

FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS

Examen Julio 2009

La duración del examen es de 3 horas y ½.

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 (25 puntos).

Se desea diseñar una base de datos para gestionar la información sobre la recaudación de un organismo administrador de impuestos.

En esta realidad se registran las personas, las cuales se identifican por su cédula de identidad y de las cuales se registran su nombre y sus teléfonos.

Los contribuyentes se identifican por el rut (registro único tributario) y de ellos se conoce además la fecha de inicio de sus actividades. Éstos pueden ser personas físicas o empresas. Si es una persona física se asocia a la persona correspondiente. Si es una empresa se registra su razón social y se registra que personas son titulares de la empresa. Una persona no puede ser titular de una empresa y estar registrado como persona física a la vez. Una empresa debe tener siempre al menos un titular, pero puede tener más de uno y una persona puede ser titular de varias empresas. Para cada contribuyente se guarda registro de cuáles son los impuestos que debe pagar.

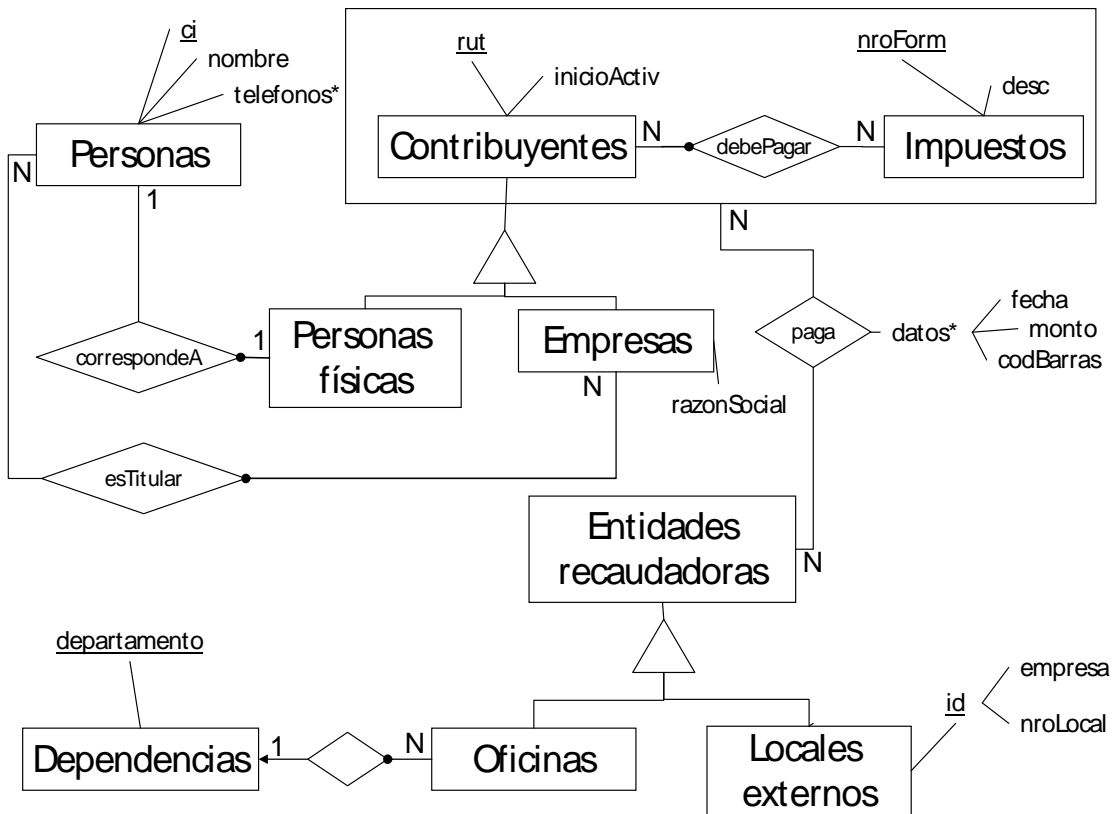
De los impuestos se conoce el numero de formulario asociado (que lo identifica) y su descripción, por ejemplo: 1006, "IRAE".

Los contribuyentes abonan sus impuestos en entidades recaudadoras, las cuales se clasifican en locales de pago externos u oficinas del organismo. Los locales de pago se identifican por el nombre de empresa de cobranzas y el número de local, por ejemplo: abitab nº10, y de cada local se conoce su dirección.

Cada oficina del organismo pertenece a una dependencia. Las dependencias se identifican por departamento, existe una sola por cada departamento y de cada una de ellas se registra la cantidad de empleados de la misma. Las oficinas se identifican por número, pero este número se puede repetir entre distintas dependencias.

Interesa registrar los pagos de impuestos realizados por los contribuyentes en las distintas entidades recaudadoras en distintas fechas. De cada pago se registra el monto y la fecha de pago. Un contribuyente puede realizar varios pagos en distintas entidades recaudadoras para distintos impuestos en distintas fechas. Sin embargo no existen dos pagos para el mismo contribuyente, el mismo impuesto en la misma entidad recaudadora para la misma fecha.

Se pide: Modelo Entidad Relación completo.



LocalesExternos U Oficinas = EntidadesRecaudadoras
 LocalesExternos ∩ Oficinas = ∅
 Empresas U PersonasFísicas = Contribuyentes
 Empresas ∩ PersonasFísicas = ∅

Si una persona corresponde a una persona física entonces esa persona no puede ser titular de una empresa.

Ejercicio 2 (15 puntos).

Sea el esquema relación R (A,B,C,D,E,G,H) y los siguientes conjuntos de dependencias funcionales:

$$F1 = \{ DAG \rightarrow EH, B \rightarrow E, DE \rightarrow C, G \rightarrow D, AC \rightarrow BG, BG \rightarrow C \}$$

$$F2 = \{ AC \rightarrow DE, B \rightarrow H, GA \rightarrow BH, C \rightarrow G \}$$

- a) Determine si los siguientes conjuntos de atributos son claves de R según F1.
- 1) AE
 - 2) AC
 - 3) AG
 - 4) AGD
- b) Determine, sin calcularlas, si existen más claves de R según F1 que las encontradas en la parte anterior. Justifique su respuesta.
- c) Determine si los conjuntos F1 y F2 son equivalentes. Justifique su respuesta.
(Sugerencia: considere las claves de R según F1)
- d) Dada la siguiente descomposición de R, $\rho_1 = (R1,R2,R3)$
- R1(A,B,E,G)
 - R2(B,D,E,H)
 - R3(A,C,D,G,E)

Para cada una de las dependencias de F1 indique si se preserva en la descomposición ρ_1 . Justifique la respuesta.

- e) Determine cuál es la máxima forma normal en que se encuentra R según F2. Justifique su respuesta.
- f) Obtener una descomposición ρ_2 de R con join sin pérdida, preservación de dependencias funcionales y que se encuentre en 3NF según F2.

Sabiendo que se cumplen la siguiente dependencia: $B \twoheadrightarrow G \mid A$, obtener una descomposición de R con join sin pérdida y en 4NF según F2.

SOLUCION:

Sea el esquema relación R (A,B,C,D,E,G,H) y los siguientes conjuntos de dependencias funcionales:

$$F1 = \{ DAG \rightarrow EH, B \rightarrow E, DE \rightarrow C, G \rightarrow D, AC \rightarrow BG, BG \rightarrow C \}$$

$$F2 = \{ AC \rightarrow DE, B \rightarrow H, GA \rightarrow BH, C \rightarrow G \}$$

- a) Determine si los siguientes conjuntos de atributos son claves de R según F1.
- 1) AE
 - 2) AC
 - 3) AG
 - 4) AGD

$(AE)^+_{F1} = \{A,E\} \neq R$, por lo tanto AE no es superclave entonces **NO es clave**.

$(AC)^+_{F1} = \{A,C, B,G,E,D,H\} = R$, por lo tanto AC es superclave.

$A^+_{F1} = \{A\} \neq R$

$C^+_{F1} = \{C\} \neq R$

Por lo tanto AC es superclave mínima, o sea **AC es clave**.

$(AG)^+_{F1} = \{A,G,D,E,H,C,B\} = R$, por lo tanto AG es superclave.

$A^+_{F1} = \{A\} \neq R$ $G^+_{F1} = \{G,D\} \neq R$
 Por lo tanto AG es superclave mínima, o sea **AG es clave**.

AGD no es clave ya que contiene a la clave AG

- b) Determine, sin calcularlas todas, si existen más claves de R según F1 que las encontradas en la parte anterior. Justifique su respuesta.

Alternativa 1

El atributo A no pertenece al lado derecho de las dependencias de F1 por lo tanto pertenece a todas las claves.

Según la parte anterior las claves encontradas son AC y AG. Por lo tanto en caso de existir más claves el conjunto (ABDEH) debe ser superclave.

$(ABDEH)^+_{F1} = \{A,B,D,E,H,C,G\} = R$
 Por lo tanto (ABDEH) es superclave o sea existen más claves de R según F1

Alternativa 2

Según la parte anterior las claves encontradas son AC y AG. Por lo tanto en caso de existir más claves el conjunto (ABDEH) o (BCDEGH) debe ser superclave.

$(ABDEH)^+_{F1} = \{A,B,D,E,H,C,G\} = R$
 Por lo tanto (ABDEH) es superclave o sea existen más claves de R según F1

- c) Determine si los conjuntos F1 y F2 son equivalentes. Justifique su respuesta. (Sugerencia: considere las claves de R según F1)

Si los conjuntos de dependencias son equivalentes entonces las claves de R según cada uno de los conjuntos de dependencias deben coincidir.

Ya que si los conjuntos son equivalentes se cumple que $F1^+ = F2^+$, o sea que :

$$X \rightarrow R \in F1^+ \Leftrightarrow X \rightarrow R \in F2^+$$

A partir de las partes anteriores se sabe que AC, AG son claves de R según F1. Analizaremos como se comportan estos conjuntos de atributos con respecto a F2.

Alternativa 1:

$(AC)^+_{F2} = \{A,C,D,E,G,B,H\} = R$

$A^+_{F2} = \{A\}$ $C^+_{F2} = \{C,G\}$

Por lo tanto AC es clave de R según F2.

$(AG)^+_{F2} = \{A,G,B,H\} \neq R$, por lo tanto AG no es clave de R según F2.

Por lo tanto F1 y F2 **NO SON equivalentes**.

Alternativa 2:

AC no pertenece a los lados derechos de las dependencias funcionales de F2 por lo tanto pertenece a todas las claves de R según F2.

$(AC)^+_{F2} = \{A,C,D,E,G,B,H\} = R$

Por lo tanto AC es la UNICA clave de R según F2, entonces AG no es clave de R según F2.

Por lo tanto F1 y F2 **NO SON equivalentes**.

- d) Dada la siguiente descomposición de R, $\rho_1 = (R1,R2,R3)$
 R1(A,B,E,G)
 R2(B,D,E,H)

R3(A,C,D,G,E)

- 1) Para cada una de las dependencias de F1 indique si se preserva en la descomposición ρ_1 . Justifique la respuesta.
- 2) ¿La descomposición ρ_1 preserva las dependencias de F1? Justifique la respuesta.

Para resolver esto es necesario calcular la proyección de las dependencias de F1 en la descomposición ρ_1

R1(A,B,E,G)

$\Pi_{R1}(F1) = \{B \rightarrow E, AG \rightarrow BE\}$

$B^+_{F1} = \{B,E\}$

$E^+_{F1} = \{E\}$

$(AB)^+_{F1} = \{A,B\}$

$(BE)^+_{F1} = \{B,E\}$

$(BG)^+_{F1} = \{B,G,D,E,C\}$

$(EG)^+_{F1} = \{E,G\}$

$(ABE)^+_{F1} = \{A,B,E\}$

$(BEG)^+_{F1} = \{B,E,G,D,C\}$

R2(B,D,E,H)

$\Pi_{R2}(F1) = \{B \rightarrow E\}$

$D^+_{F1} = \{D\}$

$H^+_{F1} = \{H\}$

$(BD)^+_{F1} = \{B,D,E,C\}$

$(BH)^+_{F1} = \{B,H,E\}$

$(DE)^+_{F1} = \{D,E,C\}$

$(DH)^+_{F1} = \{D,H\}$

$(EH)^+_{F1} = \{E,H\}$

$(BDH)^+_{F1} = \{B,D,H,E,C\}$

$(DEH)^+_{F1} = \{D,E,H,C\}$

R3(A,C,D,G,E)

$\Pi_{R3}(F1) = \{AG \rightarrow E, DE \rightarrow C, G \rightarrow D, AC \rightarrow G\}$

$(AD)^+_{F1} = \{A,D\}$

$(CD)^+_{F1} = \{C,D\}$

$(CG)^+_{F1} = \{C,G,D\}$

$(CE)^+_{F1} = \{C,E\}$

$(ADE)^+_{F1} = \{A,D,E,C,B,G,H\}$

$(CDG)^+_{F1} = \{C,D,G\}$

$(CDE)^+_{F1} = \{C,D,E\}$

$(CGE)^+_{F1} = \{C,G,E,D\}$

$(CDGE)^+_{F1} = \{C,D,G,E\}$

Sea $J = \Pi_{R1}(F1) \cup \Pi_{R2}(F1) \cup \Pi_{R3}(F1)$

$J = \{B \rightarrow E, AG \rightarrow BE, DE \rightarrow C, G \rightarrow D, AC \rightarrow G\}$

$(DAG)^+_J = \{D,A,G,B,E,C\}$

$(AC)^+_J = \{A,C,G,B,E,D\}$

$(BG)^+_J = \{B,G,E,D,C\}$

Al analizar las dependencias de F1 se obtiene:

DAG \rightarrow E

Se preserva ($E \in (DAG)^+_J$)

DAG \rightarrow H

Se pierde ($H \notin (DAG)^+_J$)

B \rightarrow E

Se preserva, se proyecta en R1 y R2

$DE \rightarrow C$	Se preserva, se proyecta en R3
$G \rightarrow D$	Se preserva, se proyecta en R3
$AC \rightarrow B$	Se preserva ($B \in (AC)^+_J$)
$AC \rightarrow G$	Se preserva, ($B \in (AC)^+_J$)
$BG \rightarrow C$	Se preserva, ($C \in (BG)^+_J$)

- e) Determine cuál es la máxima forma normal en que se encuentra R según F2. Justifique su respuesta.

$R(A,B,C,D,E,G,H)$

$F2 = \{AC \rightarrow DE, B \rightarrow H, GA \rightarrow BH, C \rightarrow G\}$

Por parte c) AC es la única clave de R según F2.

Al considerar $C \rightarrow G$ se tiene que parte de una clave determina un atributo no primo (G no pertenece a ninguna clave), por lo tanto R se encuentra en 1NF según F2.

- f) Obtener una descomposición ρ_2 de R con join sin pérdida, preservación de dependencias funcionales y que se encuentre en 3NF según F2.

Para obtener esta descomposición se aplicará el algoritmo visto en el curso que garantiza las propiedades pedidas.

$R(A,B,C,D,E,G,H)$

$F2 = \{AC \rightarrow DE, B \rightarrow H, GA \rightarrow BH, C \rightarrow G\}$

1. Obtener un cubrimiento minimal de F2

$F21 = \{AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, B \rightarrow H, GA \rightarrow B, GA \rightarrow H, C \rightarrow G\}$

En $AC \rightarrow D$ y $AC \rightarrow E$ no hay atributos redundantes en el lado izquierdo de la dependencia ya que AC es clave de R según F2.

$G^+_{F21} = \{G\}$

$A^+_{F21} = \{A\}$

Por lo tanto en $GA \rightarrow B$ y $GA \rightarrow H$ no hay atributos redundantes en el lado izquierdo de las dependencias.

Las únicas posibles dependencias redundantes son $B \rightarrow H$ o $GA \rightarrow H$ ya que son las únicas que tienen el lado derecho en común.

$B^+_{(F21 - \{B \rightarrow H\})} = \{B\}$

$(GA)^+_{(F21 - \{GA \rightarrow H\})} = \{G,A,B,H\}$

Por lo tanto la dependencia $GA \rightarrow H$ es redundante.

Cubrimiento Minimal de F2: $\{AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, B \rightarrow H, GA \rightarrow B, C \rightarrow G\}$

$R1(A,C,D,E)$

$R2(B,H)$

$R3(G,A,B)$

$R4(C,G)$

R1 contiene a la clave, por lo tanto la descomposición (R1,R2,R3,R4) cumple lo pedido.

- g) Sabiendo que se cumplen la siguiente dependencia: $B \twoheadrightarrow G \mid A$, obtener una descomposición de R con join sin pérdida y en 4NF según F2.

$R1(A,C,D,E), \{AC \rightarrow DE\}$

(AC) es superclave, por lo tanto R1 se encuentra en BCNF, y en 4NF.

R2(B,H), { B → H}, B es clave de R2, por lo tanto se encuentra en BCNF y al no tener dependencias multivaluadas no funcionales, entonces también se encuentra en 4NF. (Otra forma: todo esquema relación con 2 atributos se encuentra en 4NF)

R3(G,A,B) {GA → B, B → G}
(B) no es superclave, por lo tanto R3 no se encuentra en 4NF. Se aplica el algoritmo visto en el curso para obtener una descomposición en 4NF con JSP.

R31(B,G) {}
R32(AB) {}

R4(C,G) {C → G}

Los esquemas relación con 2 atributos se encuentran en 4NF, por lo tanto se cumple para R31,R32,R4.

Descomposición pedida: (R1,R2,R31,R32,R4)

Ejercicio 3 (25 puntos).

La bedelía de una facultad mantiene su información en una base de datos con el siguiente esquema:

MATERIAS (CodMateria, NomMateria, Duracion)

En esta tabla se describen las materias de una carrera. Las mismas tienen un código que las identifica, un nombre y su duración en semanas.

EVALUACIONES (CodMateria, Fecha)

En esta tabla se describen las distintas instancias de evaluación para cada materia, indicando las fechas de las mismas.

EVALEST (CodMateria, Fecha, CiEst, Nota)

En esta tabla se describen los resultados (nota) obtenidos por los estudiantes en las evaluaciones.

ASIGNADOS(CodMateria, Fecha, CiDoc, CantHoras)

En esta tabla se indican los docentes (CiDoc) asignados a cada evaluación y la cantidad de horas que se le asignan a la misma.

En este esquema no existen tablas vacías y se cumplen las siguientes dependencias de inclusión.

- $\prod_{\text{CodMateria}}(\text{Evaluaciones}) \subseteq \prod_{\text{CodMateria}}(\text{Materias})$
- $\prod_{\text{CodMateria, Fecha}}(\text{EvalEst}) \subseteq \text{Evaluaciones}$
- $\prod_{\text{CodMateria, Fecha}}(\text{Asignados}) \subseteq \text{Evaluaciones}$

Resolver las siguientes consultas en Álgebra Relacional:

- Nombre de las materias con por lo menos una evaluación en la que hubo un único docente asignado y a la cual se presentaron estudiantes.

$$A = \prod_{\$1, \$2} (\text{ASIGNADOS} \bowtie_{\$1=\$5 \wedge \$2=\$6 \wedge \$3 < \$7} \text{ASIGNADOS})$$

$$B = \prod_{\$1, \$2} (ASIGNADOS) - A$$

$$RES = \prod_{\$4} ((B \cap \prod_{\$1, \$2} (EvalEst)) \triangleright \triangleleft_{\$1=\$3} MATERIAS)$$

- 2) Cédula de los docentes asignados a todas las evaluaciones correspondientes a materias con una duración mayor a 14 semanas.

$$A = \prod_{codMateria} (\sigma_{duracion > 14} (MATERIAS))$$

$$B = EVALUACIONES * A$$

$$RES = \prod_{CiDoc, CodMateria, Fecha} (ASIGNADOS) \% B$$

Resolver las siguientes consultas en Cálculo Relacional:

- 3) Duración de las materias tal que a todas sus evaluaciones sólo se asignaron docentes con una carga horaria menor a 12 horas.

$$\{ t.duracion / Materia(t) \wedge$$

$$(\forall e)(Evaluaciones(e) \wedge e.CodMateria = t.CodMateria$$

$$\rightarrow$$

$$((\exists a) (ASIGNADOS(a) \wedge a.CodMateria = e.CodMateria \wedge$$

$$a.Fecha = e.Fecha \wedge a.CantHoras < 12$$

$$))$$

$$\wedge$$

$$\neg (\exists b)(ASIGNADOS(b) \wedge b.CodMateria = e.CodMateria$$

$$\wedge b.Fecha = e.Fecha \wedge b.CantHoras \geq 12$$

$$))$$

$$)$$

$$\}$$

- 4) Parejas (CiEst, CodMateria) tales que el estudiante en todas las evaluaciones a las que se presentó de esa materia, obtuvo nota mayor o igual que 6 pero para alguna evaluación de otra materia obtuvo nota menor que 6.

$$\{ (e.CiEst, e.CodMateria) / EvalEst(e) \wedge e.Nota \geq 6 \wedge$$

$$(\forall v)(EvalEst(v) \wedge e.CiEst = v.CiEst \wedge v.CodMateria = e.CodMateria \rightarrow v.Nota \geq 6)$$

$$\wedge (\exists f)(EvalEst(f) \wedge e.CiEst = f.CiEst \wedge f.Nota < 6)$$

$$\}$$

Resolver las siguientes consultas en SQL, sin utilizar vistas ni subconsultas en el FROM:

- 5) Cédula de los estudiantes que solo se presentaron a evaluaciones correspondientes a materias con duración menor a 6 semanas.

```
SELECT E.CiEst
FROM EvalEst E, Materia M
WHERE M.duracion < 6 AND
      M.CodMateria = E.CodMateria AND
      NOT EXISTS
      (SELECT *
       FROM EvalEst E2, Materia M2
```



```
WHERE E2.CiEst = E.CiEst AND  
      E2.CodMateria = M2.CodMateria AND  
      M2.duracion >= 6  
)
```

- 6) Ternas (CiEst, CodMateria, PromedioNota) con el promedio de las notas obtenidas por el estudiante en las evaluaciones de esa materia a las que se presentó, pero considerando únicamente las materias a las que se haya presentado por lo menos a 4 evaluaciones.

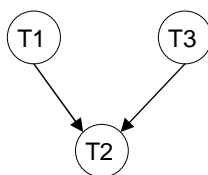
```
SELECT E.CiEst , E.CodMateria, avg(E.nota)  
FROM EvalEst E  
GROUP BY E.CiEst, E.CodMateria  
HAVING count(*) >= 4
```

Ejercicio 5 (25 puntos).

Dadas las siguientes transacciones:

T1: r1(x) w1(x) w1(z) c1
T2: r2(y) r2(x) w2(x) w2(y) c2
T3: r3(y) r3(p) w3(p) w3(y) c3

- 1) Escribir una historia completa de T1, T2 y T3, no serial que NO evite abortos en cascada y respete el siguiente grafo de seriabilidad:

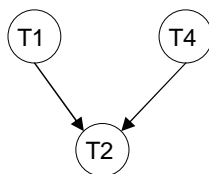


r1(x) w1(x) r3(y) r3(p) w3(p) w3(y) r2(y) w3(x) w1(z) c1 w2(x) w2(y) c2 c3

- 2) Sean T1 y T2 las transacciones de la parte anterior y T4 la siguiente transacción:

T4 : r4(y) w4(y) r4(z) w4(z)

¿Es posible escribir una historia completa de T1, T2, T4 tal que su grafo de seriabilidad es el siguiente? Justifique su respuesta.



SOL: Dado que T4 y T1 tienen operaciones en conflicto, cualquier grafo de seriabilidad en que intervengan debería tener arcos entre ellas... por eso no es posible construir una historia con ese grafo.

- 3) Para T1 y T2:

- a. Dar una historia no serial que no sea recuperable.

SOL: $r_1(x) w_1(x) w_1(z) r_2(y) r_2(x) w_2(x) w_2(y) c_2 c_1$. No es recuperable porque T2 lee de T1 pero confirma antes que T1.

b. Dar una historia no serial que sea estricta.

SOL : $r_2(y) r_1(x) w_1(x) w_1(z) c_1 r_2(x) w_2(x) w_2(y)c_2$. La historia es estricta porque T2 lee de T1 pero después que T1 terminó...

c. Dar una historia no serial que sea serializable.

Sol: La historia de la parte a es serializable a pesar que no es recuperable ¡!!!

- 4) Determine si las siguientes historias sobre las transacciones T5 y T6 son posibles en un manejador que sigue el protocolo 2PL (es decir que todas sus transacciones siguen ese protocolo). Justifique su respuesta colocando los bloqueos y desbloqueos donde corresponda en las historias.

T5 : $r_5(x) w_5(x) r_5(p)$
T6 : $r_6(p) w_6(p) r_6(y) r_6(x) w_6(x)$

a) H1: $r_5(x) w_5(x) r_6(p) w_6(p) r_5(p) r_6(y) r_6(x) w_6(x)$

SOL: Es imposible construir esa historia siguiendo 2PL dado que antes del $r_5(p)$ es necesario que T6 libere el lock de p pero antes de eso es necesario que T6 tome el lock de X para respetar la fase de crecimiento del 2PL.... sin embargo, eso no es posible porque también antes de $r_5(p)$ T5 debe tomar el lock de p para recién comenzar su fase de contracción de locks.... y por lo tanto liberar el lock de x para que lo tome T6. Conclusión es imposible que se genere esa historia porque lleva necesariamente a deadlock.

b) H2: $r_5(x) w_5(x) r_6(p) r_5(p) w_6(p) r_6(y) r_6(x) w_6(x)$

SOL: $rl_5(x) r_5(x) wl_5(x) w_5(x) rl_6(p) r_6(p) rl_5(p) r_5(p) u_5(p) wl_6(p) w_6(p) rl_6(y) r_6(y) rl_6(x) r_6(x) wl_6(x) w_6(x) u_6(p) u_6(x) u_6(y)$