

Universidad de Puerto Rico en Mayagüez  
 Departamento de Ciencias Matemáticas  
 Prof. Edwin Flórez

Responda las preguntas en el espacio dado. Si se queda sin espacio, continúe en la parte de atrás de la hoja.

Nombre: \_\_\_\_\_

Question:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Points:	10	20	10	10	10	10	20	10	10	110
Score:										

1. (10 puntos) Responda F o T
  - (a) F El modelo semi-estructurado es más usado en modernos DBMS que el model relacional
  - (b) T SQL está en los RDBMS.
  - (c) T Edgar Frank “Ted” Codd propuso el modelo relacional.
  - (d) F Atributos que son llaves no pueden aparecer en una dependencia funcional.
  - (e) T Al definir la llave con mas de un atributo en SQL se debe escribir PRIMARY KEY al final.
  - (f) T En cualquier tabla, cada atributo depende funcionalmente de la llave.
  - (g) T Si cada atributo de una tabla depende funcionalmente de la llave, la tabla está en 3NF.
  - (h) F Lo más usado de un DBMS es el lenguaje especializado de definición de datos (DDL).
  - (i) T Los modelos semi-estructurados son más flexibles que el modelo relacional.
  - (j) F Al intercambiar la posición de dos atributos en una tabla obtenemos otra tabla no equivalente.

2. (20 puntos) Selección múltiple
  - (a) Considere la relación  $R(A, B, C, D, E)$  y  $F = \{AB \rightarrow C, AE \rightarrow D, D \rightarrow B\}$ . ¿Cuál de los siguientes pares de atributos son una llave para  $R$ .  
 A.  $AB$    B.  $AC$    C.  $AE$    D.  $AD$

(a) \_\_\_\_\_

**Solución:**  
 Calculando  $\{AE\}^+ = \{AEDBC\}$ , por lo tanto  $AE$  es una super-llave para  $R$ . Ninguno de los atributos  $A$  o  $E$  definen funcionalmente a todos los demás atributos. Por tanto,  $AE$  es una llave para  $R$ . Los otros pares de atributos ni siquiera son super-llaves.

- (b) Considere la relación  $R(A, B, C, D, E)$  con dependencias funcionales  $A \rightarrow B, BC \rightarrow E$ . Suponga que hay a lo más tres valores diferentes para las componentes de los atributos  $A$  y  $C$ . ¿Cuál es el máximo número de valores diferentes para las componentes del atributo  $E$ ?  
 A. 27   B. 9   C. 6   D. 81

(b) \_\_\_\_\_

**Solución:**  
 Usando  $A \rightarrow B$ , tenemos que  $A$  puede tener hasta 3 valores diferentes, es decir  $B$  puede tener hasta 3 valores diferentes. Con un argumento similar, si  $BC \rightarrow E$  se tiene,  $B$  puede tener hasta 3 valores diferentes y  $C$  hasta 3, por tanto  $E$  puede tener hasta 9 valores diferentes.

- (c) Considere la relación  $R(A, B, C)$  y suponga que  $R$  contiene las siguientes tuplas:

A	B	C
1	2	2
1	3	2
1	4	2
2	5	2

Para cada una de las siguientes dependencias funcionales, indique si la instancia de relación satisface o no la dependencia.

- A.  $A \rightarrow B$
- B.  $A \rightarrow C$
- C.  $B \rightarrow A$
- D.  $B \rightarrow C$
- E.  $C \rightarrow A$

- F.  $C \rightarrow B$
- G.  $AB \rightarrow C$
- H.  $AC \rightarrow B$
- I.  $BC \rightarrow B$

(c) \_\_\_\_\_

(d) Considere la relación  $R(A, B, C)$  y

1.  $F_1 = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$ ,
2.  $F_2 = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C\}$  y
3.  $F_3 = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow C\}$ .

¿Cuál de estos conjuntos son equivalentes y por qué?

- A.  $F_1$  y  $F_2$
- B.  $F_2$  y  $F_3$
- C.  $F_1$  y  $F_3$
- D. Todos son equivalentes

(d) \_\_\_\_\_

**Solución:**

$F_2$  y  $F_3$  son equivalentes, todas las dependencias funcionales de uno se deducen del otro.  $F_1$  no es equivalente a ningún otro, hay dependencias funcionales que no se pueden deducir. Por ejemplo  $B \rightarrow C$  de  $F_1$  no se puede deducir de  $F_2$  ni de  $F_3$ .

3. (10 puntos) Encuentre todas las llaves de la relación  $R(A, B, C, D)$  con

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

**Solución:**

Usar una estrategia para no tener que revisar la clausura de los  $2^4 - 2 = 14$  subconjuntos propios diferentes de vacío. Por ejemplo partir de la dependencia trivial que tiene todos los atributos e ir eliminando atributos que se deducen de la clausura. Las llaves resultantes son:  $AD$  y  $CD$ .

4. Usando los axiomas (**reflexivo**, **aumento** y **transitivo**) y/o la definición de dependencias funcionales demuestre las siguientes propiedades. Justifique cada paso en las siguientes nuevas propiedades.

(a) (4 puntos) **pseudo-transitiva**, es decir, si  $X \rightarrow Y$  y  $YZ \rightarrow W$  entonces  $XZ \rightarrow W$ .

**Solución:**

1.  $X \rightarrow Y$  dado
2.  $YZ \rightarrow W$  dado
3.  $XZ \rightarrow YZ$ , aumento en 1
4.  $XZ \rightarrow YZ$  y  $YZ \rightarrow W$ , entonces  $XZ \rightarrow W$ , transitiva con 3 y 2.

(b) (6 puntos) **composición**, i.e.,  $X \rightarrow Y$  y  $A \rightarrow B$  entonces  $XA \rightarrow YB$ .

**Solución:**

1.  $X \rightarrow Y$  y  $A \rightarrow B$  dados
2.  $XA \rightarrow YA$ , aumento en 1
3.  $YA \rightarrow YB$ , aumento en la segunda de 1 y orden en conjuntos no importa
4.  $XA \rightarrow YA$  y  $YA \rightarrow YB$ , entonces  $XA \rightarrow YB$ , transitiva con 2 y 3.

5. (10 puntos) Considere la siguiente relación **Movies**. Responda escribiendo LL, SLL o N, si el conjunto mostrado es LLave, Super-LLave, Ninguna de las dos y por qué:

Title	Year	Length	Genre	StudioName	StarName
Star Wars	1977	124	SciFi	Fox	Carrie Fisher
Star Wars	1977	124	SciFi	Fox	Mark Hamill
Star Wars	1977	124	SciFi	Fox	Harrison Ford
Gone With the Wind	1939	231	drama	MGM	Vivien Leigh
Wayne's World	1992	95	comedy	Paramount	Dana Carvey
Wayne's World	1992	95	comedy	Paramount	Mike Meyers

(a)  $\{StarName\}$

**Solución:**

N: *StarName* no define funcionalmente a todos los demás atributos.

(c)  $\{Title, Year, StarName\}$

**Solución:**

LL: Determinan a todos los atributos, no reducible. Si es LL también es SLL.

(b)  $\{Title, Year\}$

**Solución:**

N: Estos dos atributos no pueden determinar funcionalmente ni siquiera a *StarName*.

(d)  $\{Title, Year, StarName, genre\}$

**Solución:**

SLL: cualquier super conjunto de una llave es super-llave. No es LL, un subconjunto propio es llave.

6. Considere la relación  $R(A, B, C, D)$  con dependencias funcionales  $A \rightarrow B$  y  $C \rightarrow D$

(a) (5 puntos) Determine la(s) llave(s) de  $R$ .

**Solución:**

Sólo  $AC$  es llave. Verificar otros subconjuntos o usar estrategias de simplificación.

(b) (5 puntos) Escoja una de las llaves candidatas encontradas y pruebe que es en realidad una llave candidata usando los axiomas, por ejemplo de unión y aumento.

**Solución:**

- De  $A \rightarrow B$ , aumentando a  $C$  tenemos  $AC \rightarrow BC$ .
- De  $C \rightarrow D$ , aumentando a  $A$  tenemos  $AC \rightarrow AD$ .
- Uniendo las dos anteriores, tenemos  $AC \rightarrow ABCD$ .

Luego  $AC$  define funcionalmente a todos los atributos.  $A$  y  $C$  individualmente no definen funcionalmente ni siquiera uno al otro.

7. (20 puntos) Este ejercicio está basado en los buques capitales de la Segunda Guerra Mundial. Instancias de la relación están al final del examen. Escriba expresiones del álgebra relacional para responder las siguientes consultas o restricciones.

**Notas:**

- Tenga en cuenta que, a diferencia de los datos del ejercicio de asignación, hay algunas “tuplas sueltas” en estos datos, por ejemplo, barcos mencionados en **Outcomes** que no se mencionan en **Ships**.
- Usar la notación lineal si la expresión es muy larga.
- Para los datos en las instancias dadas, muestre el resultado de su consulta o incumplimiento de la expresión. Sin embargo, su respuesta debería funcionar para datos arbitrarios, no solo para los datos de estas instancias, si no para cualquier otro momento de la relación con otras instancias que puedan ocurrir.

- (a) Encontrar los barcos hundidos en la batalla del “Denmark Strait”.

**Solución:**

$$\pi_{name}(\sigma_{ship='Denmark Strait' \text{ and } result='sunk'}(Outcomes)).$$

**Resultado de la consulta:** Bismarck y Hood.

- (b) El tratado de Washington de 1921 prohibía los buques capitales de más de 35000 toneladas. Haz una lista de los barcos que violaron el tratado de Washington.

**Solución:**

$$1. C = launched > 1921 \text{ and } displacement > 35000,$$

$$2. R(c, t, co, ng, b, d, n, l) := \sigma_C(Classes \bowtie Ships),$$

$$3. Ans(n) := \pi_n(R).$$

En una línea:

$$\pi_{name}(\sigma_{launched > 1921 \wedge displacement > 35000}(Classes \bowtie Ships))$$

**Resultado de la consulta:** Iowa, Missouri, New Jersey, Wisconsin, North Carolina, Washington, Musashi y Yamato.

- (c) Encontrar esos barcos que “vivieron para luchar otro día”; fueron dañados en una batalla, pero luego lucharon en otra.

**Solución:**

**Idea:** Relacionar Battles con Outcomes, puede hacerlo uniendo condicionado o renombrando primero. Hacer otra unión condicionada del resultado anterior consigo mismo. La condición debe ser que el mismo buque que haya sido dañado un día, aparezca en batalla otro día.

$$1. R(n, d, s, b, r) := Battles \bowtie_{name=battle} Outcomes$$

$$2. R(s, r, d) := \pi_{ship, result, date}(R)$$

$$3. S(s, r, d) := R$$

$$4. C := R.ship = S.ship \wedge R.result = damaged \wedge R.date < S.date$$

$$5. T(s, r, d) := R \bowtie_C S$$

$$6. Ans(s) := \pi_s(T)$$

**Resultado de la consulta:**  $\emptyset$

- (d) Ningún país puede tener tanto acorazados (bb, battleships) como cruceros de batalla (bc, battlecruisers). Puede escribir la restricción como contención o igualando la expresión al conjunto vacío.

**Solución:**

$$1. R(country) := \pi_{country}(\sigma_{type=bb}(Classes))$$

$$2. S(country) := \pi_{country}(\sigma_{type=bc}(Classes))$$

$$3. Ans(country) := R \cap S.$$

En una línea:

$$\pi_{country}(\sigma_{type=bb}(Classes)) \cap \pi_{country}(\sigma_{type=bc}(Classes)) = \emptyset.$$

**Incumple(n):** Gt. Britan, Japan.

8. (10 puntos) Dada la relación  $R(A, B, C, D, E)$  y  $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow B, D \rightarrow E\}$
- (a) indique cuales FDs no satisface BCNF, y

**Solución:**

1.  $AB \rightarrow C$ :  $\{AB\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$ , está en BCNF.
2.  $C \rightarrow D$ :  $\{C\}^+ = \{C, D, B, E\}$ , no está en BCNF.
3.  $D \rightarrow BE$ :  $\{D\}^+ = \{D, B, E\}$ , no está en BCNF.

- (b) descomponga la relación en colecciones de relaciones que estén en BCNF.

**Solución:**

Usando (2), tenemos que:

- $R_1(C, D, B, E)$ , con  $F_1 = \{C \rightarrow D, D \rightarrow BE\}$
- $R_2(C, A)$ , con  $F_2 = \{CA \rightarrow CA\}$

Se pierde  $AB \rightarrow C$ .  $R_1$  no está en BCNF, haciendo el proceso de nuevo, queda finalmente:

- $R_3(D, B, E)$ , con  $F_3 = \{D \rightarrow BE\}$
- $R_4(D, C)$ , con  $F_4 = \{C \rightarrow D\}$
- $R_2(C, A)$ , con  $F_2 = \{CA \rightarrow CA\}$

9. (10 puntos) Considere la relación  $BolsaDeValores(B, O, I, S, Q, D)$ , cuyos atributos pueden considerarse informalmente como, el intermediario (Broker), oficina del intermediario, el inversor, el valor (o stock), cantidad del stock propiedad del inversor y los dividendos del stock. Sea el conjunto de FD's para la relación  $BolsaDeValores$  igual a:  $S \rightarrow D, I \rightarrow B, IS \rightarrow Q, B \rightarrow O$ .

- (a) ¿Cuáles son todas las llaves para  $BolsaDeValores$ .

**Solución:**

$\{I, S\}$  es la única llave.

- (b) Verifique si el conjunto de FD's es una base minimal.

**Solución:**

El primer paso para verificar que las FDs dadas es una base mínima es:

1.  $\{S\}^+ = \{S\}$
2.  $\{I\}^+ = \{I\}$
3.  $\{IS\}^+ = \{ISDBO\}$
4.  $\{B\}^+ = \{B\}$

El segundo paso es verifique si existen atributos superfluos en todas las FDs. Este no es el caso, la única FD que contiene dos atributos en el lado izquierdo no tiene superfluos. Por lo tanto, se ha verificado que el conjunto dado de FDs es una base mínima.

- (c) Utilice el algoritmo de síntesis de 3FN para encontrar una descomposición de  $BolsaDeValores$  en relaciones que estén en 3FN y que conserve las dependencias funcionales y que sea join sin pérdida.

**Solución:**

Como la única llave es  $IS$ , el conjunto de FDs tiene algunas dependencias funcionales que no cumplen 3NF. También sabemos que el conjunto de FDs es minimal. Por tanto la descomposición es:

- $R_1(S, D)$  con  $F_1 = \{S \rightarrow D\}$ .
- $R_2(I, B)$  con  $F_2 = \{I \rightarrow B\}$ .
- $R_3(I, S, Q)$  con  $F_3 = \{IS \rightarrow Q\}$ .
- $R_4(B, O)$  con  $F_4 = \{B \rightarrow O\}$ .

Ninguna relación tiene como atributos un subconjunto de otra relación y una relación contiene la llave por tanto no es necesario adicionar otra relación.

(d) ¿Están las nuevas relaciones en BCNF?

**Solución:**

Sí, todas las relaciones de dos atributos están en BCNF y los atributos  $\{I, S\}$  de  $R_3$  son una super-llave.

Cuadro 1: Classes

<i>class</i>	<i>type</i>	<i>country</i>	<i>nunGuns</i>	<i>bore</i>	<i>displacement</i>
Bismarck	bb	Germany	8	15	42000
Iowa	bb	USA	9	16	46000
Kongo	bc	Japan	8	14	32000
North Carolina	bb	USA	9	16	37000
Renown	bc	Gt. Britain	6	15	32000
Revenge	bb	Gt. Britain	8	15	29000
Tennessee	bb	USA	12	14	32000
Yamato	bb	Japan	9	18	65000

Cuadro 2: Battles

<i>name</i>	<i>date</i>
Denmark Strait	5/24-27/41
Guadalcanal	11/15/42
North Cape	12/26/43
Surigao Strait	10/25/44

Cuadro 3: Outcomes

<i>ship</i>	<i>battle</i>	<i>result</i>
Arizona	Pearl Harbor	sunk
Bismarck	Denmark Strait	sunk
California	Surigao Strait	ok
Duke of York	North Cape	ok
Fuso	Surigao Strait	sunk
Hood	Denmark Strait	sunk
King George V	Denmark Strait	ok
Kirishima	Guadalcanal	sunk
Prince of Wales	Denmark Strait	damaged
Rodney	Denmark Strait	ok
Scharnhorst	North Cape	sunk
South Dakota	Guadalcanal	damaged
Tennessee	Surigao Strait	ok
Washington	Guadalcanal	ok
West Virginia	Surigao Strait	ok
Yamashiro	Surigao Strait	sunk

Cuadro 4: Ships

<i>name</i>	<i>class</i>	<i>launched</i>
California	Tennessee	1921
Haruna	Kongo	1915
Hiei	Kongo	1914
Iowa	Iowa	1943
Kirishima	Kongo	1915
Kongo	Kongo	1913
Missouri	Iowa	1944
Musashi	Yamato	1942
New Jersey	Iowa	1943
North Carolina	North Carolina	1941
Ramillies	Revenge	1917
Renown	Renown	1916
Repulse	Renown	1916
Resolution	Revenge	1916
Revenge	Revenge	1916
Royal Oak	Revenge	1916
Royal Sovereign	Revenge	1916
Tennessee	Tennessee	1920
Washington	North Carolina	1941
Wisconsin	Iowa	1944
Yamato	Yamato	1941