

Tarea 5. Dependencias y Normalización

Emmanuel Cruz Hernández

No. Cuenta: 314272588

15 de Octubre de 2018

1 Preguntas de repaso:

- ¿Qué es una dependencia funcional y cómo se define?

Una dependencia funcional (DF) es un tipo de relación entre atributos que ayudan a especificar formalmente cuándo un diseño es correcto.

Definición: Si R es un esquema de relación, y A y B son conjuntos de atributos no vacíos en R , se dice que B es funcionalmente dependiente en A si y sólo si cada valor de A en R tiene asociado exactamente un valor de B en R .

- ¿Para qué sirve el concepto de dependencia en la normalización?

Nos sirve para especificar restricciones sobre el conjunto de relaciones, además de examinar las relaciones y determinar si son legales bajo un conjunto de dependencias dado. Las dependencias también nos ayudan a determinar las reglas de negocio.

- Sea A la llave de $R(A, B, C)$. Indica todas las dependencias funcionales que implica A .

Las dependencias funcionales que implica A están dadas por F .

$F = \{A \rightarrow A, A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow AB, A \rightarrow AC, A \rightarrow BC, A \rightarrow ABC\}$.

- ¿Qué es una forma normal? ¿Cuál es el objetivo de normalizar un modelo de datos?

Una forma normal es un conjunto de reglas que proporcionan criterios para determinar el grado de vulnerabilidad. La restricción de estas reglas, se verán reflejadas en nuestras tablas que estén en una cierta forma normal.

El propósito de la normalización es producir un conjunto estable de relaciones que sea un modelo fiel de las reglas de negocio. Al seguir los principios de la normalización, se logra un diseño que es muy flexible, lo que permite al modelo extenderse cuando necesite representar nuevos atributos, conjuntos de entidades y relaciones.

Se puede reducir la redundancia en la base de datos para evitar inconsistencias en los datos. También asegura que el diseño esté libre de ciertas anomalías¹.

- ¿En qué casos es preferible lograr 3NF en vez de BCNF?

Cuando no quiero perder dependencias funcionales. Sin embargo, usar 3NF puede generar cierto grado de redundancia (pero es mínima), mientras que BCNF nos asegura que no vamos a tener redundancia en nuestras tablas que estén en esta forma normal.

2 Proporciona algunos ejemplos que demuestren que las siguientes reglas no son válidas:

- a) Si $A \rightarrow B$, entonces $B \rightarrow A$

A	B
a ₁	b ₁
a ₂	b ₁
a ₃	b ₁

Table 1: $A \rightarrow B$

En la tabla 1 se muestra que b_1 depende de a_1 , a_2 y a_3 y se cumple que $A \rightarrow B$, ya que cada elemento de A determina a un sólo elemento de B, es decir, no hay algo como $a_1 \rightarrow b_2$ (abusando de la notación). En este caso, b_1 ya no determina a un sólo elemento, pero no es el caso de la tabla 1.

Sin embargo, no se cumple que $B \rightarrow A$, ya que b_1 determina a más de un elemento, en esta tabla determina a los elementos a_1 , a_2 y a_3 . Esto quiere decir que si $A \rightarrow B$, entonces $B \rightarrow A$ es una regla inválida.

- b) Si $AB \rightarrow C$, entonces $A \rightarrow C$ y $B \rightarrow C$

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

Table 2: $AB \rightarrow C$

En este caso, una combinación de los elementos de A y los de B forman una dependencia a un elemento de C, como se muestra en la tabla 2 y se cumple la dependencia funcional $AB \rightarrow C$. En este ejemplo, no se cumple que $A \rightarrow C$, ya que a_1 determina a más de un elemento que es c_1 y a c_3 . Tampoco

¹Una anomalía es un estado inconsistente de la base de datos

se cumple que $B \rightarrow C$, ya que a b_1 determina a más de un elemento, que es c_1 y a c_2 .

Por lo tanto, si $AB \rightarrow C$, entonces $A \rightarrow C$ y $B \rightarrow C$ es una regla inválida.

c) Si $A \rightarrow\rightarrow C$, entonces $A \rightarrow C$

A	C
a_1	c_1
a_1	c_2

Table 3: $A \rightarrow\rightarrow C$

En la tabla 3 se muestra un ejemplo de la dependencia multivaluada $A \rightarrow\rightarrow C$, en donde cada elemento de A puede determinar a más de un elemento de C.

Sin embargo, no se cumple que $A \rightarrow C$, ya que a_1 determina a más de un elemento de C, en este caso a_1 determina a c_1 y c_2 .

Por lo tanto, si $A \rightarrow\rightarrow C$, entonces $A \rightarrow C$ no es una regla válida.

3 Para cada uno de los esquemas que se muestran a continuación:

a. $R(A,B,C,D,E)$ con $F = \{AB \rightarrow CD, E \rightarrow C, D \rightarrow B\}$

- Especifica de ser posible dos DF no triviales que se pueden derivar de las dependencias funcionales dadas

$$F_a = \{AB \rightarrow CB, ED \rightarrow CB\}$$

- Indica alguna llave candidata para R
Algunas llaves podrían ser $\{ABE, EDA\}$

- Especifica todas las violaciones a la BCNF
Como ninguna de las dependencias funcionales tiene la llave de lado izquierdo, entonces todas las dependencias son violaciones a la BCNF.

- Normaliza de acuerdo a BCNF, asegúrate de indicar cuáles son las relaciones resultantes con sus respectivas dependencias funcionales:

Primero obtenemos las cerraduras de cada dependencia en F y calculamos una llave para R.

$$\{AB\}^+ = \{ABCD\}$$

$$\{E\}^+ = \{EC\}$$

$$\{D\}^+ = \{DB\}$$

Una llave puede ser ABE.

Como todas las dependencias son violaciones entonces podemos tomar cualquiera de ellas.

Tomamos la dependencia $D \rightarrow B$.

Dividimos a R en dos relaciones S y T como sigue:

S(D,B) con dependencias $D \rightarrow B$. Una llave para S es D. Entonces S ya está normalizada.

T(D,A,C,E) con dependencias $E \rightarrow C$. Una llave para T es ADE, por lo que la dependencia $E \rightarrow C$ es una violación.

Cabe mencionar que ya se perdió la dependencia funcional $AB \rightarrow CD$.

Ahora tomamos la dependencia $E \rightarrow C$ y dividimos T en dos relaciones U y V como sigue:

U(E,C) con dependencia $E \rightarrow C$. Una llave para U es E, por lo que U ya está normalizada.

V(E,D,A,C) sin dependencias. Una llave para V es ADEC, por lo que V ya está normalizada.

Todas nuestras dependencias funcionales (que no se perdieron) ya están en BCNF y nuestras relaciones resultantes son:

S(D,B), U(E,C) y V(E,D,A,C).

b. R(A,B,C,D,E) con $F = \{AB \rightarrow C, DE \rightarrow C, B \rightarrow D\}$

- Especifica de ser posible dos DF no triviales que se pueden derivar de las dependencias funcionales dadas

$F_b = \{AB \rightarrow CD, BDE \rightarrow CD\}$

- Indica alguna llave candidata para R
Algunas llaves podrían ser $\{ABE, ABDE\}$

- Especifica todas las violaciones a la BCNF

Como ninguna de las dependencias funcionales tiene la llave de lado izquierdo, entonces todas las dependencias son violaciones a la BCNF.

- Normaliza de acuerdo a BCNF, asegúrate de indicar cuáles son las relaciones resultantes con sus respectivas dependencias funcionales:

Primero obtenemos las cerraduras de cada dependencia en F y calculamos una llave para R.

$\{AB\}^+ = \{ABCD\}$

$\{DE\}^+ = \{DEC\}$

$\{B\}^+ = \{BD\}$

Una llave puede ser ABE.

Como todas las dependencias son violaciones entonces podemos tomar cualquiera de ellas.

Tomamos la dependencia $B \rightarrow D$.

Dividimos a R en dos relaciones S y T como sigue:

S(D,B) con dependencias $B \rightarrow D$. Una llave para S es B. Entonces S ya está normalizada.

T(B,A,C,E) con dependencias $AB \rightarrow C$. Una llave para T es ABE, por lo que la dependencia $AB \rightarrow C$ es una violación.

Cabe mencionar que ya se perdió la dependencia funcional $DE \rightarrow C$.

Ahora tomamos la dependencia $AB \rightarrow C$ y dividimos T en dos relaciones U y V como sigue:

U(A,B,C) con dependencia $AB \rightarrow C$. Una llave para U es AB, por lo que U ya está normalizada.

V(A,B,E) sin dependencias. Una llave para V es ABE, por lo que V ya está normalizada.

Todas nuestras dependencias funcionales (que no se perdieron) ya están en BCNF y nuestras relaciones resultantes son:

S(D,B), U(A,B,C) y V(A,B,E).

4 Para cada una de las siguientes relaciones con su respectivo conjunto de dependencias funcionales:

a. R(A,B,C,D,E,F) con $F = \{B \rightarrow D, B \rightarrow E, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$

- Indica todas las violaciones a la 3NF

Primero calculamos la cerradura de cada dependencia funcional en F.

$\{B\}^+ = \{BDEF\}$

$\{D\}^+ = \{DF\}$

$\{AB\}^+ = \{ABCDEF\}$

Por lo que una llave para la relación R es AB.

En las dependencias $B \rightarrow D$, $B \rightarrow E$, $D \rightarrow F$ no aparece la llave, entonces estas dependencias funcionales son violaciones a la 3NF.

- Normaliza de acuerdo a la 3NF

Calculada la llave para R, AB, aplicamos unión a las dependencias de F. Entonces nuestra nueva F será:

$$F = \{B \rightarrow DE, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$$

Ahora calculamos F_{min} . Primero quitamos superfluos por la izquierda.

Tomamos la dependencia funcional $AB \rightarrow C$. Debemos preguntarnos si A es superfluo, pero no puede serlo porque A forma parte de la llave, por otro lado, también debemos preguntarnos si B es superfluo, pero B forma parte de la llave, por lo que A y B no son atributos superfluos.

Ahora quitamos superfluos por la derecha.

Tomamos la dependencia funcional $B \rightarrow DE$.

- ¿D es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow B \rightarrow E$.

Tenemos $F' = \{B \rightarrow E, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$ y calculamos la cerradura de B usando F' .

$\{B\}^+ = \{BE\}$, pero no aparece D, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F' \Rightarrow D$ no es superfluo.

- ¿E es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow B \rightarrow D$.

Tenemos $F' = \{B \rightarrow D, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}$ y calculamos la cerradura de B usando F' .

$\{B\}^+ = \{BDF\}$, pero no aparece E, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F' \Rightarrow E$ no es superfluo.

Con lo anterior podemos concluir que

$$F_{min} = \{B \rightarrow DE, D \rightarrow F, AB \rightarrow C\}.$$

Ahora creamos una tabla por cada dependencia funcional en F_{min} , entonces nuestras relaciones en 3NF son:

$S(B,D,E)$ con llave B. Entonces S ya está normalizada.

$T(D,F)$ con llave D. Entonces T ya está normalizada.

$U(A,B,C)$ con llave AB. Entonces U ya está normalizada.

Como la llave ya aparece en alguna de las relaciones (en este caso U), no es necesario crear otra relación.

b. $R(A,B,C,D,E)$ con $F = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$

- Indica todas las violaciones a la 3NF

Primero calculamos la cerradura de cada dependencia funcional en F.

$$\{A\}^+ = \{ABCDE\}$$

$$\{B\}^+ = \{BD\}$$

$$\{CD\}^+ = \{CDEAB\}$$

$$\{E\}^+ = \{EABCD\}$$

Por lo que una llave para la relación R es A.

En las dependencias $B \rightarrow D$, $CD \rightarrow E$ y $E \rightarrow A$ no aparece la llave, entonces estas dependencias funcionales son violaciones a la 3NF.

- Normaliza de acuerdo a la 3NF

Calculada la llave para R, A, calculamos F_{min} . Primero quitamos superfluos por la izquierda.

Tomamos la dependencia funcional $CD \rightarrow E$.

- ¿D es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow C \rightarrow E$.

Calculamos la cerradura de C usando F.

$\{C\}^+ = \{C\}$, pero no aparece A, B, D y E, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F \Rightarrow D$ no es superfluo.

- ¿C es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow D \rightarrow E$.

Calculamos la cerradura de D usando F.

$\{D\}^+ = \{D\}$, pero no aparece A, B, C y E, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F \Rightarrow C$ no es superfluo.

Ahora quitamos superfluos por la derecha.

Tomamos la dependencia funcional $A \rightarrow BC$.

- ¿B es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow A \rightarrow C$.

Tenemos $F' = \{A \rightarrow C, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$ y calculamos la cerradura de A usando F' .

$\{A\}^+ = \{AC\}$, pero no aparece B, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F' \Rightarrow B$ no es superfluo.

- ¿C es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow A \rightarrow B$.

Tenemos $F' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$ y calculamos la cerradura de A usando F' .

$\{A\}^+ = \{ABD\}$, pero no aparece C, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F' \Rightarrow C$ no es superfluo.

Con lo anterior podemos concluir que

$F_{min} = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, E \rightarrow A\}$.

Ahora creamos una tabla por cada dependencia funcional en F_{min} , entonces nuestras relaciones en 3NF son:

S(A,B,C) con llave A. Entonces S ya está normalizada.

T(B,D) con llave B. Entonces T ya está normalizada.

U(C,D,E) con llave CD. Entonces U ya está normalizada.

V(E,A) con llave E. Entonces V ya está normalizada.

Como la llave ya aparece en alguna de las relaciones (en este caso S y V), no es necesario crear otra relación.

5 Sea el esquema:

$R(A,B,C,D,E,F)$ con $F=\{BD \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C, B \rightarrow D\}$

- ¿Qué puedes decir de $\{A\}^+$ y $\{F\}^+$?

Como no hay alguna dependencia funcional que tenga de lado izquierdo a A o F, entonces $\{A\}^+$ y $\{F\}^+$ se toman como cerraduras triviales.

Entonces $\{A\}^+=\{A\}$ y $\{F\}^+=\{F\}$.

- Calcula $\{B\}^+$, ¿qué puedes decir de esta cerradura?

Calculamos la cerradura de B.

$\{B\}^+=\{BDECA\}$

La cerradura de B alcanza todos los atributos de las dependencias funcionales de F, pero no logra alcanzar todos los atributos de la relación R, ya que falta F.

- Obtén todas las llaves candidatas.

Como observamos en el punto anterior, una llave para la relación R es BF. Entonces, todas nuestras llaves candidatas deben tener al menos BF. Primero comenzaré mostrando las llaves de sólo dos atributos (que por cierto, sólo es BF), luego con las llaves de tres atributos, cuatro atributos y así hasta llegar a una llave de 6 atributos, que serían todos los atributos de la relación R.

- BF
- BAF
- BCF
- BDF
- BEF
- BACF
- BADF
- BAEF
- BCDF
- BCEF
- BDEF
- BACDF
- BACEF
- BADEF
- BCDEF
- BACDEF

- ¿R cumple con BCNF? ¿Cumple con 3NF? (en caso contrario normaliza)

- R no cumple con BCNF, ya la llave, BF, no está contenida de lado izquierdo de ninguna dependencia funcional de F.

Entonces procedemos a normalizar. Primero calculamos las cerraduras de las dependencias funcionales.

$\{BD\} += \{BDECA\}$

$\{CD\} += \{CDA\}$

$\{E\} += \{EC\}$

$\{B\} += \{BDECA\}$

Tomamos la dependencia funcional $CD \rightarrow A$ y dividimos R en dos relaciones T y S como sigue:

T(C,D,A) con dependencias funcionales $CD \rightarrow A$. Una llave para T es CD, por lo que T ya está normalizada.

S(C,D,B,E,F) con dependencias funcionales $BD \rightarrow E$, $E \rightarrow C$ y $B \rightarrow D$. Una llave para S es BF, por lo que las tres dependencias funcionales son violaciones a 3NF.

Tomamos la dependencia funcional $E \rightarrow C$ y dividimos S en dos relaciones U y V como sigue:

U(E,C) con dependencias funcionales $E \rightarrow C$. Una llave para U es E, por lo que U ya está normalizada.

V(E,D,B,F) con dependencias funcionales $BD \rightarrow E$ y $B \rightarrow D$. Una llave para S es BF, por lo que las dos dependencias funcionales son violaciones a 3NF.

Tomamos la dependencia funcional $BD \rightarrow E$ y dividimos V en dos relaciones X y Y como sigue:

X(B,D,E) con dependencias funcionales $BD \rightarrow E$. Una llave para X es BD, por lo que X ya está normalizada.

Y(B,D,F) con dependencias funcionales $B \rightarrow D$. Una llave para Y es BF, por lo que la dependencia funcional es violación a 3NF.

Tomamos la dependencia funcional $B \rightarrow D$ y dividimos Y en dos relaciones W y Z como sigue:

W(B,D) con dependencias funcionales $B \rightarrow D$. Una llave para W es B, por lo que W ya está normalizada.

Z(B,F) sin dependencias funcionales. Una llave para Z es BF, por lo que Z ya está normalizada.

Las relaciones normalizadas resultantes son:

T(C,D,A), U(E,C), X(B,D,E), W(B,D) y Z(B,F).

- R no cumple con 3NF, ya que el lado derecho no es una superllave en ninguna dependencia funcional y el lado derecho no es miembro

de alguna llave candidata .

Calculadas las cerraduras anteriormente, procedemos a buscar a F_{min} .
Primero calculamos superfluos por la izquierda.

Tomamos la dependencia funcional $BD \rightarrow E$.

- ¿D es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow B \rightarrow E$.

Calculamos la cerradura de B usando F.

$\{B\}^+ = \{BDECA\}$, aparece D, es decir, podemos alcanzar a $D \Rightarrow D$ es superfluo. Y nuestra nueva F es: $F = \{B \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C, B \rightarrow D\}$

En este punto podemos aplicar unión a F. Entonces realmente nuestra nueva F es:

$$F = \{B \rightarrow DE, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$$

Tomamos la dependencia funcional $CD \rightarrow A$.

- ¿D es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow C \rightarrow A$.

Calculamos la cerradura de C usando F.

$\{C\}^+ = \{C\}$, pero no aparece D, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F \Rightarrow D$ no es superfluo.

- ¿C es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow D \rightarrow A$.

Calculamos la cerradura de D usando F.

$\{D\}^+ = \{D\}$, pero no aparece C, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F \Rightarrow C$ no es superfluo.

Ahora quitamos superfluos por la derecha.

Tomamos la dependencia funcional $B \rightarrow DE$.

- ¿D es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow B \rightarrow E$.

Tenemos $F' = \{B \rightarrow E, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$ y calculamos la cerradura de B usando F' .

$\{B\}^+ = \{BEC\}$, pero no aparece D, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F' \Rightarrow D$ no es superfluo.

- ¿E es superfluo? Si lo fuera $\Rightarrow B \rightarrow D$.

Tenemos $F' = \{B \rightarrow D, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}$ y calculamos la cerradura de B usando F' .

$\{B\}^+ = \{BD\}$, pero no aparece E, es decir, no lo podemos alcanzar con las dependencias funcionales de $F' \Rightarrow E$ no es superfluo.

Podemos concluir que

$$F_{min} = \{B \rightarrow DE, CD \rightarrow A, E \rightarrow C\}.$$

Ahora creamos una tabla por cada dependencia funcional en F_{min} y como la llave BF no aparece en ninguna relación, entonces generamos otra relación que contenga estos atributos. Entonces nuestras

relaciones en 3NF son:

S(B,D,E) con llave B. Entonces S ya está normalizada.

T(C,D,A) con llave CD. Entonces T ya está normalizada.

U(E,C) con llave E. Entonces U ya está normalizada.

X(B,F) con llave BF. Entonces X ya está normalizada.

- Se ha decidido dividir R en las siguientes relaciones S(A,B,C,D,F) y T(C,E), ¿se puede recuperar la información de R?

Se recuperaría parte de la información al hacer join, sin embargo, tendríamos un problema al generar toda la información, ya que tenemos la dependencia $BD \rightarrow E$, pero como podemos ver, los atributos BD están en S y determinan funcionalmente a E, pero E no está en S, entonces de alguna manera se pierde esta dependencia, por decirlo así y esto implica que nuestra información no se puede recuperar. Se pierde parcial o totalmente al no tener la consistencia de esta dependencia.

6 Para cada uno de los esquemas, con su respectivo conjunto de dependencias multivaluadas, resuelve los siguientes puntos:

- a. $R(A,B,C,D)$ con DMV = $\{AB \twoheadrightarrow C, B \rightarrow D\}$

- Encuentra todas las violaciones a la 4NF

Primero encontramos una llave para la relación R. Para esto calculamos las cerraduras de las dependencias funcionales.

$$\{B\}^+ = \{BD\}$$

Por lo que una llave es ABC.

Con esto, podemos observar que todas las DMV violan la 4NF, ya que ninguna tiene una superllave de lado izquierdo.

- Normaliza de acuerdo a la 4NF

Primero comenzamos tomando las dependencias funcionales y posteriormente las DMV.

Tomamos la dependencia funcional $B \rightarrow D$ y dividimos R en dos relaciones S y T como sigue:

S(B,D) con dependencia $B \rightarrow D$. Una llave para S es B, por lo que S ya está normalizada.

T(B,A,C) con dependencia $AB \twoheadrightarrow C$. Una llave para T es ABC.

En la dependencia $AB \twoheadrightarrow C$ ningún atributo de lado derecho está de lado izquierdo y T no tiene más atributos que los que involucra la DMV

anterior, por lo tanto, esta DMV es trivial, por lo que T ya está normalizada.

Nuestro esquema en 4NF está dado por las relaciones:
S(B,D) y T(B,A,C).

b. R(A,B,C,D,E) con DMV = { $A \twoheadrightarrow B$, $AB \rightarrow C$, $A \rightarrow D$, $AB \rightarrow E$ }

- Encuentra todas las violaciones a la 4NF

Primero encontramos una llave para la relación R. Para esto calculamos las cerraduras de las dependencias funcionales.

$\{AB\}^+ = \{ABCDE\}$

$\{A\}^+ = \{AD\}$

$\{AB\}^+ = \{ABC\}$

Por lo que una llave es AB.

Con esto, podemos observar que las DMV que violan la 4NF son $A \twoheadrightarrow B$ y $A \rightarrow D$, ya que el lado izquierdo no tiene una superllave.

- Normaliza de acuerdo a la 4NF

Nuestro conjunto de DMV, aplicando unión será

DMV = { $A \twoheadrightarrow B$, $AB \rightarrow CE$, $A \rightarrow D$ }

Primero comenzamos tomando las dependencias funcionales y posteriormente las DMV.

Tomamos la dependencia funcional $A \rightarrow D$ y dividimos R en dos relaciones S y T como sigue:

S(A,D) con dependencia $A \rightarrow D$. Una llave para S es A, por lo que S ya está normalizada.

T(A,B,C,E) con dependencias $A \twoheadrightarrow B$ y $AB \rightarrow CE$. Una llave para T es AB. La dependencia $A \twoheadrightarrow B$ es una violación a 4NF.

Tomamos la DMV $A \twoheadrightarrow B$ y dividimos T en dos relaciones U y V como sigue:

U(A,B) con dependencia $A \twoheadrightarrow B$. Una llave para U es AB. La dependencia $A \twoheadrightarrow B$ no tiene atributos de lado derecho que estén en el lado izquierdo y U no tiene más atributos que la DMV, por lo que U ya está normalizada porque la DMV es trivial.

V(A,C,E) sin dependencias funcionales. Una llave para V es ACE, por lo que V ya está normalizada.

Cabe mencionar que se perdió la dependencia funcional $AB \rightarrow CE$.

Las relaciones resultantes en 4NF son: S(A,D), U(A,B) y V(A,C,E).

7 Se tiene la siguiente relación:

R(idEnfermo, idCirujano, fechaCirugía, nombreEnfermo, direcciónEnfermo, nombreCirujano, nombreCirugía, medicinaSuministrada, efectosSecundarios)

- Expresa las siguientes restricciones en forma de dependencias funcionales:
A un enfermo sólo se le da una medicina después de la operación. Si existen efectos secundarios estos dependen sólo de la medicina suministrada. Sólo puede existir un efecto secundario por medicamento.
 - $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{medicinaSuministrada}$
 - $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \text{efectosSecundarios}$
 - $\text{efectosSecundarios} \rightarrow \text{medicinaSuministrada}$
- Especifica otras dependencias funcionales o multivaluadas que deban satisfacerse en la relación R. Por cada una que definas, deberá aparecer un enunciado en español como en el inciso anterior.
 - El nombre del enfermo y su dirección dependen de su identificador, que es idEnfermo.
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{nombreEnfermo}, \text{direcciónEnfermo}$
 - El nombre del cirujano depende del identificador de un cirujano, en este caso, idCirujano.
 $\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirujano}$
 - El enfermo a quien se efectuó la cirugía dependen del nombre de la cirugía, el cirujano que llevó a cabo la cirugía y la fecha de la cirugía.
 $\text{nombreCirugía}, \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía} \rightarrow \text{idEnfermo}$
 - Un mismo cirujano puede tener muchos enfermos.
 $\text{idCirujano} \rightarrow \text{idEnfermo}$
 - La fecha de una cirugía depende del cirujano y del nombre de la cirugía. Un mismo cirujano puede hacer la misma cirugía pero en fechas distintas.
 $\text{idCirujano}, \text{nombreCirugía} \rightarrow \text{fechaCirugía}$
 - Un cirujano puede realizar una misma cirugía más de una vez.
 $\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirugía}$
 - Una medicina puede ser suministrada a varios enfermos.
 $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \text{idEnfermo}$
 - A un enfermo se le pueden hacer varias cirugías.
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{nombreCirugía}$
 - El cirujano y la fecha dependen de la composición del enfermo con el nombre de la cirugía. Un enfermo puede hacer la misma cirugía más de una vez.
 $\text{idEnfermo}, \text{nombreCirugía} \rightarrow \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía}$

- Normaliza utilizando el conjunto de dependencias establecido en los puntos anteriores.

Tenemos nuestro conjunto

$F = \{ \text{idEnfermo} \rightarrow \text{medicinaSuministrada} ,$
 $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \text{efectosSecundarios} ,$
 $\text{efectosSecundarios} \rightarrow \rightarrow \text{medicinaSuministrada} ,$
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{nombreEnfermo}, \text{direcciónEnfermo} ,$
 $\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirujano} ,$
 $\text{nombreCirugía}, \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía} \rightarrow \text{idEnfermo} ,$
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo} ,$
 $\text{idCirujano}, \text{nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{fechaCirugía} .$
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía} ,$
 $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo} ,$
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía} ,$
 $\text{idEnfermo}, \text{nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía} \}.$

Primero encontramos una llave para R. Para esto calculamos las cerraduras.

$\{\text{medicinaSuministrada}\} += \{\text{medicinaSuministrada}, \text{efectosSecundarios}\}$
 $\{\text{idEnfermo}\} += \{\text{idEnfermo}, \text{nombreEnfermo}, \text{direcciónEnfermo}, \text{medicinaSuministrada}, \text{efectosSecundarios}\}$
 $\{\text{idCirujano}\} += \{\text{idCirujano}, \text{nombreCirujano}\}$
 $\{\text{nombreCirugía}, \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía}\} += \{\text{nombreCirugía}, \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía}, \text{nombreCirujano}\}$

Una llave para R es $\text{idEnfermo}, \text{idCirujano}, \text{nombreCirugía}, \text{fechaCirugía}$. Por lo que todas las dependencias son violación a 4NF, ya que no hay una superllave de lado izquierdo de las dependencias.

Comenzamos tomando las dependencias funcionales y posteriormente las DMV.

Tomamos la dependencia funcional $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \text{efectosSecundarios}$ y dividimos R en dos relaciones S y T como sigue:

$S(\text{medicinaSuministrada}, \text{efectosSecundarios})$ con dependencia $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \text{efectosSecundarios}$. La dependencia no tiene atributos de lado derecho que aparezcan en el izquierdo y S no tiene más atributos que la dependencia, entonces la dependencia es trivial. Por lo que S ya está normalizada.

$T(\text{medicinaSuministrada}, \text{idEnfermo}, \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía}, \text{nombreEnfermo}, \text{direcciónEnfermo}, \text{nombreCirujano}, \text{nombreCirugía})$ con las dependencias:

$\text{idEnfermo} \rightarrow \text{medicinaSuministrada} ,$
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{nombreEnfermo}, \text{direcciónEnfermo} ,$

$\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirujano}$,
 $\text{nombreCirugía, idCirujano, fechaCirugía} \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idCirujano, nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{fechaCirugía}$.
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía}$,
 $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía}$,
 $\text{idEnfermo, nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{idCirujano, fechaCirugía}$
 Una llave para T es $\text{idEnfermo, idCirujano, nombreCirugía, fechaCirugía}$.
 Entonces estas dependencias son violación a 4NF, ya que de lado izquierdo no aparece una superllave.

Tomamos la dependencia funcional $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{nombreEnfermo}$, direcciónEnfermo y dividimos T en dos relaciones U y V como sigue:
 $U(\text{idEnfermo, nombreEnfermo, direcciónEnfermo})$ con dependencia $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{nombreEnfermo, direcciónEnfermo}$. La dependencia no tiene atributos de lado derecho que aparezcan en el izquierdo y U no tiene más atributos que la dependencia, entonces la dependencia es trivial. Por lo que U ya está normalizada.
 $V(\text{medicinaSuministrada, idEnfermo, idCirujano, fechaCirugía, nombreCirujano, nombreCirugía})$ con las dependencias:
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{medicinaSuministrada}$,
 $\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirujano}$,
 $\text{nombreCirugía, idCirujano, fechaCirugía} \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idCirujano, nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{fechaCirugía}$.
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía}$,
 $\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía}$,
 $\text{idEnfermo, nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{idCirujano, fechaCirugía}$
 Una llave para T es $\text{idEnfermo, idCirujano, nombreCirugía, fechaCirugía}$. Entonces estas dos dependencias son violación a 4NF, ya que de lado izquierdo no aparece una superllave.

Tomamos la dependencia funcional $\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirujano}$ y dividimos V en dos relaciones X y Y como sigue:
 $X(\text{idCirujano, nombreCirujano})$ con dependencia $\text{idCirujano} \rightarrow \text{nombreCirujano}$. La dependencia no tiene atributos de lado derecho que aparezcan en el izquierdo y X no tiene más atributos que la dependencia, entonces la dependencia es trivial. Por lo que X ya está normalizada.
 $Y(\text{idCirujano, medicinaSuministrada, idEnfermo, fechaCirugía, nombreCirugía})$ con la dependencia:
 $\text{idEnfermo} \rightarrow \text{medicinaSuministrada}$,
 $\text{nombreCirugía, idCirujano, fechaCirugía} \rightarrow \text{idEnfermo}$,
 $\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo}$,

$\text{idCirujano}, \text{nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{fechaCirugía} .$

$\text{idCirujano} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía} ,$

$\text{medicinaSuministrada} \rightarrow \rightarrow \text{idEnfermo} ,$

$\text{idEnfermo} \rightarrow \rightarrow \text{nombreCirugía} ,$

$\text{idEnfermo}, \text{nombreCirugía} \rightarrow \rightarrow \text{idCirujano}, \text{fechaCirugía}$

La dependencia no tiene atributos de lado derecho que aparezcan en el izquierdo y Y no tiene más atributos que la dependencia, entonces la dependencia es trivial. Por lo que Y ya está normalizada.

Nuestras relaciones resultantes en 4FN son:

S(medicinaSuministrada, efectosSecundarios)

U(idEnfermo, nombreEnfermo, direcciónEnfermo, medicinaSuministrada)

X(idCirujano, nombreCirujano)

Y(idCirujano, idEnfermo, fechaCirugía, nombreCirugía)