

FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS

Examen Julio 2007- Solución

Presentar la resolución del examen:

- Con las hojas numeradas y escritas de un solo lado.
- Con la cantidad de hojas entregadas en la primer hoja.
- Con cédula de identidad y nombre en cada hoja.
- Escrita a lápiz y en forma prolija.
- Comenzando cada ejercicio en una nueva hoja

Ejercicio 1 (27 puntos).

Se desea realizar un sistema de bases de datos que permita manejar la información relacionada con la operativa de una aerolínea.

La empresa cuenta con una flota de aviones, los cuales son identificados por un número. De cada avión interesa registrar su marca, modelo y la cantidad de asientos disponibles.

Los aeropuertos se identifican por una sigla (Ej.: El aeropuerto de Carrasco tiene la sigla MVD), y además se conoce su nombre y la ciudad en que se ubica.

La compañía registra información acerca de los pasajeros. Cada pasajero se identifica por su documento, el cual puede tener diferentes tipos (EJ: cédula, pasaporte, DNI, etc). De cada documento se conoce su tipo y el número. Del pasajero se conoce además su nombre, dirección, y teléfonos de contacto.

Los vuelos se identifican por un número. Un vuelo puede salir en diferentes días, por lo que cada salida se identifica por la fecha y se le asocia un avión.

A modo de ejemplo, el vuelo N° 702 sale todos los lunes, miércoles y viernes desde el aeropuerto de Carrasco a las 14:00 hs. El lunes pasado se le asignó el avión N° 754 y este miércoles saldrá con el avión N° 847.

Cada vuelo está compuesto por tramos, y cada tramo posee un número que lo identifica dentro del vuelo, indicando si es el primero, segundo, etc. Además, de cada tramo se conoce la distancia recorrida en Km., la duración en horas, el aeropuerto de donde sale y su hora de salida y el aeropuerto a donde llega y su hora de llegada. Las horas de salida y llegada están dadas en la hora local de cada aeropuerto.

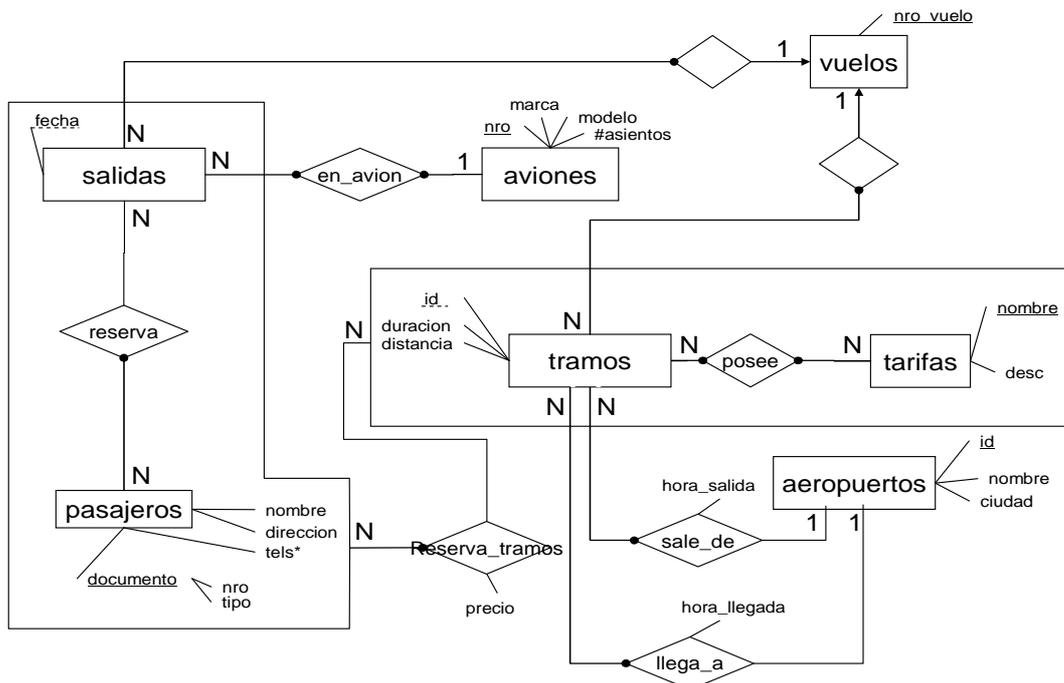
A modo de ejemplo, el vuelo N° 757, está compuesto de tres tramos: el primero desde Montevideo a Miami, el segundo de Miami a Londres y el tercero de Londres a Milán.

A los tramos se les puede aplicar diferentes tarifas. Cada tarifa se identifica por su nombre y posee una descripción. Ejemplos de nombres de tarifas son: Económica, PrimeraClase, TarifaWeb, TarifaJoven, etc.

Para cada reserva de pasaje se registra el pasajero y la salida. Ese pasaje es válido en determinados tramos de ese vuelo, pudiendo variar la tarifa para cada uno de esos tramos y por lo tanto el precio que paga el pasajero por cada tramo. El precio además puede variar según la fecha de la salida e interesa registrarlo.

SE PIDE: Esquema Entidad Relación completo, incluyendo restricciones de integridad.

SOLUCIÓN:



RNE:

- 1) Todo vuelo se compone de al menos un tramo.
- 2) Para todo tramo, el aeropuerto de llegada y salida son distintos
- 3) Si un pasajero reserva un tramo de un vuelo, este pasajero debe tener una reserva sobre una salida de dicho vuelo.

Ejercicio 2 (27 puntos).

Una librería lleva datos de sus libros mediante las tablas que se describen a continuación.

LIBROS (nomLibro, ciAutor , genero)

Contiene datos de los libros: nombre del libro, nombre del autor y género de cada libro.

AUTORES (ciAutor, nomAutor, nacionalidad)

Contiene datos de los autores: cédula de identidad, nombre y nacionalidad

EDICIONES (nomEditorial, nomLibro, añoPubEd, cantEjemPub)

Contiene datos de las ediciones de un libro: nombre de la editorial que editó el libro, nombre del libro, año en que esa editorial publicó el libro y cantidad de ejemplares publicados en ese año. Un libro puede ser publicado por mas de una editorial, y una editorial puede publicar un libro en mas de una oportunidad. Cant_pub siempre es mayor a 0.

VENTAS (nomLibro, nomEditorial, añoPubEd, añoVenta, cantEjemVend)

Contiene datos de las ventas de la librería: nombre del libro, nombre de la editorial, año de publicación, el año a que corresponde la venta y cantidad de ejemplares vendidos ese año. CantEjemVend siempre es mayor a 0.

NOTAS:

- No existen tablas vacías
- $\Pi_{ciAutor}(AUTORES) = \Pi_{ciAutor}(LIBROS)$
- $\Pi_{nomLibro}(EDICIONES) \subseteq \Pi_{nomLibro}(LIBROS)$
- $\Pi_{nomEditorial, nomLibro, añoPubEd}(VENTAS) \subseteq \Pi_{nomEditorial, nomLibro, añoPubEd}(EDICIONES)$

CONSULTAS ALGEBRA RELACIONAL

- Nombre de libro, genero, autor y nombre de editorial, de ediciones de libros para los cuales se vendieron más de 3 ejemplares en el 2007, y además la editorial que hace esa edición alguna vez editó libros de autores uruguayos.

SOLUCIÓN:

A = Ediciones de libros que se vendieron más de 3 ejemplares en el 2007.

$$A = \prod_{\text{nomLibro, nomEditorial}} (\sigma_{\text{cantEjempVend} > 3 \text{ AND } \text{añoVenta} = 2007} \text{ VENTAS})$$

B = Libros de autores uruguayos

$$B = \prod_{\text{nomLibro}} (\sigma_{\text{nacionalidad}=\text{uruguayo}} \text{ LIBROS*AUTORES})$$

C = Editoriales que alguna vez han editado libros de autores uruguayos

$$C = \prod_{\text{nomEditorial}} (\text{EDICIONES} * B)$$

$$\text{Respuesta} = \prod_{\text{nomLibro, nomAutor, genero, nomEditorial}} (A * \text{LIBROS} * \text{AUTORES}) * C$$

- Nombre de las editoriales que han publicado durante el 2005, todos los libros de autores uruguayos tales que, dichos autores nunca han publicado libros de género comedia.

SOLUCIÓN:

A = autores uruguayos que nunca han publicado libros de género comedia

$$A = \prod_{\text{ciAutor}} (\sigma_{\text{nacionalidad}=\text{uruguayo}} \text{ AUTORES}) - \prod_{\text{ciAutor}} (\sigma_{\text{genero}=\text{comedia}, \text{nacionalidad}=\text{uruguayo}} \text{ AUTORES*LIBRO*EDICIONES})$$

B = todos los libros de los autores anteriores (A)

$$B = \prod_{\text{nomLibro}} (\text{LIBROS}*A)$$

$$\text{Respuesta} = (\prod_{\text{nomEditorial, nomLibro}} (\sigma_{\text{añoPubEd}=2005} \text{ EDICIONES})) \% B$$

CONSULTAS CÁLCULO RELACIONAL

- Nombre de editoriales y libros de las mismas tales que hay una edición del 2005, el libro es de autor uruguayo y no se vendió ninguna edición del libro realizada por esta editorial.

SOLUCIÓN:

{ <e.nomEditorial, e.nomLibro> / EDICIONES(e) AND e.añoPubEd = 2005

AND

(∃ a)(∃ l) (AUTORES(a) AND LIBROS(l) AND a.ciAutor = l.ciAutor

AND a.nacionalidad = Uruguayo AND e.nomLibro = l.nomLibro

)

AND

¬(∃ v) (VENTAS(v) AND v.nomLibro = e.nomLibro AND v.nomEditorial = e.nomEditorial)

}

4. Nombre de los autores uruguayos de los que se hayan vendido en este año por lo menos un ejemplar de cada uno de sus libros.

SOLUCIÓN:

```
{ <a.nomAutor> / AUTORES(a) AND a.nacionalidad=uruguayo AND  
(∀l)( LIBROS(l) AND l.ciAutor =a.ciAutor  
→  
    (∃ v) (VENTAS(v) AND v.nomLibro = l.nomLibro AND v.añoVenta=2007 )  
    )  
AND  
(∃ l1) (LIBROS(l1) AND l1.ciAutor = a.ciAutor )  
}
```

CONSULTAS SQL (Sin utilizar vistas)

5. Nombre de las editoriales tales que la librería ha vendido durante el 2006 más de tres libros distintos, editados por esta editorial, y que esos libros no fueron vendidos en el año anterior (o sea en el 2005).

SOLUCIÓN:

```
Select v.nomEditorial  
From VENTAS v  
Where (v.añoVenta = 2006) AND  
      NOT EXIST      (Select *  
                    From VENTAS v2  
                    Where     v2.nomLibro = v.nomLibro And  
                              v2.nomEditorial = v.nomEditorial And  
                              v2.añoVenta = 2005  
                    )  
Group By v.nomEditorial  
Having Count(DISTINCT(v.nomLibro)) > 3
```

6. Nombre de los libros y sus de sus autores, tales que el autor es uruguayo y se vendieron ejemplares de tres o más editoriales de este libro.

SOLUCIÓN:

```
Select l.nomLibro, a.nomAutor  
From LIBROS l, AUTORES a  
Where l.ciAutor = a.ciAutor AND  
      a.nacionalidad = 'Uruguayo'  
AND 3 < (Select count(distinct nomEditorial)  
        From VENTAS v  
        Where v.nomLibro = l.nomLibro)
```

Ejercicio 3 (8 puntos).

Indique si las siguientes afirmaciones son correctas o no, justifique su respuesta en todos los casos:

- a) Sea REL(A,B,C) un esquema relación, y la siguiente consulta SQL

```
SELECT count(*)  
FROM REL R, REL S  
WHERE R.A = S.A  
and (R.B <> S.B or R.C <> S.C)
```

El resultado de la consulta para una instancia válida de REL es 2 por lo tanto el atributo A no forma parte de ninguna clave de REL.

SOLUCIÓN:

FALSO

La clave de REL puede ser por ejemplo todos los atributos del esquema por lo que para alguna instancia el resultado de la consulta es 2 y el atributo pertenece a la clave.

Instancia válida para el caso en que la clave es: ABC y el resultado de la consulta es 2

A	B	C
1	1	1
1	2	2

◆

- b) Sea R(A,B,C,D,E) un esquema relación, F un conjunto no vacío de dependencias funcionales no triviales sobre R. El atributo B no participa en las dependencias de F por lo tanto se concluye que R no se encuentra en BCNF según F.

SOLUCIÓN:

VERDADERO

B no participa en las dependencias funcionales de F por lo tanto debe formar parte de TODAS las claves del esquema según F (no hay atributos que lo determinen por lo tanto tiene que estar en todas las claves).

B forma parte de todas las claves y no participa de las dependencias funcionales por lo tanto los lados izquierdos de las dependencias NO son superclaves (no contienen un atributo que forma parte de todas las claves)

Las dependencias de F son tales que los lados izquierdos no son superclaves por lo tanto no cumplen las condiciones para BCNF, por lo tanto el esquema no se encuentra en BCNF según F.

◆

- c) Sean F y G dos conjuntos de dependencias funcionales no triviales, no vacíos, distintos entre si.
Si F y G son equivalentes entonces uno de ellos es un cubrimiento minimal del otro.

SOLUCIÓN:

FALSO

F y G son equivalentes si y solo si que $F^+ = G^+$

Pero el que las clausuras sean iguales no impone ninguna condición sobre las dependencias que participan en el conjunto (pueden tener cualquier cantidad de atributos en los lados derechos, pueden existir atributos redundantes en los lados izquierdos, pueden existir dependencias redundantes)

Por lo tanto no es necesario que alguno de los conjuntos de dependencias sea minimal.

Contraejemplo:

$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow AB\}$

$G = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, A \rightarrow C, C \rightarrow A, AB \rightarrow C\}$

F y G son equivalentes y ninguno de ellos es minimal

Equivalencia

Dado F analizo que todas sus dependencias se encuentran en G^+

$A \rightarrow B \in G$ por lo tanto $A \rightarrow B \in G^+$

$B \rightarrow C \in G$ por lo tanto $B \rightarrow C \in G^+$

$(C)^+_G = \{C,A,B\}$, por lo tanto $C \rightarrow AB \in G^+$

Dado G analizo que todas sus dependencias se encuentran en F^+

$A \rightarrow B \in F$ por lo tanto $A \rightarrow B \in F^+$

$B \rightarrow C \in F$ por lo tanto $B \rightarrow C \in F^+$

$(A)^+_F = \{A,B,C\}$ por lo tanto $A \rightarrow C \in F^+$

$(C)^+_F = \{A,B,C\}$ por lo tanto $C \rightarrow A \in F^+$

$(AB)^+_F = \{A,B,C\}$ por lo tanto $AB \rightarrow C \in F^+$

F no es minimal

$C \rightarrow AB$ tiene 2 atributos en el lado derecho

G no es minimal

Sea $G_1 = G - \{A \rightarrow C\}$

$A^+_{G_1} = \{A,B,C\}$, por lo tanto $A \rightarrow C \in G_1^+$, $A \rightarrow C$ es una dependencia redundante en G

◆

Ejercicio 4 (9 puntos).

Dados:

- el esquema relación R (A,B,C,D,E,G,H)
- F un conjunto de dependencias funcionales sobre R
- $\rho = \{R1(A,B,C,E), R2(A,G,H,E,D)\}$ una descomposición con preservación de dependencias funcionales de R
- $\Pi_{R1}(F) = \{A \rightarrow C, B \rightarrow E, BC \rightarrow A\}$
- $\Pi_{R2}(F) = \{GH \rightarrow AE, D \rightarrow A, E \rightarrow D, A \rightarrow HD\}$

a) Indicar en que forma normal se encuentra ρ y cada uno de los esquemas que forman esta descomposición. Justifique todas las respuestas

SOLUCIÓN:

• R1(A,B,C,E)

$F1 = \{A \rightarrow C, B \rightarrow E, BC \rightarrow A\}$

Determino las claves de R1 según F1

El atributo B no participa en los lados derechos de las dependencias de F1 o sea que ningún conjunto de atributos lo determina. Por lo tanto el atributo B debe pertenecer a todas las claves.

Se analiza si B por si solo es clave:

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

No es clave. Se consideran conjuntos de 2 atributos que contengan a B.

$(AB)^+ = \{A, B, C, E\}$ **AB es clave**
 $(BC)^+ = \{B, C, E, A\}$ **BC es clave**
 $(BE)^+ = \{B, E\}$

No es posible armar otro subconjunto de atributos de R1 que no contenga una clave por lo tanto las únicas claves son: AB y BC
Por lo tanto los atributos primos son: A, B y C

Si consideramos la dependencia $B \rightarrow E$ tenemos que parte de una clave determina a un atributo primo esto hace que existe una dependencia parcial de clave a un atributo no primo ($BC \rightarrow E$) por lo tanto viola la condición de 2NF

Por lo tanto **R1 se encuentra en 1NF. (1)**

• R2(A,G,H,E,D)

$F2 = \{GH \rightarrow AE, D \rightarrow A, E \rightarrow D, A \rightarrow HD\}$

Determino las claves de R2 según F2.

G no pertenece a los lados derechos de las dependencias por lo tanto DEBE pertenecer a todas las claves ya que ningún conjunto de atributos lo determina.
Verifico si G por si solo es clave

$G^+ = \{G\}$ no es clave, busco posibles claves con 2 atributos (incluyendo a G).

$(AG)^+ = \{G,A,H,D,E\}$ **AG es clave**
 $(GH)^+ = \{G,H,A,E,D\}$ **GH es clave**
 $(GD)^+ = \{G,D,A,H,E\}$ **GD es clave**
 $(GE)^+ = \{G,E,D,A,H\}$ **GE es clave**

no hay más claves con más atributos ya que cualquier subconjunto posible incluiría una clave.

Por lo tanto las claves son: EG, AG, GH, GD

Los atributos primos son todos los atributos del esquema

Se analizan las dependencias de F2

$GH \rightarrow AE$, GH es superclave por lo tanto cumple condición de BCNF

$D \rightarrow A$, D es parte de una clave pero A es primo, por lo tanto cumple condición de 3NF.

$E \rightarrow D$ E es parte de una clave pero D es primo, por lo tanto cumple condición de 3NF

$A \rightarrow H$ A es parte de una clave pero H es primo, por lo tanto cumple condición de 3NF

$A \rightarrow D$ A es parte de una clave pero D es primo, por lo tanto cumple condición de 3NF

En resumen R2 se encuentra en 3NF (2)

De (1) y (2) se puede afirmar que **p se encuentra en 1NF**

♦

b) Justifique por que se puede garantizar que p no tiene join sin pérdida.

SOLUCIÓN:

Por aplicación del teorema sobre jsp en descomposiciones con 2 esquemas visto en el curso esta descomposición tiene jsp sii

$$(R1 \cap R2) \rightarrow R1 - R2 \in F^+ \text{ o}$$

$$(R1 \cap R2) \rightarrow R2 - R1 \in F^+$$

Según el enunciado del ejercicio, p preserva las dependencias funcionales por lo tanto alcanza con verificar si alguna de estas dependencias pertenecen a $(\Pi_{R1}(F) \cup \Pi_{R2}(F))^+$

Ya que la preservación de dependencias de la composición garantiza que F y

$(\Pi_{R1}(F) \cup \Pi_{R2}(F))$ son equivalentes.

$$(R1 \cap R2) = AE$$

$$R1 - R2 = BC$$

$$R2 - R1 = GHD$$

Verifico si $AE \rightarrow BC$ o $AE \rightarrow GHD$ pertenecen a $J = (\Pi_{R1}(F) \cup \Pi_{R2}(F))^+$

$(AE)^+_J = \{A,E,C,H,D\}$ por lo tanto ninguna de las dependencias pertenecen a $(\Pi_{R1}(F) \cup \Pi_{R2}(F))^+$ o sea que **p tiene join con pérdida.**

♦

Sea

$$J = \{A \rightarrow GDH, D \rightarrow AGH, G \rightarrow AHD, AB \rightarrow C, BC \rightarrow A, E \rightarrow BGH, BG \rightarrow EH, BH \rightarrow EG\}$$

Para determinar si ρ preserva las dependencias es necesario verificar que $F^+ = J^+$. Como por construcción se cumple que $J \subseteq F^+$ solo resta determinar si $F \subseteq J^+$.

$$F = \{BC \rightarrow EG, E \rightarrow BA, A \rightarrow G, BH \rightarrow C, D \rightarrow HA, G \rightarrow D\}$$

Se observa que las dependencias $\{E \rightarrow B, A \rightarrow G, D \rightarrow H, D \rightarrow A, G \rightarrow D\}$ se encuentran en J^+ (directamente en J o se obtienen por descomposición de las dependencias de J). Resta verificar si las dependencias $\{BC \rightarrow EG, E \rightarrow A, BH \rightarrow C\}$ pertenecen a J^+ .

$(BC)^+_J = \{B, C, A, G, D, H, E\}$	Por lo tanto $BC \rightarrow EG \in J^+$
$(E)^+_J = \{E, B, G, H, A, D, C\}$	Por lo tanto $E \rightarrow A \in J^+$
$(BH)^+_J = \{B, H, E, G, A, D, C\}$	Por lo tanto $BH \rightarrow C \in J^+$

Por lo tanto ρ **PRESERVA LAS DEPENDENCIAS DE F.**

◆

b) Sea $F_1 = F \cup \{G \twoheadrightarrow B \mid EH\}$. Dar una descomposición de R en 4NF según F_1 .

SOLUCIÓN:

En F_1 la única dependencia que se agrega respecto a F es $G \twoheadrightarrow B \mid EH$

Considerando la descomposición ρ de la parte anterior al realizar la proyección de dependencias de F_1 en ρ la única diferencia es que se agrega $G \twoheadrightarrow B$ en R_3 . (A)

Según el enunciado de la parte anterior tenemos que:

- 1) R_1 se encuentra en BCNF según F y por lo mencionado en (A) se puede afirmar que R_1 se encuentra en 4NF según F_1 (esta en BCNF por estarlo para F y no agregar dependencias funcionales y esta en 4NF por no tener dependencias multivaluadas no triviales)
- 2) De la misma forma podemos afirmar que R_2 esta en 4NF según F_1 .
- 3) R_3 se encuentra en 3NF según F por lo tanto se encuentra en 3NF según F_1

Por lo tanto para obtener una descomposición de R en 4NF partimos de la descomposición dada en la parte a) y descomponemos el esquema R_3 hasta obtener una descomposición en 4NF.

R3(B,E,G,H)

$E \rightarrow BGH$

$G \rightarrow H$

$BG \rightarrow EH$

$BH \rightarrow EG$

$G \twoheadrightarrow B$

Las claves de R3 son: E, BG, BH. $G \twoheadrightarrow B$ no cumple las condiciones de 4NF, aplico el algoritmo visto en el curso que permite obtener una descomposición como la buscada y obtengo:

R31(G,B) { $G \twoheadrightarrow B$ }

$G \twoheadrightarrow B$ es una dependencia trivial, clave de R31 es GB por lo tanto R31 se encuentra en 4NF

R32(E,G,H) { $E \rightarrow GH, G \rightarrow H$ }

Clave de R32 es E, por lo tanto $G \rightarrow H$ no cumple las condiciones de BCNF, continuamos descomponiendo.

R321(GH) { $G \rightarrow H$ }

Clave de R321 es G, por lo tanto R321 se encuentra en BCNF y en 4NF

R322(EG) { $E \rightarrow G$ }

Clave de R322 es E, por lo tanto R322 se encuentra en BCNF y en 4NF

Por lo tanto la descomposición de R $\rho_1 = \{(A,D,G,H), R2(A,B,C), R31(G,B), R321(GH), R322(EG)\}$

Cumple con lo pedido.

◆

Ejercicio 6 (15 puntos).

Considere un entorno multiusuario en el cual se estima que el 95% de las operaciones solicitadas al DBMS son de lectura.

- 1) Indique cuál es el tipo de bloqueo (lock) más apropiado a utilizar por el *Transaction Manager*. Justifique brevemente.

SOLUCIÓN:

El tipo de lock más apropiado es read/write dado que permite múltiples lecturas simultáneas sobre el mismo ítem, logrando tiempos más bajos de acceso a datos.

- 2) En un momento dado, un usuario solicita la ejecución de una transacción T1 mientras que otro usuario solicita la ejecución de una transacción T2, donde T1 y T2 se definen como sigue:

T1: $s_1, r_1(x), r_1(y), c_1$
T2: $s_2, w_2(x), w_2(y), w_2(z), c_2$

- a) Agregue los bloqueos correspondientes sobre T1 y T2 suponiendo que el *Transaction Manager* ha decidido aplicar 2PL riguroso sobre T1 y 2PL conservador sobre T2.

SOLUCIÓN:

T1: $s_1, rl_1(x), r_1(x), rl_1(y), r_1(y), c_1, u_1(x), u_1(y)$
T2: $wl_2(x), wl_2(y), wl_2(z), s_2, w_2(x), u_2(x), w_2(y), u_2(y), w_2(z), u_2(z), c_2$

- b) Escriba una historia entrelazada H que involucre a T1 y T2.

SOLUCIÓN:

H: $wl_2(x), wl_2(y), wl_2(z), s_2, w_2(x), u_2(x), s_1, rl_1(x), r_1(x), w_2(y), u_2(y), rl_1(y), r_1(y), c_1, u_1(x), u_1(y), w_2(z), u_2(z), c_2$

- c) Indique si H es recuperable. Justifique brevemente.

SOLUCIÓN:

No, dado que T1 lee de T2 y T1 alcanza el commit antes que T2.