2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $F = \{E \to C, E \to A, C \to A, C \to D, DE \to B\}$ encontrad:

   a) El recubrimiento canónico de ese conjunto de dependencias

   b) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   c) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC y que preserve todas las dependencias iniciales. Demostrad que dicha descomposición preserva todas las dependencias iniciales.

2.

(a) ¿F'?

$F^{(1)} = F$ porque no hay partes derechas compuestas

$F^{(2)} = \{E \to C,\ E \to A,\ C \to A,\ C \to D,\ E \to B\}$

$\{D\}^+ = \{D\} \not\ni E \Rightarrow E$ no es extraño para D

$\{E\}^+ = \{E, C, A, D, B\} \ni D \Rightarrow D$ es extraño para E

luego D no puede aparecer junto a E

$F^{(3)} = \{E \to C, C \to A, C \to D$

$\{E\}^+_{F^{(2)} - \{E \to C\}} = \{E, A, B\} \not\ni C \Rightarrow E \to C$ no es redundante

$\{E\}^+_{(F^{(2)} - \{E \to C, E \to A\}) \cup F^{(3)}} = \{E, C, A, D, B\} \ni A \Rightarrow E \to A$ es redundante $\Rightarrow$ no se añade a $F^{(3)} = \{E \to C\}$

$\{C\}^+_{(F^{(2)} - \{E \to C, E \to A, \cancel{\ldots}, C \to A\}) \cup F^{(3)}} = \{C, D\} \not\ni A \Rightarrow$ $C \to A$ no es redundante $\Rightarrow F^{(3)} = \{E \to C, C \to A\}$

$\{C\}^+_{(F^{(2)} - \{E \to C, E \to A, C \to A, C \to D\}) \cup F^{(3)}} = \{C, A\} \not\ni D \Rightarrow$ $C \to D$ no es redundante $\Rightarrow F^{(3)} = \{E \to C, C \to A,$ $C \to D\}$

$\{E\}^+_{(F^{(2)} - \{E \to C, E \to A, C \to A, C \to D, E \to B\}) \cup F^{(3)}} = \{E, C, A, D\} \not\ni B$ $\Rightarrow E \to B$ no es redundante $\Rightarrow F^{(3)} = \{E \to C, C \to A,$ $C \to D, E \to B\}$

$$\boxed{F' = F^{(3)} = \{E \to C, C \to A, C \to D, E \to B\}}$$

(b) $R = \{A, B, C, D, E\}$, $F' = \{E \to C, C \to A, C \to D, E \to B\}$

¿CK?

1: $R_{SI} = R$

2: $R_{SIE} = R_{SI}$, $F_{SIE} = F$

3: $K_p = \{E\} = E$, $K_p^+ = \{E, C, A, D, B\} = R$

4: No procede.

5: $CK' = \{E\}$

6: $CK = \{E\}$

$$\boxed{CK = \{E\}}$$

(c)

¿R en BCNF? No, porque $C \to A$ y $C \to D$ están en F' y C no está en CK. Ambas dependencias tienen a la derecha un atributo que sólo está a la derecha luego podemos elegir cualquiera, por ejemplo, $C \to A$:

$R_1 = \{A, C\}$, $F_1 = \{C \to A\}$, $CK_1 = \{C\}$

$R_2 = \{B, C, D, E\}$, $F_2 = \{E \to C, C \to D, E \to B\}$, $CK_2 = \{E\}$

$F' = F_1 \cup F_2 \Rightarrow F' \subseteq (F_1 \cup F_2)^+ \Rightarrow$ preserva dependencias

R_1 está en BCNF pero R_2 no porque $C \to D \in F_2$ y $C \notin CK_2$. Normalizamos:

$R_{2,1} = \{C, D\}$, $F_{2,1} = \{C \to D\}$, $CK_{2,1} = \{C\}$

$R_{2,2} = \{B, C, E\}$, $F_{2,2} = \{E \to C, E \to B\}$, $CK_{2,2} = \{E\}$

$F_2 = F_{2,1} \cup F_{2,2} \Rightarrow F_2' \subseteq (F_{2,1} \cup F_{2,2})^+ \Rightarrow$ preserva dependencias.

$R_{2,1}$ y $R_{2,2}$ en BCNF

$\boxed{\text{Descomposición: } \{(\{A,C\}, r_1), (\{C,D\}, r_{2,1}), (\{B,C,E\}, r_{2,2})\}}$

<u>Alternativa</u>

Si se aplica la regla de unión en $C \rightarrow A$ y $C \rightarrow D$ se obtiene $C \rightarrow AD$ y se puede normalizar una única vez para alcanzar un esquema relacional en BCNF con

$\{(\{A,C,D\}, r_1), (\{B,C,E\}, r_2)\}$

$F_1 = \{C \rightarrow A, C \rightarrow D\}$ $\quad$ $F_2 = \{E \rightarrow C, E \rightarrow B\}$

$F' = F_1 \cup F_2 \Rightarrow F' \subseteq F_1 \cup F_2 \Rightarrow F' \subseteq (F_1 \cup F_2)^+ \Rightarrow$ preserva dependencias.

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $F = \{E \rightarrow C, E \rightarrow A, C \rightarrow A, A \rightarrow C, C \rightarrow D, CDE \rightarrow B\}$ encontrad:

   a) El recubrimiento canónico de ese conjunto de dependencias

   b) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   c) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC. Demostrad que dependencias iniciales preserva dicha descomposición.

2:- $R(A,B,C,D,E)$, $F = \{E\to C, E\to A, C\to A, A\to C, C\to D,$
$CDE \to B\}$

(a) ¿F'?

$F_1^{(1)} = \{E\to C, E\to A, C\to A, A\to C, C\to D, CDE\to B\} = F$

No hay partes derechas compuestas $\Rightarrow F^{(1)} = F$

$F^{(2)} = \{E\to C, E\to A, C\to A, A\to C, C\to D, E\to B\}$

$\{CD\}^+ = \{C, D, A\} \not\ni E \Rightarrow E$ no extraño con respecto a CD

$\{CE\}^+ = \{C, E, A, D, B\} \ni D \Rightarrow$ D es extraño con respecto a CE

Hay que seguir comprobando CE

$\{C\}^+ = \{C, A, D\} \not\ni E \Rightarrow E$ no extraño con respecto a C

$\{E\}^+ = \{E, C, A, D, B\} \ni C \Rightarrow C$ es extraño con respecto a E

$F^{(3)} = \{E\to A, C\to A, A\to C, C\to D, E\to B\}$

$\{E\}^+_{F^{(2)} - \{E\to C\} \cup \emptyset} = \{E, A, C, D, B\} \ni C \Rightarrow E\to C$ es redundante

$\{E\}^+_{F^{(2)} - \{E\to C, E\to A\} \cup \emptyset} = \{E, B\} \not\ni A \Rightarrow E\to A$ no es redund

$\{C\}^+_{F^{(2)} - \{E\to C, \overset{E\to A}{C\to A}\} \cup \{E\to A\}} = \{C, D\} \ni A \Rightarrow C\to A$ no es redundante

$\{A\}^+_{F^{(2)} - \{E\to C, E\to A, C\to A, A\to C\} \cup \{E\to A, C\to A\}} =$

$= \{A\} \not\ni C \Rightarrow A\to C$ no redundante

$R_2 = \{A, B, C, E\}$, $F_2 = \{E \to A, C \to A, A \to C, E \to B\}$, $Ck_2 = \{E\}$

R_2 no está en BCNF porque $\{C \to A, A \to C\} \in F_2$ y $\{C, A\} \notin Ck_2$. Aplicamos el th. de Heath sobre $A \to C$ porque C es atributo a izquierda y derecha como A pero participa sólo en dos dependencias:

$R_{2,1}(A, B, E)$, $F_{2,1} = \{E \to A, E \to B\}$, $Ck_{2,1} = \{E\}$

$R_{2,2}(A, C)$, $F_{2,2} = \{A \to C, C \to A\}$, $Ck_{2,2} = \{C, A\}$

$R_{2,1}$ y $R_{2,2}$ están en BCNF

$\boxed{\text{Normalización: } \{(\{C, D\}, r_1), (\{A, B, E\}, r_{2,1}), (\{A, C\}, r_{2,2})\}}$

$F_2 = F_{2,1} \cup F_{2,2}$ y $F_1 \cup F_2 = F \Longrightarrow$ No hay pérdidas de dependencias

$\{C\}^+_{F^{(c)} - \{E\to C,\ F\to A,\ C\to A,\ A\to C,\ C\to D\} \cup \{E\to A,\ C\to A,\ A\to C\}} =$

$= \{C, A\} \not\ni D \Rightarrow C\to D$ no redundante

$\{E\}^+_{F^{(c)} - \{E\to C,\ F\to A,\ C\to A,\ A\to C,\ C\to D,\ E\to B\} \cup \{E\to A,\ C\to A,\ A\to C,\ C\to D\}} =$

$= \{E, A, C, D\} \not\ni B \Rightarrow E\to B$ no redundante

$$\boxed{F' = \{E\to A,\ C\to A,\ A\to C,\ C\to D,\ E\to B\}}$$

(b)

$R(A,B,C,D,E)$, $F' = \{E\to A,\ C\to A,\ A\to C,\ C\to D,\ E\to B\}$, ¿CK?

Algoritmo de cálculo

1: $R_{SI} = R$

2: $R_{SIE} = R - \{A\} = \{B, C, D, E\}$, $F_{SIE} = \{E\to C,\ C\to D,\ E\to B\}$

3: $K_p = E$, $K_p' = \{E, C, D, B\} = R_{SIE} \Rightarrow E \in CK_{SIE}$

4: No es necesario

5: $CK' = E$

6: $\boxed{CK = E}$

(c) ¿R en BCNF?. No, porque $\{C\to A,\ A\to C,\ C\to D\} \subseteq F$

y $\{C, A\} \notin CK$

Aplicando el Th. de Heath sobre $C\to D$ (se escoge porque D es atributo sólo a la derecha):

$R_1 = \{C, D\}$, $F_1 = \{C\to D\}$, $CK_1 = \{C\}$, R_1 en BCNF

2. Dada la relación $R(A, B, C, D)$ y el conjunto de dependencias $F = \{A \rightarrow C, A \rightarrow B, C \rightarrow B, BD \rightarrow A, BD \rightarrow C, A \rightarrow D, B \rightarrow C\}$ encontrad:

   a) El recubrimiento canónico de ese conjunto de dependencias

   b) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   c) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC y que preserve todas las dependencias funcionales iniciales. Demostrad que esa descomposición preserva dichas dependencias.

2º $R = \{A, B, C, D\}$, $F = \{A \to C, A \to B, C \to B, BD \to A, BD \to C, A \to D, B \to C\}$

a) ¿F'?

$F^{(1)} = F$ porque no hay partes derechas compuestas

$F^{(2)} = \{A \to C, A \to B, C \to B, BD \to A, BD \to C, A \to D, B \to C\}$

$B^+_{F^{(1)}} = \{B, C\}$, $D \notin B^+_{F^{(1)}} \Rightarrow D$ no extraño respecto a B

$D^+_{F^{(1)}} = \{D\}$, $B \notin D^+_{F^{(1)}} \Rightarrow B$ no extraño respecto a D

$F^{(3)} = \{A \to B, C \to B, BD \to A, A \to D, B \to C\}$

$A^+_{F^{(2)} - \{\underline{A \to C}\} \cup F^{(3)}} = \{A, B, D, C\} \ni C \Rightarrow A \to C$ es redundante

$A^+_{F^{(2)} - \{A \to C, \underline{A \to B}\} \cup F^{(3)}} = \{A, D\} \not\ni B \Rightarrow A \to B$ no redundante

$C^+_{F^{(2)} - \{A \to C, A \to B, \underline{C \to B}\} \cup F^{(3)}} = \{C\} \not\ni B \Rightarrow C \to B$ no redundante

$BD^+_{F^{(2)} - \{A \to C, A \to B, C \to B, \underline{BD \to A}\} \cup F^{(3)}} = \{B, D, C\} \not\ni A \Rightarrow$

$BD \to A$ no redundante

$BD^+_{F^{(2)} - \{A \to C, A \to B, C \to B, BD \to A, \underline{BD \to C}\} \cup F^{(3)}} = \{B, D, C, A\} \ni C \Rightarrow$

$BD \to C$ es redundante

$A^+_{F^{(2)} - \{A \to C, A \to B, C \to B, BD \to A, BD \to C, \underline{A \to D}\} \cup F^{(3)}} = \{A, B, C\} \not\ni D \Rightarrow$

$A \to D$ no redundante

$B^+_{F^{(2)} - \{A \to C, A \to B, C \to B, BD \to A, BD \to C, A \to D, B \to C\} \cup F^{(3)}} = \{B\} \not\ni C \Rightarrow$

$B \to C$ no redundante

$$\boxed{F' = \{A \to B, C \to B, BD \to A, A \to D, B \to C\}}$$

(b) $R = \{A, B, C, D\}$, $F' = \{A \to B, C \to B, BD \to A, A \to D, B \to C\}$, ¿CK?

1: $R_{SI} = R$

2: $R_{SIE} = R_{SI} - \{C\} = \{A, B, D\}$, $F_{SIE} = \{A \to B, BD \to A, A \to D\}$

3: $K_p = \emptyset$, $K_p' = \emptyset \neq R_{SIE}$

4: $K_p' = \{A, B, D\}$

$\{A\}^+ = \{A, B, D\} = R_{SIE} \Rightarrow A \in CK_{SIE}$, $K_p' = \{B, D\}$

$\{B\}^+ = \{B\} \neq R_{SIE} \Rightarrow B \notin CK_{SIE}$, $K_p' = \{D\}$ (BA no se evalúa por ser extensión de A y BD no se evalúa aún por ser extensión de D)

$\{D\}^+ = \{D\} \neq R_{SIE} \Rightarrow D \notin CK_{SIE}$, $K_p' = \{DB\}$ (DA no se evalúa por ser extensión de A)

$\{BD\}^+ = \{B, D, A\} = R_{SIE} \Rightarrow BD \in CK_{SIE}$, $K_p' = \emptyset$

5: $CK' = CK_{SIE}$

6: $CK = \{A, BD, CD\}$

$$\boxed{CK = \{A, BD, CD\}}$$

(c) ¿R en BCNF? No, porque $C \to B \in F'$ y $C \notin CK$, y $B \to C \in F'$ y $B \notin CK$. B y C forman parte de claves pero C está involucrada en dos dependencias y B en 4. Elegimos $B \to C$ para aplicar el Th. de Heath

$R_1 = \{B, C\}$, $F_1 = \{B \to C, C \to B\}$, $CK_1 = \{B, C\}$, R_1 en BCNF

$R_2 = \{A, B, D\}$, $F_2 = \{A \to B, BD \to A, A \to D\}$, $CK_2 = \{A, BD\}$, R_2 en BCNF.

Parece haberse perdido la clave CD pero al no haber desaparecido ninguna dependencia, no se ha perdido nada

$$\boxed{\text{Descomposición: } [(\{B, C\}, r_1), (\{A, B, D\}, r_2)]}$$

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $F = \{CDE \rightarrow B, BC \rightarrow E, B \rightarrow A, ED \rightarrow C, DE \rightarrow A\}$ encontrad:

    a) El recubrimiento canónico de ese conjunto de dependencias

    b) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

    c) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC

    d) Demostrad qué dependencias funcionales iniciales no se preservan en esa descomposición.

(2.) $R = \{A, B, C, D, E\}$

$F = \{CDE \rightarrow B, BC \rightarrow E, B \rightarrow A, ED \rightarrow C, DE \rightarrow A\}$

(a) ¿F'?

$F^{(1)} = F$ porque no hay dependencias con la parte derecha compuesta a la que aplicar la regla de descomposición.

$F^{(2)} = \{DE \rightarrow B, BC \rightarrow E, B \rightarrow A, ED \rightarrow C, DE \rightarrow A\}$

¿CDE tiene atributos raros? ⇒ Si; C

$\{CD\}^+ = \{C, D\}$, $\{DE\}^+ = \{D, E, C, A, B\}$

Como $C \in \{DE\}^+$, entonces C es raro con respecto a DE

$\{D\}^+ = \{D\}$, $\{E\}^+ = \{E\}$

¿$BC \rightarrow E$ tiene atributos raros? ⇒ No tiene.

$\{B\}^+ = \{B, A\}$, $\{C\}^+ = \{C\}$

¿$ED \rightarrow C$ tiene atributos raros? ⇒ No tiene.

$\{E\}^+ = \{E\}$, $\{D\}^+ = \{D\}$

Y por las mismas razones, tampoco tiene $DE \rightarrow A$.

$F^{(3)} = \{DE \rightarrow B, BC \rightarrow E, B \rightarrow A, ED \rightarrow C, \cancel{DE \rightarrow A}\}$

¿$DE \rightarrow B$ es redundante con respecto a las demás?

$\{DE\}^+_{F^{(3)} - \{DE \rightarrow B\}} = \{D, E, C, A\}$. Como B no está en este conjunto, $DE \rightarrow B$ no es redundante.

¿$BC \rightarrow E$?

$\{BC\}^+_{F^{(3)} - \{BC \rightarrow E\}} = \{B, C, A\}$ y $E \notin \{B, C, A\}$ ⇒ No es redundante.

¿ $B \to A$?

$\{B\}^+_{F^{(2)} - \{B \to A\}} = \{B\}$ y $A \notin \{B\} \Rightarrow$ No es redundante.

¿ $ED \to C$?

$\{ED\}^+_{F^{(2)} - \{ED \to C\}} = \{E, D, B, A\}$ y $C \notin \{E, D, B, A\} \Rightarrow$ No es redundante.

¿ $DE \to A$?

$\{ED\}^+_{F^{(2)} - \{ED \to A\}} = \{E, D, B, C, A\}$ y $A \in \{A, B, C, D, E\} \Rightarrow$ sí es redundante por lo que se elimina.

$$\boxed{F' = \{DE \to B, BC \to E, B \to A, ED \to C\}}$$

(b) Atributos independientes $= \emptyset$

Atributos equivalentes $= \emptyset$

Atributos sólo a la izda. $= D$

Atributos sólo a la derecha $= A$

Atributos a la izquierda y derecha $= B, C, E$

1: $R_{SI} = R$

2: $R_{SIE} = R_{SI}$, $F_{SIE} = F$

3: $k_p = \{D\}$

¿k_p es clave? $k_p^+ = \{D\}^+ = \{D\} \Rightarrow$ D no es clave por sí sola $\Rightarrow$ pasar al paso 4.

4: $k_p' = \{DB, DC, DE\}$

¿DB es clave? $\{DB\}^+ = \{D, B, A\} \Rightarrow$ DB no es clave por sí sola $\Rightarrow$ podríamos añadir DBC y DBE pero no lo hago porque DBC es una extensión del candidato DC, y lo mismo ocurre con DBE que es extensión de DE.

$K_p' = \{DC, DE\}$

¿DC es clave?. $\{DC\}^+ = \{D, C\}$ no es clave por sí sola pero quizá, combinada con B y E sí lo sean.

DBC puede ser clave y se añade a K_p'. DCE puede ser clave pero no la añadimos porque es extensión del candidato DE.

$K_p' = \{DE, DBC\}$

¿DE es clave?. $\{DE\}^+ = \{D, E, B, C, A\} = R_{SFE} \Longrightarrow$

DE es clave.

$CK_{SFE} = \{DE\}$, $K_p' = \{BCD\}$

¿BCD es clave?. $\{BCD\}^+ = \{B, C, D, E, A\} = R_{SFE} \Longrightarrow$

BCD es clave.

$CK_{SFE} = \{DE, BCD\}$, $K_p' = \emptyset$

~~5~~: $CK' = \{DE, BCD\}$

6: $\boxed{CK = \{DE, BCD\}}$

(c) ¿R en BCNF?. No, porque $BC \to E$ y $B \to A$ pertenece a F', pero ni BC ni B son CK. Puestos a elegir, deberíamos coger para normalizar la dependencia $B \to A$ porque A es un atributo no relevante.

$R_1 = \{B, A\}$, $F_1 = \{B \to A\}$, $CK_1 = \{B\}$

$R_2 = \{B, C, D, E\}$, $F_2 = \{DE \to B, BC \to E, ED \to C\}$,

$CK_2 = \{DE, BCD\}$

R_1 está en BCNF.

R_2 no está en BCNF porque $BC \to E \in F_2$ y $BC \notin CK_2$

$R_{2,1} = \{B, C, E\}$, $F_{2,1} = \{BC \to E\}$, $CK_{2,1} = \{BC\}$

$R_{2,2} = \{B, C, D\}$, $F_{2,2} = \emptyset$, $CK_{2,2} = \{BCD\}$

$R_{2,1}$ está en BCNF.

$R_{2,2}$ está en BCNF.

La descomposición es: $\{(r_1, \{B, A\}), (\{B, C, E\}, r_{2,1}), (\{B, C, D\}, r_{2,2})\}$

(d) Al descomponer R en R_1 y R_2 no se pierde dependencia.

Al pasar de R_2 a $R_{2,1}$ y $R_{2,2}$ podrían haberse perdido $DE \to B$ y $ED \to C$

$\{ED\}^+_{F_{2,1} \cup F_{2,2}} = \{E, D\} \not\ni B$ ni C luego hemos perdido una clave. y por tanto estas dos dependencias y todas las que se derivan de esa clave.

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $F = \{AB \to D, BC \to A, AD \to C, C \to B, CB \to D\}$ encontrad:

   a) El recubrimiento canónico de ese conjunto de dependencias

   b) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   c) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC

   d) Demostrad que dependencias funcionales iniciales no se preservan en esa descomposición.

2. $R = \{A, B, C, D, E\}$, $F = \{AB \to D, BC \to A, AD \to C, C \to B, CB \to D\}$

(a) Aplicamos el algoritmo:

$F^{(1)} = F$

$F^{(2)} = \{AB \to D, C \to A, AD \to C, C \to B, C \to D\}$

$(A)^+_{F^{(1)}} = \{A\}$ $\qquad$ $(C)^+_{F^{(1)}} = \{C, B, D, A\}$

$(B)^+_{F^{(1)}} = \{B\}$ $\qquad$ $(D)^+_{F^{(1)}} = \{D\}$

B es extraño con respecto a C. Eso elimina a B de $BC \to A$ y $CB \to D$.

$F^{(3)} = \{AB \to D, C \to A, AD \to C, C \to B\}$

$(AB)^+_{F^{(2)} - \{AB \to D\}} = \{A, B\}$, D no está, luego $AB \to D$ no es redundante.

$(C)^+_{F^{(2)} - \{C \to A\}} = \{C, B, D\}$; A no está, luego $C \to A$ no es redundante

$(AD)^+_{F^{(2)} - \{AD \to C\}} = \{A, D\}$ no está, luego $AD \to C$ no es redundante.

$(C)^+_{F^{(2)} - \{C \to B\}} = \{C, D, A\}$; B no está, luego $C \to B$ no es redundante.

$(C)^+_{F^{(2)} - \{C \to D\}} = \{C, A, B, D\}$; D ~~está~~, luego $C \to B$ es redundante y no aparecerá en $F^{(3)}$

$$\boxed{F' = \{AB \to D, C \to A, AD \to C, C \to B\}}$$

(b) Aplicamos el algoritmo:

Paso 1.- $R_{SI} = R - \{E\} = \{A, B, C, D\}$

Paso 2.- $R_{SIE} = R_{SI}$, $F_{SIE} = F' = \{AB \to D, C \to A, AD \to C, C \to B\}$

Paso 3.- $K_p = \emptyset$

Paso 4.- $K_p' = \{A, B, C, D\}$

$(A)^+_{F_{SIE}} = \{A\} \Rightarrow A \notin CK_{SIE}$ y $K_p' = \{B, C, D\}$

AB, AC y AD no se añaden a K_p' porque son extensiones de candidatos $B \in K_p'$, $C \in K_p'$ y $D \in K_p'$.

$(B)^+_{F_{SIE}} = \{B\} \Rightarrow B \notin CK_{SIE}$ y $K_p' = \{C, D, AB\}$

BC y BD no se añaden por ser extensiones de C y D.

$(C)^+_{F_{SIE}} = \{C, A, B, D\} = R_{SIE} \Rightarrow \underline{C \in CK_{SIE}}$ y $K_p' = \{D, AB\}$

$(D)^+_{F_{SIE}} = \{D\} \Rightarrow D \notin CK_{SIE}$ y $K_p' = \{AB, AD, BD\}$

CD no se mete por ser una extensión de $C \in CK_{SIE}$

$(AB)^+_{F_{SIE}} = \{A, B, D, C\} \Rightarrow \underline{AB \in CK_{SIE}}$ y $K_p' = \{AD, BD\}$

$(AD)^+_{F_{SIE}} = \{A, D, C, B\} \Rightarrow \underline{AD \in CK_{SIE}}$ y $K_p' = \{BD\}$

$(BD)^+_{F_{SIE}} = \{B, D\} \Rightarrow BD \notin CK_{SIE}$ y $K_p' = \emptyset$

No se mete ABD por ser extensión de $AB \in CK_{SIE}$ y $AD \in CK_{SIE}$, y no se mete BCD por ser extensión de $C \in CK_{SIE}$.

Paso 5.- $CK' = \{CE, ABE, ADE\}$

Paso 6.- $\boxed{CK = \{CE, ABE, ADE\}}$

(c) $R = \{A, B, C, D, E\}$, $F' = \{AB \to D, C \to A, AD \to C, C \to B\}$

$Ck = \{CE, ABE, ADE\}$

¿R en BCNF? No, porque
$AB \to D \in F'$ y $AB \notin CK$
$C \to A \in F'$ y $C \notin CK$
$AD \to C \in F'$ y $AD \notin CK$
$C \to B \in F'$ y $C \notin CK$

Aplicamos el th. de Heath sobre $C \to B$

$R_1 = \{B, C\}$, $F_1 = \{C \to B\}$, $Ck_1 = \{C\}$

$R_2 = \{A, C, D, E\}$, $F_2 = \{C \to A, AD \to C\}$, $Ck_2 = \{CE, ADE\}$

R_1 está en BCNF

R_2 no está en BCNF porque $C \to A \in F_2$ y $C \notin Ck_2$
$AD \to C \in F_2$ y $AD \notin Ck_2$

Aplicamos el teorema de Heath sobre $AD \to C$:

$R_{2,1} = \{A, C, D\}$, $F_{2,1} = \{C \to A, AD \to C\}$, $Ck_{2,2} = \{AD, CD\}$

$R_{2,2} = \{A, D, E\}$, $F_{2,2} = \emptyset$, $Ck_{2,2} = \{ADE\}$

$R_{2,2}$ está en BCNF

$R_{2,1}$ no está en BCNF porque $C \to A \in F_{2,1}$ y $C \notin Ck_{2,1}$

Aplicamos el Th. de Heath sobre $C \to A$:

$R_{2,1,1} = \{A, C\}$, $F_{2,1,1} = \{C \to A\}$, $Ck_{2,1,1} = \{C\}$

$R_{2,1,2} = \{C, D\}$, $F_{2,1,2} = \emptyset$, $Ck_{2,1,2} = \{CD\}$

(d) Al pasar de R a R_1 y R_2 parece haberse perdido $AB \to D$. Si no se ha perdido, puede volver a obtenerse a partir de las restantes. Para ello, calculamos:

$(AB)^+_{(F_1 \cup F_2)} = \{A, B\}$. Como D no está, eso significa que $AB \to D$ no se conserva.

Ocurre lo mismo con $AD \to C$ en el paso de $R_{2,1}$ a $R_{2,1,1}$ y $R_{2,1,2}$

$(AD)^+_{(F_{2,1,1} \cup F_{2,1,2})} = \{A, D\}$ en el que no está C.

Se ha perdido $AB \to D$ y $AD \to C$.

La descomposición es:

$\{(\{B,C\}, r_1), (\{A,D,E\}, r_{2,2}), (\{A,C\}, r_{2,1,1}), (\{C,D\}, r_{2,1,2})\}$

pierde $AB \to D$ y $AD \to C$

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E, F)$ y el conjunto de dependencias $F = \{D \to C, DE \to F, B \to D, AF \to C, CDF \to A, DC \to B\}$ encontrad:

   a) El recubrimiento canónico de ese conjunto de dependencias

   b) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   c) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC

   d) Demostrad que dependencias funcionales iniciales no se preservan en esa descomposición.

(2) $R = \{A, B, C, D, E, F\}$

$F = \{D \to C, DE \to F, B \to D, AF \to C, CDF \to A, DC \to B\}$

(c) ¿F'?

$F^{(1)} = F$ ya que no hay partes derechas compuestas

Para $F^{(2)}$:

$\{D\}^+ = \{D, C, B\}$, $\{E\}^+ = \{E\} \Rightarrow DE \to F$ no tiene atributos extraños

$\{A\}^+ = \{A\}$, $\{F\}^+ = \{F\} \Rightarrow AF \to C$ no tiene atributos extraños

$\{CD\}^+ = \{C, D, B\}$, $\{CF\}^+ = \{C, F\}$, $\{DF\}^+ = \{D, F, C, B\} \Rightarrow$ $C \in \{DF\}^+$ y C es extraño $\Rightarrow \cancel{C}DF \to A$

$\{D\}^+ = \{D, C, B\} \Rightarrow C \in \{D\}^+$ y C es extraño $\Rightarrow$ $\Rightarrow D\cancel{C} \to B$

$F^{(2)} = \{D \to C, DE \to F, B \to D, AF \to C, DF \to A, D \to B\}$

Para $F^{(3)}$:

Para ver si $D \to C$ es redundante, hay que comprobar si $C \in \{D\}^+_{F^{(2)} - \{D \to C\}}$

$\{D\}^+_{F^{(2)} - \{D \to C\}} = \{D, B\}$

Como no se cumple, $D \to C$ no es redundante

$\{DE\}^+_{F^{(2)} - \{DE \to F\}} = \{D, E, C, B\} \Rightarrow DE \to F$ no es redundante

$\{B\}^+_{F^{(2)} - \{B \to D\}} = \{B\} \Rightarrow B \to D$ no es redundante

$\{AF\}^+_{F^{(2)} - \{AF \to C\}} = \{A, F\} \Rightarrow AF \to C$ no es redundante

$\{DF\}^+_{F^{(2)} - \{DF \to A\}} = \{D, F, C, B\} \Longrightarrow DF \to A$ no es redundante

$\{D\}^+_{F^{(2)} - \{D \to B\}} = \{D, C\} \Longrightarrow D \to B$ no es redundante

$F^{(3)} = \{D \to C, DE \to F, B \to D, AF \to C, DF \to A, D \to B\}$

(b)

Paso 1.- $R_{SI} = R$

Paso 2.- $R_{SIE} = \{A, C, D, E, F\}$, $F_{SIE} = \{D \to C, DE \to F, AF \to C, DF \to A\}$

Paso 3.- $K_p = \{D, E\}$, $K_p' = \{D, E, C, F, A\} = R_{SIE}$

El candidato del paso 3 es clave luego no se siguen buscando

Paso 4.- No procede

Paso 5.- No hay independientes

Paso 6.- $\boxed{CK = \{DE, BE\}}$

(c) R no está en FNBC porque D, B, AF y DF no son claves candidatas.

Aplicamos el th. de Heath sobre $D \to C$:

$R_1 = \{D, C\}$, $F_1 = \{D \to C\}$, $Ck_1 = \{D\}$

$R_2 = \{A, B, D, E, F\}$, $F_2 = \{DE \to F, B \to D, DF \to A, D \to B\}$

R_1 en BCNF pero R_2 no en BCNF porque $Ck_2 = \{DE, BE\}$ y B, DF y D no son claves

Aplicamos el th. de Heath sobre $DF \to A$:

$R_{2,1} = \{D, F, A\}$, $F_{2,1} = \{DF \to A\}$, $Ck_{2,1} = \{DF\}$

$R_{2,2} = \{B, D, E, F\}$, $F_{2,2} = \{DE \to F, B \to D, D \to B\}$,

$Ck_{2,2} = \{DE, BE\}$

$R_{2,1}$ en BCNF pero $R_{2,2}$ no en BCNF porque B y D no son claves

Aplicamos el th. de Heath sobre $D \to B$:

$R_{2,2,1} = \{D, B\}$, $F_{2,2,1} = \{B \to D, D \to B\}$, $Ck_{2,2,1} = \{B, D\}$

$R_{2,2,2} = \{D, E, F\}$, $F_{2,2,2} = \{DE \to F\}$, $Ck_{2,2,2} = \{DE\}$

$R_{2,2,1}$ y $R_{2,2,2}$ en BCNF

La descomposición es:

$$\{(\{D, C\}, r_1), (\{D, F, A\}, r_{2,1}), (\{D, B\}, r_{2,2,1}), (\{D, E, F\}, r_{2,2,2})\}$$

Esta descomposición es una alternativa. Puede haber otras.

(d) Parece haberse perdido la dependencia $AF \to C$ en el paso de R a R_1 y R_2. Para ver si no se ha perdido, basta con comprobar si

$\{AF\}^+_{F_1 \cup F_{2,1} \cup F_{2,2,1} \cup F_{2,2,2}}$ contiene a C

$\{AF\}^+_{F_1 \cup F_{2,1} \cup F_{2,2,1} \cup F_{2,2,2}} = \{A, F\}$ luego $AF \to C$ se ha perdido.

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $\{B \to D, AD \to C, CD \to A, D \to E\}$ encontrad:

   a) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   b) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC

   c) Demostrad que dependencias funcionales iniciales no se preservan en esa descomposición.

EJ. 2

$R = \{A, B, C, D, E\}$, $DF = \{B \rightarrow D, AD \rightarrow C, CD \rightarrow A, D \rightarrow E\}$

(a) Para obtener las CK es necesario aplicar el algoritmo de clausura de atributos a el de dependencias funcionales.

Si aplicamos el cálculo por el de clausura de atributos:

Paso 1.- No hay atributos independientes, luego:

$R_{SI} = R$

Paso 2.- No hay parejas de atributos equivalentes, luego:

$R_{SIE} = R_{SI} = R$, $DF_{SIE} = DF$

Paso 3.- Los atributos determinantes y no determinados (sólo aparecen a la izda.) forman parte de todas las claves, luego el primer candidato sería:

$CK = \{B\}$

Se prueba si es llave candidata:

$\{B\}^+ = \{B, D, E\} \neq R_{SIE} \Rightarrow B$ no es llave candidata.

Como quedan atributos determinantes y determinados que no estén en $\{B\}^+$, es necesario explorar extensiones de B con cada uno de estos atributos en el paso 4.

Paso 4.- Los candidatos a explorar son:

$CK_1' = \{AB, BC\}$

y hay que explorarlos uno a uno.

$\{AB\}^+ = \{A, B, D, C, E\} = R_{SIE} \Rightarrow AB$ es llave candidata

$CK = \{AB\}$, $CK' = \{BC\}$

$\{BC\}^+ = \{B, C, D, A, E\} \Rightarrow BC$ es llave candidata

$CK = \{AB, BC\}$, $CK' = \emptyset$

Ya no quedan candidatos que explorar.

Paso 5.- No hay atributos independientes que incorporar a todas las claves:

$CK = \{AB, BC\}$

Paso 6.- No hay equivalencias para duplicar claves:

$\boxed{CK = \{AB, BC\}}$

(b) ¿R está en BCNF? No, porque ninguna dependencia es de clave candidata (tiene una clave candidata a la izquierda)?.

Se puede escoger cualquier dependencia para la primera descomposición, pero escojo $\underline{D \rightarrow E}$ porque E no aparece en ninguna otra dependencia (de hecho, cuando se encuentran dependencias del tipo $B \rightarrow D$ y $D \rightarrow E$, la descomposición se hace primero por $D \rightarrow E$ - primer paso - y después por $B \rightarrow D$ - segundo paso -):

$R_1 = \{D, E\}$, $DF_1 = \{D \rightarrow E\}$, $CK_1 = \{D\}$

$R_2 = \{A, B, C, D\}$, $DF_2 = \{B \rightarrow D, AD \rightarrow C, CD \rightarrow A\}$, $CK_2 = \{AB, BC\}$

R_1 ya está en BCNF.

¿R_2 está en BCNF?. No, porque no hay ninguna dependencia funcional de clave candidata. Como se ha mencionado antes, escojamos $B \to D$ (segundo paso):

$R_{2,1} = \{B, D\}$, $DF_{2,1} = \{B \to D\}$, $CK_{2,1} = \{B\}$

$R_{2,2} = \{A, B, C\}$, $DF_{2,2} = \emptyset$, $CK_{2,2} = \{AB, BC\}$

Están en BCNF ambas.

$\boxed{\underline{\text{Descomposición}}: \{\{D, E\}, \{B, D\}, \{A, B, C\}\}}$

(c) Para demostrar qué dependencias se preservan hay que demostrar si se pierden dependencias en el paso de DF a DF_1 y DF_2 ó en el paso de DF_2 a $DF_{2,1}$ y $DF_{2,2}$.

En el paso de DF a DF_1 y DF_2 no se pierden dependencias, ya que $DF = DF_1 \cup DF_2$ (todas las de DF pueden verse en DF_1 ó DF_2).

En el paso de DF_2 a $DF_{2,1}$ y $DF_{2,2}$:

- $B \to D \in DF_{2,1}$
- $AD \to C$ parece que no está en DF_1 ni DF_2. Intentemos recuperarla a partir de $B \to D$ y de cualquiera de $DF_{2,2}$ ampliado (parece que está vacío pero contiene las dependencias de las claves candidatas).

Pero no podremos recuperarla porque no hay dependencias con D a la derecha para aplicar transitividad ni con D a la izquierda para aplicar pseudo transitividad.

Se pierde $AD \to C$

- Comprobamos $CD \to A$ a ver si se pierde

$$\left.\begin{array}{l} B \to D \\ BC \to A \end{array}\right\} \text{no podemos hacer nada}$$

Se pierde $CD \to A$

$$\boxed{\text{Perdemos } AD \to C \text{ y } CD \to A}$$

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $\{A \rightarrow B, AC \rightarrow D, DE \rightarrow C, D \rightarrow A\}$ encontrad:

   (a) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   (b) Una descomposición sin pérdidas que conduzca a esquemas en FNBC

   (c) Demostrad que dependencias funcionales iniciales no se preservan en esa descomposición.

2.- $R = \{A, B, C, D, E\}$, $DF = \{A \rightarrow B, AC \rightarrow D, DE \rightarrow C, D \rightarrow A\}$

Atributos independientes $= \emptyset$

Atributos determinantes no determinados $= \{E\}$

Atributos determinados no determinantes $= \{B\}$

Extracción de llaves

1: $R_{SI} = R$

2: $R_{SIE} = R$, $DF_{SIE} = DF$

3: $k_p = E$, $E^+ = \{E\} \neq R_{SIE} \Rightarrow E \notin Ck_{SIE}$

4: $k_p' = \{EA, EC, ED\}$, $Ck_{SIE} = \emptyset$

$\{EA\}^+ = \{E, A, B\} \neq R_{SIE} \Rightarrow EA \notin Ck_{SIE}$

$k_p' = \{EC, ED\}$, $Ck_{SIE} = \emptyset$

EAC y EAD no son candidatos aún porque EC y ED lo son.

$\{EC\}^+ = \{E, C\} \neq R_{SIE} \Rightarrow EC \notin Ck_{SIE}$

$k_p' = \{ED, EAC\}$, $Ck_{SIE} \neq \emptyset$

ECD no es candidato aún porque ED es candidato

$\{ED\}^+ = \{E, D, C, A, B\} = R_{SIE} \Rightarrow ED \in Ck_{SIE}$

$k_p' = \{EAC\}$, $Ck_{SIE} = \{ED\}$

$\{EAC\}^+ = \{E, A, C, B, D\} = R_{SIE} \Rightarrow EAC \in Ck_{SIE}$

$k_p' = \emptyset$, $Ck_{SIE} = \{ED, EAC\}$

5: $Ck_{SE} = Ck = \{ED, EAC\}$

6: $Ck = Ck_{SE} = \{ED, EAC\}$

$$\boxed{Ck = ED, EAC}$$

~~2) $R = \{A, B, C, D, E\}$, D~~

b) ¿R en FNBC? No, porque $A \to B \in DF$ y $A \notin CK$

Aplicamos el Th. de Heath, sobre $A \to B$:

$R_1 = \{A, B\}$, $DF_1 = \{A \to B\}$, $CK_1 = \{A\}$

$R_2 = \{A, C, D, E\}$, $DF_2 = \{AC \to D, DE \to C, D \to A\}$, $CK_2 = \{ED, EAC\}$

¿R_1 en BCNF?. Sí.

¿R_2 en BCNF?. No, porque $AC \to D \in DF_2$ y $AC \notin CK_2$

Aplicamos el Th. de Heath sobre $AC \to D$:

$R_{2,1} = \{A, C, D\}$, $DF_{2,1} = \{AC \to D, D \to A\}$, $CK_{2,1} = \{AC, CD\}$

$R_{2,2} = \{A, C, E\}$, $DF_{2,2} = \emptyset$, $CK_{2,2} = \{ACE\}$

¿$R_{2,1}$ en BCNF?. No, porque $D \to A \in DF_{2,1}$ y $D \notin CK_{2,1}$

Aplicamos el Th. de Heath en $R_{2,1}$ sobre $D \to A$:

$R_{2,1,1} = \{A, D\}$, $DF_{2,1,1} = \{D \to A\}$, $CK_{2,1,1} = \{D\}$

$R_{2,1,2} = \{C, D\}$, $DF_{2,1,2} = \emptyset$, $CK_{2,1,2} = \{CD\}$

¿$R_{2,1,1}$ en BCNF?. Sí.

¿$R_{2,1,2}$ en BCNF?. Sí.

¿$R_{2,2}$ en BCNF?. Sí.

Descomposición sin pérdidas:

$\{(\{A,B\}, r_1), (\{A,D\}, r_{2,1,1}), (\{C,D\}, r_{2,1,2}), (\{A,C,E\}, r_{2,2})\}$

c) En el paso de R a R_1 y R_2 no se pierden dependencias.

De R_2 a $R_{2,1}$ y $R_{2,2}$ parece que se pierde $DE \rightarrow C$

De $R_{2,1}$ a $R_{2,1,1}$ y $R_{2,1,2}$ se pierde $AC \rightarrow D$

2. Dada la relación $R(A, B, C, D, E)$ y el conjunto de dependencias $\{C \rightarrow B, D \rightarrow E, BE \rightarrow D, AE \rightarrow C\}$ encontrar:

   a) Todas las claves candidatas, justificando por que no hay más que las que indicáis.

   b) Todas las descomposiciones sin pérdidas que conduzcan a esquemas en FNBC

   c) Demostrad si cada una de ellas preserva o no las dependencias funcionales iniciales.

(2) $R = \{A, B, C, D, E\}$, $DF = \{C \to B, D \to E, BE \to D, AE \to C\}$

(a) ¿Ck?

1: $R_{SI} = R$

2: $R_{SIE} = R_{SI}$, $DF_{SIE} = DF$

3: $k_p = A$

$A^+ = \{A\} \neq R_{SIE} \Rightarrow A \notin Ck_{SIE}$, $R_{SIE} - A^+ = \{B, C, D, E\}$

4: $k_p' = \{AB, AC, AD, AE\}$, $Ck_{SIE} = \emptyset$

$AB^+ = \{A, B\} \neq R_{SIE} \Rightarrow AB \notin Ck_{SIE}$, $R_{SIE} - AB^+ = \{C, D, E\}$

$k_p' = \{AC, AD, AE\}$, $Ck_{SIE} = \emptyset$

$AC^+ = \{A, C, B\} \neq R_{SIE} \Rightarrow AC \notin Ck_{SIE}$, $R_{SIE} - AC^+ = \{D, E\}$

$k_p' = \{AD, AE\}$, $Ck_{SIE} = \emptyset$

$AD^+ = \{A, D, E, C, B\} = R_{SIE} \Rightarrow AD \in Ck_{SIE}$

$k_p' = \{AE\}$, $Ck_{SIE} = \{AD\}$

$AE^+ = \{A, E, C, B, D\} = R_{SIE} \Rightarrow AE \in Ck_{SIE}$

$k_p' = \emptyset$, $Ck_{SIE} = \{AD, AE\}$

5: $Ck' = \{AD, AE\}$

6: $\boxed{Ck = \{AD, AE\}}$

(b) ¿R en BCNF?. No, porque $C \to B \in DF$ y $C \notin Ck$

+ (c) $R_1 = \{C, B\}$, $DF_1 = \{C \to B\}$, $Ck_1 = \{C\}$

$R_2 = \{A, C, D, E\}$, $DF_2 = \{D \to E, AE \to C\}$, $Ck_2 = \{AD\}$

Parece que se pierde $BE \to D$. No hay dependencia con D a la derecha, luego no podrá recuperarse.

R_1 en BCNF

¿R_2 en BCNF?. No, porque $D \to E \in DF_2$ y $D \notin Ck_2$

$R_{2,1} = \{D, E\}$, $DF_{2,1} = \{D \to E\}$, $CK_{2,1} = \{D\}$. $R_{2,1}$ en BCNF

$R_{2,2} = \{A, C, D\}$, $DF_{2,2} = \emptyset$, $CK_{2,2} = \{ACD\}$. $R_{2,2}$ en BCNF

Pierde $AE \to C$.

$$\boxed{\text{Desc. 1: } \{(\{C, B\}, r_1), (\{D, E\}, r_{2,1}), (\{A, C, D\}, r_{2,2})\} \quad \text{Pierde } BE \to D \text{ y } AE \to C}$$

* Ver pag. 4

¿R en BCNF?. No, porque $D \to E \in DF$ y $D \notin CK$

$R_1 = \{D, E\}$, $DF_1 = \{D \to E\}$, $CK_1 = \{D\}$

$R_2 = \{A, B, C, D\}$, $DF_2 = \{C \to B\}$, $CK_2 = \{ACD\}$

Parece perderse $BE \to D$ y $AE \to C$

R_1 en BCNF

¿R_2 en BCNF?. No, porque $C \to B \in DF_2$ y $C \notin CK_2$

$R_{2,1} = \{C, B\}$, $DF_{2,1} = \{C \to B\}$, $CK_{2,1} = \{C\}$. $R_{2,1}$ en BCNF

$R_{2,2} = \{A, C, D\}$, $DF_{2,2} = \emptyset$, $CK_{2,2} = \{ACD\}$. $R_{2,2}$ en BCNF

$$\boxed{\text{Desc. 2: } \{(\{D, E\}, r_1), (\{C, B\}, r_{2,1}), (\{A, C, D\}, r_{2,2})\} \quad \text{Pierde } BE \to D \text{ y } AE \to C}$$

¿R en BCNF?. No, porque $BE \to D$ y $BE \notin CK$

$R_1 = \{B, E, D\}$, $DF_1 = \{BE \to D, D \to E\}$, $CK_1 = \{BE, BD\}$

$R_2 = \{A, B, C, E\}$, $DF_2 = \{C \to B, AE \to C\}$, $CK_2 = \{AE\}$

No pierde por ahora

¿R_1 en BCNF?. No, porque $D \to E$ y $D \notin CK_1$

$R_{1,1} = \{D, E\}$, $DF_{1,1} = \{D \to E\}$, $CK_{1,1} = \{D\}$

$R_{1,2} = \{B, D\}$, $DF_{1,2} = \emptyset$, $CK_{1,2} = \{BD\}$

$R_{1,1} \cup R_{1,2} = \{B, D, E\}$,

Pierde $BE \to D$, y no puede recuperarse.

$R_{1,1}$ y $R_{1,2}$ están en BCNF

¿R_2 en BCNF?. No, porque $C \to B$ y $C \notin CK_2$

$R_{2,1} = \{C, B\}$, $DF_{2,1} = \{C \to B\}$, $CK_{2,1} = \{C\}$

$R_{2,2} = \{A, C, E\}$, $DF_{2,2} = \{AE \to C\}$, $CK_{2,2} = \{AE\}$

No pierden dependencias

$R_{2,1}$ y $R_{2,2}$ en BCNF

$\boxed{\text{Desc. 3: } \{(\{D,E\}, r_{1,1}), (\{B,D\}, r_{1,2}), (\{C,B\}, r_{2,1}), (\{A,C,E\}, r_{2,2})\} \quad \text{Pierde } BE \to D}$

Nota caso 1

$R_1 = \{C, B\}$, $DF_1 = \{C \to B\}$, $CK_1 = \{C\}$, R_1 en BCNF

$R_2 = \{A,C,D,E\}$, $DF_2 = \{D \to E, AE \to C\}$, $CK_2 = \{AD\}$,

¿R_2 e BCNF?. No porque $AE \to C$ y $AE \notin CK_2$

$R_{2,1} = \{A, E, C\}$, $DF_{2,1} = \{AE \to C\}$, $CK_{2,1} = \{AE\}$

$R_{2,2} = \{A, E, D\}$, $DF_{2,2} = \{D \to E\}$, $CK_{2,2} = \{AD\}$

$R_{2,1}$ e BCNF

¿$R_{2,2}$ e BCNF?. No, porque $D \to E \in DF_{2,2}$ y $D \notin CK_{2,2}$

$R_{2,2,1} = \{D, E\}$, $DF_{2,2,1} = \{D \to E\}$, $CK_{2,2,1} = \{D\}$

$R_{2,2,2} = \{A, D\}$, $DF_{2,2,2} = \emptyset$, $CK_{2,2,2} = \{AD\}$

$R_{2,2,1}$ y $R_{2,2,2}$ e BCNF

$\boxed{\text{Desc. 4: } \{(\{C,B\}, r_1), (\{A,E,C\}, r_{2,1}), (\{D,E\}, r_{2,2,1}), (\{A,D\}, r_{2,2,2})\}. \text{ Pierde } BE \to D}$