profesores del área 'COMPUT' que sean de categoría 'CU'.

- Dividendo:

- $\Pi_{\text{cod_asig}, \text{NRP}}(\text{grupos})$

- Divisor:

- $\pi_{\text{NRP}}(\sigma_{\text{area}=\text{COMPUT} \wedge \text{categoria}=\text{CU}}(\text{profesores}))$

- División:

- $\Pi_{\text{cod_asig}, \text{NRP}}(\text{grupos}) \div \pi_{\text{NRP}}(\sigma_{\text{area}=\text{COMPUT} \wedge \text{categoria}=\text{CU}}(\text{profesores}))$

División

- Ejemplos:

- Encontrar los profesores que dan clase a todos los grupos de la asignatura de código 'BDI'.

- $\pi_{\text{NRP}, \text{cod_grup}, \text{tipo}, \text{cod_asig}}(\text{grupos}) \div$
 $\pi_{\text{cod_grup}, \text{tipo}, \text{cod_asig}}(\sigma_{\text{cod_asig}=\text{BDI}}(\text{grupos}))$

- Encontrar las aulas que están ocupadas todos los días de la semana.

- $\pi_{\text{dia}, \text{cod_aula}}(\text{clase}) \div \pi_{\text{dia}}(\text{clase})$

- Encontrar aquellas aulas que no tienen ninguna hora libre; es decir, aquéllas que están ocupadas todos los días a todas horas.

- $\pi_{\text{dia}, \text{hora}, \text{cod_aula}}(\text{clase}) \div \pi_{\text{dia}, \text{hora}}(\text{clase})$

División

- Ejemplos:

- Encontrar los días y horas en los que no hay aulas libres; es decir, los días y las horas en los que hay clase en todas las aulas.
 - $\pi_{\text{dia,hora,cod_aula}}(\text{clase}) \div \pi_{\text{cod_aula}}(\text{aulas})$
- Encontrar las áreas de conocimiento en las que hay profesores de todas las categorías.
 - $\pi_{\text{area,categoria}}(\text{profesores}) \div \pi_{\text{categoria}}(\text{profesores})$
- Encontrar los departamentos que tienen profesores de todas las categorías.
 - $\pi_{\text{cod_dep,categoria}}(\text{profesores}) \div \pi_{\text{categoria}}(\text{profesores})$

División

- Propiedad

- Sean

- $R[A_1..A_n, B_1..B_m]$ y $S[B_1..B_m]$
 - y las instancias r y s

- Entonces

- $R \div S = \Pi_{A_1..A_n}(S) - \Pi_{A_1..A_n}((\Pi_{A_1..A_n}(R) \times S) - R)$

División

$$R \div S = \Pi_{A,B,C}(R) - \Pi_{A,B,C}((\Pi_{A,B,C}(R) \times S) - R)$$

A	B	C	D
a ₁	b ₁	c ₁	d ₁
a ₁	b ₁	c ₁	d ₂
a ₁	b ₁	c ₃	d ₃
a ₂	b ₂	c ₂	d ₂
a ₂	b ₂	c ₂	d ₃
a ₃	b ₃	c ₃	d ₁
a ₃	b ₃	c ₃	d ₂

÷

D
d ₁
d ₂

=

A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁
a ₃	b ₃	c ₃

División

$$r \div s = \Pi_{A,B,C}(r) - \Pi_{A,B,C}((\Pi_{A,B,C}(r) \times s) - r)$$

A	B	C	D	*	D	=	A	B	C	D
a ₁	b ₁	c ₁	d ₁		d ₁		a ₁	b ₁	c ₁	d ₁
a ₁	b ₁	c ₁	d ₂		d ₂		a ₁	b ₁	c ₁	d ₂
a ₁	b ₁	c ₃	d ₃				a ₁	b ₁	c ₃	d ₁
a ₂	b ₂	c ₂	d ₂				a ₁	b ₁	c ₃	d ₂
a ₂	b ₂	c ₂	d ₃				a ₂	b ₂	c ₂	d ₁
a ₃	b ₃	c ₃	d ₁				a ₂	b ₂	c ₂	d ₂
a ₃	b ₃	c ₃	d ₂				a ₃	b ₃	c ₃	d ₁
							a ₃	b ₃	c ₃	d ₂

División

$$r \div s = \Pi_{A,B,C}(r) - \Pi_{A,B,C}((\Pi_{A,B,C}(r) \times s) - r)$$

A	B	C	D
a ₁	b ₁	c ₁	d ₁
a ₁	b ₁	c ₁	d ₂
a ₁	b ₁	c ₃	d ₁
a ₁	b ₁	c ₃	d ₂
a ₂	b ₂	c ₂	d ₁
a ₂	b ₂	c ₂	d ₂
a ₃	b ₃	c ₃	d ₁
a ₃	b ₃	c ₃	d ₂

-

A	B	C	D
a ₁	b ₁	c ₁	d ₁
a ₁	b ₁	c ₁	d ₂
a ₁	b ₁	c ₃	d ₃
a ₂	b ₂	c ₂	d ₂
a ₂	b ₂	c ₂	d ₃
a ₃	b ₃	c ₃	d ₁
a ₃	b ₃	c ₃	d ₂

División

$$r \div s = \Pi_{A,B,C}(r) - \Pi_{A,B,C}((\Pi_{A,B,C}(r) \times s) - r)$$

A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁
a ₁	b ₁	c ₃
a ₂	b ₂	c ₂
a ₃	b ₃	c ₃

-

A	B	C	D
a ₁	b ₁	c ₃	d ₁
a ₁	b ₁	c ₃	d ₂
a ₂	b ₂	c ₂	d ₁

Eficiencia en las consultas

- Con Álgebra Relacional:
 - A cada expresión le corresponde una única tabla
 - Cada consulta puede resolverse con más de una expresión
 - Hay que elegir en términos de eficiencia
- Ejemplo:
 - $\sigma_{\text{beca=SI} \wedge \text{provincia=ALMERIA}}(\text{alumnos})$
 - $\sigma_{\text{beca=SI}}(\text{alumnos}) \cap \sigma_{\text{provincia=ALMERIA}}(\text{alumnos})$

Eficiencia de las consultas

- En un SGBD hay un componente que se encarga de paliar los efectos de un mal usuario:
 - Optimizador de consultas
- Existen algunas reglas básicas:
 - Ejemplo:
 - Selecciones, cuanto antes
 - Limitan el número de tuplas
 - Proyecciones, cuanto antes
 - Limitan el tamaño de las tuplas
 - Normalmente:
 - Los SGBDs no publican sus estrategias de optimización
 - Ventaja competitiva

Contenidos

- Introducción
- Selección
- Proyección
- Composición de operadores
- Producto cartesiano
- Unión y diferencia
- Reunión Natural
- Intersección
- División
- Eficiencia en las Consultas

Imágenes de portada y cabecera tomadas de <https://pixabay.com/>