

Sistemas de archivos NTFS y exFAT

Autores:

Yordi Josué Jiménez Ayala, Gustavo Valenzuela Ascencio

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería

5 de mayo de 2025

➊ Introducción

➋ NTFS

➌ exFAT

➍ FAT vs exFAT

➎ Referencias

¿Qué es un sistema de archivos?

Un sistema de archivos es un conjunto de métodos y estructuras utilizados por el sistema operativo de una computadora para disponer de los datos de cualquier dispositivo de almacenamiento digital, así como para controlar el almacenamiento disponible y almacenar nuevos datos ahí.

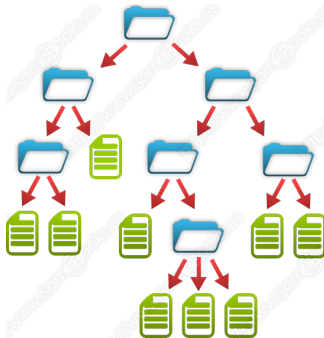


Imagen de: somebooks.es

¿Cómo se ordena la información en un sistema de archivos?

Para mejorar la eficiencia en el manejo de la información, los sistemas de archivos agrupan los **sectores** en **bloques**. Los sistemas modernos suelen utilizar bloques compuestos por entre **1 y 128 sectores**, es decir, tamaños que van desde **512 hasta 65,536 bytes**, estos bloques se llaman *clusters*.

¿Por qué hay múltiples sistemas de archivos?

- La **primera razón** es que no existe un sistema de archivos completamente multipropósito. Todos tienen sus respectivas ventajas y desventajas. Algunos sistemas son de **uso general** y otros tienen un **propósito específico** o una especialización hacia cierto tipo de dispositivo.
- La **segunda razón** es su relación con el **sistema operativo**, debido a que los sistemas tienen su conjunto de sistemas de archivos **compatibles**. Debido a esto los SO de **código abierto** tienen **muchos** sistemas de archivos a elección, mientras que los de **software propietario** tienen muchas **menos**.

¿Qué es NTFS?

NTFS (*New Technology File System*) es un sistema de archivos que usa **Microsoft** en sus sistemas **Windows** desde el año **1993**. La razón de Microsoft para crearlo, respondía a la creación de **Windows NT**, sucesor de **MS-DOS**, debido a que el nuevo S.O de Microsoft requería funcionalidades **multiusuario** y el sistema de archivos de MS-DOS, **FAT**, no contaba con funcionalidades multiusuario.

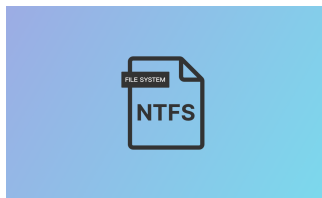
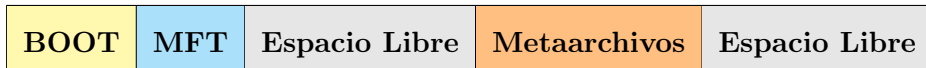


Imagen de: [Dr. Buho](#)

¿Cómo se ve un volumen NTFS?

Cuando recién formateamos un volumen NTFS éste se verá de la siguiente manera:



¿Qué es cada parte del volumen?

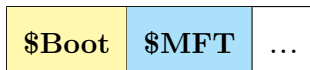
Revisemos dos definiciones importantes...

- **Metaarchivo:** Un metaarchivo es un archivo que tiene información sobre otros archivos o carpetas. Incluyen información como el nombre del archivo, la fecha de creación o modificación, el tamaño, permisos de acceso, entre otros.
- **Metaarchivos en NTFS:** En el centro del disco se encuentran bastantes metadatos. Los de mayor interés son \$MFTMirr y \$LogFile.

¿Qué es todo lo que acabamos de decir? Lo revisaremos en un momento...

Al inicio del volumen se encuentran dos archivos vitales para NTFS:

- **\$Boot:** Este archivo se encuentra al inicio del volumen y contiene la información para arrancar el sistema. Este archivo es el único en el sistema que no puede ser movido.
- **\$MFT:** Contiene la información y de todos los archivos y directorios del volumen, incluyendo los propios, lo que la hace funcionar como un índice. A su vez, es el directorio raíz (root) del volumen. Esta zona es protegida por el S.O para prevenir su fragmentación.



Después de la primera zona de espacio libre se encuentran los siguientes metaarchivos:

- **\$MFTMirr:** Este es un archivo del sistema que duplica al menos los primeros cuatro registros de la MFT con el fin de recuperarlos.
- **\$LogFile:** Es un archivo de metadatos en NTFS que almacena un registro de transacciones realizadas en el volumen. Su propósito es permitir la recuperación automática del sistema de archivos en caso de fallos inesperados.
- **\$Bitmap:** Este archivo lista los clusters en uso, Cada bit en este archivo representa un *Logical Cluster Number*, el cual es la posición de un cluster en memoria con respecto al inicio del volumen.

Funcionamiento de NTFS

Hay dos componentes muy importantes para el funcionamiento de NTFS:

- **Árbol B+:** Es una estructura de datos diseñada para mantener los datos ordenados y permite búsquedas, inserciones y eliminaciones en tiempo logarítmico ($O(\log(n))$). En este tipo de árbol, los nodos internos no almacenan datos reales, sino únicamente claves que sirven para guiar la búsqueda, mientras que los nodos hoja contienen los datos propiamente dichos.
- **Compresión:** El algoritmo de compresión que utiliza NTFS se basa en identificar substrings que se encuentren más de una vez en la información del archivo para poder referenciarlas en lugar de escribirlas de manera explícita en el texto. Este algoritmo es una variante del algoritmo de compresión LZ77, llamada LZNT1.

¿Qué es exFAT?

exFat es un sistema de archivos perteneciente a la familia FAT que fue lanzado en 2006 por Microsoft. es un acrónimo de "Extended File Allocation Table", su arquitectura describe cómo se almacenan y recuperan los archivos de los dispositivos de almacenamiento y multimedia.



Imagen de: [Andalinux](#)

¿Cómo se ve un volumen exFAT?

VBR primario

Boot	Parámetros OEM	Reservado	VBR Hash Primario
------	----------------	-----------	-------------------

...

VBR de Respaldo

Boot	Parámetros OEM	Reservado	VBR Hash Primario
------	----------------	-----------	-------------------

...

Región FAT y región de datos

Primer FAT	Segundo FAT	Cluster Heap
------------	-------------	--------------

¿Qué sucede en cada región de un volumen exFAT?

- **Volume Boot Record (VBR):** Es la colección de sectores que define los límites y las ubicaciones de las regiones en exFAT. Contiene un apuntador al directorio Root. En total ocupa 12 sectores, de igual modo que lo hace su respaldo.
- **File Allocation Table (FAT):** Es una estructura que actúa como un mapa para rastrear la secuencia de clústeres que componen un archivo. Cada entrada de 32 bits en la FAT representa un clúster del volumen y puede indicar si está libre, es parte de una cadena (apuntando al siguiente clúster), o marca el final del archivo.

¿Qué sucede en cada región de un volumen exFAT?

- **Allocation Bitmap Table:** La Allocation Bitmap Table en exFAT es una región especial que indica qué clústeres están en uso y cuáles están libres mediante una secuencia de bits, donde cada bit representa un clúster: un 1 indica que el clúster está ocupado, y un 0 que está libre.
- **Cluster Heap:** Es un región de datos en el volumen del sistema. Cada archivo o directorio ocupa uno o más clústeres dentro del Cluster Heap, y su ubicación puede ser contigua o fragmentada, dependiendo del uso del espacio. La FAT (si se usa) o los metadatos del archivo en el directorio raíz indican la secuencia de clústeres utilizada.

¿Qué sucede en cada región de un volumen exFAT?

- **Directorio Root:** El directorio Root es usado para definir archivos, sub-directorios, la etiqueta del volumen, la ubicación de la *UP-Case Table* y la ubicación del *Allocation bitmap*.
- **UP-Case Table:** La UP-Case Table es usada para convertir el nombre de los archivos a mayúsculas para ciertas operaciones de búsqueda y comparación.

Organización de los archivos de exFAT

Los archivos contienen **listas lineales** de entradas, cada una de exactamente **32 bytes**, que describen **archivos y subdirectorios** almacenados en el sistema. Las entradas están ordenadas en el orden en que se crean, sin ningún tipo de **ordenamiento o indexación avanzada**.

Dado que no se utiliza ningún tipo de indexación ni estructura de árbol balanceado, la **búsqueda** de archivos dentro de un directorio es **secuencial**: el sistema debe escanear una por una todas las entradas hasta encontrar la coincidencia deseada. Esto implica una **complejidad** computacional de $O(n)$

¿Por qué exFAT es simple?

El diseño simple de exFAT se debe a su objetivo: ser **liviano, eficiente y fácil de implementar en dispositivos portátiles** con recursos limitados, como memorias USB, tarjetas SD y firmware de cámaras. Al evitar estructuras complejas, se **reduce la carga** en el **procesador** y se **minimiza** el número de **escrituras**, algo crucial para la **durabilidad** de medios flash que se desgastan con el tiempo.



Imagen de: [Genbeta](#)

Mejoras de exFAT respecto a FAT

- **Tamaño de cluster flexible:** exFAT permite cambiar el tamaño del cluster, esto, gracias a que su tabla de asignación es más grande que la de FAT. En FAT, además de estar limitados a un tamaño de cluster de 2^{28} , si queremos cambiar el tamaño del cluster, debemos formatear.
- **Relocalización de tablas FAT:** En exFAT las tablas FAT pueden ser relocalizadas, al contrario de FAT, en FAT se almacenan estrictamente al inicio del volumen.
- **Gestión del espacio libre:** La tabla Bitmap se encarga de gestionar el espacio libre en el volumen. En FAT no sucede esto, cuando queremos consultar dónde hay espacio libre, debemos recorrer toda la FAT, lo cual hace al sistema más propenso a errores.

Todo muy bonito... Pero ¿por qué FAT sigue siendo el sistema más utilizado del mundo?

La antigüedad de FAT ha hecho que sea **compatible** con múltiples sistemas operativos y **dispositivos**, siendo un **estándar** ampliamente adoptado, incluso se puede ver que múltiples dispositivos como tarjetas SD y memorias USB vienen **formateados** por defecto en FAT, ya que esto garantiza compatibilidad inmediata.

Otra razón es su **simplicidad**. Como ya lo mencionamos, FAT es muy sencillo, esto permite que sea implementado sin problemas en dispositivos con **recursos limitados y sistemas embebidos**.

Finalmente, las **patentes** que poseía Microsoft sobre FAT ya **expiraron**, lo que hace a FAT **libre de restricciones** para su **distribución y uso**.

[1] Linus Torvalds. "Linux". GitHub. 1-may-2025.

[Enlace: <https://github.com/torvalds/linux/tree/master>]. [Accedido 1-may-2025].

[2] Tuxera. "NTFS 3G". GitHub. 13-jun-2023.

[Enlace: <https://github.com/torvalds/linux/tree/master>] [Accedido 1-may-2025].

[3] Russon. R, Fledel. Y. "NTFS Documentation", pp 3-7, 35-50, 68-72, october 2024.

[Enlace: <https://dubeyko.com/development/FileSystems/NTFS/ntfsdoc.pdf>]

[4] Shullich. R Reverse Engineering the Microsoft Extended FAT File System (exFAT)". GIAC, pp 22-47, december 2009.

[Enlace:

<https://dubeyko.com/development/FileSystems/NTFS/ntfsdoc.pdf>]

[5] UFS Explorer. "Los fundamentos de los sistemas de archivos", november 2024.

[Enlace: <https://bit.ly/42YP5MH>]

[6] ChaN. "FAT Filesystem", october 2020.

[Enlace: http://elm-chan.org/docs/fat_e.html]