

Grado en Ingeniería Informática
Administración de Bases de Datos
Resolución del Examen de contenidos teóricos – Convocatoria de Septiembre de 2015

1. (3 puntos) Sean las relaciones R y S con los siguientes parámetros:

R(a,b,c)	S(c,d)
N(R) = 5000	N(S)=200
V(R,a)=5000	
V(R,b)=300	
V(R,c)=5	V(S,c)=5
	V(S,d)=40
Size(a)=20	
Size(b)=60	
Size(c)=20	Size(c)=20
	Size(d)=40

Propón el plan lógico más eficiente para la siguiente consulta y justifica numéricamente por qué es más eficiente en base al número de bloques que emplea cada uno y teniendo en cuenta que el tamaño de bloque es de 2KB, que la cabecera es de 20B y que en memoria sólo cabe un bloque:

$$\Pi_{b,d}(\sigma_{(c=c_3 \wedge d \neq d_{20})}(R \times S))$$

Estimación del número de bloques para el plan de la consulta del ejercicio

Para calcular de forma aproximada el número de bloques que es necesario transferir (lectura y escritura) durante la resolución de esta consulta, suponiendo que el plan lógico coincide exactamente con la misma, es necesario estimar el número de bloques que es necesario transferir para cada una de sus operaciones.

$\Pi_{b,d}$
 $\sigma_{d \neq d_{20}}$
 $\sigma_{c=c_3}$
 \times
 $R \quad S$

Empecemos por calcular el número de bloques que tiene la relación R para poder realizar la operación de producto cartesiano:

$$B(R) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(R)}{Bfr(R)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000}{Bfr(R)} \right)$$

$$Bfr(R) = \text{parte entera} \left(\frac{B-C}{L(R)} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(R)} \right)$$

$$L(R) = 20 + 60 + 20 = 100$$

de modo que:

$$Bfr(R) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{100} \right) = 20 \quad \text{y}$$

$$B(R) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000}{20} \right) = 250$$

Del mismo modo, tenemos que calcular el número de bloques de S para poder realizar la operación de producto cartesiano:

$$B(S) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(S)}{Bfr(S)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200}{Bfr(S)} \right)$$

$$Bfr(S) = \text{parte entera} \left(\frac{B-C}{L(S)} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(S)} \right)$$

$$L(S) = 20 + 40 = 60$$

de modo que:

$$Bfr(S) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{60} \right) = 33 \text{ y}$$

$$B(S) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200}{33} \right) = 7$$

La operación de producto cartesiano combina cada registro de R con todos los registros de S (cada registro de cada bloque de R con todos los registros de todos los bloques de S). Para cada bloque de R tiene que leer todos los bloques de S, por lo que el número de lecturas de bloques para la operación es de:

Lectura: $B(R) \cdot B(S) = 250 \cdot 7 = 1750$

y el resultado del producto cartesiano necesita un número de bloques suficiente para almacenar los registros resultantes de esta operación, o sea:

$$B(\times) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\times)}{Bfr(\times)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000 \cdot 200}{Bfr(\times)} \right)$$

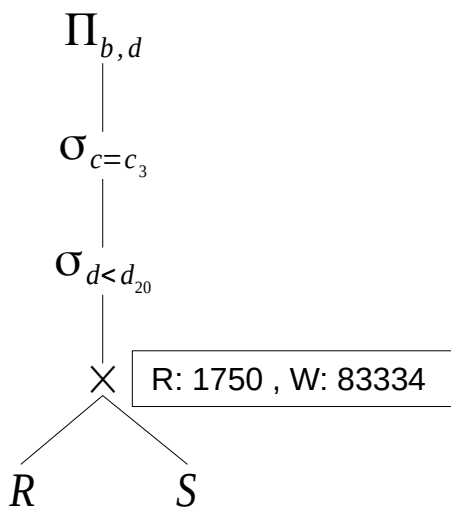
$$Bfr(\times) = \text{parte entera} \left(\frac{B-C}{L(\times)} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(\times)} \right)$$

$$L(\times) = L(R) + L(S) = 100 + 60 = 160$$

de modo que:

$$Bfr(\times) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(\times)} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{160} \right) = 12 \text{ y}$$

Escritura: $B(\times) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000 \cdot 200}{Bfr(\times)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000 \cdot 200}{12} \right) = 83334$



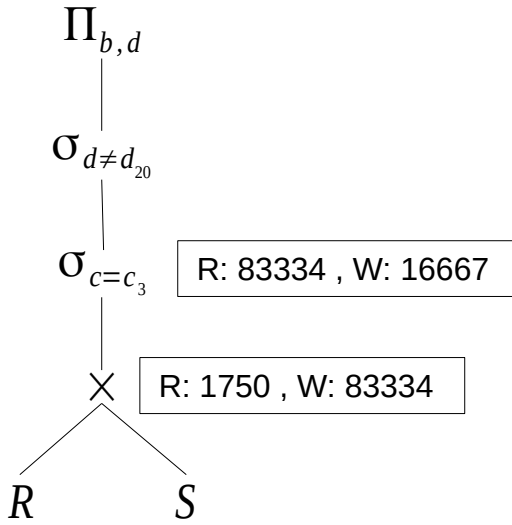
La primera operación de selección debe leer los bloques resultantes de la operación anterior y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar los registros que resultan de seleccionar aquellos que cumplan la condición, es decir:

$$B(\sigma_{c=c_3}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{Bfr(\sigma_{c=c_3})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{Bfr(\times)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{12} \right)$$

$$N(\sigma_{c=c_3}) = \frac{N(\times)}{V(R, c)} = \frac{5000 \cdot 200}{5} = 200000$$

de modo que:

Escritura: $B(\sigma_{c=c_3}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{12} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200000}{12} \right) = 16667$



La segunda operación de selección debe leer los bloques resultantes de la operación anterior y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar los registros que resultan de seleccionar aquellos que cumplan la condición, es decir:

$$B(\sigma_{d \neq d_{20}}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\sigma_{d \neq d_{20}})} \right) =$$

$$= \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\sigma_{c=c_3})} \right) =$$

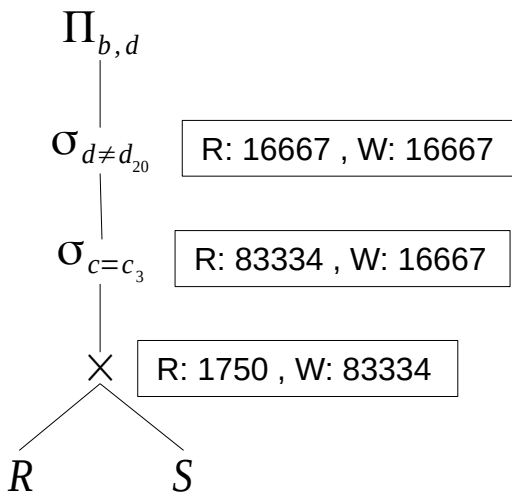
$$= \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\times)} \right) =$$

$$= \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{12} \right)$$

$$N(\sigma_{c=c_3}) = N(\sigma_{d \neq d_{20}}) \cdot 1 = 200000 \cdot 1 = 200000$$

De este modo, se escriben:

Escritura: $B(\sigma_{d \neq d_{20}}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{12} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200000}{12} \right) = 16667$



Por último, la operación de proyección debe leer los bloques resultantes de la operación anterior y escribir tantos bloques como sean necesarios para contener los registros resultantes de la operación de proyección:

$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\Pi_{b,d})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) =$$

$$= \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200000}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right)$$

$$Bfr(\Pi_{b,d}) = \text{parte entera} \left(\frac{B-C}{L(\Pi_{b,d})} \right) =$$

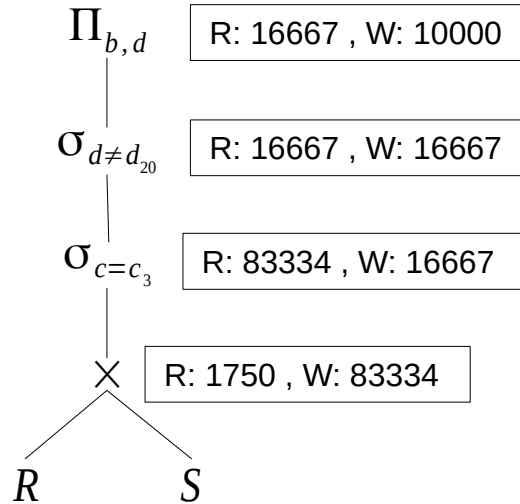
$$= \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(\Pi_{b,d})} \right)$$

$$L(\Pi_{b,d}) = 60 + 40 = 100$$

de modo que:

$$Bfr(\Pi_{b,d}) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(\Pi_{b,d})} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{100} \right) = 20 \text{ y}$$

$$\text{Escritura: } B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200000}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{200000}{20} \right) = 10000$$

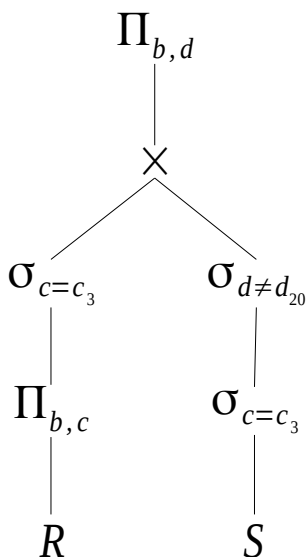


Una vez estimados el número de bloques que cada operación lee y escribe, podemos estimar que el número total de bloques leídos y escritos para la resolución del plan físico correspondiente es de:

$$(1750+83334) + (83334+16667) + (16667+16667) + (16667+10000) = 245086 \text{ bloques}$$

Estimación del número de bloques para el plan optimizado para la consulta del ejercicio

El plan lógico propuesto para la optimización del plan lógico planteado por la consulta sería el que se ve a continuación:



Para calcular el número de bloques estimados para resolver el plan físico, reutilizaremos los cálculos realizados en la parte anterior cuando sea posible.

$$B(\Pi_{b,c}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(R)}{Bfr(\Pi_{b,c})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000}{Bfr(\Pi_{b,c})} \right)$$

$$Bfr(\Pi_{b,c}) = \text{parte entera} \left(\frac{B-C}{L(\Pi_{b,c})} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(\Pi_{b,c})} \right)$$

$$L(\Pi_{b,c}) = 60 + 20 = 80$$

de donde podemos calcular que:

$$Bfr(\Pi_{b,c}) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{80} \right) = 25$$

$$B(\Pi_{b,c}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5000}{25} \right) = 200$$

Después, procedemos para calcular el número de bloques necesarios para escribir la selección de la rama izquierda:

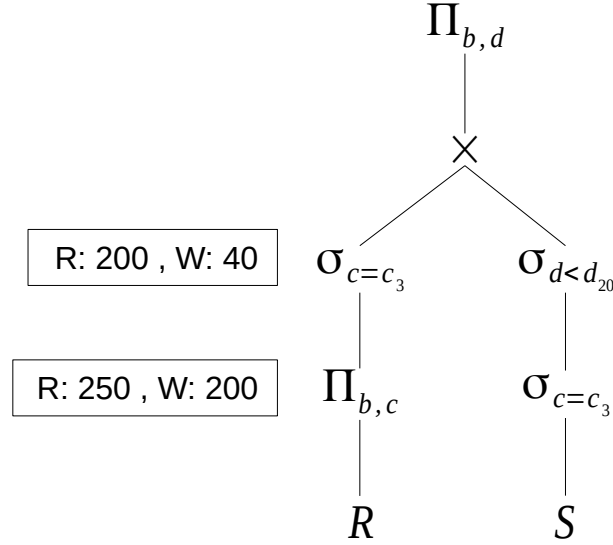
$$B(\sigma_{c=c_3}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{Bfr(\sigma_{c=c_3})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{Bfr(\Pi_{b,c})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3})}{25} \right)$$

$$N(\sigma_{c=c_3}) = \frac{N(\Pi_{b,c})}{V(R,c)} = \frac{N(R)}{V(R,c)} = \frac{5000}{5} = 1000$$

de donde podemos calcular que:

$$B(\sigma_{c=c_3}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{1000}{25} \right) = 40$$

Con esto, podemos concluir el número de bloques necesario para calcular la relación izquierda del producto cartesiano:



Procedemos a realizar los cálculos para la estimación de la relación derecha del producto cartesiano:

$$B(\sigma_{c=c_3}^D) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3}^D)}{Bfr(\sigma_{c=c_3}^D)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3}^D)}{Bfr(S)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3}^D)}{33} \right)$$

$$N(\sigma_{c=c_3}^D) = \frac{N(S)}{V(S, c)} = \frac{200}{5} = 40$$

de donde podemos calcular que:

$$B(\sigma_{c=c_3}^D) = \text{hacia arriba} \left(\frac{40}{33} \right) = 2$$

A continuación, podemos aplicar la segunda selección y estimar los bloques necesarios:

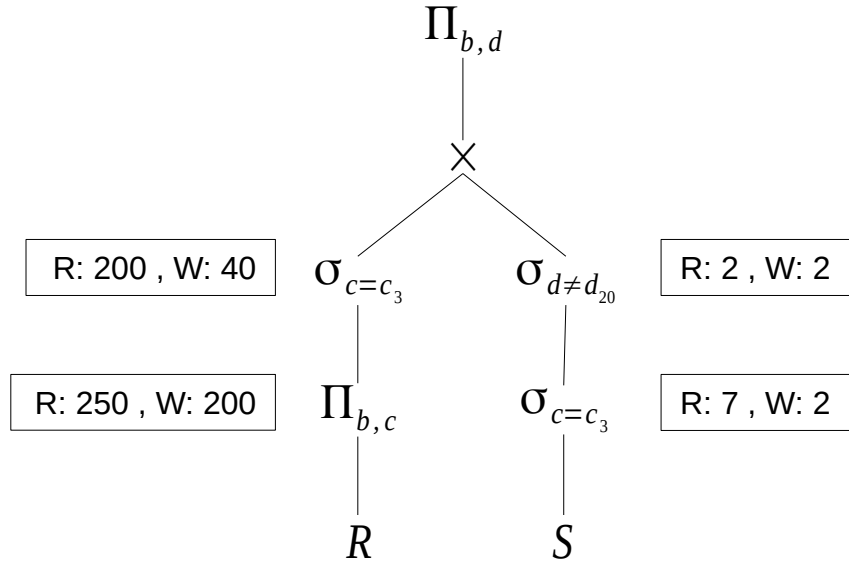
$$B(\sigma_{d \neq d_{20}}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\sigma_{d \neq d_{20}})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\sigma_{c=c_3}^D)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(S)} \right)$$

$$N(\sigma_{d \neq d_{20}}) = N(\sigma_{c=c_3}^D) \cdot 1 = 40 \cdot 1 = 40$$

de donde podemos calcular que:

$$B(\sigma_{d \neq d_{20}}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(S)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{40}{33} \right) = 2$$

Con esto, tenemos el cálculo de los bloques necesarios para calcular la relación derecha del producto cartesiano:



Ya podemos calcular el número de bloques necesarios para el cálculo del producto cartesiano. En concreto, habrá que multiplicar los registros de cada bloque de la relación izquierda por los de cada bloque de la relación derecha, lo cual requerirá leer el bloque de la relación derecha por cada bloque de la relación izquierda. En total, habrá que hacer:

$$40 \times 2 = 80 \text{ lecturas}$$

y escribir los bloques necesarios para almacenar el resultado:

$$B(\times) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3}) \cdot N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\times)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{1000 \cdot 40}{Bfr(\times)} \right)$$

$$Bfr(\times) = \text{parte entera} \left(\frac{B-C}{L(\times)} \right) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{L(\times)} \right)$$

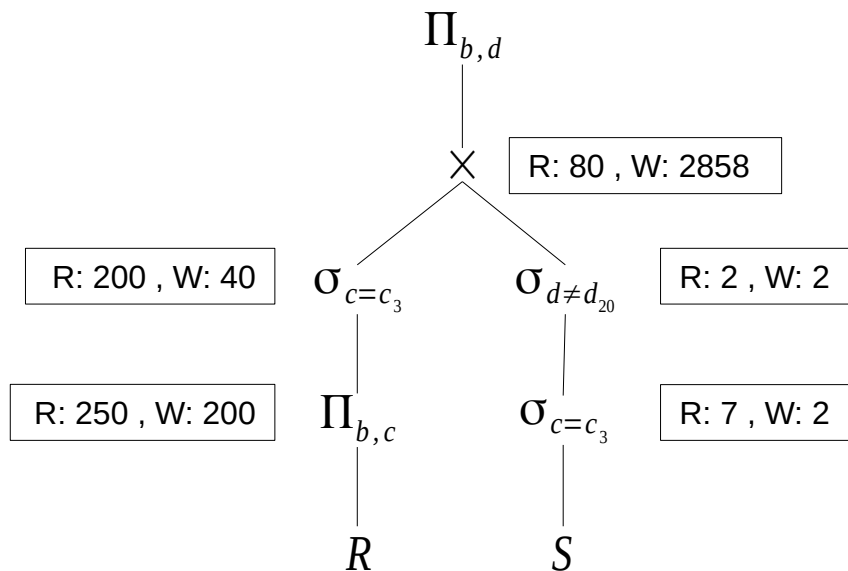
$$L(\times) = L(\sigma_{c=c_3}) + L(\sigma_{d \neq d_{20}}) = L(\Pi_{b,c}) + L(S) = 80 + 60 = 140$$

de lo que podemos calcular que:

$$Bfr(\times) = \text{parte entera} \left(\frac{2048-20}{140} \right) = 14$$

$$B(\times) = \text{hacia arriba} \left(\frac{1000 \cdot 40}{14} \right) = 2858$$

Con esto, sabemos el número de bloques necesarios para la lectura y escritura del producto cartesiano:



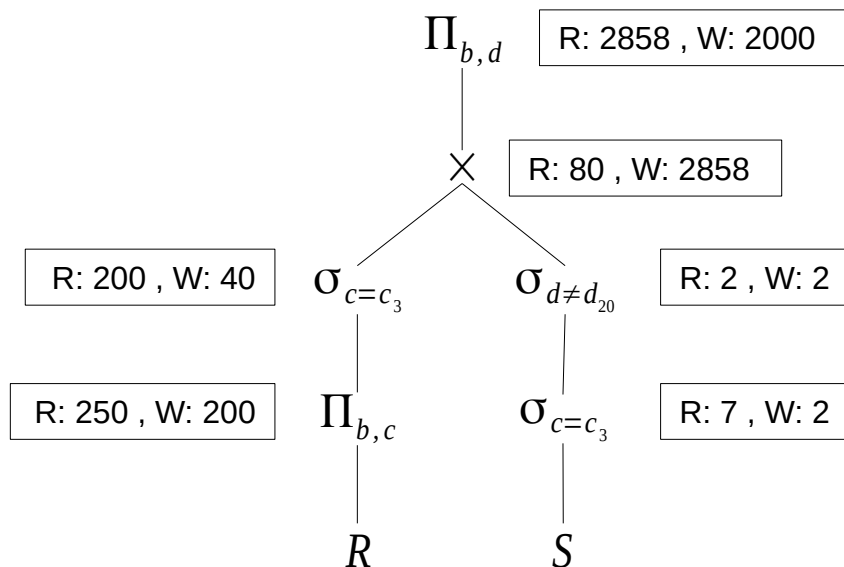
Únicamente nos resta el cálculo de los bloques necesarios para la proyección:

$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\Pi_{b,d})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\times)}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3}) \cdot N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right)$$

de donde podemos calcular que:

$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\sigma_{c=c_3}) \cdot N(\sigma_{d \neq d_{20}})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{1000 \cdot 40}{20} \right) = 2000$$

Con esto, completamos los cálculos necesarios:



Una vez estimados el número de bloques que cada operación lee y escribe, podemos estimar que el número total de bloques leídos y escritos para la resolución del plan físico correspondiente es de:

$$(250+200)+(200+40)+(7+2)+(2+2)+(80+2858)+(2858+2000)=8499 \text{ bloques}$$

Obviamente, el presente plan mejora el plan propuesto por el enunciado, reduciendo el número de transferencias de bloques necesarias en un 96.5 %

2. **(2 punto)** Estima qué estructura de índice haría falta para el atributo c de la tabla R del ejercicio 1 y calcula su tamaño en bloques si $P=10B$ y el resto de los parámetros son los mismos que los del ejercicio 1.

Dada la variabilidad del atributo c en la relación R (5), y que dicha relación contiene 5000 registros, no podemos más que asumir que hay varios registros de R con el mismo valor de c . Si asumimos una distribución uniforme de los valores de c en los 5000 registros, tendríamos 1000 registros para cada uno de los 5 valores distintos de c .

Para que un índice sea útil, tiene que contener valores distintos, pero sólo hay 5 valores distintos y 5000 registros.

A fin de localizar cada uno de los 5 valores, construimos un índice que contendrá dichos 5 valores y, para cada valor, una referencia a un bloque de una segunda estructura de índice, que contendrá todos los registros con dicho valor para el atributo c .

El primer índice necesita un número de bloques igual a:

$$B(I_1) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(I_1)}{Bfr(I_1)} \right)$$

$$N(I_1) = V(B, t) = 5$$

$$Bfr(I_1) = \text{parte entera} \left(\frac{2048 - 20}{L(I_1)} \right)$$

$$L(I_1) = 20 + 10 = 30$$

de modo que:

$$Bfr(I_1) = \text{parte entera} \left(\frac{2048 - 20}{30} \right) = 67 \quad y$$

$$B(I_1) = \text{hacia arriba} \left(\frac{N(I_1)}{Bfr(I_1)} \right) = \text{hacia arriba} \left(\frac{5}{67} \right) = 1$$

Para el segundo nivel de índice, al menos habrá un bloque para contener a todos los registros con igual valor de c y, dado que hay 5 valores de c , hay como mínimo 5 bloques. Veamos cuántos bloques hacen falta para almacenar todos los registros con el mismo valor de c , teniendo en cuenta que ambos índices están contruidos sobre el atributo c por lo que tienen la misma longitud de registro y el mismo factor de bloqueo:

$$\begin{aligned} B(I_2) &= v(B, t) \cdot \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\text{igual valor de } t)}{Bfr(I_2)} \right) = 5 \cdot \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\text{igual valor de } t)}{Bfr(I_1)} \right) = \\ &= 5 \cdot \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\text{igual valor de } t)}{67} \right) \end{aligned}$$

$$N(\text{igual valor de } t) = \frac{N(R)}{V(R, c)} = \frac{5000}{5} = 1000$$

de modo que:

$$B(I_2) = 5 \cdot \text{hacia arriba} \left(\frac{N(\text{igual valor de } t)}{67} \right) = 5 \cdot \text{hacia arriba} \left(\frac{1000}{67} \right) = 75$$

En total, haría falta 1 bloque para el primer nivel de índice y 75 bloques para el segundo:

$$B(I) = B(I_1) + B(I_2) = 1 + 75 = 76 \text{ bloques}$$

3. **(1 punto)** Indica los distintos tipos de segmentos que se pueden encontrar en los datafiles.

Son de cuatro tipos:

- de datos (tablas)
- de índice (índices)
- temporales (resultados intermedios de order by, group by, union, intersect, minus, ...)
- rollback (valores antiguos de datos en update)

4. El sistema ha sufrido un fallo, y para recuperar, se tiene acceso a la siguiente tabla de modificaciones. Indica los valores que tendrán los datos después de la recuperación **(0,5 puntos)** y justifica qué operación se realiza sobre cada una de las transacciones **(1 punto)**.

A	B	D	E	S

T _i	Estado	Oper.	Dato	V antiguo	V nuevo
T1	Start	-	-	-	-
T1	-	Update	S	60	61
T2	Start	-	-	-	-
T1	Commit	-	-	-	-
T3	Start	-	-	-	-
T3	-	Insert	A	-	62
T2	-	Update	B	20	21
T3	-	Update	D	40	41
T3	Commit	-	-	-	-
-	Savepoint	-	-	-	-
T2	-	Delete	E	50	-

Si ha ocurrido un fallo, al recuperar la tabla podremos:

- Ignorar la transacción T1, puesto que su *commit* se ejecutó con anterioridad al *savepoint*, lo que garantiza que sus datos han sido volcados al disco.
- Ignorar la transacción T3, puesto que su *commit* se ejecutó con anterioridad al *savepoint*, lo que garantiza que sus datos han sido volcados al disco.
- Deshacer la transacción T2, puesto que no tiene *commit*.

Por ello:

- los valores de S, A y D no se tocan, pero deben ser los que figuran en la columna de valor nuevo, y
- los valores de B y E deben ser los antiguos.

A	B	D	E	S
62	20	41	50	61

5. Considera la siguiente ejecución y responde a las cuestiones:

Lee (T1, A), Lee (T3, A), Escribe (T2, B), Escribe (T1, B), Lee (T2, A), Escribe (T2, A), Escribe (T1, A)

- (1 punto)** ¿en qué orden se ejecutan las transacciones según el **algoritmo de ordenación total**?
- (0,5 puntos)** Suponiendo que el bloqueo de un átomo por una transacción se realiza justo antes de la primera lectura de dicho átomo y que los desbloques se producen justo después de la última sentencia de cada transacción, dibuja el grafo de bloqueo indicando qué transacción espera, a qué transacción espera, por culpa de qué átomo tiene que esperar y a causa de qué modo de acceso al átomo.
- (1 punto)** Con las mismas suposiciones que en el apartado (b), considerando que las *lecturas* se realizan en el modo M1 y las escrituras en el modo M4 y sabiendo que M1 es compatible con M4, M1 es compatible con M1 pero M4 no es compatible con M4, ¿en qué orden se ejecutan las transacciones según el **método de bloqueo en dos fases**? ¿Existe situación de interbloqueo (*deadlock*)? ¿En caso de existir, cómo se resuelve?

Apartado (a)

En el algoritmo de ordenación total, cada átomo cuenta con un único controlador para almacenar la transacción más reciente (es decir, que ha empezado con posterioridad y, por tanto, tiene un número de transacción mayor) que ha accedido al átomo, tanto para lectura como para escritura.

R(A)	0								
R(B)	0								

Las tres primeras sentencias Lee (T1, A), Lee (T3, A), Escribe (T2, B) (dos sobre A y una sobre B) pueden realizarse sin incidencias, de acuerdo al algoritmo, dejando los controladores como sigue:

R(A)	0	1	3						
R(B)	0	2							

Sin embargo, al intentar ejecutar la sentencia la transacción 1 intenta acceder al átomo B cuando la transacción 2 lo hizo anteriormente, lo que hace abortar la transacción 1 y re-agendarla en el futuro como transacción 4, dejando el plan de ejecución como sigue:

~~Lee (T1, A), Lee (T3, A), Escribe (T2, B), Escribe (T1, B), Lee (T2, A), Escribe (T2, A), Escribe (T1, A),~~ Lee (T4, A), Escribe (T4, B), Escribe (T4, A)

En la siguiente sentencia del nuevo plan de ejecución, la transacción 2 intenta acceder al átomo A cuando la transacción 3 lo hizo anteriormente, lo que provoca que la transacción 2 sea abortada, pasando a ser la transacción 5 y dejando el plan de ejecución como sigue:

Lee (T3, A), ~~Escribe (T2, B), Lee (T2, A), Escribe (T2, A),~~ Lee (T4, A), Escribe (T4, B), Escribe (T4, A), Escribe (T5, B), Lee (T5, A), Escribe (T5, A),

El resto de las sentencias que quedan en el plan de ejecución se ejecutan sin incidencias al proceder de serializaciones debidas a que se han abortado transacciones, dejando los controladores como siguen:

R(A)	0	1	3	4	5				
R(B)	0	2	4	5					

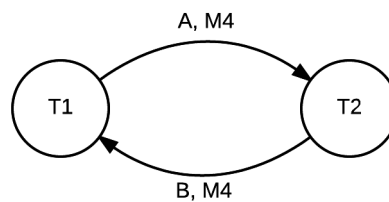
De modo que el orden en el que se ejecutan las transacciones es: transacción 3, transacción 1 (serializada como 4) y transacción 2 (serializada como 5).

Apartado (b)

El plan de ejecución del enunciado quedaría como sigue, incorporando los bloqueos y desbloqueos de átomos en las condiciones expresadas en el ejercicio:

Lock (T1, A, M4), Lee (T1, A), Lock (T3, A, M1), Lee (T3, A), Unlock (T3, A), Lock (T2, B, M4), Escribe (T2, B), Lock (T1, B, M4), Escribe (T1, B), Lock (T2, A, M4), Lee (T2, A), Escribe (T2, A), Unlock (T2, B), Unlock (T1, B), Escribe (T1, A), Unlock (T1, A), Unlock (T1, B)

Los bloqueos de la transacción 3 no interfieren con ninguna otra transacción puesto que el modo M1 es compatible con los modos en los que las demás transacciones bloquean el átomo A. De modo que la transacción 3 no aparece en el grafo, que queda como sigue:



Apartado (c)

A la vista del grafo de interbloqueo, es evidente que hay un interbloqueo entre las transacciones 1 y 2, lo que habrá de resolverse. Sin embargo, en todos los casos, la transacción 3 termina en primer lugar.

A la hora de resolver el interbloqueo, habría que elegir una de las dos transacciones para abortar según uno de los dos criterios habituales:

- la que bloquea el átomo más solicitado (pero tanto 1 como 2 bloquean A y B y habría que aplicar otro criterio de elección o elegir aleatoriamente)
- la que bloquea más átomos (pero tanto 1 como 2 bloquean el mismo número de átomos y habría que aplicar otro criterio de elección o elegir aleatoriamente)

Una buena opción en caso de empate sería abortar la más reciente, puesto que habrá ejecutado correctamente menos sentencias.

Siguiendo esta recomendación, el orden de ejecución de las transacciones sería 3, 1 y 2.