

## Formas Normales

---

- Normalización - Introducción
- Primera Forma Normal
- Segunda Forma Normal
- Tercera Forma Normal
- Forma Normal de Boyce-Codd
- Dependencias Multivaluadas
- Cuarta Forma Normal

## Normalización

---

### ◆ Introducción

- En el proceso de normalización se somete un esquema relación (er) a una serie de pruebas para “certificar” si pertenece o no a una cierta **forma normal**.
- Puede considerarse como un proceso durante el cual los er insatisfactorios se descomponen repartiendo sus atributos entre ers más pequeños que poseen propiedades deseables.
- Las formas normales, sin considerar otros factores, no garantizan un buen diseño de BD. Props adicionales:
  - » **Join sin pérdida**
  - » **Preservación de dependencias**

## Superclave

---

### ◆ Superclave

- Una superclave de  $R = \{A_1, \dots, A_n\}$  es un conjunto de atributos  $S \subseteq R$  tal que no existen 2 tuplas  $t_1$  y  $t_2$  en ningún  $r$  tal que  $t_1[S] = t_2[S]$ .

## Clave

---

### ◆ Clave

- Una clave  $K$  es una superclave que cumple que si se le quita alguno de sus atributos, deja de ser superclave.

## Clave Candidata

### ◆ Clave candidata, clave primaria

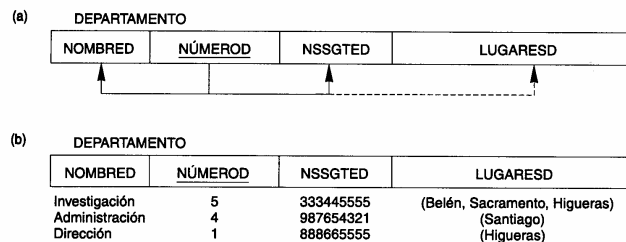
- Si una relacion tiene mas de una clave, cada una es una clave candidata. Una de ellas es arbitrariamente designada como clave primaria. El resto son secundarias.

## Primera Forma Normal (1NF)

### ◆ Definición

- Los dominios de los atributos deben incluir solo valores atómicos (los atributos no pueden ser multivaluados ni compuestos)

### ◆ Ejemplo



## Definiciones

---

### ◆ Atributo Primo

- Un atributo del esquema relación R es **primo** si es miembro de alguna clave de R.

## Definiciones

---

### ◆ Dependencia Total

- $X \rightarrow Y$  es una df **total** si la eliminación de cualquier atributo A de X hace que la df deje de ser válida. (no tiene atr. redundantes a la izq.)

## Definiciones

---

### ◆ Dependencia Parcial

- $X \rightarrow Y$  es una df **parcial** si es posible eliminar un atributo A de X, y la df sigue siendo válida.

## Segunda Forma Normal (2NF)

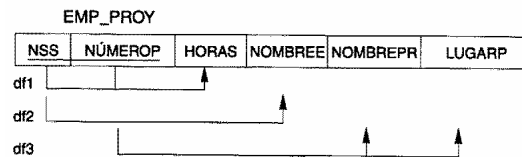
---

### ◆ Definición

- Un er R está en 2NF si ningún atributo no primo A de R depende parcialmente de cualquier clave de R.

## Segunda Forma Normal (2NF)

### ◆ Ejemplo

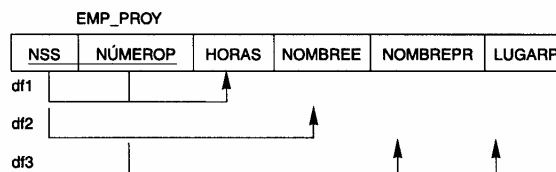


–El atributo no primo NOMBREE viola 2NF, por la df2

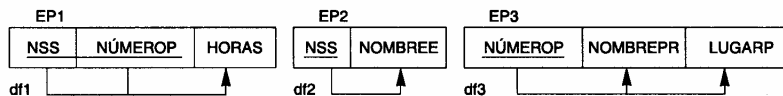
–Los atr no primos NOMBREPR y LUGARP violan 2NF, por la df3

## Segunda Forma Normal (2NF)

(a)



NORMALIZACIÓN 2FN



## Definiciones

### ◆ Dependencia Transitiva

- Una df  $X \rightarrow Y$  en un er R es una df **transitiva** si existe un conjunto de atributos Z que no sea un subconjunto de una clave de R, y se cumplen tanto  $X \rightarrow Z$  como  $Z \rightarrow Y$ .

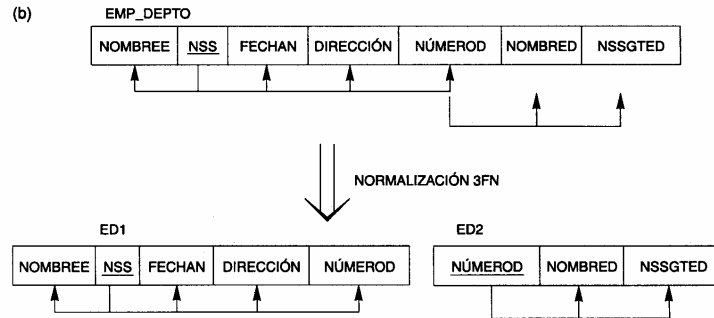
## Tercera Forma Normal (3NF)

### ◆ Definición

- Un er R está en 3NF si está en 2NF y ningún atributo no primo de R depende transitivamente de una clave de R.
- Un er R está en 3NF si, siempre que una df  $X \rightarrow A$  se cumple en R, o bien (a) X es una superclave de R, o (b) A es un atributo primo de R.

## Tercera Forma Normal (3NF)

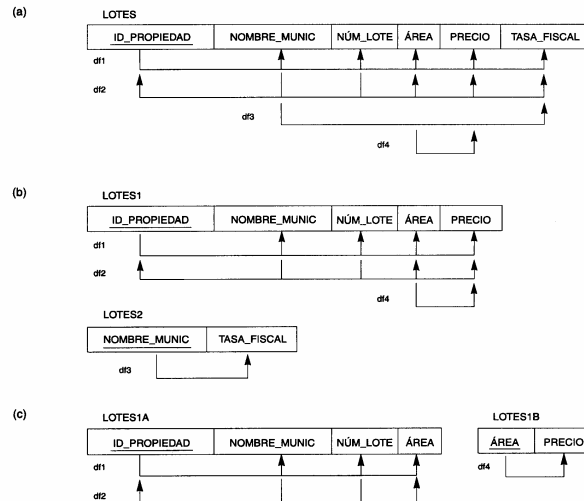
### ◆ Ejemplo



—Las dfs  $\text{NÚMEROD} \rightarrow \text{NOMBRED}$  y  $\text{NÚMEROD} \rightarrow \text{NSSGTED}$  violan 3NF

## Tercera Forma Normal (3NF)

### ◆ Ejemplo



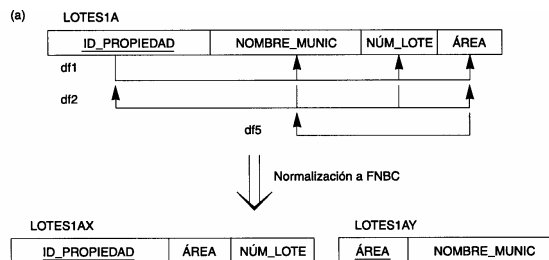


## Forma Normal de Boyce-Codd (BCNF)

### ◆ Definición

- Un  $R$  está en BCNF si, siempre que una  $df$   $X \rightarrow A$  se cumple en  $R$ , entonces  $X$  es una superclave de  $R$ .

### ◆ Ejemplo



## Forma Normal de Boyce-Codd (BCNF)

### ◆ Ejemplo

Imparte (estudiante, curso, profesor)

$F = \{ \text{estudiante, curso} \rightarrow \text{profesor} \}$   
 $\text{profesor} \rightarrow \text{curso} \}$

**3NF**

Claves:  $\{\text{estudiante, curso}\}$  y  $\{\text{estudiante, profesor}\}$

Descomposiciones posibles:

$\{\text{estudiante, profesor}\}$  y  $\{\text{estudiante, curso}\}$

$\{\text{curso, profesor}\}$  y  $\{\text{curso, estudiante}\}$

$\{\text{profesor, curso}\}$  y  $\{\text{profesor, estudiante}\}$

## Algoritmos de diseño

---

- Descomposición de relaciones
- Preservación de dependencias
- Descomposición en 3NF preservando las dfs
- Join sin pérdida. Propiedad
- Test de join sin pérdida
- Descomposición en BCNF con JSP
- Descomposición en 3NF con JSP y pres de dfs
- Problemas con valores nulos y tuplas colgantes

## Descomposición de relaciones

---

### ◆ Esquema relación universal R

- $R = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ , que contiene todos los atributos de la BD

## Descomposición de relaciones

### ◆ Descomposición de R, D

- $D = (R_1, R_2, \dots, R_m)$ , que se obtiene mediante los algoritmos que realizan la descomposición utilizando las dependencias funcionales
- Se debe verificar:  $\cup_{i=1}^m R_i = R$

## Preservación de dependencias

### ◆ Proyección de un conjunto de dependencias sobre un Esquema de Relación

- Dado un conjunto de dfs  $F$  sobre  $R$ , la **proyección** de  $F$  sobre  $R_i$ ,  $\Pi_{R_i}(F)$ , donde  $R_i$  es un subconj de  $R$ , es el conj de dfs  $X \rightarrow Y$  en  $F^+$  tal que los atributos en  $X \cup Y$  estén todos contenidos en  $R_i$ .

## Preservación de dependencias

### ◆ Preservación de dependencias

- Una descomposición  $D = (R_1, R_2, \dots, R_m)$  de  $R$  preserva las dependencias respecto a  $F$  si se cumple:  $((\Pi_{R_1}(F)) \cup \dots \cup (\Pi_{R_m}(F)))^+ = F^+$

## Descomposición en 3NF con pres de dfs

### ◆ Algoritmo

1. Encontrar un cubrimiento minimal  $G$  para  $F$ ;
2. Para cada miembro izq  $X$  de una  $df$  que aparezca en  $G$   
crear un  $er \{X \cup A_1 \cup A_2 \dots \cup A_m\}$  en  $D$ , donde  
 $X \rightarrow A_1, X \rightarrow A_2, \dots, X \rightarrow A_m$  sean las únicas  $dfs$  en  $G$   
con  $X$  como miembro izq;
3. Colocar cualesquier atributos restantes en un solo  $er$   
para asegurar la prop de preservación de dependencias;

## Join sin Pérdida

### ◆ Definición

- Una descomposición  $D = (R_1, R_2, \dots, R_m)$  de  $R$  tiene la propiedad de **JSP** respecto al conjunto de dfs  $F$  sobre  $R$ , si por cada instancia de relación  $r$  de  $R$  que satisfaga  $F$ , se cumple lo siguiente:

$$* (\Pi_{R_1}(r), \dots, \Pi_{R_m}(r)) = r$$

## Join sin Pérdida

### ◆ Propiedad

- $D = (R_1, R_2)$  de  $R$  tiene JSP respecto a  $F$  sobre  $R$  sii
  - la df  $(R_1 \cap R_2) \rightarrow (R_1 - R_2)$  está en  $F^+$
  - ó - la df  $(R_1 \cap R_2) \rightarrow (R_2 - R_1)$  está en  $F^+$

## Test de join sin pérdida

### ♦ Algoritmo

1. crear una matriz  $S$  con una fila  $i$  por cada relación  $R_i$  en la desc  $D$ , y una columna  $j$  por cada atributo  $A_j$  en  $R$ ;
2. hacer  $S(i,j) := b_{ij}$  para todas las entradas de la matriz;
3. para cada fila  $i$  que represente el  $R_i$   
para cada columna  $j$  que represente el atributo  $A_j$   
si  $R_i$  incluye a  $A_j$  entonces hacer  $S(i,j) := a_j$ ;
4. repetir hasta que una ejecución no modifique  $S$   
para cada  $df \ X \rightarrow Y$  en  $F$   
igualar los símbolos en los atributos de  $Y$  para  
aquellas filas que coinciden en los atributos de  $X$ ;
5. si una fila tiene todos símbolos "a", la desc es con JSP, en caso contrario, no lo es;

## Test de join sin pérdida

### ♦ Ejemplo

(c)  $R = (NSS, NOMBREE, NÚMEROP, NOMBREPR, LUGARP, HORAS)$   $D = (R1, R2, R3)$   
 $R1 = EMP = (NSS, NOMBREE)$   
 $R2 = PROYECTO = (NÚMEROP, NOMBREPR, LUGARP)$   
 $R3 = TRABAJA_EN = (NSS, NÚMEROP, HORAS)$

$F = (NSS \rightarrow NOMBREE; NÚMEROP \rightarrow (NOMBREPR, LUGARP); (NSS, NÚMEROP) \rightarrow HORAS)$

	NSS	NOMBREE	NÚMEROP	NOMBREPR	LUGARP	HORAS
R1	$a_1$	$a_2$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{15}$	$b_{16}$
R2	$b_{21}$	$b_{22}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$b_{26}$
R3	$a_1$	$b_{32}$	$a_3$	$b_{34}$	$b_{35}$	$a_6$

(matriz original  $S$  al principio del algoritmo)

	NSS	NOMBREE	NÚMEROP	NOMBREPR	LUGARP	HORAS
R1	$a_1$	$a_2$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{15}$	$b_{16}$
R2	$b_{21}$	$b_{22}$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$b_{26}$
R3	$a_1$	$b_{32}$	$a_3$	$b_{34}$	$b_{35}$	$a_6$

(la matriz  $S$  después de aplicar las dos primeras dependencias funcionales - la última fila sólo tiene símbolos "a", así que nos detenemos)

## Descomposición en BCNF con JSP

### ♦ Algoritmo

1. hacer  $D := \{ R \}$ ;
2. mientras haya un er Q en D que no esté en BCNF hacer  
    comenzar  
        escoger un er Q en D que no esté en BCNF;  
        encontrar una df  $X \rightarrow Y$  en Q que viole BCNF;  
        reemplazar Q en D por dos esquemas  $(Q - Y)$  y  $(X \cup Y)$   
    fin;

## Desc en 3NF con JSP y pres de dfs

### ♦ Algoritmo

1. encontrar un cubrimiento minimal G para F;
2. para cada miembro izq X de una df que aparezca en G  
    crear un er  $\{X \cup A_1 \cup A_2 \dots \cup A_{1m}\}$  en D, donde  
     $X \rightarrow A_1, X \rightarrow A_2, \dots, X \rightarrow A_m$  sean las únicas dfs en G  
    con X como miembro izq;
3. colocar cualesquier atributos restantes en un solo er;
4. si ninguno de los er contiene una clave de R, crear un er  
    adicional que contenga atributos que formen una clave de R;

## Problemas con nulos

### ◆ Ejemplo

(a) EMPLEADO

NOMBREE	NSS	FECHAN	DIRECCIÓN	NÚMD
Silva, José B.	123456789	09-ENE-55	Fresnos 731, Higuera, MX	5
Vizcarra, Federico T.	333445555	08-DIC-45	Valle 638, Higuera, MX	5
Zapata, Alicia J.	999887777	19-JUL-58	Castillo 3321, Sucre, MX	4
Valdés, Jazmín S.	987654321	20-JUN-31	Bravo 291, Belén, MX	4
Nieto, Ramón K.	666884444	15-SEP-52	Espiga 975, Heras, MX	5
Esparza, Josefa A.	453453453	31-JUL-62	Rosas 5631, Higuera, MX	5
Jabbar, Ahmed V.	987987987	29-MAR-54	Dallas 980, Higuera, MX	4
Botello, Jaime E.	888665555	10-NOV-27	Sorgo 450, Higuera, MX	1
Bernal, Andrés C.	999775555	26-ABR-55	Becerra 6530, Belén, MX	nulo
Benítez, Carlos M.	888664444	09-ENE-53	Bejuco 7654, Higuera, MX	nulo

DEPARTAMENTO

NOMBRED	NÚMD	NSSGTED
Investigación	5	333445555
Administración	4	987654321
Dirección	1	888665555

(b)

## Problemas con nulos

NOMBREE	NSS	FECHAN	DIRECCIÓN	NÚMD	NOMBRED	NSSGTED
Silva, José B.	123456789	09-ENE-55	Fresnos 731, Higuera, MX	5	Investigación	333445555
Vizcarra, Federico T.	333445555	08-DIC-45	Valle 638, Higuera, MX	5	Investigación	333445555
Zapata, Alicia J.	999887777	19-JUL-58	Castillo 3321, Sucre, MX	4	Administración	987654321
Valdés, Jazmín S.	987654321	20-JUN-31	Bravo 291, Belén, MX	4	Administración	987654321
Nieto, Ramón K.	666884444	15-SEP-52	Espiga 975, Heras, MX	5	Investigación	333445555
Esparza, Josefa A.	453453453	31-JUL-62	Rosas 5631, Higuera, MX	5	Investigación	333445555
Jabbar, Ahmed V.	987987987	29-MAR-59	Dallas 980, Higuera, MX	4	Administración	987654321
Botello, Jaime E.	888665555	10-NOV-27	Sorgo 450, Higuera, MX	1	Dirección	888665555

(c)

NOMBREE	NSS	FECHAN	DIRECCIÓN	NÚMD	NOMBRED	NSSGTED
Silva, José B.	123456789	09-ENE-55	Fresnos 731, Higuera, MX	5	Investigación	333445555
Vizcarra, Federico T.	333445555	08-DIC-45	Valle 638, Higuera, MX	5	Investigación	333445555
Zapata, Alicia J.	999887777	19-JUL-58	Castillo 3321, Sucre, MX	4	Administración	987654321
Valdés, Jazmín S.	987654321	20-JUN-31	Bravo 291, Belén, MX	4	Administración	987654321
Nieto, Ramón K.	666884444	15-SEP-52	Espiga 975, Heras, MX	5	Investigación	333445555
Esparza, Josefa A.	453453453	31-JUL-62	Rosas 5631, Higuera, MX	5	Investigación	333445555
Jabbar, Ahmed V.	987987987	29-MAR-59	Dallas 980, Higuera, MX	4	Administración	987654321
Botello, Jaime E.	888665555	10-NOV-27	Sorgo 450, Higuera, MX	1	Dirección	888665555
Bernal, Andrés C.	999775555	26-ABR-55	Becerra 6530, Belén, MX	nulo	nulo	nulo
Benítez, Carlos M.	888664444	09-ENE-53	Bejuco 7654, Higuera, MX	nulo	nulo	nulo



## Problemas con tuplas colgantes

(a) EMPLEADO\_1

NOMBREE	NSS	FECHAN	DIRECCIÓN
Silva, José B.	123456789	09-ENE-55	Fresnos 731, Higuera, MX
Vizcarra, Federico T.	333445555	08-DIC-45	Valle 638, Higuera, MX
Zapata, Alicia J.	999887777	19-JUL-58	Castillo 3321, Sucre, MX
Valdés, Jazmín S.	987654321	20-JUN-31	Bravo 291, Belén, MX
Nieto, Ramón K.	666884444	15-SEP-52	Espiga 975, Heras, MX
Esparza, Josefa A.	453453453	31-JUL-62	Rosas 5631, Higuera, MX
Jabbar, Ahmed V.	987987987	29-MAR-54	Dalias 980, Higuera, MX
Botello, Jaime E.	888665555	10-NOV-27	Sorgo 450, Higuera, MX
Bernal, Andrés C.	999775555	26-ABR-55	Becerra 6530, Belén, MX
Benítez, Carlos M.	888664444	09-ENE-53	Bejuco 7654, Higuera, MX

(c) EMPLEADO\_3

NSS	NÚMD
123456789	5
333445555	5
999887777	4
987654321	4
666884444	5
453453453	5
987987987	4
888665555	1

## Resumen

### ◆ Se presentaron las ideas básicas de la teoría de diseño relacional.

- Dependencia Funcional
- Forma Normal
- Descomposición
- Preservación de Dependencias
- Join Sin Pérdida
- Algoritmos de Normalización.

## Resumen

---

