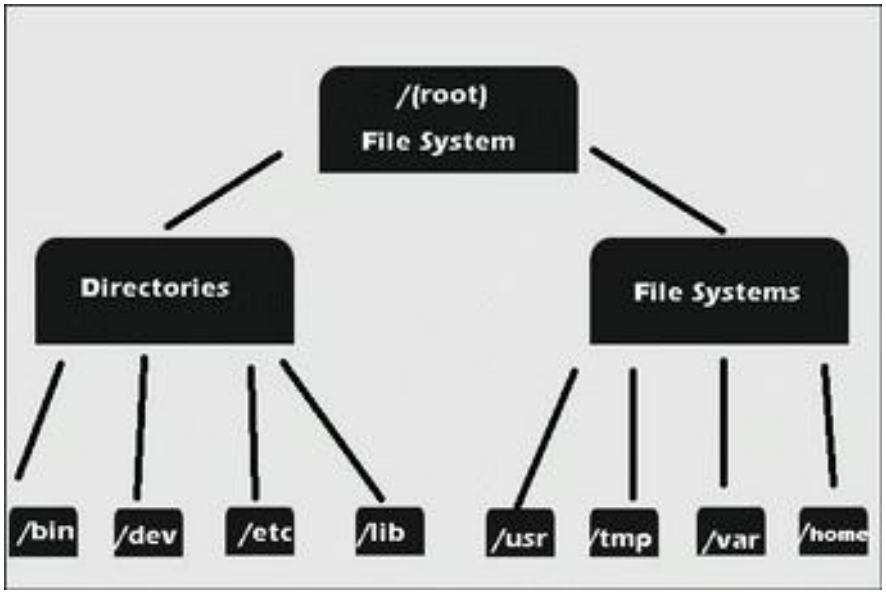
SISTEMA DE ARCHIVOS



- Introducción de las funciones del Sistema de Archivo
- Tipos de Sistema de archivo
- Los mas populares
- Aspectos para evaluar un F. S.
- Diseño de un F. S.
  - Concepto de Bloque
  - Archivos – Directorios
  - Asignación de Espacio
  - Control de Espacio Libre
- Casos de Estudio
  - FAT
  - Unix File-Systems
    - Inodos
    - Manejo de inodos
  - NTFS
  - MFT
- Abstracción del Sistema de archivo

Introducción al Sistema de Archivo

Es el que indica como se **organiza la información** dentro de los **medios físicos**

Entre sus funciones están:

- El guardado y recuperación de la información;
- Administración del espacio libre,
- El guardado de los atributos de seguridad del sistema operativo (En los filesystem nuevos).

Estos programas se encargan de:

- Identificar y localizar archivos
- Seguridad
- Asignación de espacio
- Coordinación de transferencia (sistema multiusuario)

Introducción al Sistema de Archivo

Sistema de archivos: Subsistema del S.O. encargado de la gestión de la memoria secundaria (concretamente del almacenamiento de la información en dispositivos de memoria secundaria).

El medio sobre el que se almacenan los archivos se divide en bloques de longitud fija, siendo el sistema de archivos el encargado de asignar un número adecuado de bloques a cada archivo.

Funciones del sistemas de archivos:

- Crear y borrar archivos
- Permitir el acceso a los archivos para que sean leídos o escritos
- Automatizar la gestión de la memoria secundaria
- Permitir referenciar un archivo por su nombre simbólico
- Proteger los archivos frente a fallos del sistema
- Permitir el uso compartido de archivos a usuarios autorizados

BLOQUES:

SECTOR 512 Bytes.

El Bloque puede tomar varios sectores:

ej. 1k, 2 k o 4 k

Tipos de Sistema de archivo

Pueden ser clasificados por:

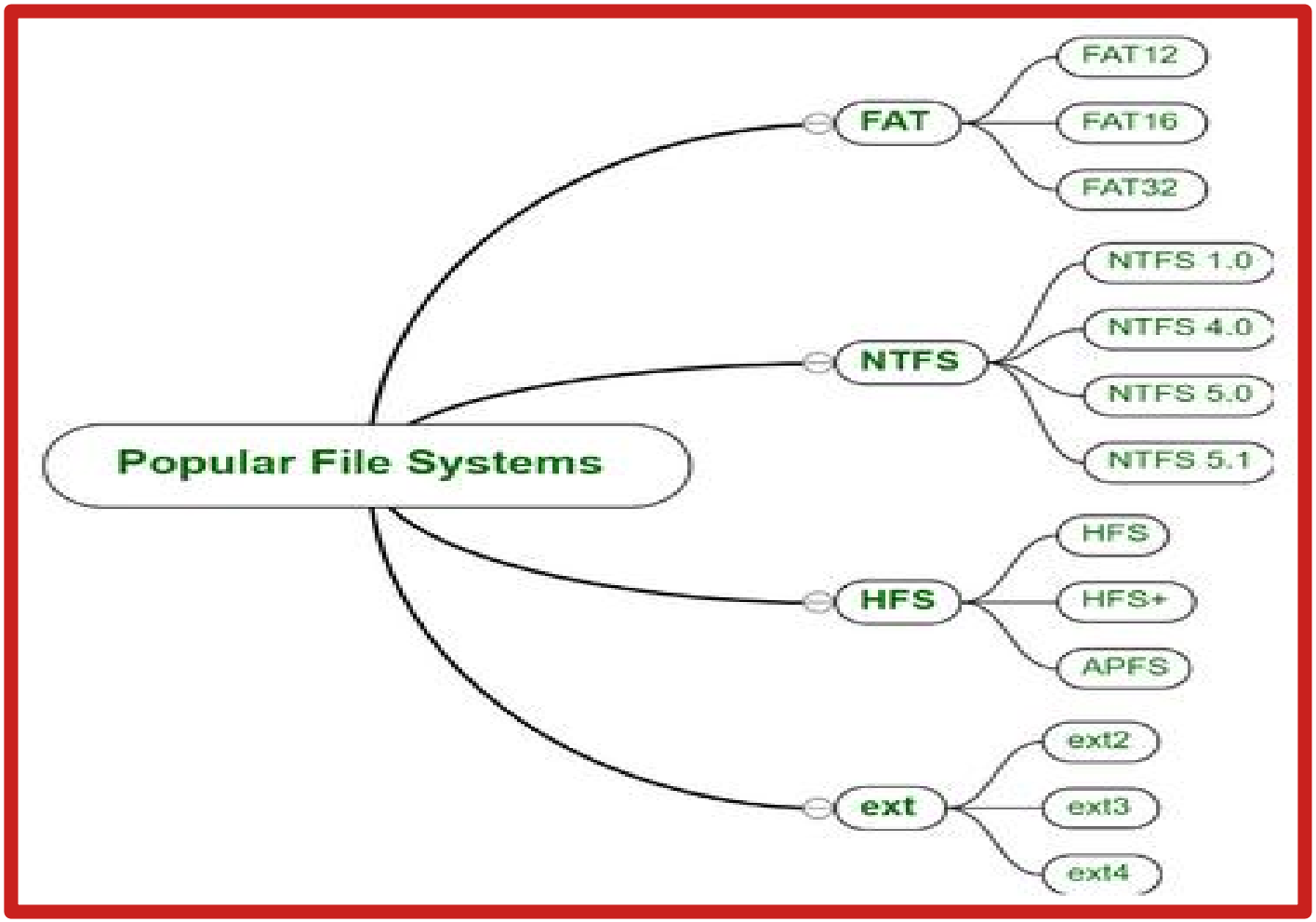
- **medio**
- **red**
- **propósito especial.**

- **Discos de plato magnetico o Flash** (acceso aleatorio): FAT, NTFS, HFS+, UFS, EXT2/3/4, XFS, BRTFS, Veritas File system, ZFS, ReiserFS
- **Discos Opticos:** ISO9660, UDF
- **Flash file System** (Especialmente embebidos): JFFS, UBIFS, LogFS, F2FS, SquashFS

- **Network File System:** NFS, AFS (Sistema de comparticion de apple), SMB (Sistema de comparticion de microsoft), FTP, Webdav, SSHFS.
- **Sistemas de archivos en Cluster:**
  - **Shared-disk / storage area network:** GFS2 (Red hat), GPFS (IBM), CSV (Microsoft), OCFS (Oracle)
  - **Distributed file systems:** GFS (Google), HDFS (Apache), Ceph (Red Hat), DFS (Microsoft), GlusterFS (Red Hat)

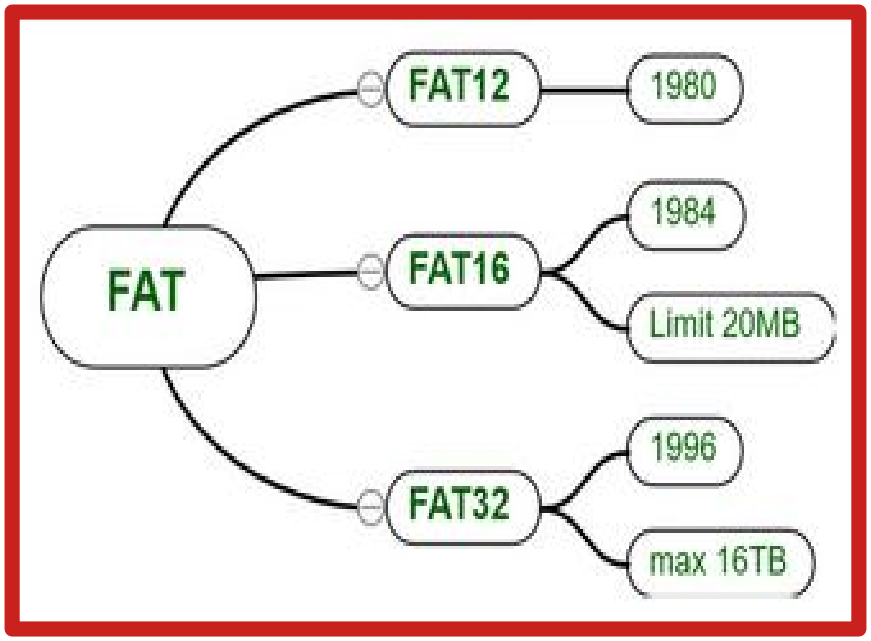
- **Especiales:**
  - **procfs** --> Mapeo de procesos y estructuras en linux
  - **configfs y sysfs** --> Muestra como archivos los parametros de consulta y configuración de un Linux
  - **devfs** --> los archivos en esta fs representa a dispositivos. Y permite utilizar las primitivas de cualquier fs para acceder al dispositivo.
  - **Superpuestos** --> overlayFS, UnionFS, aufs

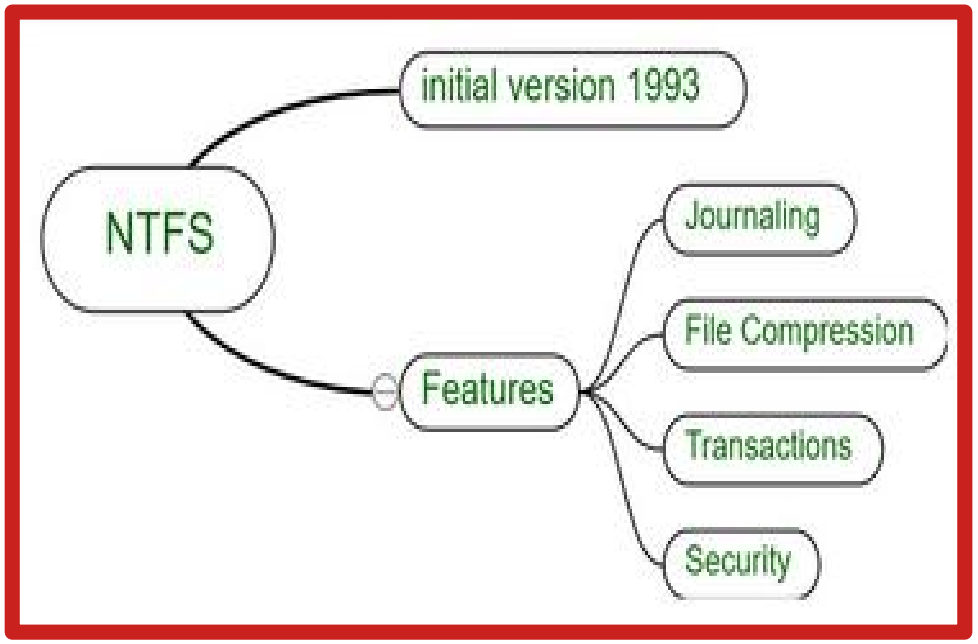
Los mas populares

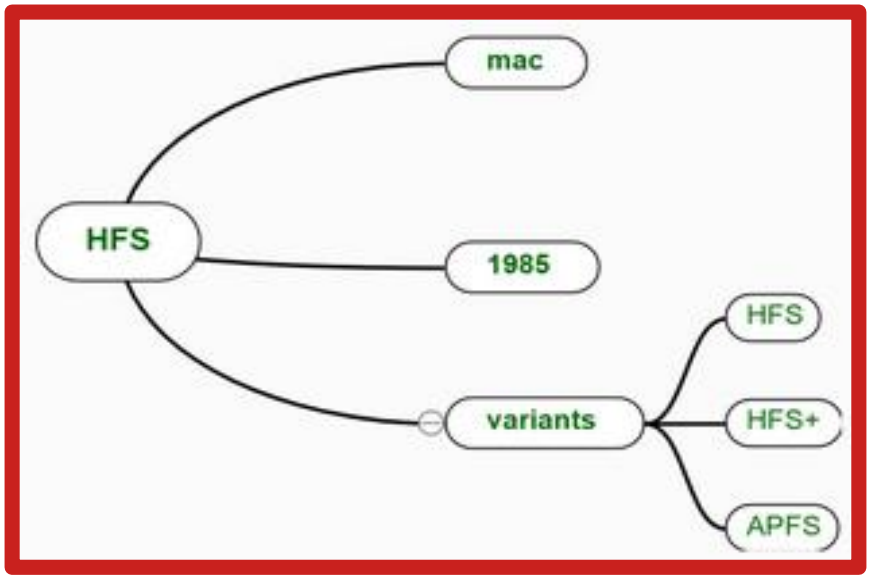


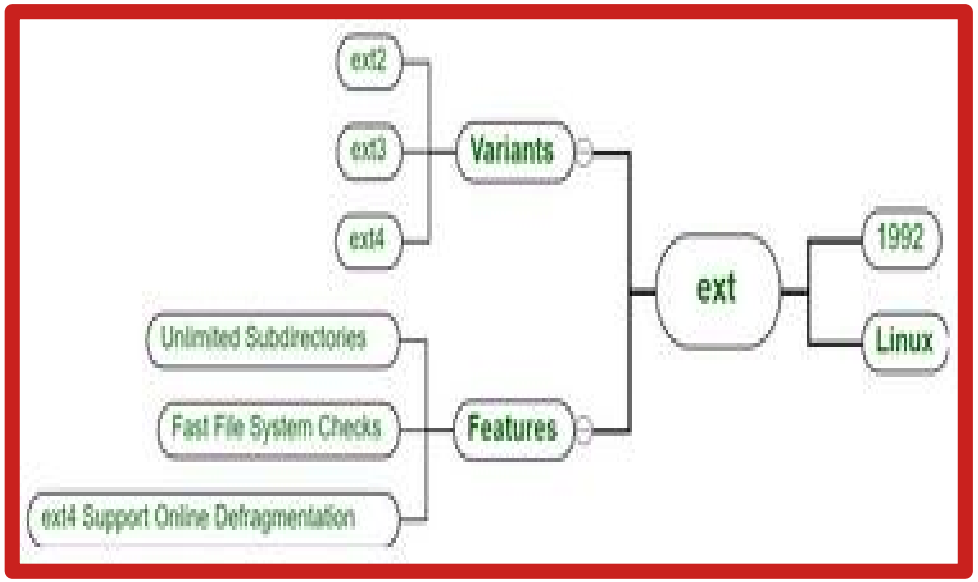
- FAT (File Allocation Table).
- NTFS (New Technology File System).
- HFS (Hierarchical File System).
- EXT (Extended File System).

Los mas populares









Aspectos a evaluar para un F.S.

- Manejo de espacio
  - Manejo de nombres de los objetos (directorio y archivos)
  - La estructura de directorios utilizados
  - Metadata que se le puede asociar a los objetos (directorio y archivos)
- Utilidades:
  - Creación, Chequeo, Defrag, Tunning, Resize, Undelete, etc.
- Mecanismos de permisos y restricción.
  - ACL
  - Capacidades
- Integridad de la información
- Limitiaciones impuestas por diseño.
- Extras
  - Encriptado a nivel archivo o directorio
  - Compresión a nivel archivo o directorio
  - Desduplicacion

Diseño de un FS

EL CONCEPTO DE BLOQUE

Un bloque es la unidad mínima de asignación de espacio en un soporte específico.
Siempre que se pida un cierto espacio en un soporte de almacenamiento, el sistema de archivo proporciona una cantidad que, por lo regular, es mayor que la que se pide. Problema **Fragmentación Interna.**

Ejemplo de Archivo lógico Vs Físico:

```
dd if=/dev/urandom of=./uno.txt bs=512 count=1
dd if=/dev/urandom of=./dos.txt bs=512 count=8
dd if=/dev/urandom of=./tres.txt bs=512 count=9
ls -l
du -h *
```

Ejemplo de direccionamiento:
Lógico Vs Físico

```
blockdev --getss /dev/sdb
blockdev --getpbsz /dev/sdb
```

Manipulación de Archivos:

Entrada/salida lógica	Relación con Usuarios y Aplicaciones
Supervisor de E/S básico	Comienza y termina E/Salidas
Sistema de archivo básico (E/S física)	Bloques de datos, desconoce estructura, de datos.
Controladores	(device driver) directo sobre el Hardw.

Diseño de un FS

ATRIBUTOS DE LOS ARCHIVOS:

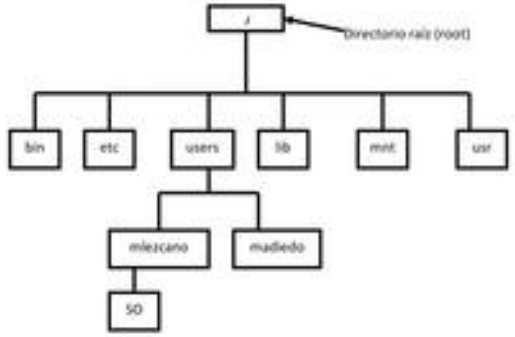
Nombre del archivo: Univoco dentro de un directorio.
Tipo de archivo: Formato (texto, binario, Enlace simbólico, etc)
Datos de la creación o modificación: fecha, hora, etc.
Tamaño del archivo: Especificado en bytes, bloques, etc.
Atributos de protección. Permisos.

Ejemplo comandos:

dir en windows
ls en linux

ESTRUCTURA DE DIRECTORIO:

- Todo sistema de archivo posee, como parte de su organización, una estructura de datos denominada tabla de directorio.
- Todos los medios de almacenamiento poseen esa estructura de datos, que se construye cuando se le da formato al soporte.
- La forma que tenga el directorio depende del SO.



Una Estructura Posible (Solo didáctica)

NOMBRE	TIPO	DIRECCIÓN DE INICIO	FECHA	HORA	TAMAÑO	PROPIETARIO

Diseño de un FS

EL CONCEPTO DE BLOQUE

Un bloque es la unidad mínima de asignación de espacio en un soporte específico.
Siempre que se pida un cierto espacio en un soporte de almacenamiento, el sistema de archivo proporciona una cantidad que, por lo regular, es mayor que la que se pide. Problema **Fragmentación Interna.**

ASIGNACIÓN DE ESPACIO:

Para pensar…

Cuando se cree un nuevo archivo, ¿se le asignará todo el espacio que necesita?

¿Qué tamaño debe tener un bloque?
¿Que pasa si los Bloques son muy pequeños?
¿Que pasa si los Bloques son muy Grandes?

La idea es tener un tamaño optimo de Bloque para no provocar tanta fragmentación interna y para no tener que usar demasiados recursos para controlarlos.

No es tan fácil definir el tamaño "ideal" de un bloque.

Diseño de un FS

TIPOS DE ASIGNACIÓN DE ESPACIO:

- **Contigua:** Asigna un conjunto de bloques contiguos cuando se crea al archivo.
- **Enlazada:** Cada bloque tiene un puntero al próximo bloque y pueden estar en cualquier parte de la unidad de almacenamiento.
- **Indexada:** Cada archivo usa uno de los bloques para almacenar las localizaciones de los bloques que pertenecen al archivo.

CADA UNA TIENE:

- **Ventajas y desventajas.**
- **Estrategias:** Cada Estructura tiene asociada sus estrategias de manipulación.
- **Problema:** Como pensar un F. S. multi-proposito o bien un F. S. especializado.

Diseño de un FS

ASIGNACIÓN CONTINUA:

Nombre	B. Inicio	Bloques
file1	1	3
file2	4	2

Directorio

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9
10	11	12	13	14

Bloques del disco

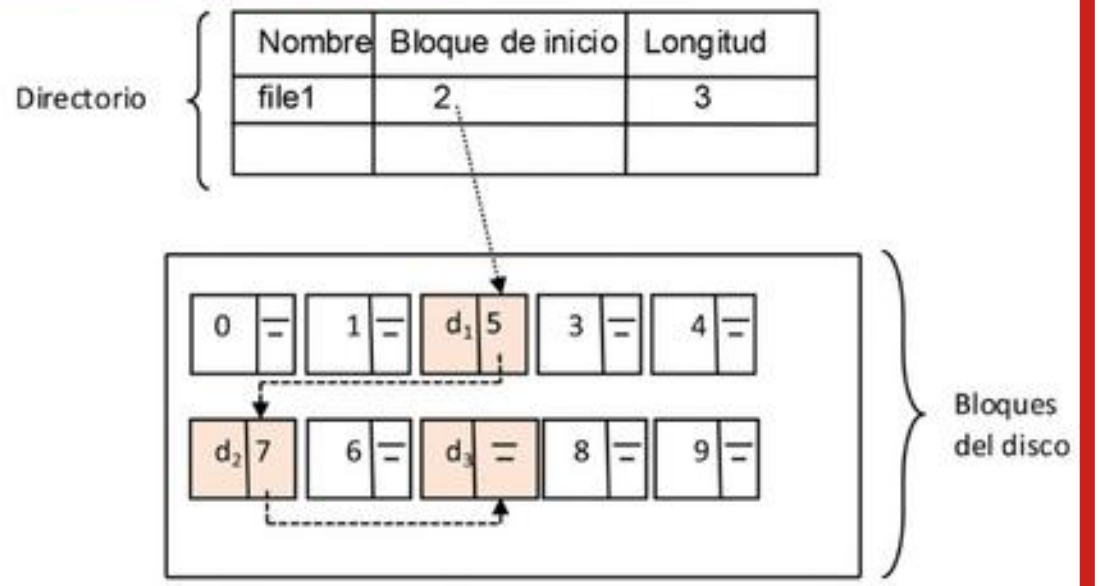
Desventajas:
El crecimiento.
Fragmentación Externa.

DES FRAGMENTAR:
Cual es el problema de la des fragmentación?

Ventajas
Acceso directo a los datos.
Rápido: Se efectúan menos movimientos mecánicos del cabezal de lectura/escritura.
Fácil Recuperación de datos Borrados.

Diseño de un FS

ASIGNACIÓN ENLAZADA:



Problema:

¿ Que tipo de acceso utiliza?
¿Mejora o empeora la situación?
Comparando con la anterior….

Ventajas

Crecimiento mientras existan bloques libres.
Elimina el problema de la fragmentación externa.

Desventajas:

No Tiene acceso directo; para acceder al bloque n hay que recorrer los n-1bloques que le preceden.
Lentitud: Por dispersión de los bloques.
Gasta espacio adicional: Cada bloque contiene un campo dedicado al puntero.

Diseño de un FS

ASIGNACIÓN INDEXADA:

Nombre	B. Inicio
file1	4

Directorio

Bloque 4 ampliado

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9
10	11	12	13	14

5
9
13
Nulo
Nulo
Nulo

Ventajas

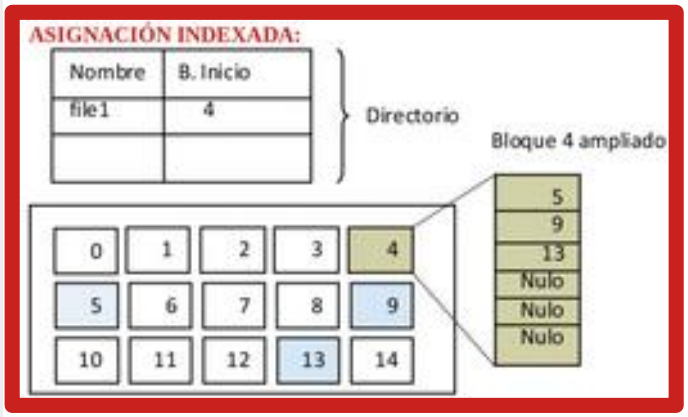
No provoca fragmentación externa.
Permite el acceso aleatorio.
Los archivos pueden crecer mientras haya espacio y forma de hacer referencia a sus bloques.

Desventajas

Archivos están dispersos.
Acceso mas lento que la Continua.

LA INDEXADA ES LA MÁS UTILIZADA ACTUALMENTE

Diseño de un FS



Algunas Reflexiones:

- Los Archivos del Directorio apuntan a un Nodo de Direcciones.
- El Primer Nodo de Direcciones contiene todas las direcciones de bloque del Archivo.
- Que hacer Si el Archivo requiere mas bloques que la cantidad que tiene el Nodo de direcciones?

Algunas Aplicaciones de este modelo:

- La solución que ofrece el SO Unix se basa en esta idea.
- La Solución de Windows, en sus FAT, se basa en Generar una gran tabla de índices para todos los archivos del F. S.
  - FAT tiene una lista enlazada que es necesario recorrer para localizar los bloques de datos.
  - FAT NO ES UNA LISTA ENLAZADA

La solución del tipo de asignación depende del problema

Diseño de un FS

CONTROL DE ESPACIO LIBRE:

Para controlar el espacio libre, se pueden usar varios tipos de estructuras de datos.

- **Utilizar la Misma estructura. (Caso de la FAT). Poco eficiente.**
- **Control a partir de una Tabla.**
- **Utilizando un mapa de Bits.**

CONTROL A PARTIR DE UNA TABLA:

DIRECCIÓN DE INICIO	TAMAÑO
10	23
80	12

Tener cuidado con la eliminación de Archivos y revisar antes de actualizar la tabla de Espacio libre.

CONTROL UTILIZANDO MAPA DE BITS:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0

La longitud del mapa es igual a la cantidad de Bloques del FS.
Las estrategias cambian de acuerdo a si es Contigua, Enlazada, o Indexada.

DES FRAGMENTAR:

Cual es el problema de la des fragmentación?

Caso de Estudio F. S.

File Allocation Table (FAT)

Tabla de Directorios:

Nombre	Extensión	Atributos	Reservado	Hora	Fecha	Cluster	Longitud
carta	doc					12	
pepe	txt					23	

*** atributos (oculto, de lectura solamente, sistema y archivo)**

Tabla de Datos

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	eof	8	0	0	0	0	2	0
1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
3	31	38	0	0	0	0	0	0	50	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	eof	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Doble Propósito:

- **Localizar los bloques de datos de cada Archivo.**
- **Controlar el espacio libre.**

Los 2 primeros Clúster no se utilizan (el 1ro es MBR)

El S.O. realiza los cálculos para ubicar físicamente el Bloque en el disco.

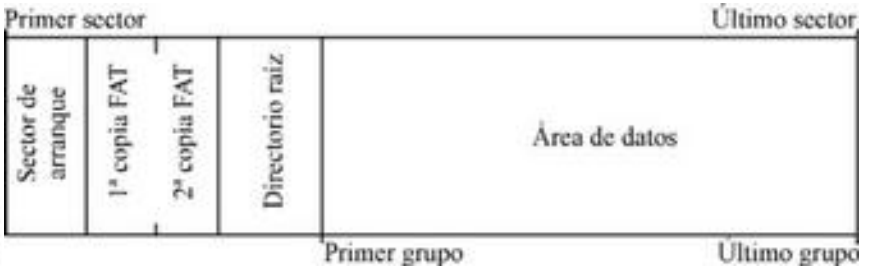
Caso de Estudio F. S.

El sistema de archivos FAT se compone de cuatro secciones:

- El sector de arranque
  - Siempre es el primer sector de la partición (volumen) e incluye información básica, punteros a las demás secciones, y la dirección de la rutina de arranque del sistema operativo.
  - Contiene ademas la geometría del disco. (para el calculo del SO).
- La región FAT
  - Contiene dos copias de la tabla de asignación de archivos (por motivos de seguridad).
    - Estos son mapas de la partición, indicando qué clusters están ocupados por los archivos.
- La región del directorio raíz.
  - Es el índice principal de carpetas y archivos.
- La región de datos.
  - Es el lugar donde se almacena el contenido de archivos y carpetas.
    - Por tanto, ocupa casi toda la partición.
    - El tamaño de cualquier archivo o carpeta puede ser ampliado siempre que queden suficientes clúster libres.
    - Cada clúster está enlazado con el siguiente mediante un puntero.
    - Si un determinado clúster no se ocupa por completo, su espacio remanente se desperdicia.

Caso de Estudio F. S.

FAT - Estructuras



- Boot (sector de arranque)
- Región FAT (dos copias)
- Directorio raiz (Índice principal de carpetas y directorios)
- Datos

```
00004000 f0ffff0f ffffff0f f8ffff0f ffffff0f
00004010 00000000 00000000 00000000 00000000
00004020 09000000 0a000000 0b000000 0c000000
00004030 0d000000 0e000000 0f000000 10000000
00004040 11000000 12000000 13000000 ffffff0f
00004050 15000000 16000000 17000000 18000000
00004060 19000000 1a000000 1b000000 1c000000
00004070 1d000000 1e000000 1f000000 20000000
00004080 21000000 ff00ffff 0f000000 00000000
00004090 00000000 00000000 00000000 00000000
```

FAT ID	Indicación de fin de cadena
Clusters vacíos	El directorio raiz cabe en un sólo cluster
Primer cadena (un solo cluster: 0003)	Segunda cadena (12 clusters: 0008 a 0013)
Tercera cadena (16 clusters: 0014 a 0021)	

Caso de Estudio F. S.

La FAT

- Cada entrada,campo o celda, contiene información sobre un clúster:
  - La dirección del siguiente clúster en la cadena.
  - Si es pertinente, la indicación de "fin de archivo" (EOF).
  - Un carácter especial para indicar que el clúster es defectuoso.
  - Un carácter especial para indicar que el clúster está reservado (es decir, ocupado por un archivo).
  - El número cero para indicar que el clúster está libre.
- El tamaño de estas entradas también depende de la variante FAT
  - FAT12 de 12 baytes.
  - FAT16 de 16 baytes.
  - FAT32 de 32 baytes.
- Una entrada representa un bloque o cluster del volumen.

Se Mantienen 2 FAT ya que por seguridad Resguarda una copia.

Caso de Estudio F. S.

FAT Directorio Raíz

Este índice es un tipo especial de archivo que almacena las sub carpetas y archivos que componen cada carpeta.

Cada entrada del directorio contiene:

- **Nombre del archivo o carpeta (máximo 8 caracteres)**
- **Extensión (máximo 3 caracteres)**
- **Atributos (archivo, carpeta, oculto, del sistema, o volumen)**
- **Fecha**
- **Hora**
- **Dirección del primer cluster donde están los datos.**
- **Tamaño que ocupa.**

El directorio raíz ocupa una posición concreta en el sistema de archivos, pero los índices de otras carpetas ocupan la zona de datos como cualquier otro archivo. Los nombres largos se almacenan ocupando varias entradas en el índice para el mismo archivo o carpeta.

En realidad los directorios son un tipo especial de fichero, que en lugar de datos de usuario, contienen metadatos (punteros a otros ficheros).

Caso de Estudio F. S.

	FAT12	FAT16	FAT32
Desarrollador	Microsoft		
Nombre completo	Tabla de Asignación de Archivos		
	(versión de 12 bits)	(versión de 16 bits)	(versión de 32 bits)
Introducido	FAT12: 1980-08 (SCP 86-DOS 0.42)	FAT16: 1984-08 (PC DOS 3.0), FAT16B: 1987-11 (Compaq MS-DOS 3.31)	FAT32: 1996-08 (Windows 95 OSR2)
Identificador de partición	0x01 (MBR)	0x04, 0x06, 0x0E (MBR)	0x0B, 0x0C (MBR) EBD0A0A2-B9E5-4433-87C0-68B6B72699C7 (GPT)
Estructuras	**FAT12**	**FAT16**	**FAT32**
Contenido de carpeta	Tabla		
Ubicación de archivo	Lista enlazada		
Bloques defectuosos	Lista enlazada		
Límites	**FAT12**	**FAT16**	**FAT32**
Tamaño máximo de archivo	32 MiB	2 GiB (4 GiB - 1)	4 GiB - 1
Número máximo de archivos	4.068 for 8 KiB clusters	65.460 for 32 KiB clusters	268.173.300 for 32 KiB clusters
Longitud máxima del nombre de archivo	8.3 (11) o 255 caracteres cuando se usan LFNs (Long File Names)		
Tamaño máximo del volumen	32 MiB	2 GiB	2 TiB

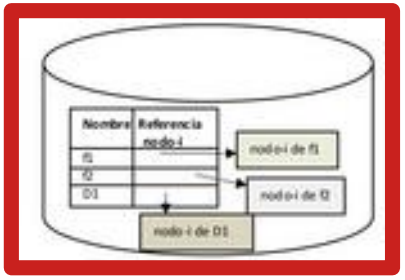
Caso de Estudio F. S.

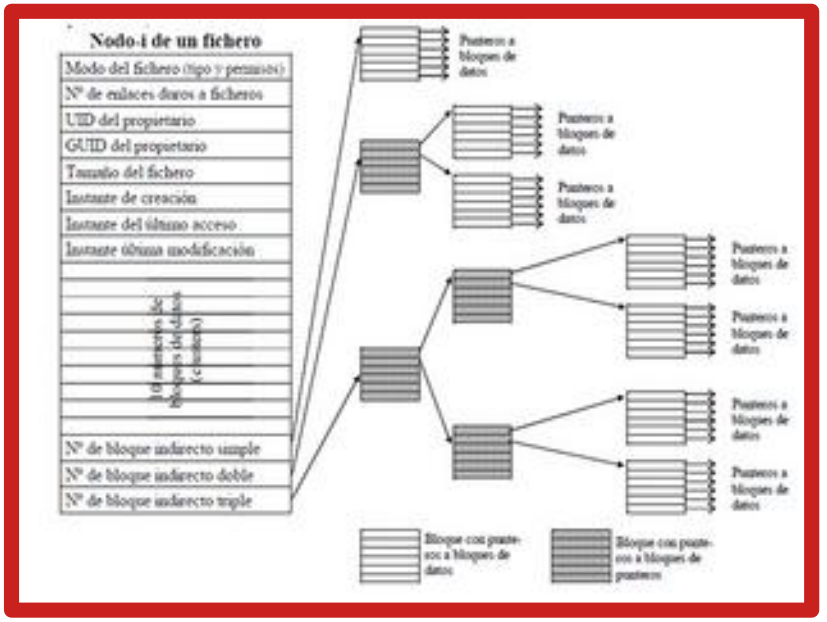
Sistemas de archivos UNIX

Generalidades de los sistemas de archivos Unix

Un archivo Unix es simplemente una secuencia de bytes. Las dos estructuras de datos para localizar un archivo son:

- **La tabla de directorio.**
- **El nodo-i (i-node).**





Los conceptos centrales son:

1.- superbloque,
2.- nodo-i,
3.- bloque de datos,
4.- bloque de directorio, y
5.- bloque de indirección.

Caso de Estudio F. S.

Bloque de arranque
Cada sistema de archivo comienza con un bloque de arranque, el cual ocupa siempre un sólo bloque.

Superbloque
Ocupa un solo bloque. Contiene información relativa al tamaño de las distintas partes del sistema de archivos.

Mapa de bits de los nodos-i
Se utiliza para llevar el control de los nodos-i libres y ocupados. Por cada nodo-i existe un bit en dicha tabla que indica su estado. 0,1.

Mapa de bits de zonas
Se utiliza para llevar el control de las zonas de datos. Su funcionamiento es igual del mapa de bits de los nodos-i.

Nodos-i
Son estructuras en las que se encuentra información de cada fichero físico existente en el sistema de archivos, principalmente la relativa a la situación de las zonas de datos de dicho fichero.

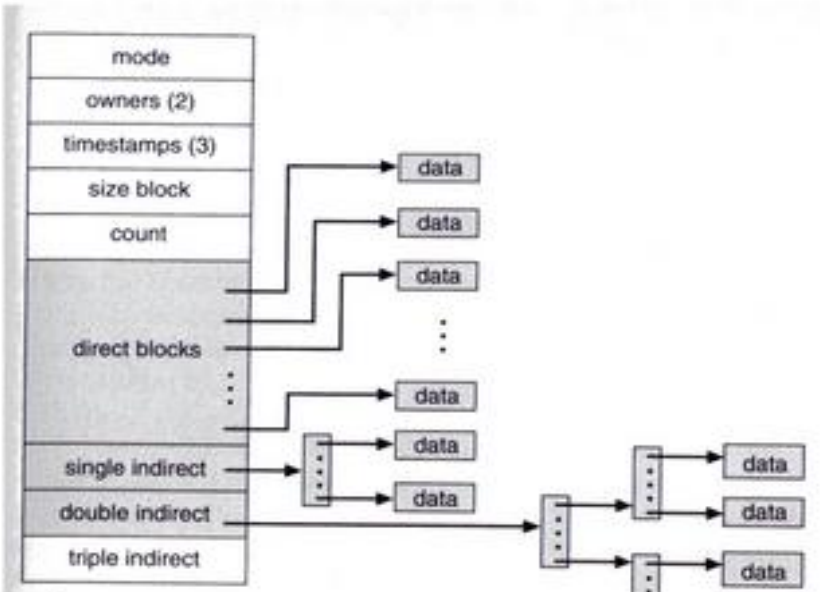
Datos
Es el conjunto de bloques que se utiliza para el almacenamiento de los ficheros.

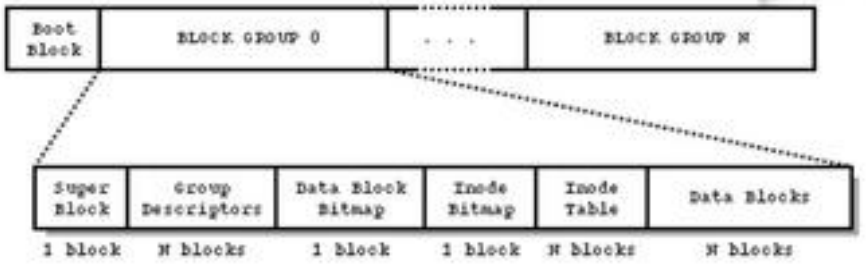
Basado en Minix

Caso de Estudio F. S.

Ext2/3/4

- Superbloque,
- Tabla del grupo
- Tabla bitmap de datos
- Tabla bitmap de inodes
- Nodo-i,
- Bloque de datos,





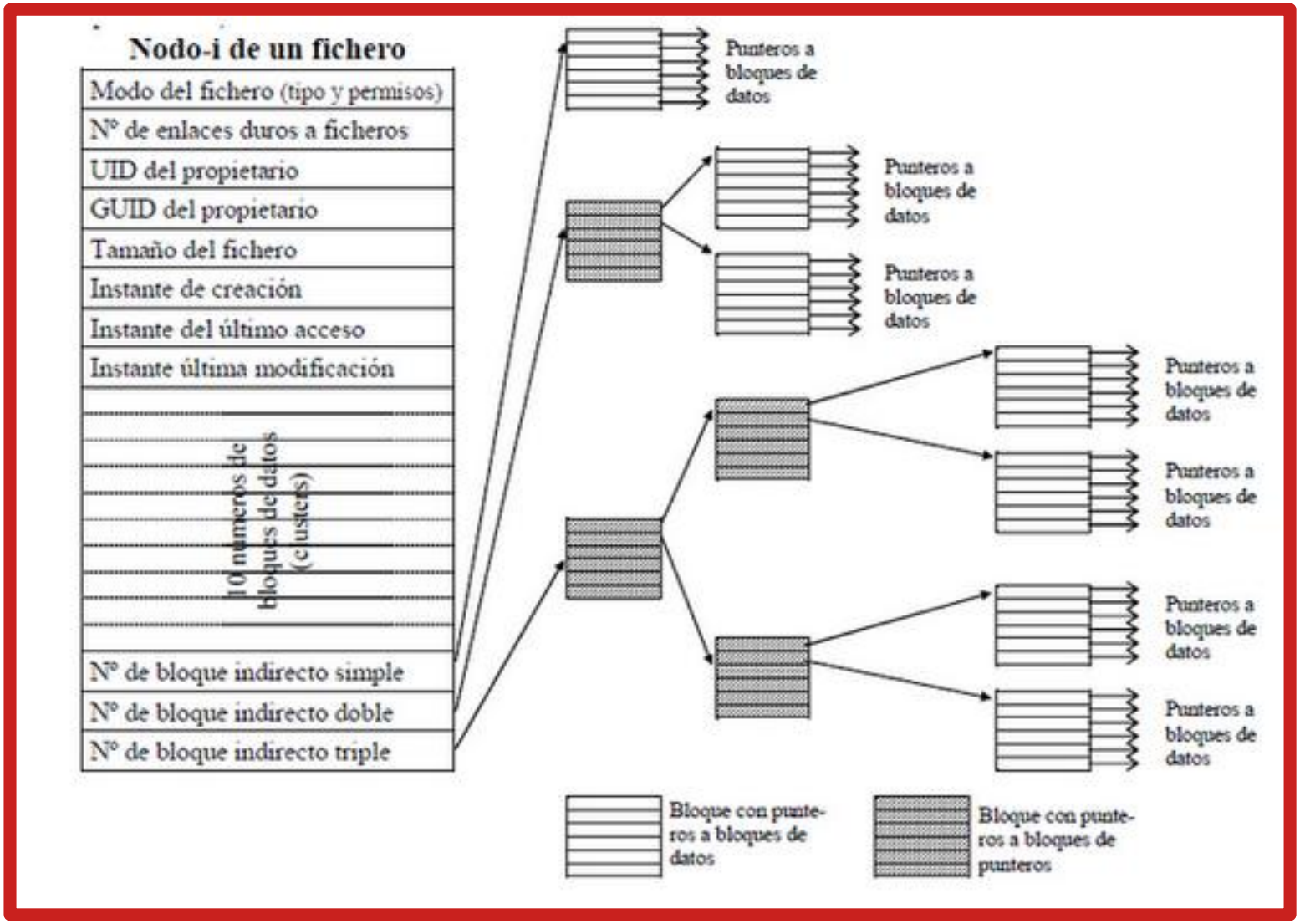
El superbloque tiene información del sistema de archivos en conjunto, como su tamaño (la información precisa aquí depende del sistema de archivos).

Caso de Estudio F. S.

Caracteristicas Ext4

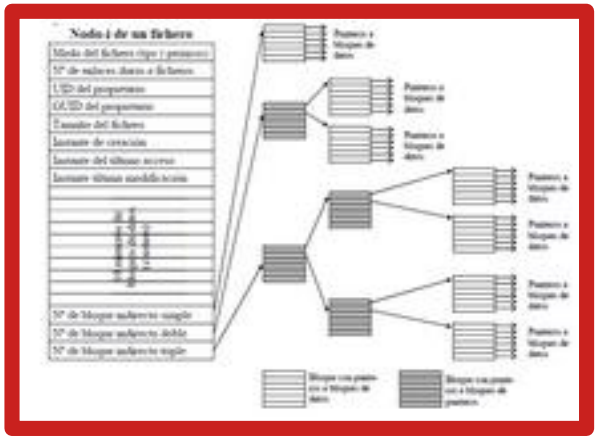
- Permite archivos de 1(EiB) y hasta 16(TiB)
- Extends
- Compatibilidad con Ext3/2
- Pre alocamiento de espacio
- Alocamiento demorado
- Sin limitaciones de directorios
- Mejoramiento en el timestamp
- Encriptación transparente
- Journal Checksum

Caso de Estudio F. S.



Donde está el Nombre del Archivo?

Caso de Estudio F. S.



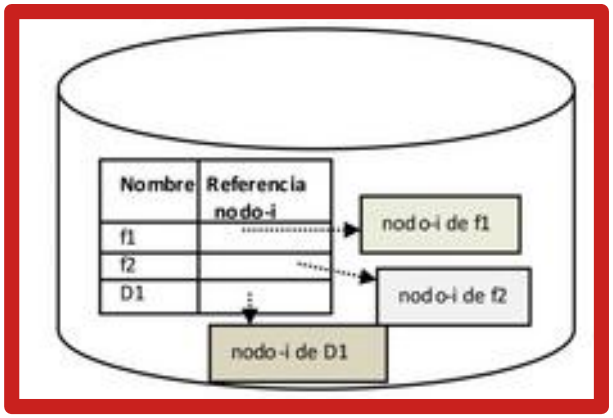
Inode: Cada archivo esta representado por una estructura llamado un inode. Cada inodo contiene la descripción del fichero, tipo de archivo, los derechos de acceso, marcas de tiempo, el tamaño y los punteros a los bloques de datos.

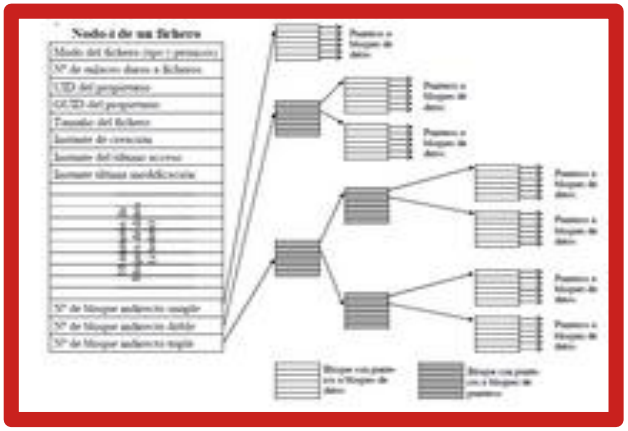
Un nodo-i tiene toda la información de un archivo, salvo su nombre. El nombre se almacena en el directorio, junto con el número de nodo-i. Una entrada de directorio consiste en un nombre de archivo y el número de nodo-i que representa al archivo.

El nodo-i contiene los números de varios bloques de datos, que se utilizan para almacenar los datos en el archivo. Sólo hay espacio para unos pocos números de bloques de datos en el nodo-i; en cualquier caso, si se necesitan más, más espacio para punteros a los bloques de datos son colocados de forma dinámica.

Estos bloques colocados dinámicamente son bloques indirectos; el nombre indica que para encontrar el bloque de datos, primero hay que encontrar su número en un bloque indirecto.

Caso de Estudio F. S.

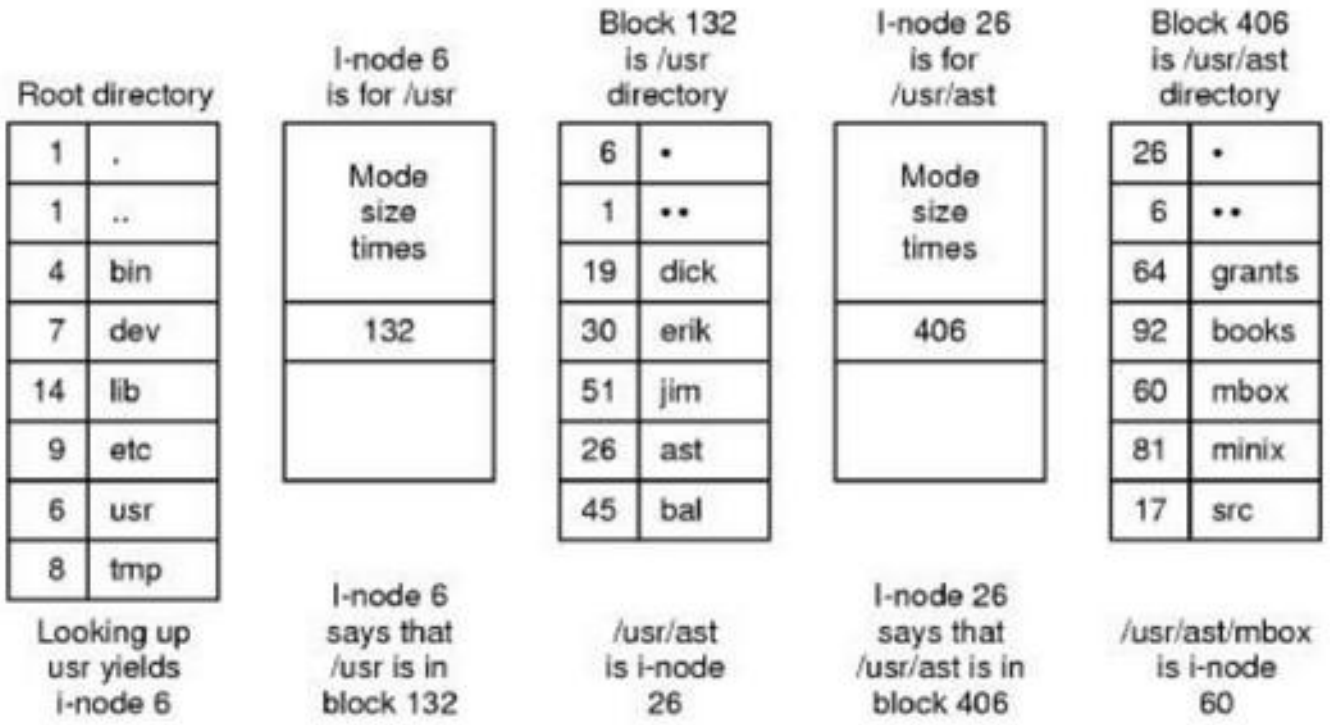




- **Directorios:** Los directorios se estructuran en un arbol jerárquico. Cada directorio puede contener archivos o directorios. Los directorios son un tipo especial de archivos.
- **Enlaces:** Sistemas de archivos Unix implementar el concepto de enlace. Varios nombres se pueden asociar con un inodo. El inode contiene un campo que contiene el número asociado con el archivo.
- **Archivos especiales de dispositivo:** En los sistemas operativos tipo Unix, los dispositivos pueden acceder a través de ficheros especiales. Un archivo especial de dispositivo no utiliza ningún espacio en el sistema de ficheros. Es sólo un punto de acceso al controlador de dispositivo. Existen dos tipos de archivos especiales: carácter y bloquear archivos especiales. La primera permite operaciones I / O en modo de caracteres mientras que el segundo requiere datos a escribir en modo bloque a través de las funciones de caché del búfer. Cuando una solicitud de E / S se realiza en un archivo especial, se envía a un (pseudo) controlador de dispositivo. Un archivo especial hace referencia a un número importante, que identifica el tipo de dispositivo, y un número menor de edad, que identifica la unidad.

Caso de Estudio F. S.

apertura del archivo /usr/ast/mbox



Caso de Estudio F. S.

Estructura de Ext4

https://ext4.wiki.kernel.org/index.php/Ext4_Disk_Layout

Enlaces:

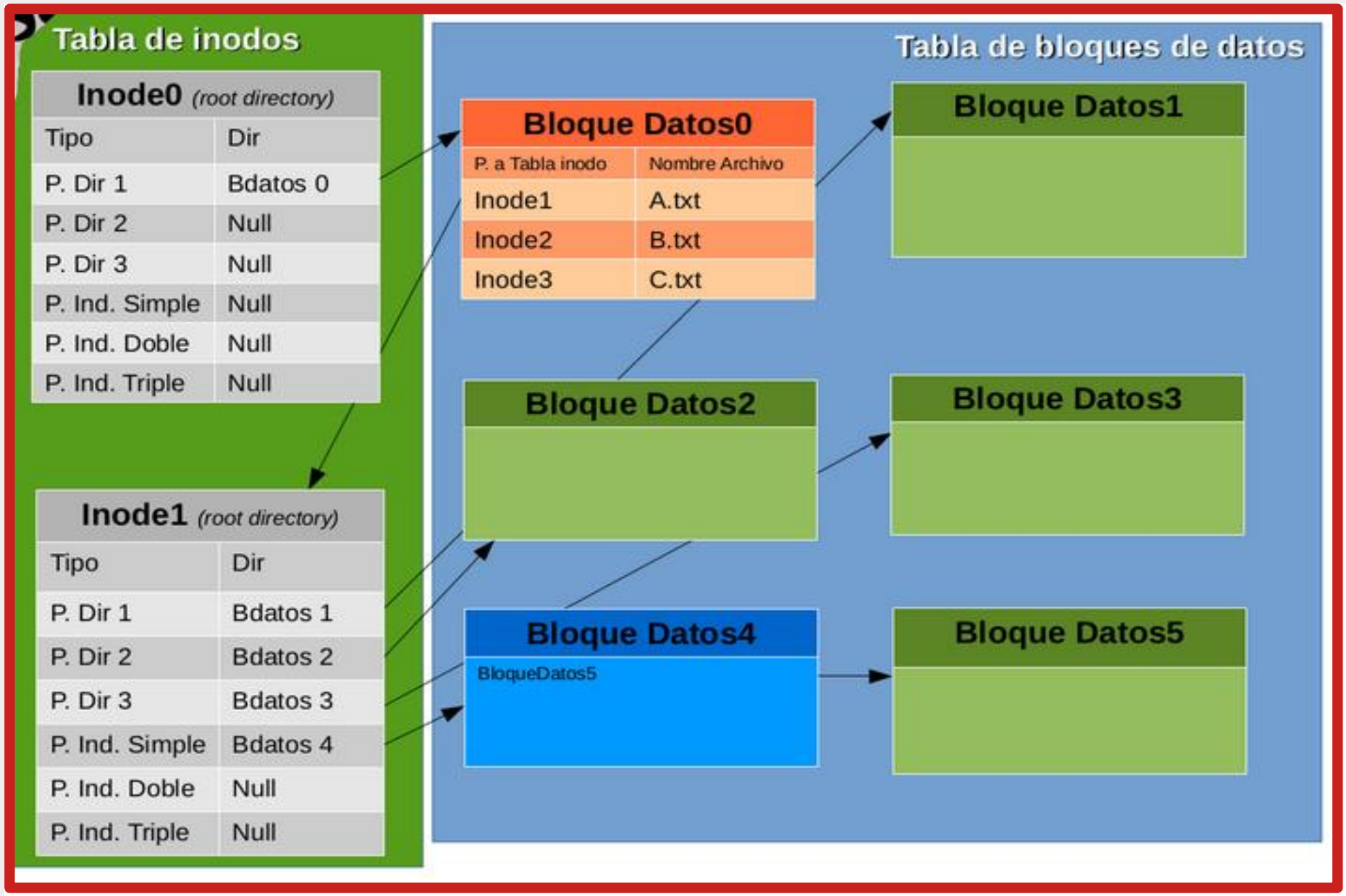
- http://web.mit.edu/tytso/www/linux/ext2intro.html
- http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html#DEFINITIONS
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Ext2-inode.gif
- http://cs.smith.edu/~nhowe/262/oldlabs/img/ext2.png
- https://www.cs.cmu.edu/~mihaib/fs/fs.html

Caso de Estudio F. S.

Del ejercicio 5 represéntese mediante un esquema esa misma situación del disco pero suponiendo que en vez de una FAT se dispone de un sistema de asignación tipo UNIX. Supóngase una estructura de inodo con 3punteros directos, 1 índice simple indirecto, 1 índice doble indirecto y 1 índice triple indirecto.

Dir Simplificada	**FAT**		Asignado a
A.txt → 6	0	X	
B.txt→ 8	1	EOF	C.txt
C.txt→ 12	2	BAD	
	3	EOF	
	4	15	A.txt
	5	FREE	
	6	4	A.txt
	7	13	B.txt
	8	7	B.txt
	9	EOF	A.txt
	10	14	C.txt
	11	FREE	
	12	16	C.txt
	13	EOF	B.txt
	14	1	C.txt
	15	9	A.txt
	16	10	C.txt

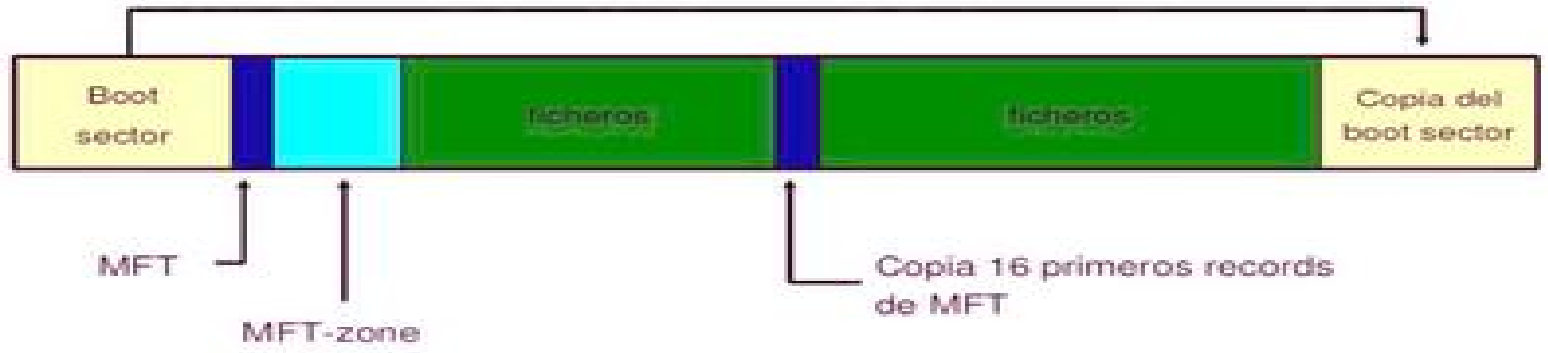
Caso de Estudio F. S.



Caso de Estudio F. S.

Estructura de un volumen NTFS:

Sector de arranque de la partición	Tabla maestra de archivos	Archivos del sistema	Área de archivos



En NTFS todo son archivos, y existen dos categorías, "Metadatos" (Archivos que contienen información sobre el volumen) y "Normal" (Archivos normales que contienen sus datos)

La principal estructura de datos administrativos es la tabla MFT (Master File Table) que permite registrar los atributos del archivo y punteros a los bloques, de los archivos del volumen. Cumple una función similar a la tabla de FAT, pero es mucho más completa y sofisticada.

Caso de Estudio F. S.

Los archivos de Metadatos más importantes son los siguientes:

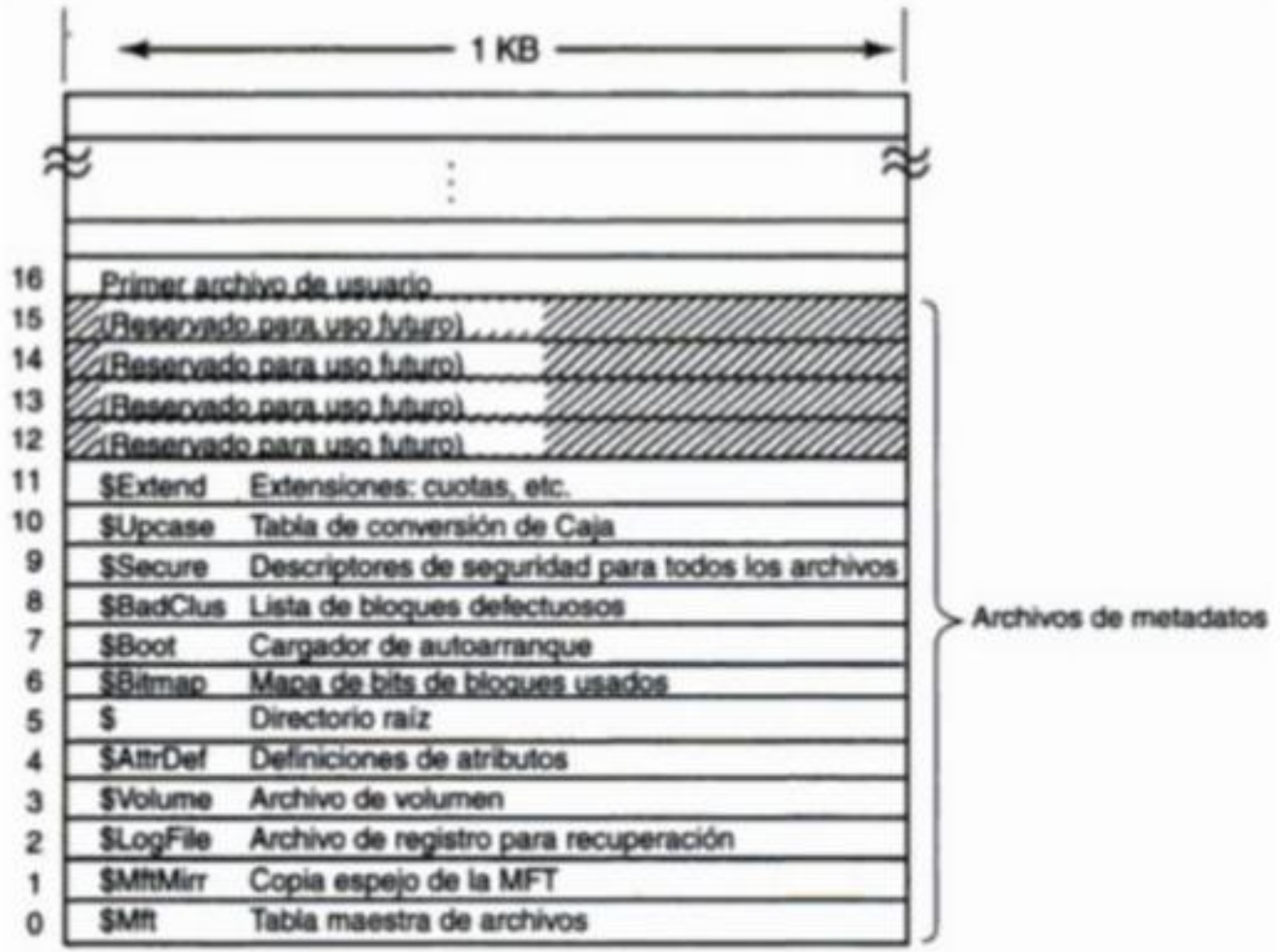
1. **$MFT. -Tabla maestra de archivos - Un índice de todos los archivos .**
2. **$MftMirr. - Una copia de seguridad de los 4 primeros registros de la MFT .**
3. **$Logfile. - Archivo de registro de transacciones.**
4. **$Volumen. - Número de serie, el tiempo de creación,..**
5. **$AttrDef. - Definiciones de atributos.**
6. **$.(Punto). - Directorio raíz del disco.**
7. **$Bitmap. - Contiene un mapa de clusters de volumen (en uso vs libre).**
8. **$Boot. - Registro de arranque del volumen.**
9. **$BadClus. - Listas clústeres defectuosos en el volumen .**
10. **$I30. - Índice de elementos borrados.**
11. **$Secure. - Lista de control de acceso.**
12. **$Upcase. - Usado para convertir todos los caractreres en mayúscula a caracteres unicode minúscula.**
13. **$Extend. - Listado de cuotas o identificadores de objetivos**

MFT (Metadata File Table)

- Habrá una fila o record (entrada en la tabla) por cada archivo que exista en el sistema de archivos.
- Ahora bien, el concepto de archivo es bastante amplio: toda entidad almacenada individualmente es un archivo. La propia MFT es considerada un archivo y tiene su propia entrada en la MFT.
- Las primeras 16 entradas de la MFT están reservadas para almacenar archivos del sistema, es decir, información sobre el propio sistema de archivos. El resto de entradas se corresponden con los archivos y carpetas de datos.

Caso de Estudio F. S.

Detalles de la tabla MFT:



Caso de Estudio F. S.

NTFS

System File	File Name	MFT Record	Purpose of the File
Master file table	$Mft	0	Contiene en el registro de archivo todos los archivos y directorios en el volumen NTFS. Si supera el registro se utiliza otro.
MTF Mirro	$MtfMirr	1	Duplica el registro MFT para mejor los problemas de falla.
Log file	$LogFile	2	Contiene información para recuperacion. Mantiene consistencia de los metadatos despues de una falla.
Volume	$Volume	3	Contine información sobre el volumen, como el nombre o la versión
Attribute definitions	$AttrDef	4	Lista de nombres, numeros y descriptores.
Root file name index	.	5	La carpeta raiz
Cluster bitmap	$Bitmap	6	Representa en bits los cluster usados y no usuados.
Boot sector	$Boot	7	Incluye el BPB y el codigo de carga adicional si el volumen es booteable.
Bad cluster file	$BadClus	8	Contine la lista de clusters dañados.
Security file	$Secure	9	Contiene los descriptores unicos de seguridad para todos los archivos del volumen.
Upcase table	$Upcase	10	Convierte caracteres para machear los caracteres UNICODE upcase.
NTFS extension file	$Extend	11	Información adicional, como cuotas.
		12-15	Reservado para futuros usos.

Caso de Estudio F. S.

Caracteristicas NTFS

- Cuotas
- Maximo Tamaño: 256TiB con cluster 64KiB. Tamaño maximo del archivo: 16EiB a 1KiB o 16TiB a 64KiB.
- Date resolution 100ns.
- Jornaling
- Hard Links
- Alternative Data Stream: Permite mas de un archivo con el mismo nombre. Formato filename:streamname. Comandos del PowerShell Add-Content, Clear-Content, Get-Content, Get-Item, Out-String, Remove-Item, Set-Content.
- Compresión
- Sparse File. Archivos con espacios libres.
- Volumen Shadow Copy (o snapshot). Realiza una copia de todo archivo o directorio modificado.
- Encryption
- Puntos de Montado
- Deduplicación.

Estructura NTFS

https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781134(WS.10).aspx

Enlaces Sugeridos:

http://ftp.kolibrios.org/users/Asper/docs/NTFS/ntfsdoc.html
https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781134%28v=ws.10%29.aspx
http://www.tuxera.com/community/ntfs-3g-manual/

Caso de Estudio F. S.

VIRTUAL FILE SYSTEMS

Es una capa virtual que sirve como capa de abstracción del sistema de archivo real. Este capa es la que utiliza el usuario para acceder al sistema de archivo real. Esta capa permite controlar y/o manejar de la misma manera un sistema de archivo local como un sistema de archivo de red.

El primer mecanismo de sistema de archivo virtual en un sistema Unix fue instroducido en el SunOS de 1985. Esto permitia acceder a su sistema de archivo local llamado UFS como acceder a sistemas remotos NFS en forma transparente.

Podría decirse que el servicio más importante que la capa VFS ofrece una caché de datos I/O uniforme. Linux mantiene cuatro cachés de datos de E/S: page cache , i-node cache , buffer cache y directory cache. El cache de páginas (page cache) combina datos de la memoria y archivos virtuales. El buffer cache es una interfaz con el dispositivo de bloques y cachea los meta-datos de discos de bloques. El cache de i-nodo mantiene el acceso reciente a los i-nodos de archivo. El cache de directorio (d-cache) mantiene en la memoria de un árbol que representa una parte de la estructura de directorios del sistema de archivos.

La estructura de VFS de linux se parece a la estructura de ext2.

Caso de Estudio F. S.

VFS Superblock

Todo sistema de archivo montado esta representado por el VFS superblock. El VFS contiene:

- Device/Dispositivo: Este es el identificador de dispositivo. por ejemplo /dev/sda1
- Puntero a inodos/Inode pointers: Apunta al primer inodo del sistema de archivo. El puntero de inodo cubierto representa el inodo del directorio donde esta montado dentro del sistema. Si es el root file system no tiene puntero cubierto.covered pointer,
- Tamaño de Bloque/Blocksize: es el tamaño de bloque en el sistema de archivo. ej 4096 bytes.
- Operaciones de superbloque/Superblock operations: Apunta a grupo de rutinas de superbloque. Entre otras cosas estas rutinas son las que permite la lectura y escritura de inodos y superbloques.
- Tipo de sistema de archivo/File System type: Es el puntero a los datos de estrutura del tipo de sistema de archivo.
- Especifico del sistema de archvio/File System specific: Es el puntero a la información necesario para este sistema de archivo.

Caso de Estudio F. S.

El VFS inodo

Como el sistema de archivo Ext2, todo archivo, directorio y otros es represnetado por algún VFS inodo. FS inode.

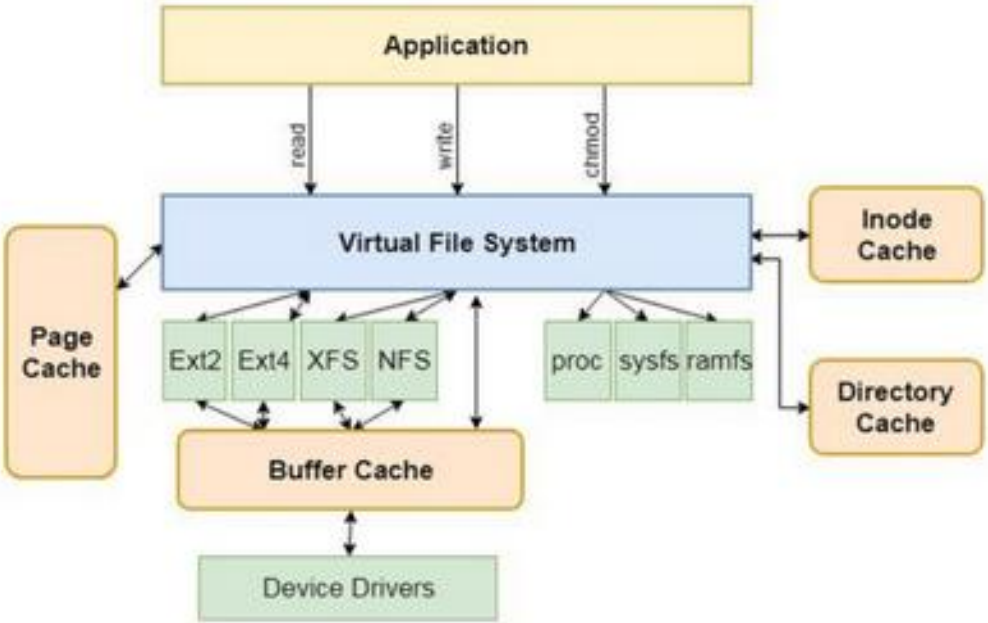
La información de cada inodo VFS es construida desde la información extraida del sistema de archivo mediante rutinas especificas. Cada VFS inodo existe solo en memoria del sistema y es mantenida dentro del cache de inodo. VFS inodo contiene los siguientes datos:

- Dispositivo/device: Es el identificador de dispositivo donde se encuentra el inodo real.ode represents,
- Numero de Inodo/inode number: Es un numero unico de inodo dentro del sistema de archivo. Es una convinación entre el dispositivo y el el numero de inodo.
- Modo/mode: Como el EXT2 este campo describe los permisos al inodo.
- ID de usuario/user ids: Describe los ids de usuario
- Tiempos/times: De creación, modificación, y de escritura.
- Tamaño de Bloque/block size: Tamaño de bloques.
- Operaciones de inodo/inode operations: Es un puntero a la direcciones de los procedimientos de inodo. Por ejemplo la opeacion de truncar el archivo que representa el inodo.
- Cuenta/count: Es el numero de componetes de sistema que estan usuando este inodo. Cuando la suma llega a cero puede ser descartado o reusado.
- lock: Este campo es usado cuando el inodo es lockeado cuando es usado por el sistema.
- Sucio/dirty: Indica si el inodo VFS ha sido escrito y el sistema de archivo por debajo necesita ser modificado.

Caso de Estudio F. S.

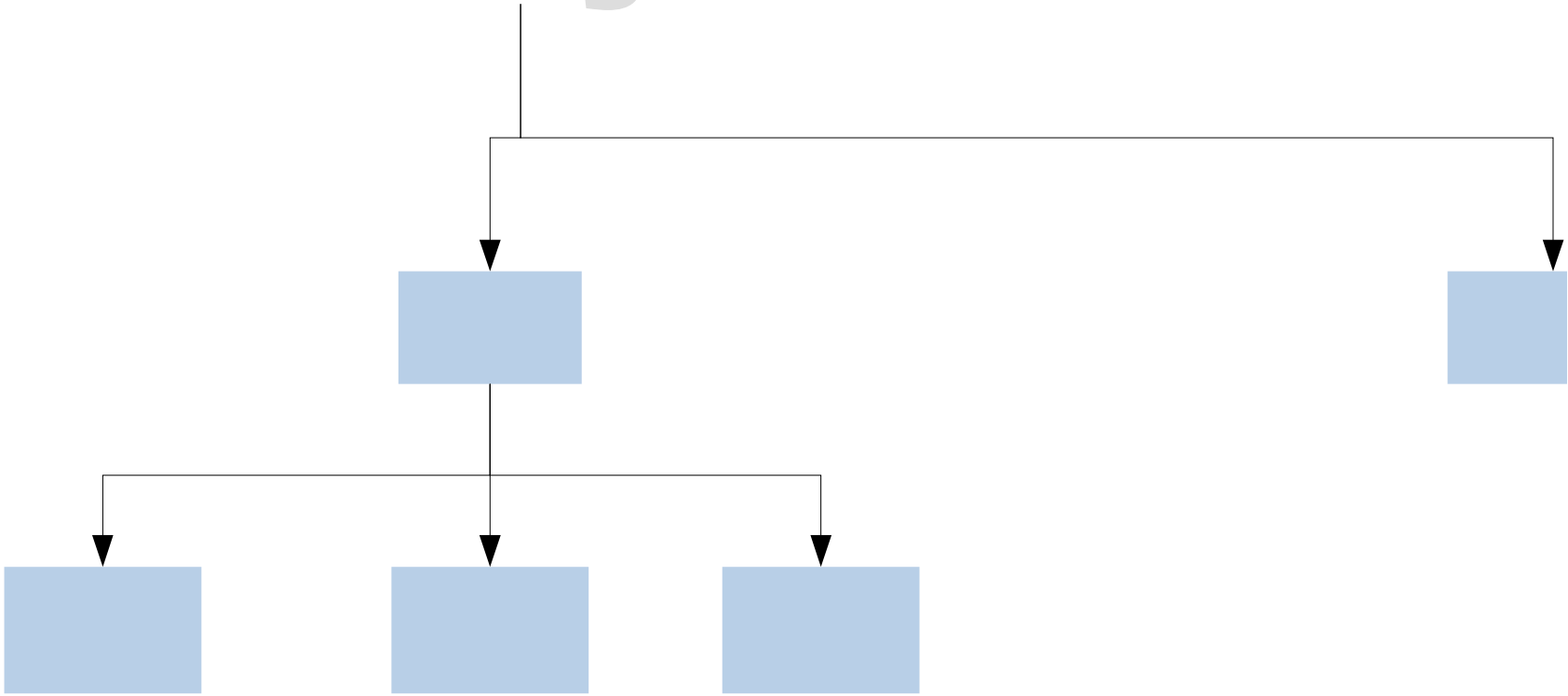
Registro de sistema de archivos

Todo en linux todo nuevo sistema de archivo debe ser registrado. Los sistemas de archivos pueden ser creados como modulos y cargados bajo demanda. Cuando son cargados el kernel registra el sistema de archivo.
Uno puede ver si el archivo esta registrado haciendo un cat al archivo /proc/filesystems.



Organización de Datos

File System



Organización de Datos

Indice

- Introducción de las funciones del Sistema de Archivo
- Caracteristicas del Sitema de archivo
- Tipos de Sistema de archivo
- FAT
- Unix File-Systems
  - Inodos
  - Manejo de inodos
- NTFS
  - MFT
- Abstracción del Sistema de archivo

Introducción al Sistema de Archivo

Es el que indica como se organiza la información dentro de los medios fisicos. Entre sus funciones son el guardado y recuperación de la información; Administración del espacio libre y el guardado de los atributos de seguridad del sistema operativo (En los filesystem nuevos).

> El conjunto de programas del sistema operativo encargados de proveer la visión lógica de la información almacenada a usuarios y programas conforman el Sistema de Archivo.

Estos programas se encargan de:

- Identificar y localizar archivos
- Seguridad
- Asignación de espacio
- Coordinación de transferencia (sistema multiusuario)

Tipos de Sistema de archivo

Los sistemas de archivos pueden ser clasificados por medio, de red y de proposito especial.

- **Discos de plato magnetico o Flash** (acceso aleatorio): FAT, NTFS, HFS+, UFS, EXT2/3/4, XFS, BRTFS, Veritas File system, ZFS, ReiserFS
- **Discos Opticos:** ISO9660, UDF
- **Flash file System** (Especialmente embebidos): JFFS, UBIFS, LogFS, F2FS, SquashFS
- **Network File System:** NFS, AFS (Sistema de comparticion de apple), SMB (Sistema de comparticion de microsoft), FTP, Webdav, SSHFS.
- **Sistemas de archivos en Cluster:**
  - **Shared-disk / storage area network:** GFS2 (Red hat), GPFS (IBM), CSV (Microsoft), OCFS (Oracle)
  - **Distributed file systems:** GFS (Google), HDFS (Apache), Ceph (Red Hat), DFS (Microsoft), GlusterFS (Red Hat)
- **Especiales:**
  - **procfs** --> Mapeo de procesos y estructuras en linux
  - **configfs y sysfs** --> Muestra como archivos los parametros de consulta y configuración de un Linux
  - **devfs** --> los archivos en esta fs representa a dispositivos. Y permite utilizar las primitivas de cualquier fs para acceder al dispositivo.
  - **Superpuestos** --> overlayFS, UnionFS, aufs

Aspectos a evaluar en un sistema de archivos

- Manejo de espacio
  - Manejo de nombres de los objetos (directorio y archivos)
  - La estructura de directorios utilizados
  - Metadata que se le puede asociar a los objetos (directorio y archivos)
- Utilidades: Creación, Chequeos, Defrag, Tunning, Resize, Undelete, etc.
- Mecanismos de permisos y restriccion.
  - ACL
  - Capacidades
- Integridad de la información
- Limitiaciones impuestas por diseño.
- Extras
  - Encriptacion a nivel archivo o directorio
  - Compresión a nivel archivo o directorio
  - Deduplicacion

Casos de estudio

- **FAT**
- **UNIX**
- **NTFS**

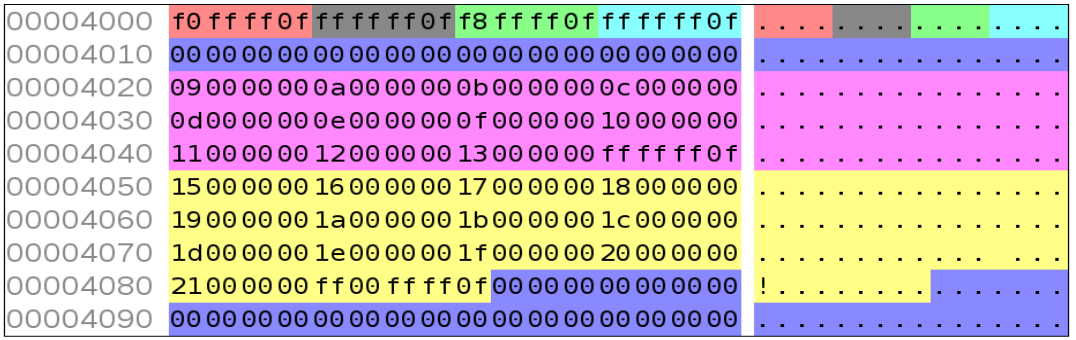
FAT

El sistema de archivos FAT se compone de cuatro secciones:

- **El sector de arranque.**
  Siempre es el primer sector de la partición (volumen) e incluye información básica, punteros a las demás secciones, y la dirección de la rutina de arranque del sistema operativo.
- **La región FAT.**
  Contiene dos copias de la tabla de asignación de archivos (por motivos de seguridad). Estos son mapas de la partición, indicando qué clusters están ocupados por los archivos.
- **La región del directorio raíz.**
  Es el índice principal de carpetas y archivos.
- **La región de datos.**
  Es el lugar donde se almacena el contenido de archivos y carpetas. Por tanto, ocupa casi toda la partición. El tamaño de cualquier archivo o carpeta puede ser ampliado siempre que queden suficientes clusters libres. Cada cluster está enlazado con el siguiente mediante un puntero. Si un determinado cluster no se ocupa por completo, su espacio remanente se desperdicia.

FAT - Estructuras

- Boot (sector de arranque)
- Región FAT (dos copias)
- Directorio raiz (Índice principal de carpetas y directorios)
- Datos



FAT - Tabla de asignacion

La tabla de asignación de archivos consta de una lista de entradas. Cada entrada contiene información sobre un clúster:

- La dirección del siguiente clúster en la cadena.
- Si es pertinente, la indicación de "fin de archivo" (que es también el fin de la cadena).
- Un carácter especial para indicar que el clúster es defectuoso.
- Un carácter especial para indicar que el clúster está reservado (es decir, ocupado por un archivo).
- El número cero para indicar que el clúster está libre (puede ser usado por un archivo).
- El tamaño de estas entradas también depende de la variante FAT en uso: FAT16 usa entradas de 16 bits, FAT32 usa entradas de 32 bits, etc.

FAT - Diretorio Raiz

Este índice es un tipo especial de archivo que almacena las sub-carpetas y archivos que componen cada carpeta. Cada entrada del directorio contiene el nombre del archivo o carpeta (máximo 8 caracteres), su extensión (máximo 3 caracteres), sus atributos (archivo, carpeta, oculto, del sistema, o volumen), la fecha y hora de creación, la dirección del primer cluster donde están los datos, y por último, el tamaño que ocupa.

El directorio raíz ocupa una posición concreta en el sistema de archivos, pero los índices de otras carpetas ocupan la zona de datos como cualquier otro archivo.

Los nombres largos se almacenan ocupando varias entradas en el índice para el mismo archivo o carpeta.

Sistemas de archivos UNIX

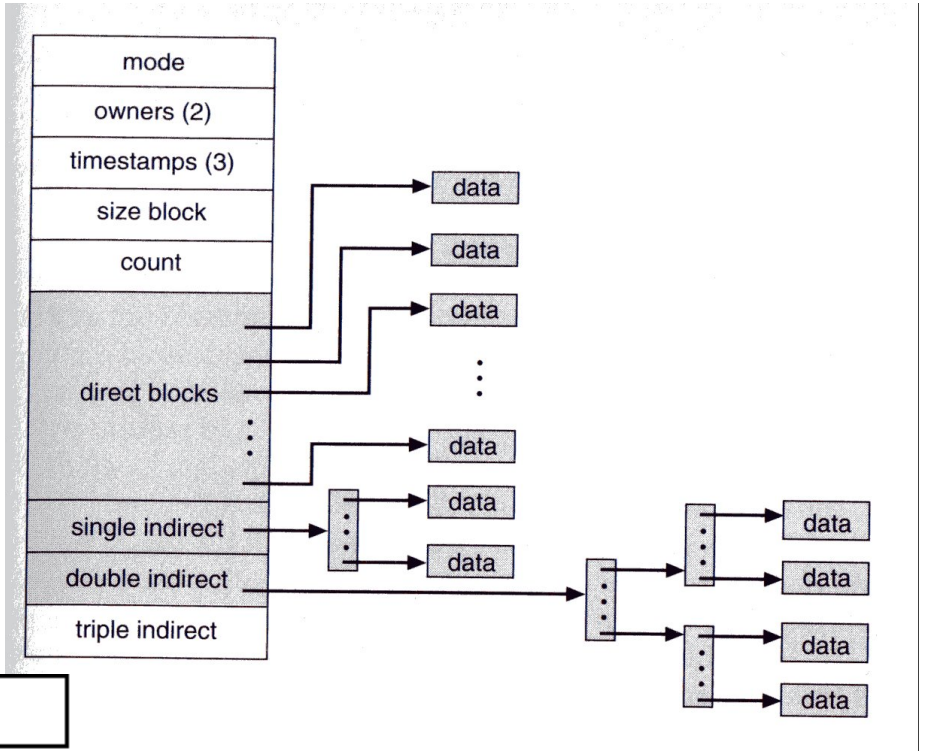
Los conceptos centrales son:

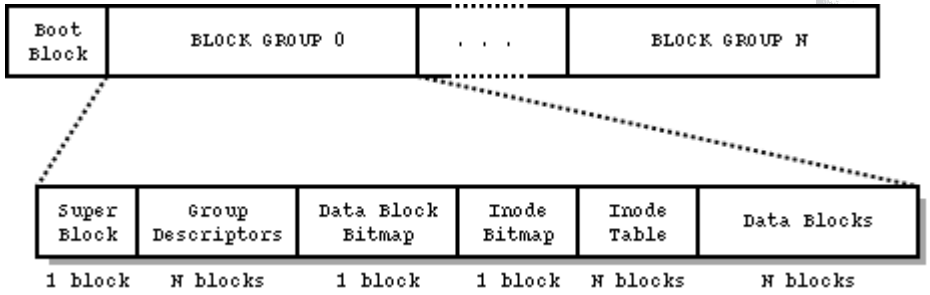
1.- superbloque,
2.- nodo-i,
3.- bloque de datos,
4.- bloque de directorio, y
5.- bloque de indirección.

Sistemas de archivos UNIX

Ext2/3/4

- Superbloque,
- Tabla del grupo
- Tabla bitmap de datos
- Tabla bitmap de inodes
- Nodo-i,
- Bloque de datos,





Caracteristicas Ext4

- **Permite archivos de 1(EiB) y hasta 16(TiB)**
- **Extends**
- **Compatibilidad con Ext3/2**
- **Pre alocamiento de espacio**
- **Alocamiento demorado**
- **Sin limitaciones de directorios**
- **Mejoramiento en el timestamp**
- **Encriptación transparente**
- **Journal Checksum**

Sistemas de archivos UNIX

El superbloque tiene información del sistema de archivos en conjunto, como su tamaño (la información precisa aquí depende del sistema de archivos).

Un nodo-i tiene toda la información de un archivo, salvo su nombre. El nombre se almacena en el directorio, junto con el número de nodo-i. Una entrada de directorio consiste en un nombre de archivo y el número de nodo-i que representa al archivo.

El nodo-i contiene los números de varios bloques de datos, que se utilizan para almacenar los datos en el archivo. Sólo hay espacio para unos pocos números de bloques de datos en el nodo-i; en cualquier caso, si se necesitan más, más espacio para punteros a los bloques de datos son colocados de forma dinámica.

Estos bloques colocados dinámicamente son bloques indirectos; el nombre indica que para encontrar el bloque de datos, primero hay que encontrar su número en un bloque indirecto.

Sistemas de archivos UNIX

- **Superblock :** Contiene toda la información de la configuración del sistema de archivo. Contiene información el total de inodos y bloques del sistemas de archivo y cuantos estan libres, cuando fue montado, etc.
- **Inode:** Cada archivo esta representado por una estructura llamado un inode. Cada inodo contiene la descripción del fichero, tipo de archivo, los derechos de acceso, marcas de tiempo, el tamaño y los punteros a los bloques de datos. El **bloque de indirección** es un inodo que se usa para apuntar a otros inodos cuando la cantidad de inodos se acaban.
- **Directorios:** Los directorios se estructuran en un arbol jerárquico. Cada directorio puede contener archivos o directorios. Los directorios son un tipo especial de archivos.
- **Enlaces:** Sistemas de archivos Unix implementar el concepto de enlace. Varios nombres se pueden asociar con un inodo. El inode contiene un campo que contiene el número asociado con el archivo.
- **Archivos especiales de dispositivo:** En los sistemas operativos tipo Unix, los dispositivos pueden acceder a través de ficheros especiales. Un archivo especial de dispositivo no utiliza ningún espacio en el sistema de ficheros. Es sólo un punto de acceso al controlador de dispositivo. Existen dos tipos de archivos especiales: carácter y bloquear archivos especiales. La primera permite operaciones I / O en modo de caracteres mientras que el segundo requiere datos a escribir en modo bloque a través de las funciones de caché del búfer. Cuando una solicitud de E / S se realiza en un archivo especial, se envía a un (pseudo) controlador de dispositivo. Un archivo especial hace referencia a un número importante, que identifica el tipo de dispositivo, y un número menor de edad, que identifica la unidad.

Sistemas de archivos UNIX

- Estructura de Ext4

https://ext4.wiki.kernel.org/index.php/Ext4_Disk_Layout

Sistemas de archivos UNIX

- **Enlaces:**
  - http://web.mit.edu/tytso/www/linux/ext2intro.html
  - http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html#DEFINITIONS
  - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Ext2-inode.gif
  - http://cs.smith.edu/~nhowe/262/oldlabs/img/ext2.png
  - https://www.cs.cmu.edu/~mihaib/fs/fs.html

Sistema de Archivo

Del ejercicio 5 represéntese mediante un esquema esa misma situación del disco pero suponiendo que en vez de una FAT se dispone de un sistema de asignación tipo UNIX. Supóngase una estructura de inodo con 3punteros directos, 1 índice simple indirecto, 1 índice doble indirecto y 1 índice triple indirecto.

Dir Simplificada	**FAT**		Asignado a
A.txt → 6	0	X	
B.txt→ 8	1	EOF	C.txt
C.txt→ 12	2	BAD	
	3	EOF	
	4	15	A.txt
	5	FREE	
	6	4	A.txt
	7	13	B.txt
	8	7	B.txt
	9	EOF	A.txt
	10	14	C.txt
	11	FREE	
	12	16	C.txt
	13	EOF	B.txt
	14	1	C.txt
	15	9	A.txt
	16	10	C.txt

Sistema de Archivo

Organización de Datos

Tabla de inodos

Inode0 *(root directory)*	
Tipo	Dir
P. Dir 1	Bdatos 0
P. Dir 2	Null
P. Dir 3	Null
P. Ind. Simple	Null
P. Ind. Doble	Null
P. Ind. Triple	Null

Inode1 *(root directory)*	
Tipo	Dir
P. Dir 1	Bdatos 1
P. Dir 2	Bdatos 2
P. Dir 3	Bdatos 3
P. Ind. Simple	Bdatos 4
P. Ind. Doble	Null
P. Ind. Triple	Null

Tabla de bloques de datos

Bloque Datos0

P. a Tabla inodo	Nombre Archivo
Inode1	A.txt
Inode2	B.txt
Inode3	C.txt

Bloque Datos1

Bloque Datos2

Bloque Datos3

Bloque Datos4

BloqueDatos5

Bloque Datos5

NTFS

Caracteristicas NTFS

- Cuotas
- Maximo Tamaño: 256TiB con cluster 64KiB. Tamaño maximo del archivo: 16EiB a 1KiB o 16TiB a 64KiB.
- Date resolution 100ns.
- Jornaling
- Hard Links
- Alternative Data Stream: Permite mas de un archivo con el mismo nombre. Formato filename:streamname. Comandos del PowerShell Add-Content, Clear-Content, Get-Content, Get-Item, Out-String, Remove-Item, Set-Content.
- Compresión
- Sparse File. Archivos con espacios libres.
- Volumen Shadow Copy (o snapshot). Realiza una copia de todo archivo o directorio modificado.
- Encryption
- Puntos de Montado
- Deduplicación.

NTFS

Organización de Volumen NTFS

- Se tiene cuatro estructuras basicas:
  - NTFS Boot Sector --> almacena información sobre el diseño del volumen y las estructuras del sistema de archivos, el codigo de arranque de algunos windows servers.
  - Master File Table (MTF) --> Contiene la información necesaria para recuperar los archivos de la partición NTFS , como los atributos de un archivo .
  - File System Data --> Almacena los datos que no se encuentran dentro de la tabla maestra de archivos.
  - Master File Table Copy --> Copia del MFT.

Estructura NTFS

https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781134(WS.10).aspx

NTFS

MFT (Metadata File Table)

- Habrá una fila o record (entrada en la tabla) por cada archivo que exista en el sistema de archivos.
- Ahora bien, el concepto de archivo es bastante amplio: toda entidad almacenada individualmente es un archivo. La propia MFT es considerada un archivo y tiene su propia entrada en la MFT.
- Las primeras 16 entradas de la MFT están reservadas para almacenar archivos del sistema, es decir, información sobre el propio sistema de archivos. El resto de entradas se corresponden con los archivos y carpetas de datos.

NTFS

System File	File Name	MFT Record	Purpose of the File
Master file table	$Mft	0	Contiene en el registro de archivo todos los archivos y directorios en el volumen NTFS. Si supera el registro se utiliza otro.
MTF Mirro	$MtfMirr	1	Duplica el registro MFT para mejor los problemas de falla.
Log file	$LogFile	2	Contiene información para recuperacion. Mantiene consistencia de los metadatos despues de una falla.
Volume	$Volume	3	Contine información sobre el volumen, como el nombre o la versión
Attribute definitions	$AttrDef	4	Lista de nombres, numeros y descriptores.
Root file name index	.	5	La carpeta raiz
Cluster bitmap	$Bitmap	6	Representa en bits los cluster usados y no usuados.
Boot sector	$Boot	7	Incluye el BPB y el codigo de carga adicional si el volumen es booteable.
Bad cluster file	$BadClus	8	Contine la lista de clusters dañados.
Security file	$Secure	9	Contiene los descriptores unicos de seguridad para todos los archivos del volumen.
Upcase table	$Upcase	10	Convierte caracteres para machear los caracteres UNICODE upcase.
NTFS extension file	$Extend	11	Información adicional, como cuotas.
		12-15	Reservado para futuros usos.

NTFS

Enlaces Sugeridos:

- http://ftp.kolibrios.org/users/Asper/docs/NTFS/ntfsdoc.html
- https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781134%28v=ws.10%29.aspx
- http://www.tuxera.com/community/ntfs-3g-manual/

VFS

Es una capa virtual que sirve como capa de abstracción del sistema de archivo real. Este capa es la que utiliza el usuario para acceder al sistema de archivo real. Esta capa permite controlar y/o manejar de la misma manera un sistema de archivo local como un sistema de archivo de red.

El primer mecanismo de sistema de archivo virtual en un sistema Unix fue instroducido en el SunOS de 1985. Esto permitia acceder a su sistema de archivo local llamado UFS como acceder a sistemas remotos NFS en forma transparente.

Podría decirse que el servicio más importante que la capa VFS ofrece una caché de datos I/O uniforme. Linux mantiene cuatro cachés de datos de E/S: page cache , i-node cache , buffer cache y directory cache. El cache de páginas (page cache) combina datos de la memoria y archivos virtuales. El buffer cache es una interfaz con el dispositivo de bloques y cachea los meta-datos de discos de bloques. El cache de i-nodo mantiene el acceso reciente a los i-nodos de archivo. El cache de directorio (d-cache) mantiene en la memoria de un árbol que representa una parte de la estructura de directorios del sistema de archivos.

La estructura de VFS de linux se parece a la estructura de ext2.

VFS

VFS Superblock

Todo sistema de archivo montado esta representado por el VFS superblock. El VFS contiene:

- Device/Dispositivo: Este es el identificador de dispositivo. por ejemplo /dev/sda1
- Puntero a inodos/Inode pointers: Apunta al primer inodo del sistema de archivo. El puntero de inodo cubierto representa el inodo del directorio donde esta montado dentro del sistema. Si es el root file system no tiene puntero cubierto.covered pointer,
- Tamaño de Bloque/Blocksize: es el tamaño de bloque en el sistema de archivo. ej 4096 bytes.
- Operaciones de superbloque/Superblock operations: Apunta a grupo de rutinas de superbloque. Entre otras cosas estas rutinas son las que permite la lectura y escritura de inodos y superbloques.
- Tipo de sistema de archivo/File System type: Es el puntero a los datos de estrutura del tipo de sistema de archivo.
- Especifico del sistema de archvio/File System specific: Es el puntero a la información necesario para este sistema de archivo.

VFS

El VFS inodo

Como el sistema de archivo Ext2, todo archivo, directorio y otros es represnetado por algún VFS inodo. FS inode.

La información de cada inodo VFS es construida desde la información extraida del sistema de archivo mediante rutinas especificas. Cada VFS inodo existe solo en memoria del sistema y es mantenida dentro del cache de inodo. VFS inodo contiene los siguientes datos:

- Dispositivo/device: Es el identificador de dispositivo donde se encuentra el inodo real.ode represents,
- Numero de Inodo/inode number: Es un numero unico de inodo dentro del sistema de archivo. Es una convinación entre el dispositivo y el el numero de inodo.
- Modo/mode: Como el EXT2 este campo describe los permisos al inodo.
- ID de usuario/user ids: Describe los ids de usuario
- Tiempos/times: De creación, modificación, y de escritura.
- Tamaño de Bloque/block size: Tamaño de bloques.
- Operaciones de inodo/inode operations: Es un puntero a la direcciones de los procedimientos de inodo. Por ejemplo la opeacion de truncar el archivo que representa el inodo.
- Cuenta/count: Es el numero de componetes de sistema que estan usuando este inodo. Cuando la suma llega a cero puede ser descartado o reusado.
- lock: Este campo es usado cuando el inodo es lockeado cuando es usado por el sistema.
- Sucio/dirty: Indica si el inodo VFS ha sido escrito y el sistema de archivo por debajo necesita ser modificado.

VFS

Registro de sistema de archivos

Todo en linux todo nuevo sistema de archivo debe ser registrado. Los sistemas de archivos pueden ser creados como modulos y cargados bajo demanda. Cuando son cargados el kernel registra el sistema de archivo.
Uno puede ver si el archivo esta registrado haciendo un cat al archivo /proc/filesystems.

VFS

Bibliografía

- http://www.ibm.com/developerworks/library/l-fuse/
- http://www.tldp.org/LDP/tlk/fs/filesystem.html
- http://www.tldp.org/LDP/khg/HyperNews/get/fs/vfstour.html
- https://kaiwantech.files.wordpress.com/2009/08/vfs_msdos_31.png
- http://www.inf.fu-berlin.de/lehre/SS01/OS/Lectures/Lecture16.pdf
- The Linux VFS, Chapter 4 of Linux File Systems by Moshe Bar (McGraw-Hill, 2001). ISBN 0-07-212955-7
- Chapter 12 of Understanding the Linux Kernel by Daniel P. Bovet, Marco Cesati (O'Reilly Media, 2005). ISBN 0-596-00565-2

FUSE

FUSE permite implementar un sistema de archivo funcional en el espacio de usuario de programas. Las caracteristicas que incluyen son:

- Una libreria simple.
- El modulo esta incorpado al kernel.
- Correr el sistema de archivo en "userspace", esto impliaca que no necesita ser usuario privilegiado.
- Corre en linux 2.4.X en adelante.
- Ha probado ser estable.

FUSE fue desarrollado para soportar el sistema de archivo AVFS, posteriomente se convirtio en un proyecto aparte.

FUSE

```
Struct fuse_operations {
    int (*getattr) (const char *, struct stat *);
    int (*readlink) (const char *, char *, size_t);
    int (*getdir) (const char *, fuse_dirh_t, fuse_dirfil_t);
    int (*mknod) (const char *, mode_t, dev_t);
    int (*mkdir) (const char *, mode_t);
    int (*unlink) (const char *);
    int (*rmdir) (const char *);
    int (*symlink) (const char *, const char *);
    int (*rename) (const char *, const char *);
    int (*link) (const char *, const char *);
    int (*chmod) (const char *, mode_t);
    int (*chown) (const char *, uid_t, gid_t);
    int (*truncate) (const char *, off_t);
    int (*utime) (const char *, struct utimbuf *);
    int (*open) (const char *, struct fuse_file_info *);
    int (*read) (const char *, char *, size_t, off_t, struct fuse_file_info *);
    int (*write) (const char *, const char *, size_t, off_t,struct fuse_file_info *);
    int (*statfs) (const char *, struct statfs *);
    int (*flush) (const char *, struct fuse_file_info *);
    int (*release) (const char *, struct fuse_file_info *);
    int (*fsync) (const char *, int, struct fuse_file_info *);
    int (*setxattr) (const char *, const char *, const char *, size_t, int);
    int (*getxattr) (const char *, const char *, char *, size_t);
    int (*listxattr) (const char *, char *, size_t);
    int (*removexattr) (const char *, const char *);
};
```

FUSE

Ejemplo: Hello Word en FUSE

---------- hello.c ----------

```
/*
  FUSE: Filesystem in Userspace
  Copyright (C) 2001-2007  Miklos Szeredi <miklos@szeredi.hu>

  This program can be distributed under the terms of the GNU GPL.
  See the file COPYING.

  gcc -Wall hello.c `pkg-config fuse --cflags --libs` -o hello
*/

#define FUSE_USE_VERSION 26

#include <fuse.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>
#include <fcntl.h>

static const char *hello_str = "Hello World!\n";
static const char *hello_path = "/hello";
```

FUSE


```
// Operacion de lectura de atributos.
static int hello_getattr(const char *path, struct stat *stbuf)
{
     int res = 0;

     memset(stbuf, 0, sizeof(struct stat));
     if (strcmp(path, "/") == 0) {
          stbuf->st_mode = S_IFDIR | 0755;
          stbuf->st_nlink = 2;
     } else if (strcmp(path, hello_path) == 0) {
          stbuf->st_mode = S_IFREG | 0444;
          stbuf->st_nlink = 1;
          stbuf->st_size = strlen(hello_str);
     } else
          res = -ENOENT;

     return res;
}

// Operacion de lectura de directorio
static int hello_readdir(const char *path, void *buf, fuse_fill_dir_t filler,
                off_t offset, struct fuse_file_info *fi)
{
     (void) offset;
     (void) fi;

     if (strcmp(path, "/") != 0)
          return -ENOENT;

     filler(buf, ".", NULL, 0);
     filler(buf, "..", NULL, 0);
     filler(buf, hello_path + 1, NULL, 0);

     return 0;
}
```

FUSE

```
// Operacion de apertura.
static int hello_open(const char *path, struct fuse_file_info *fi)
{
     if (strcmp(path, hello_path) != 0)
          return -ENOENT;

     if ((fi->flags & 3) != O_RDONLY)
          return -EACCES;

     return 0;
}


// Operacion de lectura
static int hello_read(const char *path, char *buf, size_t size, off_t offset,
                      struct fuse_file_info *fi)
{
     size_t len;
     (void) fi;
     if(strcmp(path, hello_path) != 0)
          return -ENOENT;

     len = strlen(hello_str);
     if (offset < len) {
          if (offset + size > len)
               size = len - offset;
          memcpy(buf, hello_str + offset, size);
     } else
          size = 0;

     return size;
}
```

FUSE


```
// Definicion de operaciones...
static struct fuse_operations hello_oper = {
     .getattr  = hello_getattr,
     .readdir  = hello_readdir,
     .open          = hello_open,
     .read          = hello_read,
};

int main(int argc, char *argv[])
{
     return fuse_main(argc, argv, &hello_oper, NULL);
}

-----------------------------------fin-- hello.c ----------------------
```

FUSE

Uso de hello...

```
apt install libfuse-dev

     gcc hello2.c -o programa -lfuse -D_FILE_OFFSET_BITS=64
     o
     gcc hello2.c -o programa -lfuse -D_FILE_OFFSET_BITS=64  -DFUSE_USE_VERSION=22


~/fuse/example$ mkdir /tmp/fuse
~/fuse/example$ ./hello /tmp/fuse
~/fuse/example$ ls -l /tmp/fuse
total 0
-r--r--r--  1 root root 13 Jan  1  1970 hello
~/fuse/example$ cat /tmp/fuse/hello
Hello World!
~/fuse/example$ fusermount -u /tmp/fuse
~/fuse/example$
```

FUSE

Bibliografía

http://fuse.sourceforge.net/
http://fuse.sourceforge.net/doxygen/null_8c.html
https://code.google.com/p/pngdrive/
http://www.buanzo.com.ar/lin/FUSE.html