CONCEPTOS DE BASES DE DATOS

CLASE 4

Archivos

Búsqueda de información

- **Búsqueda de información en aplicaciones antiguas**
  - Se intenta lograr la menor competencia posible por el acceso a los archivos maestro, almacenados en cintas con acceso secuencial
  - Las aplicaciones mantienen cierta redundancia de datos en archivos propios y es imperioso un acceso eficiente a los datos almacenados
  - Búsqueda de datos con la menor cantidad de desplazamientos en disco → **estudio de performance**

Archivos

Búsqueda de información

- **Estudio de performance**
  - La búsqueda secuencial se puede tomar como una referencia de comparación al momento de realizar estudios de performance de acceso a los datos
  - Costo de acceso
    - Nº de comparaciones → operaciones en memoria primaria
    - Nº accesos a disco → operaciones en memoria secundaria
  - Casos de análisis
    - Mejor caso
    - Peor caso
    - Caso promedio

Archivos

Búsqueda de información

- **Estudio de performance**
  - Búsqueda secuencial (en un archivo con **N** registros)
    - Mejor caso: leer **1** registro (0 si esta en buffer)
    - Peor caso: leer **N** registros
    - Caso promedio: leer **N/2** registros
    - Orden: **O(N)** → depende de la cantidad de registros
  - Lectura de bloques de registros
    - Ahorra tiempo → disminuye el número de desplazamientos, pero sigue siendo de O(N)

Archivos

Búsqueda de información

- Búsqueda de un registro por NRR
  - Rápido → Acceso directo → O(1)
  - Solo sirve si es posible obtenerlo y se conoce
- Búsqueda de un registro secuencialmente
  - Archivo desordenado
    - Es posible recorrer todo el archivo sin éxito: O(N)
  - Archivo ordenado
    - Se detiene al encontrar un registro “mayor”: O(N)
- Alternativa → búsqueda binaria

Archivos

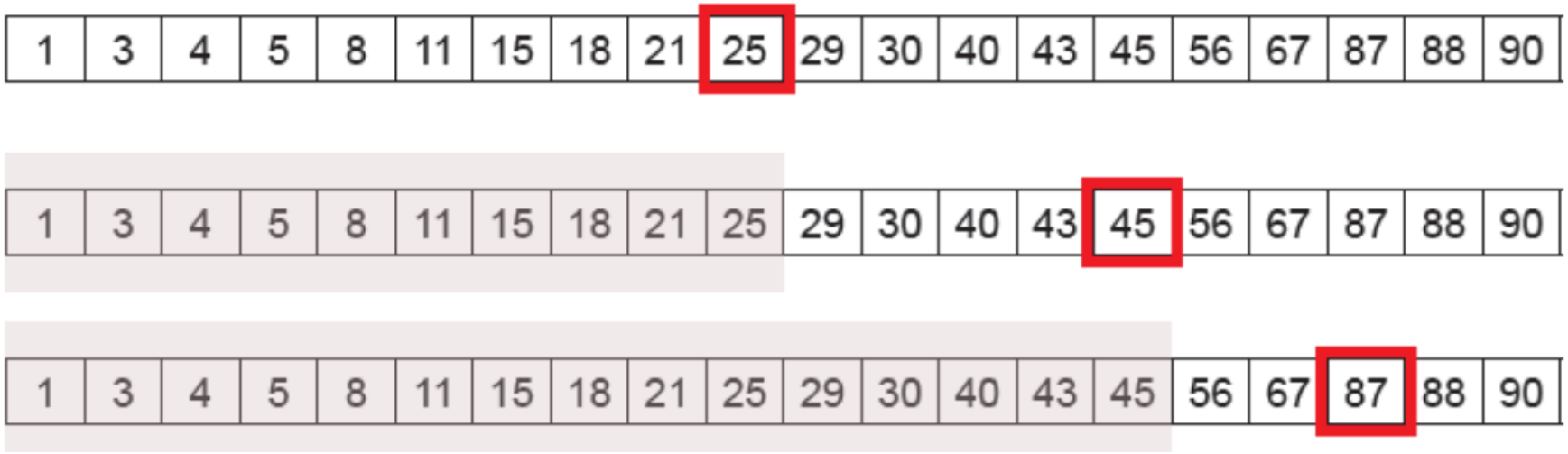
Búsqueda de información

- Búsqueda binaria
  - Para poder aplicarla:
    - Archivo con registros de longitud fija
    - Archivo ordenado por clave
  - Pasos:
    - Se compara la clave buscada con la encontrada en el registro que se ubica en la mitad del archivo
    - Si no se encuentra el elemento buscado, se continúa procesando la mitad del archivo que corresponda

Archivos

Búsqueda de información

- Búsqueda binaria
  - Se busca el elemento 87:



Archivos

Búsqueda de información

```
{Nota:  la función devuelve el NRR del registro encontrado o -1 si no está en el archivo}
FUNCTION busqBinaria(archivo, clave)
BEGIN
    registro = -1;    menor = 1;    mayor = SIZE(archivo);
    MIENTRAS (menor <= mayor) && (registro == -1)
            {Se evalúa el registro que se encuentra en el medio del archivo}
            medio = (mayor+menor)/2
            POSICIONARSE(archivo, medio)
            LEER_REG(archivo, reg)
            claveReg  = CONSTRUIR_FC(reg)
            {Si el valor encontrado es mayor al buscado → sigo con la mitad inferior}
            SI (claveReg > clave)   ENTONCES mayor = medio – 1
            {Si el valor encontrado es menor al buscado → sigo con la mitad superior}
             SINO     SI (claveReg < clave)   ENTONCES menor = medio + 1
            {En c.c., el registro encontrado es el que se buscaba}
                        SINO      registro = medio
    FIN MIENTRAS
    DEVOLVER(registro)
END
```

Archivos

Búsqueda de información

- Búsqueda binaria
  - Siendo N = # de registros → $O(Log_2 N)$
  - Ventajas
    - En cada paso acota el espacio para encontrar la información
    - Se mejora la performance de la búsqueda secuencial
  - Desventajas
    - Costo → mantener el archivo ordenado

Archivos

Clasificación

- Es necesario mantener el archivo ordenado para poder utilizar la búsqueda binaria
  - **Algoritmos de clasificación (ordenación)**
    - Existen diferentes enfoques para clasificar un archivo
    - Se analizarán algunas de las técnicas existentes (en la bibliografía se pueden encontrar los algoritmos correspondientes)
      - Clasificación en disco
      - Clasificación del archivo completo en RAM
      - Clasificación de las claves en RAM
      - Clasificación por partes

Archivos

Clasificación

- **Clasificación en disco**
  - Todo algoritmo de clasificación requiere recorrer el archivo en más de una oportunidad, realizando comparaciones y reorganizando sus elementos → $O(N^2)$
  - Ordenar un archivo en disco involucra saltos, desplazamientos y relectura de datos, por lo que resulta demasiado lento para archivos de un tamaño importante.

Archivos

Clasificación

- **Clasificación en disco**
  - Ej: algoritmo ordenamiento de burbuja. Consiste en comparar elementos adyacentes e intercambiarlos en el caso que el orden no es el correcto.

Archivo	5	3	2	6	4	1
Paso 1	3	2	5	4	1	6
Paso 2	2	3	4	1	5	6
Paso 3	2	3	1	4	5	6
Paso 4	2	1	3	4	5	6
Paso 5	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**

Archivos

Clasificación

- **Clasificación del archivo completo en RAM**
  - Consiste en llevar el archivo a memoria RAM y luego ordenarlo
    - Se llevan todos los registros del archivo a un arreglo en memoria RAM
    - Se genera un segundo arreglo con las claves en forma canónica y luego se ordena por clave
      - Estructura: (claveFC, NRR)
    - Basándose en el orden logrado, se reescribe el archivo en almacenamiento secundario de forma ordenada

Archivos

Clasificación

- **Clasificación del archivo completo en RAM**
  - El archivo a ordenar debe caber completamente en la memoria RAM
    - Sólo sirve para archivos pequeños
  - Se debe encontrar una alternativa que permita ordenar archivos grandes
    - No reordenar el archivo completo en memoria

Archivos

Clasificación

- **Clasificación de las claves en RAM**
  - No se lleva el archivo completo a memoria, sino que sólo se llevan las claves
  - Permite ordenar archivos más grandes
    - Una vez realizada la clasificación, existe la necesidad de releer el archivo completo y escribirlo de forma ordenada
    - Nueva cota → las claves del archivo deben caber completamente en la memoria RAM

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes**
  - Se puede dar el caso de que ni siquiera las claves de un archivo caben completamente en la memoria RAM
  - La clasificación debe realizarse por partes. Se debe entonces:
    - Partir el archivo
    - Ordenar cada parte
    - Juntar las partes ordenadas

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes**
  - Permite clasificar archivos de cualquier tamaño
    - Archivo más grande → mayor cantidad de particiones
  - Se debe intentar minimizar los desplazamientos realizando procesamientos secuenciales
  - Alternativas para generar las particiones ordenadas
    - Sort interno
    - Selección por reemplazo
    - Selección natural

Archivos

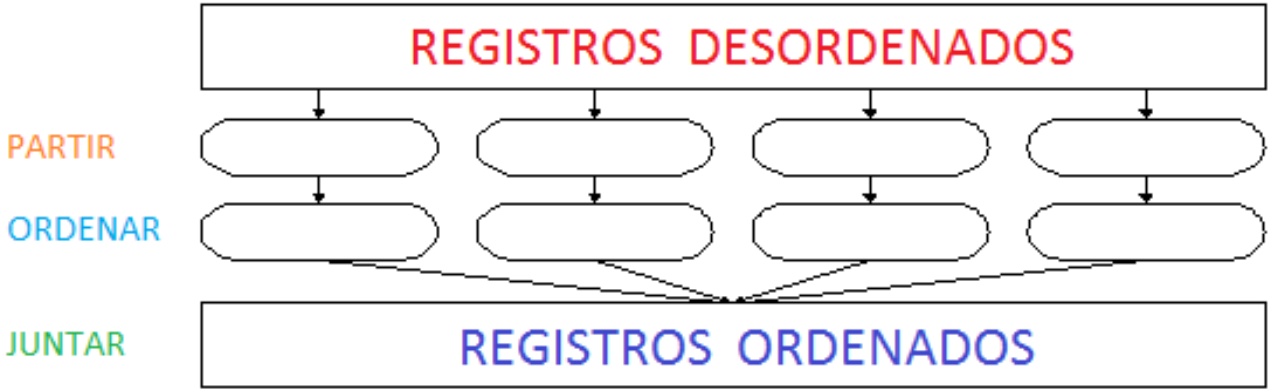
Clasificación

- **Clasificación por partes: Sort interno**
  - Es la técnica más simple
  - El tamaño de cada partición se determina según el tamaño de la RAM → el máximo posible
  - Ejemplo: archivo de 400.000 registros
    - Tamaño registro: 100 bytes → Tamaño de archivo: 40 MB
    - Tamaño clave: 10 bytes → Tamaño total de claves: 4 MB
    - Tamaño memoria: 1 MB → No entra el archivo ni las claves completamente

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Sort interno**
  - Ejemplo: archivo de 400.000 registros
    - Tamaño memoria: 1 MB, Tamaño registro: 100 bytes → entran en memoria 10.000 registros juntos
    - Tamaño partición: 10.000 reg. → 40 particiones



Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Sort interno**
  - El punto crítico al intercalar muchos archivos intermedios en disco es el **tiempo de desplazamiento**, que depende de:
    - Cantidad de particiones que se intercalan
    - Espacio en memoria para almacenar partes de las particiones
  - Intercalación en el ejemplo anterior
    - Se debe leer datos de las 40 particiones simultáneamente, se podrá leer 1/40 de cada partición → para leer una partición completa se necesita 40 desplazamientos
    - Como hay 40 particiones → 40 * 40 = 1600 desplazamientos → **EXCESIVO**

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Sort interno**
  - En general, para la intercalación de **k particiones**, donde cada partición es del tamaño de RAM disponible:
    - Se requieren **k desplazamientos** para leer todos los registros en cada partición.
    - Como hay **k** particiones, la intercalación completa requiere **k^2 desplazamientos**
    - La clasificación e intercalación es de **$O(k^2)$**. Como **k** es proporcional a **N** → $O(N^2)$

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes**
  - ¿Cómo mejorar la performance del Sort interno?
    - Se necesita **reducir la cantidad de desplazamientos**
    - Mayor tamaño de partición → menor cantidad de particiones → menor cantidad de desplazamientos
    - Pero el tamaño de las particiones está acotado por el espacio disponible en RAM. Opciones:
      - Disponer de una memoria RAM más grande
      - Utilizar una técnica que genere particiones más grandes
      - Utilizar un método de intercalación más eficiente

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Sel. por reemplazo**
  - Aumenta el tamaño de las particiones al doble (promedio)
  - Pasos:
    1. Leer M registros desordenados (tantos como quepan) e iniciar una nueva partición
    2. Obtener clave menor
    3. Pasar la clave menor al archivo de salida (alm. secundario)
    4. Reemplazar por otro, si tiene clave menor a la pasada al archivo de salida → dormirlo
    5. Repetir desde el paso 2 hasta que todos los registros en la entrada estén dormidos
    6. Comenzar con una nueva partición despertando todos los dormidos, desde el paso 2 y hasta terminar el archivo original

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Sel. por reemplazo**
  - Claves en alm. secundario: 17, 48, 6, 13, 68, 22, 8, 18, 15, 59, 25, 19, 34. Se inicia la 1° partición:

Resto de la entrada	Mem. principal	Partición generada
34, 19, 25, 59, 15, 18, 8, 22, 68, 13	6 48 17	-
34, 19, 25, 59, 15, 18, 8, 22, 68	13 48 17	6
34, 19, 25, 59, 15, 18, 8, 22	68 48 17	13, 6
34, 19, 25, 59, 15, 18, 8	68 48 22	17, 13, 6
34, 19, 25, 59, 15, 18	68 48 (8)	22, 17, 13, 6
34, 19, 25, 59, 15	68 (18) (8)	48 ,22, 17, 13, 6
34, 19, 25, 59	(15) (18) (8)	68, 48, 22, 17, 13, 6

  - 1° partición completa, ya que todos los registros en memoria están dormidos. Tamaño: 6 registros.

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Sel. por reemplazo**
  - Claves que quedan en memoria secundaria: 59, 25, 19, 34. Se inicia la 2° partición:

Resto de la entrada	Mem. principal	Partición generada
34, 19, 25, 59	(15) (18) (8)	-
34, 19, 25	15 18 59	8
34, 19	25 18 59	15, 8
34	25 19 59	18, 15, 8
	25 34 59	19, 18, 15, 8
	- 34 59	25, 19, 18, 15, 8
	- - 59	34, 25, 19, 18, 15, 8
	- - -	59, 34, 25, 19, 18, 15, 8

  - 2° partición completa. Tamaño: 7 registros.

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Selección natural**
  - Es una variante que reserva y utiliza un buffer en memoria secundaria → ahorra memoria RAM
  - Los dormidos se pasan a este buffer y permiten que entren nuevos elementos del archivo de entrada
  - Cuando el buffer en memoria secundaria se llena → se termina de dormir elementos
  - Las particiones quedan con más elementos

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Resumen de técnicas de generación de particiones**
  - **Interno**
    - Es el más simple
    - Genera particiones más pequeñas que el resto
  - **Selección por reemplazo**
    - Particiones más grandes que el sort interno
    - Tiende a generar muchos registros dormidos
  - **Selección natural**
    - Genera particiones de mayor tamaño que el resto
    - Mayor costo de acceso (generación de archivo de elementos dormidos)

Archivos

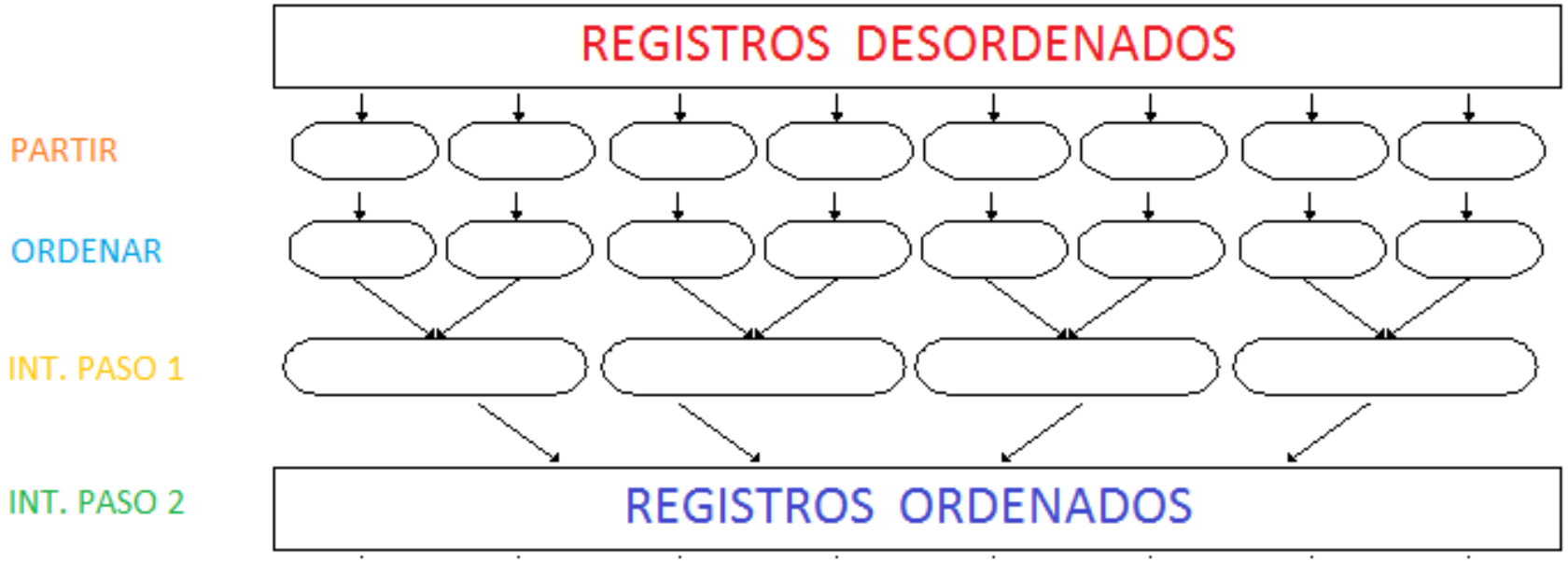
Clasificación

- **Clasificación por partes**
  - Una vez generadas las particiones, es posible minimizar la cantidad total de desplazamientos de la clasificación utilizando un **procedimiento de unión más eficiente**
  - **Intercalación en más de un paso**
    - Se agregan pasos intermedios que generan particiones intermedias temporales
    - Luego se intercalan estos archivos intermedios
    - La desventaja es que cada registro se debe leer más de una vez (al formar los archivos intermedios y al formar el archivo ordenado final)

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Int. en más de un paso**



Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Int. en más de un paso**
  - En el ejemplo visto inicialmente, en lugar de intercalar las 40 particiones a la vez, primero se intercala 5 conjuntos de 8 particiones c/u, y luego se intercala esas 5 particiones intermedias
  - **1º paso:**
    - Se debe leer datos de las **8** particiones del 1º conjunto simultáneamente. Se podrá leer **1/8** de cada partición
    - Para leer una partición completa se necesita **8 desp.**
    - Como hay 8 particiones → 8 * 8 = **64 desp.**
    - En total, para los 5 conjuntos → 5 * 64 = **320 desplazamientos**
  - **2º paso:**
    - Ahora c/u de las 5 particiones es 8 veces más grande → **40 desp.**
    - Como hay 5 particiones → 5 * 40 = **200 desplazamientos**
  - **Total**: 320 + 200 = **520 desplazamientos**

Archivos

Clasificación

- **Clasificación por partes: Int. en más de un paso**
  - **Conclusiones**
    - Se reduce el número de desplazamientos de **1600** (ejemplo inicial) a **520**
    - Si se cuenta con un archivo del doble de tamaño, es decir, **800.000** registros:
      - Intercalando en **un paso** → **6400** desplazamientos
      - Intercalando en **dos pasos** (10 conjuntos de 8 particiones) → **1440** desplazamientos

Índices

- Es importante **mantener el orden** en un archivo para poder buscar información de forma eficiente → búsqueda binaria
- Pero aunque se utilice los métodos de clasificación más eficientes:
  - Es muy costoso **ordenar** un archivo
  - Es muy costoso **mantener ordenado** el archivo, ya que ante cada cambio se debe reordenar
- Alternativa → orden lógico

Índices

- Las búsquedas secuencial y binaria **no son naturales**, no se usan en la vida cotidiana
  - Al buscar un tema en un libro → se utiliza su índice, y luego se accede a la página rápidamente
  - En una biblioteca se tienen diferentes criterios de búsqueda de libros → se dispone de un conjunto de índices (autor, tema, título, etc) que permite encontrar el libro deseado

Índices

Definiciones

- Herramienta para **encontrar registros** en un archivo. Consiste en un campo clave (búsqueda) y un campo de referencia que indica donde encontrar el registro dentro del archivo de datos
- Estructura de datos (clave, dirección) usada para **decrementar el tiempo de acceso a un archivo**
- Tabla que opera con ciertos valores de atributos como entrada (clave), y provee como salida, información que permite la **rápida localización del registro** con esos atributos

Índices

- El índice es una estructura auxiliar al archivo que nos permite acceder a sus datos
  - Es una buena alternativa al momento de buscar información
  - Varios índices nos pueden proporcionar diferentes caminos de acceso a un mismo elemento de un archivo
  - Permite imponer orden en un archivo sin que éste realmente se reacomode

Índices

Estructura de datos

- Archivo adicional ordenado con registros de longitud fija, independientemente de la estructura de datos del archivo original
  - Solo contiene un par de datos → mucho más pequeño
  - Según la estructura del archivo de datos:
    - Longitud fija: (clave, NRR)
    - Longitud variable: (clave, distancia en bytes)

Índices

- Ahora se debe mantener este nuevo archivo índice, además del archivo de datos original
  - El orden sólo se debe mantener sobre el archivo índice → mucho más pequeño que el archivo de datos
  - La búsqueda de un dato se realiza:
    1. En el **archivo índice** → se obtiene la referencia al registro del archivo de datos
    2. Usando esa referencia → se accede directamente a la información buscada en el **archivo de datos**

Índices

- Ej: archivo de datos con reg. de long. variable

Dir. Reg.	Cía	IdCia	Título	Compositores	Artista
32	UNI	2312	Paranoid Android	Radiohead	Radiohead
77	SON	2626	If I Fell	John Lennon	The Beatles
132	WAR	23699	The Scientist	Coldplay	Coldplay
167	UNI	3795	Jealous Guy	John Lennon	John Lennon
211	BMG	38358	Color Esperanza	Coti	Diego Torres
256	EMI	18807	Ticket To Ride	John Lennon	The Beatles
300	SON	75016	Baja a la Tierra	Kevin Johansen	Kevin J.+ The Nada
353	BMG	31809	Samson	Regina Spektor	Regina Spektor
396	EMI	13920	All You Need Is Love	John Lennon	Paul McCartney
422	SON	245	Grita	Jarabe de Palo	Jarabe de Palo

Índices

Índice primario

- Definición de la estructura del archivo de índice primario
  - Debe contener registros de longitud fija y mantenerse ordenado para permitir realizar una **búsqueda binaria** sobre sus datos
  - El índice primario es el que se basa en la clave primaria del archivo de datos
  - Se supone que en el ejemplo la **clave primaria** está dada por los campos Cía + IdCía → UNÍVOCA
    - Forma canónica: **Cía en mayúsculas + IdCia → Ej: UNI2312**

Índices

Índice primario

- Definición de la estructura del archivo de índice primario
  - Campo de clave: **12 caracteres**, alineados a izquierda y completado con blancos
  - Campo de referencia: **nro entero**, que es la dirección del primer byte del registro correspondiente en el archivo de datos
  - Tamaño pequeño → es muy probable que sea posible trabajar en memoria
    - La **búsqueda binaria será más rápida** que la realizada sobre un archivo de datos clasificado

Índices

Índice primario

- En el ejemplo dado

Clave	Ref
BMG31809	353
BMG38358	211
EMI13920	396
EMI18807	256
SON245	422
SON2626	77
SON75016	300
UNI2312	32
UNI3795	167
WAR23699	132

Dir. Reg.	Registro de datos
32	UNI|2312|Paranoid Android|Radiohead|Radiohead
77	SON|2626|If I Fell|John Lennon|The Beatles
132	WAR|23699|The Scientist|Coldplay|Coldplay
167	UNI|3795|Jealous Guy|John Lennon|John Lennon
211	BMG|38358|Color Esperanza|Coti|Diego Torres
256	EMI|18807|Ticket To Ride|John Lennon|The Beatles
300	SON|75016|Baja a la Tierra|Kevin Johansen|Kevin J.+ The Nada
353	BMG|31809|Samson|Regina Spektor|Regina Spektor
396	EMI|13920|All You Need Is Love|John Lennon|Paul McCartney
422	SON|245|Grita|Jarabe de Palo|Jarabe de Palo

Índices

Índice primario

- Búsqueda de un registro (por clave primaria)
  - Se desea encontrar el registro correspondiente al título "**Grita**" → **su clave primaria es SON245**
  - Utilizando esa clave se realiza una búsqueda binaria en el archivo índice y se obtiene **la referencia 422**
  - Ahora sí, se puede acceder directamente al **byte 422** del archivo de datos y recuperar el registro buscado

Índices

Operaciones básicas

- Al utilizar una estructura adicional como lo es el archivo índice:
  - Las operaciones básicas sobre el archivo de datos cambiarán y/o se le sumarán algunas operaciones sobre el archivo índice asociado
- Operaciones básicas a analizar
  - Creación
  - Carga en memoria
  - Agregar elementos
  - Modificar elementos
  - Eliminar elementos

Índices

Operaciones básicas

- Creación
  - Al **iniciar un nuevo archivo**, se debe crear tanto el archivo de datos como el archivo índice
  - Ambos se crean **vacíos** (sólo con el registro cabecera)
- Carga en memoria
  - Se supone que el archivo índice es lo **suficientemente pequeño** como para caber en memoria principal
  - Se almacena en un arreglo

Índices

Operaciones básicas

- Agregar un elemento
  - Implica agregar registros en ambos archivos
    - **Datos**
      - Se agrega el registro al final del archivo
      - Se guarda el **NRR** (long.fija) o la **distancia en bytes** (long.var) para usarlo posteriormente en el archivo índice
      - ¿Se debe reordenar el archivo?
    - **Índice**
      - Usando el valor guardado al agregar el registro en el archivo de datos, se arma el registro **(clave, NRR)** ó **(clave, distBytes)**
      - Se agrega el registro al final del archivo
      - ¿Se debe reordenar el archivo?

Índices

Operaciones básicas

- Modificar un elemento
  - Se cambia la clave primaria = (eliminar + agregar)
  - No se cambia la clave primaria
    - **Longitud Fija**
      - El índice no se altera → el **NRR** se mantiene constante
    - **Longitud Variable**
      - Si el registro **no aumenta su tamaño**, no se altera → mantendrá su posición en el archivo de datos
      - Si el registro **ocupa más** (ya no entra en el mismo lugar) → cambiará su posición en el archivo de datos y por lo tanto, el índice también deberá ser actualizado

Índices

Operaciones básicas

- Eliminar un elemento
  - **Archivo de datos**
    - Baja lógica
    - Se utiliza alguna de las técnicas vistas para reutilizar el espacio
  - **Archivo índice**
    - Baja física o lógica
    - ¿Reutilización de espacio?

Índices

Índices secundarios

- ¿Cómo se obtienen las claves para realizar las búsquedas?
  - En el ej. visto, se realizó la búsqueda del registro con el título "**Grita**" usando su clave (**SON245**)

Clave	Ref
BMG31809	353
BMG38358	211
EMI13920	396
EMI18807	256
SON245	422
SON2626	77
SON75016	300
UNI2312	32
UNI3795	167
WAR23699	132

Dir. Reg.	Registro de datos
32	UNI | 2312 | Paranoid Android | Radiohead | Radiohead
77	SON | 2626 | If I Fell | John Lennon | The Beatles
132	WAR | 23699 | The Scientist | Coldplay | Coldplay
167	UNI | 3795 | Jealous Guy | John Lennon | John Lennon
211	BMG | 38358 | Color Esperanza | Coti | Diego Torres
256	EMI | 18807 | Ticket To Ride | John Lennon | The Beatles
300	SON | 75016 | Baja a la Tierra | Kevin Johansen | Kevin J.+ The Nada
353	BMG | 31809 | Samson | Regina Spektor | Regina Spektor
396	EMI | 13920 | All You Need Is Love | John Lennon | Paul McCartney
422	SON | 245 | Grita | Jarabe de Palo | Jarabe de Palo

Índices

Índices secundarios

- En algunos casos no resulta natural solicitar un dato por clave primaria
- En su lugar se utiliza un campo más fácil de recordar
  - En el ejemplo, la búsqueda podría ser directamente por el título “**Grita**”
  - Para poder realizar esa búsqueda, se necesita definir un índice secundario por dicho campo

Índices

Índices secundarios

- Un índice secundario **relaciona una clave secundaria con la clave primaria** correspondiente
- Las claves secundarias **pueden repetirse**
- Para buscar un registro por clave secundaria:
  - Se accede por clave secundaria al índice secundario → se obtiene la clave primaria
  - Se accede por clave primaria al índice primario → se obtiene la referencia al archivo de datos
  - Utilizando esta referencia se accede en forma directa al registro en el archivo de datos

Índices

Índices secundarios

- Ej: ya se contaba con dos archivos: índice primario y datos

Clave	Ref
BMG31809	353
BMG38358	211
EMI13920	396
EMI18807	256
SON245	422
SON2626	77
SON75016	300
UNI2312	32
UNI3795	167
WAR23699	132

Dir. Reg.	Registro de datos
32	UNI|2312|Paranoid Android|Radiohead|Radiohead
77	SON|2626|If I Fell|John Lennon|The Beatles
132	WAR|23699|The Scientist|Coldplay|Coldplay
167	UNI|3795|Jealous Guy|John Lennon|John Lennon
211	BMG|38358|Color Esperanza|Coti|Diego Torres
256	EMI|18807|Ticket To Ride|John Lennon|The Beatles
300	SON|75016|Baja a la Tierra|Kevin Johansen|Kevin J.+ The Nada
353	BMG|31809|Samson|Regina Spektor|Regina Spektor
396	EMI|13920|All You Need Is Love|John Lennon|Paul McCartney
422	SON|245|Grita|Jarabe de Palo|Jarabe de Palo

Índices

Índices secundarios

- Ahora, por ejemplo, se puede añadir un tercer archivo → un índice secundario por el campo compositor

INDICE DE COMPOSITORES	
Clave Secundaria	**Clave Primaria**
Coldplay	WAR23699
Coti	BMG38358
Jarabe de Palo	SON245
John Lennon	EMI13920
John Lennon	EMI18807
John Lennon	SON2626
John Lennon	UNI3795
Kevin Johansen	SON75016
Radiohead	UNI2312
Regina Spektor	BMG31809

Índices

Índices secundarios

- Si se busca el registro correspondiente al compositor “Kevin Johansen”
  - Se accede al **índice secundario** y se busca la entrada “Kevin Johansen” → se obtiene la clave primaria **SON75016**
  - Se accede al **índice primario** y se busca la entrada con la clave primaria conseguida → se obtiene la referencia **300**, que nos dirigirá directamente al registro buscado en el **archivo de datos**

Índices

Índices secundarios

- Si se busca el registro correspondiente al compositor "John Lennon"
  - Se accede al **índice secundario** y se busca el registro "John Lennon" → se obtiene más de una clave primaria, ya que varias entradas tienen ese compositor
  - Cuando hay varios registros con una misma clave secundaria → existe un segundo criterio de ordenación

Índices

Operaciones básicas (Índ. Sec.)

- Creación
  - Al iniciar un nuevo archivo, se debe crear el archivo de datos, el archivo de índice primario y **todos los archivos de índices secundarios necesarios**
  - Habrá un archivo de índice secundario por cada criterio de búsqueda que se desee utilizar
  - Todos los archivos se crean **vacíos** (sólo con el registro cabecera)

Índices

Operaciones básicas (Índ. Sec.)

- Agregar un elemento
  - Toda alta en el archivo de datos genera una inserción en el índice secundario → reacomodación del archivo de índice secundario
  - La **claves duplicadas** implican un reordenamiento de segundo nivel de acuerdo a la clave primaria que referencian
    - Bajo costo si el índice está en memoria principal

Índices

Operaciones básicas (Índ. Sec.)

- Modificar un elemento
  - Se cambia la clave primaria = (eliminar + agregar)
  - No se cambia la clave primaria
    - Se cambia la clave secundaria → reacomodación del archivo de índice secundario
    - No se cambia la clave secundaria → no hay cambios

Índices

Operaciones básicas (Índ. Sec.)

- Eliminar un elemento
  - Al eliminar un registro del archivo de datos se debe:
    - Eliminar **referencia en índice primario**
    - Eliminar **referencias en índices secundarios**
      - Puede ser algo costoso
      - ¿Alternativas?

Índices

Operaciones básicas (Índ. Sec.)

- Eliminar un elemento (alternativa)
  - Sólo borrar la referencia del índice primario → servirá como barrera de protección
    - **Beneficio**
      - La barrera aisla a los índices secundarios de los cambios en el archivo de datos
      - No hay un reacomodo por cada eliminación
    - **Costo**
      - Se sigue ocupando el espacio → puede ser un problema si el archivo es muy vólatil
      - Es posible programar borrados físicos de los índices secundarios

Índices

Índices secundarios

- Problema: la repetición de información
  - Un archivo de índices secundarios se debe reacomodar con cada inserción
    - Incluso si la clave secundaria ya existe, dado que existe un segundo orden por clave primaria
  - Misma clave con varias ocurrencias en distintos registros
    - Se desperdicia espacio
    - Menor probabilidad de que el índice quepa en memoria

Índices

Índices secundarios

- La repetición de información → Solución 1
  - **Arreglo**: clave + vector de punteros con ocurrencias

John Lennon	EMI13920	EMI18807	SON2626	UNI3795

    - Al agregar un nuevo registro con una **clave nueva** → se genera un arreglo con la clave y un elemento en el vector de punteros
    - Al agregar un nuevo registro de una **clave existente** → no se debe reacomodar el índice, sólo se debe reacomodar el vector de ocurrencias
    - **Problema** → elección del tamaño (**fijo**) del vector
      - Posibles casos en que sea **insuficiente**
      - Posibles casos en que **sobre espacio** → fragmentación interna

Índices

Índices secundarios

- La repetición de información → Solución 2
  - **Listas invertidas**: archivos en los que una clave sec. lleva a un conjunto de una o más claves primarias → lista de referencias de claves primarias
    - **No hay restricciones** en cuanto a la cantidad de claves que es posible guardar
    - **No se pierde espacio** → no hay reserva
    - Al agregar un elemento a la lista **no es necesario** realizar una reorganización completa
    - Se organiza físicamente con un nuevo archivo al que se referencia desde el archivo de índice secundario

Índices

Índices secundarios

- Las listas deben **mantener el orden localmente**

INDICE DE COMPOSITORES		
NRR	**Clave Secundaria**	**Link**
0	Coldplay	2
1	Coti	4
2	Jarabe de Palo	9
3	John Lennon	8
4	Kevin Johansen	6
5	Radiohead	0
6	Regina Spektor	7

LISTA DE CLAVES PRIMARIAS		
NRR	**Clave Primaria**	**Link**
0	UNI2312	-1
1	SON2626	3
2	WAR23699	-1
3	UNI3795	-1
4	BMG38358	-1
5	EMI18807	1
6	SON75016	-1
7	BMG31809	-1
8	EMI13920	5
9	SON245	-1

Índices

Índices secundarios

- La repetición de información → Solución 2
  - Ventajas
    - Índice secundario más pequeño
    - Agregar/modificar una clave secundaria → único reacomodamiento (y menos costoso) sobre índice sec.
    - Agregar/eliminar claves primarias para una clave secundaria ya existente → sólo se debe modificar el archivo de listas (manteniendo el orden localmente)

Índices

Índices secundarios

- La repetición de información → Solución 2
  - Desventajas
    - Es conveniente que el archivo de listas esté en **memoria principal** sino se podrían generar muchos desplazamientos en disco
    - Por cada índice secundario se precisa dos archivos: el archivo del índice secundario y el archivo de listas
      - Costoso si hay muchos índices secundarios

Índices

Índices selectivos

- Los índices selectivos contienen claves sólo para una **porción de los registros** del archivo de datos
  - A partir del índice definido → sólo es visible un subconjunto de los registros del archivo
  - El índice actúa como filtro
  - En el ejemplo, se podría definir un índice selectivo que permita ver sólo los registros que pertenezcan a un **género musical en particular**

Índices

Conclusiones

- Ventajas del uso de índices
  - Archivos índices → **registro de longitud fija**
    - Permite búsqueda binaria aún cuando el archivo de datos contenga registros de longitud variable
  - **Menor tamaño** que el archivo de datos
    - Mayor probabilidad de estar en memoria principal
    - La búsqueda binaria es más eficiente
    - El mantenimiento es menos costoso

Índices

Conclusiones

- Desventaja del uso de índices
  - Existe un **procesamiento adicional**. Debido a la reacomodación de los índices ante altas o bajas en los archivos de datos
- Existen alternativas para mejorar aún más la eficiencia en el acceso a los datos
  - Árboles balanceados
  - Dispersión de archivos