

# FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS

Dependencias Funcionales  
y Normalización

# Contenido

## Dependencias funcionales

Dependencia funcional

Diagrama de dependencias funcionales

Propiedades de las dependencias funcionales

Reflexibilidad

Aumentatividad

Transitividad

Unión

Descomposición

Pseudotransitividad

Conjunto de dependencias irreducibles

# Contenido

## Normalización

→ Normalización

→ Primera forma normal

→ Segunda forma normal

→ Tercera forma normal

→ Forma normal de Boyce-Codd

→ Cuarta forma normal

→ Quinta forma normal

## Dependencia Funcionales y Normalización

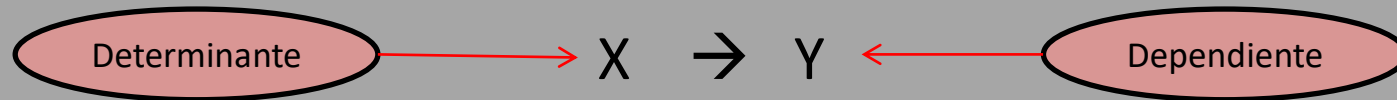
Describe la relación existentes entre atributos de una relación.

Dada una relación  $R$ , el atributo  $Y$  de  $R$  depende funcionalmente del atributo  $X$  de  $R$ , si y sólo si, siempre que dos tuplas de  $R$  concuerden en su valor de  $X$ , deben concordar en su valor de  $Y$ .

Si  $X$  y  $Y$  son atributos de una relación  $R$ ,  $Y$  será funcionalmente dependiente de  $X$ , si cada valor de  $X$  está asociado con exactamente un valor de  $Y$ . ( $X$  y  $Y$  pueden consistir cada uno de ellos de uno o mas atributos)

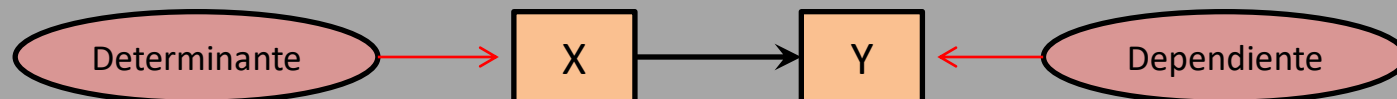
# Dependencia Funcional

## Notación de la Dependencia Funcional

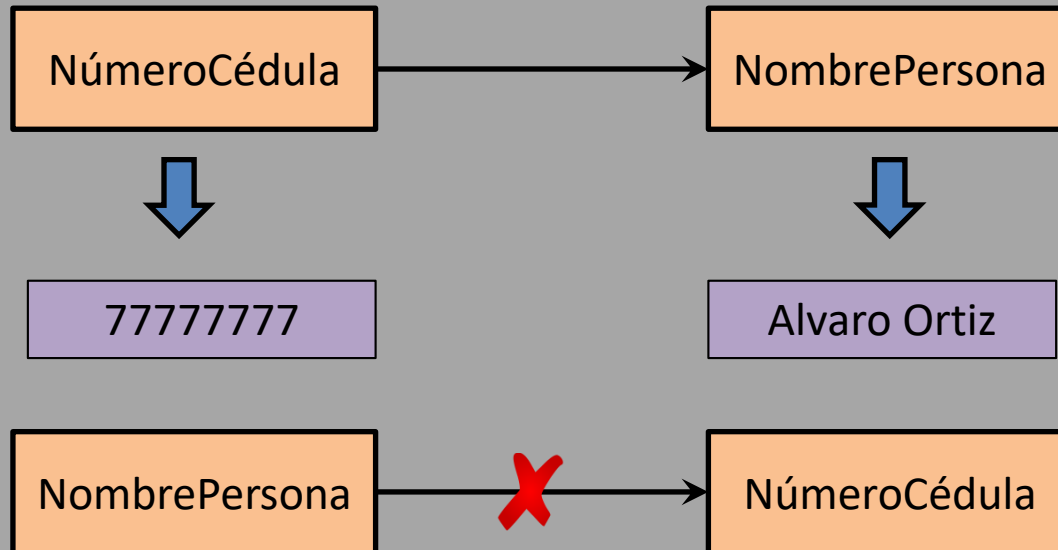


$X$  determina funcionalmente a  $Y$ , ó  
 $Y$  depende funcionalmente de  $X$

## Diagrama de Dependencias Funcionales



## Dependencia Funcional



Siempre que se tiene el número de cédula 77777777 se asocia con el nombre Alvaro Ortiz, pero el nombre Alvaro Ortiz no siempre se asocia con el mismo número de cédula.

## Dependencia Funcional

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a1	b2	c1	d2
a2	b2	c2	d2
a2	b3	c2	d3
a3	b3	c2	d4

¿Cuáles Dependencias Funcionales identifica en la relación?

## Dependencia Funcional

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a1	b2	c1	d2
a2	b2	c2	d2
a2	b3	c2	d3
a3	b3	c2	d4

$D \rightarrow B$   
 $A \rightarrow C$   
 $AB \rightarrow C$   
 $AB \rightarrow D$   
 $ABC \rightarrow D$   
 $AD \rightarrow B$   
 $AD \rightarrow C$   
 $BCD \rightarrow A$

⋮



# Dependencias Funcionales

## Dependencia Funcional Trivial

Una dependencia funcional es trivial cuando no existe la posibilidad de que no se cumpla

Una dependencia funcional es trivial si y sólo si, el dependiente es un subconjunto del determinante



# Programación

## Propiedades de las Dependencias Funcionales

- Reflexibilidad.

Si  $b \subseteq a$  entonces  $a \rightarrow b$

- Aumentatividad.

Si  $a \rightarrow b$  entonces  $ac \rightarrow bc$

- Transitividad.

Si  $a \rightarrow b$  y  $b \rightarrow c$ . entonces  $a \rightarrow c$

- Unión.

Si  $a \rightarrow b$  y  $a \rightarrow c$ . entonces  $a \rightarrow bc$

- Descomposición.

Si  $a \rightarrow bc$  entonces  $a \rightarrow b$ ,  $a \rightarrow c$

- PseudoTransitividad.

Si  $a \rightarrow b$  y  $cb \rightarrow d$ . entonces  $ac \rightarrow d$

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Un conjunto  $S$  de DFs es irreducible, si y sólo si, satisface las siguientes propiedades:

- La parte derecha (dependiente) de toda DF en  $S$  involucra sólo un atributo.
- No se puede descartar ningún atributo del determinante
- La parte izquierda (determinante) de toda DF es a su vez irreducible
- No es posible descartar de  $S$  alguna DF sin modificar a  $S$  (convertirlo en un conjunto no equivalente)

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$$A \rightarrow B C$$

$$B \rightarrow C$$

$$A \rightarrow B$$

$$A B \rightarrow C$$

$$A C \rightarrow D$$

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$A \rightarrow B \ C$

$B \rightarrow C$

$A \rightarrow B$

$A \ B \rightarrow C$

$A \ C \rightarrow D$

Por descomposición

$A \rightarrow B$

$A \rightarrow C$

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$A \rightarrow B$

$A \rightarrow C$

$B \rightarrow C$

$A \rightarrow B$

$A B \rightarrow C$

$A C \rightarrow D$

Son iguales, se elimina uno

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$A \rightarrow B$

$A \rightarrow C$

$B \rightarrow C$

$A B \rightarrow C$

$A C \rightarrow D$

$A \rightarrow C$

$A C \rightarrow D$

por aumentatividad  $A \rightarrow A C$

por transitividad

$A \rightarrow A C$  y  $A C \rightarrow D$  entonces  $A \rightarrow D$

se elimina  $A C \rightarrow D$  y queda  $A \rightarrow C$  y  $A \rightarrow D$

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

Verificación:

$A \rightarrow C$

$A \rightarrow D$

Aumentatividad

$A \rightarrow C$

$AC \rightarrow CD$

Descomposición

$A \rightarrow C$

$AC \rightarrow C$

$AC \rightarrow D$

$A \rightarrow C$

(trivial)

$AC \rightarrow D$

Elimina

$A \rightarrow C$

$AC \rightarrow D$



## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$A \rightarrow B$

$A \rightarrow C$

$B \rightarrow C$

$A B \rightarrow C$

$A \rightarrow D$

por aumentatividad  $A B \rightarrow B C$   
se descompone  $A B \rightarrow B$   
 $A B \rightarrow C$

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$A \rightarrow B$

$A \rightarrow C$

$B \rightarrow C$

$AB \rightarrow C$

$A \rightarrow D$

por aumentatividad  $AB \rightarrow BC$

se descompone  $AB \rightarrow B$

$AB \rightarrow C$

se elimina

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

$A \rightarrow B$

$A \rightarrow C$

$B \rightarrow C$

$A \rightarrow D$

por transitividad  $A \rightarrow B$  y  $B \rightarrow C$  entonces  $A \rightarrow C$   
se elimina  $A \rightarrow C$

## Dependencias Funcionales

### Conjunto de Dependencias Irreducibles

Suponga que se tiene una relación con atributos A, B, C y D, y las Dependencias Funcionales:

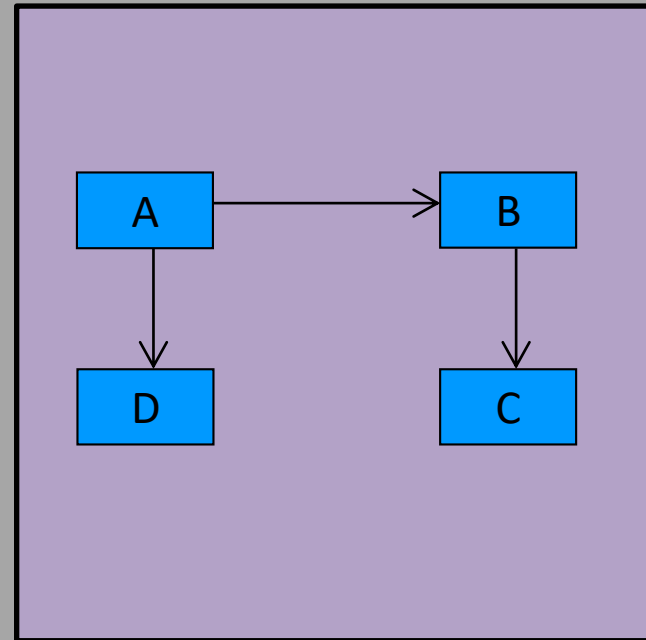
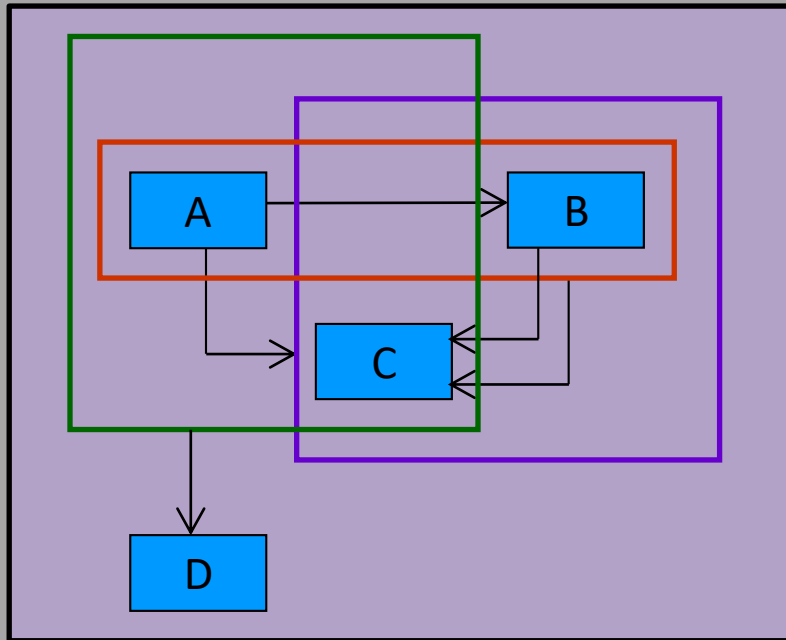
$A \rightarrow B$

$B \rightarrow C$

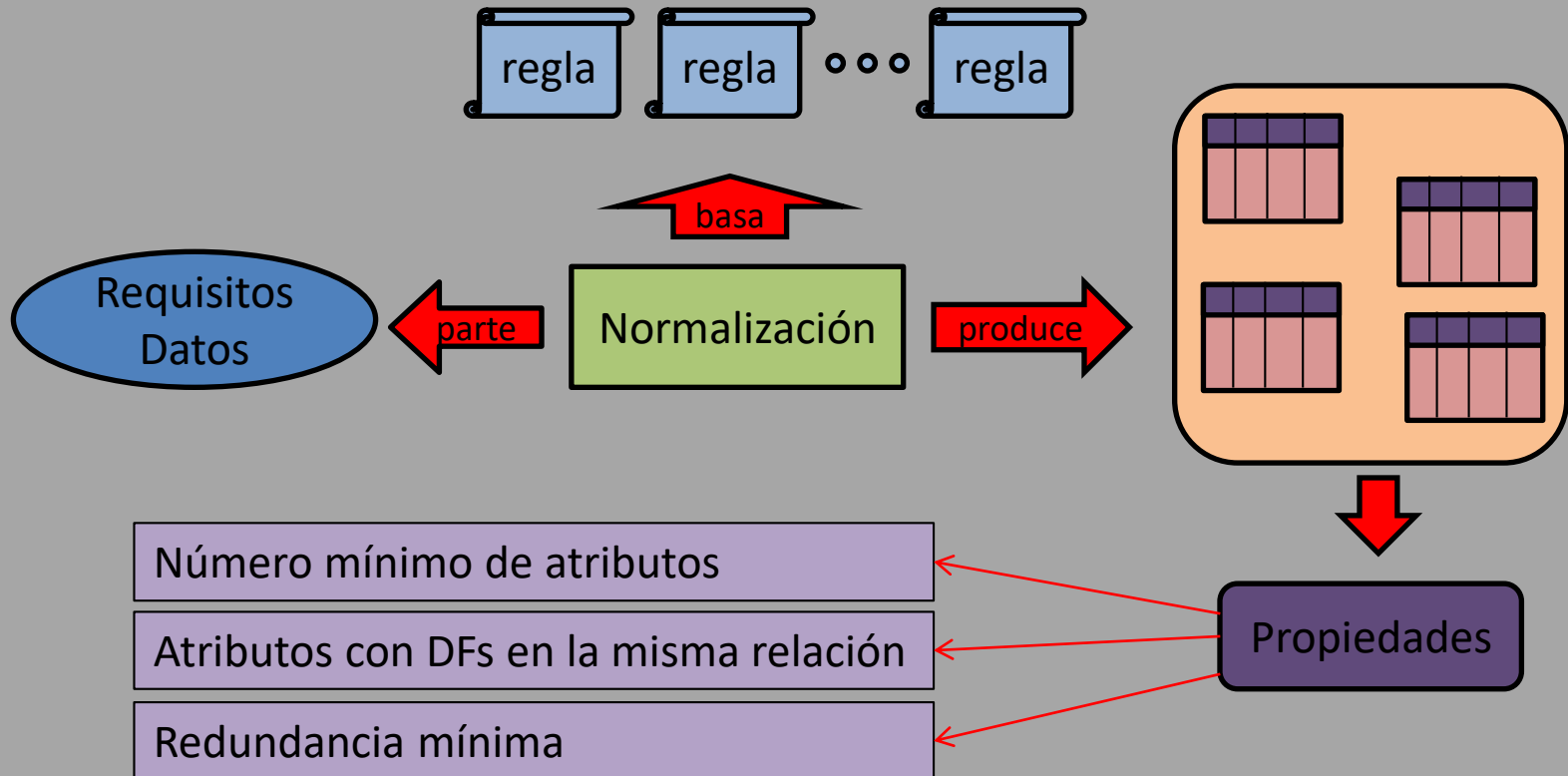
$A \rightarrow D$

# Dependencias Funcionales

## Diagrama de Dependencias Funcionales



# NORMALIZACIÓN



## PRIMERA FORMA NORMAL (1FN)

Una relación  $R$  satisface la primera forma normal (1FN) si, y sólo si, todos los dominios subyacentes de la relación  $R$  contienen valores atómicos.

Una relación en la que la intersección de toda fila y columna contiene un valor, y sólo un valor

La relación no puede contener grupos repetidos

## PRIMERA FORMA NORMAL (1FN)

Hacia la primera forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente	Numero producto	Producto	cantidad	Precio
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	10	Raqueta	2	40000
					12	Malla	1	15000
					15	Pelota	5	50000
101	05/03/06	1010	B	Bogotá	30	Balón	1	100000
102	06/03/06	1030	C	Bogotá	12	Malla	2	15000
					20	Careta	2	35000



## PRIMERA FORMA NORMAL (1FN)

Hacia la primera forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente	Numero producto	Producto	cantidad	Precio
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	10	Raqueta	2	40000
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	12	Malla	1	15000
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	15	Pelota	5	50000
101	05/03/06	1010	B	Bogotá	30	Balón	1	100000
102	06/03/06	1030	C	Bogotá	12	Malla	2	15000
102	06/03/06	1030	C	Bogotá	20	Careta	2	35000

Contiene grupos repetidos

## PRIMERA FORMA NORMAL (1FN)

Hacia la primera forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente	Numero producto	Producto	cantidad	Precio
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	10	Raqueta	2	40000
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	12	Malla	1	15000
100	04/03/06	1001	A	Bogotá	15	Pelota	5	50000
101	05/03/06	1010	B	Bogotá	30	Balón	1	100000
102	06/03/06	1030	C	Bogotá	12	Malla	2	15000
102	06/03/06	1030	C	Bogotá	20	Careta	2	35000

Contiene grupos repetidos

## PRIMERA FORMA NORMAL (1FN)

### Primera forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente
100	04/03/06	1001	A	Bogotá
101	05/03/06	1010	B	Bogotá
102	06/03/06	1030	C	Bogotá

Numero pedido	Numero Producto	Producto	Cantidad	Precio
100	10	Raqueta	2	40000
100	12	Malla	1	15000
100	15	Pelota	5	50000
101	30	Balón	1	100000
102	12	Malla	2	15000
102	20	Careta	2	35000

## SEGUNDA FORMA NORMAL (2FN)

Una relación **R** satisface la segunda forma normal (2FN) si, y sólo si, satisface la primera forma normal y cada atributo no clave de la relación depende funcionalmente de la clave primaria en forma completa

### Dependencia Funcional Completa

Si X y Y son atributos de una relación R, Y depende funcionalmente de manera completa de X si Y depende funcionalmente de X pero no de ningún subconjunto propio de X

## SEGUNDA FORMA NORMAL (2FN)

Hacia la Segunda forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad
100	04/03/06	1001	A	Bogotá
101	05/03/06	1010	B	Bogotá
102	06/03/06	1030	C	Bogotá

Numero pedido	Numero Producto	Producto	Cantidad	Precio
100	10	Raqueta	2	40000
100	12	Malla	1	15000
100	15	Pelota	5	50000
101	30	Balón	1	100000
102	12	Malla	2	15000
102	20	Careta	2	35000

## SEGUNDA FORMA NORMAL (2FN)

Hacia la Segunda forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente
100	04/03/06	1001	A	Bogotá
101	05/03/06	1010	B	Bogotá
102	06/03/06	1030	C	Bogotá

Dependen funcionalmente



Numero pedido	Numero Producto	Producto	Cantidad	Precio
100	10	Raqueta	2	40000
100	12	Malla	1	15000
100	15	Pelota	5	50000
101	30	Balón	1	100000
102	12	Malla	2	15000
102	20	Careta	2	35000

## SEGUNDA FORMA NORMAL (2FN)

### Segunda forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente
100	04/03/06	1001	A	Bogotá
101	05/03/06	1010	B	Bogotá
102	06/03/06	1030	C	Bogotá

Numero producto	Producto	Precio
10	Raqueta	40000
12	Malla	15000
15	Pelota	50000
30	Balón	100000
20	careta	35000

Numero pedido	Numero producto	cantidad
100	10	2
100	12	1
100	15	5
101	30	1
102	12	2
102	20	2

## TERCERA FORMA NORMAL (3FN)

Una relación **R** satisface la tercera forma normal (3FN) si, y sólo si, satisface la segunda forma normal y todos los atributos no claves dependen de manera no transitiva de la clave primaria (no existen dependencias entre atributos que no forman parte de la clave primaria de la relación).

### Dependencia Transitiva

Si  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  son atributos de una relación **R**, si  $X \rightarrow Y$  y  $Y \rightarrow Z$  entonces **Z** depende transitivamente de **X** a través de **Y** (supuesto que **X** no sea funcionalmente dependiente de **Y** o **Z**)



## TERCERA FORMA NORMAL (3FN)

Hacia la Tercera forma normal


Numero pedido	Fecha	Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente
100	04/03/06	1001	A	Bogotá
101	05/03/06	1010	B	Bogotá
102	06/03/06	1030	C	Bogotá

Numero producto	Producto	Precio
10	Raqueta	40000
12	Malla	15000
15	Pelota	50000
30	Balón	100000
20	careta	35000

Numero pedido	Numero producto	cantidad
100	10	2
100	12	1
100	15	5
101	30	1
102	12	2
102	20	2

## TERCERA FORMA NORMAL (3FN)

Hacia la Tercera forma normal



Numero pedido	Fecha	Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente
100	04/03/06	1001	A	Bogotá
101	05/03/06	1010	B	Bogotá
102	06/03/06	1030	C	Bogotá

Numero producto	Producto	Precio
10	Raqueta	40000
12	Malla	15000
15	Pelota	50000
30	Balón	100000
20	careta	35000

Numero pedido	Numero producto	cantidad
100	10	2
100	12	1
100	15	5
101	30	1
102	12	2
102	20	2

## TERCERA FORMA NORMAL (3FN)

### Tercera forma normal

Numero pedido	Fecha	Numero Cliente
100	04/03/06	1001
101	05/03/06	1010
102	06/03/06	1030

Numero Cliente	Nombre cliente	Ciudad cliente
1001	A	Bogotá
1010	B	Bogotá
1030	C	Bogotá

Numero producto	Producto	Precio
10	Raqueta	40000
12	Malla	15000
15	Pelota	50000
30	Balón	100000
20	careta	35000

Numero pedido	Numero producto	cantidad
100	10	2
100	12	1
100	15	5
101	30	1
102	12	2
102	20	2

## FORMA NORMAL BOYCE-CODD (FNBC)

Una relación ***R*** satisface la FNBC si, y sólo si, se encuentra en 1FN, y cada determinante funcional es una clave candidata de la relación ***R***

### Determinante Funcional

Se denomina determinante funcional a uno, o un conjunto de atributos de una relación ***R*** del cual depende funcionalmente de forma completa algún otro atributo de la misma relación.

## FORMA NORMAL BOYCE-CODD (FNBC)

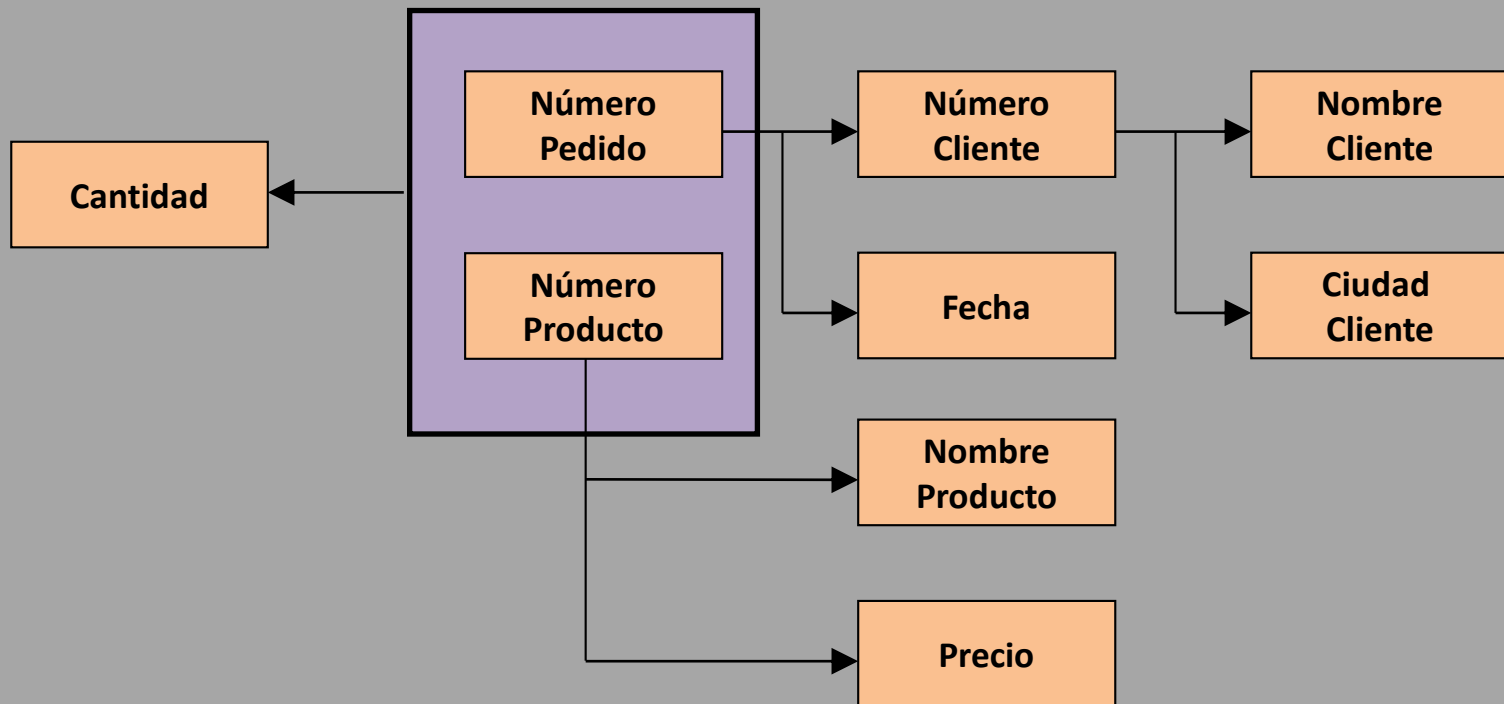


Diagrama de Dependencias Funcionales

## FORMA NORMAL BOYCE-CODD (FNBC)

### Esquema de Tablas

Producto = (NúmeroProducto, NombreProducto, Precio)

Cliente = (NúmeroCliente, NombreCliente, CiudadCliente)

Pedido = (NúmeroPedido, NúmeroCliente, Fecha)

DetallePedido = (NúmeroPedido, NúmeroProducto, Cantidad)

## CUARTA FORMA NORMAL (4FN)

### Dependencia Multivaluada (DMV)

Si  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  son atributos de una relación  $R$ , la dependencia multivaluada  $X \twoheadrightarrow Y$  existe si y sólo si el conjunto de valores de  $Y$  que se obtiene para un par de valores de  $(X, Z)$  depende sólo del valor de  $X$  y es independiente de los valores para  $Z$ .

DMV representa una dependencia entre atributos  $(X, Y, Z)$  en una relación  $R$  de modo que para cada valor de  $X$  hay un conjunto de valores de  $Y$  y un conjunto de valores de  $Z$ , sin embargo, los conjuntos de valores  $Y$  y  $Z$  son independientes entre si.

## CUARTA FORMA NORMAL (4FN)

### Dependencia Multivaluada (DMV) y la Cuarta Forma Normal

Una DMV puede ser trivial o no trivial. Una dependencia  $A \twoheadrightarrow B$  en la relación  $R$  será trivial si:

- (a)  $B$  es un subconjunto de  $A$ , ó
- (b)  $A \cup B = R$

Las dependencias DMV no triviales no cumplen las condiciones (a) ni (b)

Una relación que está en 5FN cuando está en FNBC y no contiene dependencias multivaluadas no triviales



## CUARTA FORMA NORMAL (4FN)

ESTUDIANTE	ASIGNATURA	DEPORTE
Pedro	Base de Datos	Baloncesto
Pedro	Base de Datos	Futbol
Pedro	Ingeniería Software	Baloncesto
Pedro	Ingeniería Software	Futbol
María	Física	Tenis
María	Química	Tenis
Juan	Física	Futbol
Juan	Física	Tenis
Juan	Ingeniería Software	Tenis
Juan	Ingeniería Software	Futbol

Estudiante →→ Asignatura  
Estudiante →→ Deporte

**Dependencia multivaluada**

## CUARTA FORMA NORMAL (4FN)

### Inscribe

ESTUDIANTE	ASIGNATURA
Pedro	Bases de Datos
Pedro	Ingeniería Software
María	Física
María	Química
Juan	Ingeniería Software

### Practica

ESTUDIANTE	DEPORTE
Pedro	Baloncesto
Pedro	Futbol
María	Tenis
Juan	Futbol
Juan	Tenis

## QUINTA FORMA NORMAL (5FN)

PROFESORES	CARRERAS	ASIGNATURAS
Profesor 1	Sistemas	Programación
Profesor 1	Sistemas	P. O. O.
Profesor 2	Electrónica	Programación
Profesor 2	Electrónica	Circuitos Lógicos
Profesor 2	Electrónica	P. O. O.
Profesor 3	Electrónica	Lógica Matemática
Profesor 3	Industrial	Logística
Profesor 3	Industrial	Sistema Producción
Profesor 3	Ambiental	Gestión Proyectos

## QUINTA FORMA NORMAL (5FN)

PROFESORES	CARRERAS	ASIGNATURAS
Profesor 1	Sistemas	Programación
Profesor 1	Sistemas	P. O. O.
Profesor 2	Electrónica	Programación
Profesor 2	Electrónica	Circuitos Lógicos
Profesor 2	Electrónica	P. O. O.
Profesor 3	Electrónica	Lógica Matemática
Profesor 3	Industrial	Logística
Profesor 3	Industrial	Sistema Producción
Profesor 3	Ambiental	Gestión Proyectos
Profesor 3	Sistemas	P. O. O.
Profesor 3	Electrónica	P. O. O.
Profesor 3	Ambiental	P. O. O.

?

## QUINTA FORMA NORMAL (5FN)



PROFESORES	CARRERAS	ASIGNATURAS
Profesor 1	Sistemas	Programación
Profesor 1	Sistemas	P. O. O.
Profesor 2	Electrónica	Programación
Profesor 2	Electrónica	Circuitos Lógicos
Profesor 2	Electrónica	P. O. O.
Profesor 3	Electrónica	Lógica Matemática
Profesor 3	Industrial	Logística
Profesor 3	Industrial	Sistema Producción
Profesor 3	Ambiental	Gestión Proyectos

## QUINTA FORMA NORMAL (5FN)

PROFESOR	ASIGNATURA
Profesor 1	Programación
Profesor 1	P. O. O.
Profesor 2	Programación
Profesor 2	Circuitos Lógicos
Profesor 2	P. O. O.
Profesor 3	Lógica Matemática
Profesor 3	Logística
Profesor 3	Sistema Producción
Profesor 3	Gestión Proyectos

PROFESOR	CARRERA
Profesor1	Sistemas
Profesor 2	Electrónica
Profesor 3	Electrónica
Profesor 3	Industrial
Profesor 3	Ambiental

CARRERA	ASIGNATURA
Sistemas	Programación
Sistemas	P. O. O.
Electrónica	Programación
Electrónica	Circuitos Lógicos
Electrónica	P. O. O.
Electrónica	Lógica Matemática
Industrial	Logística
Industrial	Sistema Producción
Ambiental	Gestión Proyectos

## QUINTA FORMA NORMAL (5FN)

PROFESOR	ASIGNATURA
Profesor 1	Programación
Profesor 1	P. O. O.
Profesor 2	Programación
Profesor 2	Circuitos Lógicos
Profesor 2	P. O. O.
Profesor 3	Lógica Matemática
Profesor 3	Logística
Profesor 3	Sistema Producción
Profesor 3	Gestión Proyectos
Profesor 3	P. O. O.

PROFESOR	CARRERA
Profesor1	Sistemas
Profesor 2	Electrónica
Profesor 3	Electrónica
Profesor 3	Industrial
Profesor 3	Ambiental

CARRERA	ASIGNATURA
Sistemas	Programación
Sistemas	P. O. O.
Electrónica	Programación
Electrónica	Circuitos Lógicos
Electrónica	P. O. O.
Electrónica	Lógica Matemática
Industrial	Logística
Industrial	Sistema Producción
Ambiental	Gestión Proyectos

## QUINTA FORMA NORMAL (5FN)

PROFESOR	ASIGNATURA
Profesor 1	Programación
Profesor 1	P. O. O.
Profesor 2	Programación
Profesor 2	Circuitos Lógicos
Profesor 2	P. O. O.
Profesor 3	Lógica Matemática
Profesor 3	Logística
Profesor 3	Sistema Producción
Profesor 3	Gestión Proyectos
Profesor 3	P. O. O.

PROFESOR	CARRERA
Profesor1	Sistemas
Profesor 2	Electrónica
Profesor 3	Electrónica
Profesor 3	Industrial
<del>Profesor 3</del>	<del>Ambiental</del>

CARRERA	ASIGNATURA
Sistemas	Programación
Sistemas	P. O. O.
Electrónica	Programación
Electrónica	Circuitos Lógicos
Electrónica	P. O. O.
Electrónica	Lógica Matemática
Industrial	Logística
Industrial	Sistema Producción
Ambiental	Gestión Proyectos



## BIBLIOGRAFÍA

C. J. Date, *An Introduction to Database Systems*, 8 edition. Boston: Pearson, 2003.

A. Silberschatz, H. F. Korth, y S. Sudarshan, *Fundamentos de bases de datos*, 6.<sup>a</sup> ed. Mc. Graw Hill, 2014.

T. M. Connolly y C. E. Begg, *Sistemas de bases de datos*, 4.<sup>a</sup> ed. Pearson, 2005.