

Booteo con Sistema de Archivos NTFS

Bermúdez Cristian, Carrizo Daniel, Guida Ignacio

Universidad Nacional de La Matanza - Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas
Florencio Varela 1903 (B1754JEC) – San Justo, Buenos Aires, Argentina
cristian.mbermudez@gmail.com, delfindany13@yahoo.com.ar, ignacioguida@gmail.com

Resumen: El presente trabajo de investigación expone un breve análisis sobre las características y conceptos más importantes del sistema de archivos NTFS como así también su estructura. Además se hace mención al funcionamiento de dicho sistema de archivos con el fin de poder explicar cómo se llevará a cabo el booteo del mismo bajo el sistema operativo SODIUM.

Palabras Claves: NTFS, Sistema de Archivos, SODIUM, MFT (Master File Table, PBS (Partition Boot Sector), Loader, BPB (BIOS Parameter Block), Booteo.

1 Introducción

El propósito del presente trabajo de investigación se centra en la explicación de las principales características del sistema de archivos NTFS¹ [2][3], que serán necesarias conocer en detalle para poder implementarlo correctamente sobre el sistema operativo SODIUM [1] y permitir que el mismo realice el booteo con éste nuevo sistema de archivos.

2 Líneas de Investigación y Desarrollo

Para llevar a cabo la investigación del sistema de archivos NTFS, tuvimos en cuenta información de diversas fuentes, como ser libros, sitios web y papers de otros autores. En base a la documentación obtenida podemos afirmar que NTFS provee una combinación de performance, confiabilidad y compatibilidad las cuales no se encuentran en el sistema de archivos FAT² [4], ya que éste último posee desventajas tales como fragmentación excesiva de los datos, baja recuperación ante fallos y ausencia de permisos de seguridad para los archivos.

¹ NTFS: New Technology File System [Sistema de Archivos de Nueva Tecnología]

² FAT: File Allocation Table [Tabla de Ubicación de Archivos]

NTFS se basa en una estructura compuesta por distintos sectores continuos comenzando por la “Partición del Sector de Arranque” (PBS), seguido de la “Tabla Maestra de Archivos” (MFT), la cual a su vez contiene información detallada de cada uno de los archivos almacenados en el volumen, luego continúa un conjunto de sectores que contienen los “Archivos de Sistema” utilizados por NTFS y por último el “Área de Archivos” donde se almacenan los datos propiamente dichos de cada archivo dentro del volumen.

La Figura 1 ilustra la representación de una partición de disco formateado en NTFS.

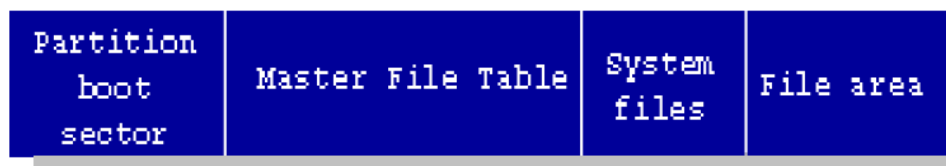


Figura 1. Representación de un volumen NTFS

Básicamente todo sobre la partición del disco es un archivo y todo lo que se encuentre en el archivo es un atributo: desde un atributo de datos, de seguridad o un atributo de nombre de archivo. Además se puede asignar permisos a los archivos y directorios sin importar si los mismos se encuentran compartidos o no. Este sistema permite el uso de nombres extensos, aunque, a diferencia del sistema de archivos FAT en su versión con direcciones de clúster de 32 bits (FAT32), distingue entre mayúsculas y minúsculas.

Cada sector sobre la partición de disco del sistema de archivos NTFS pertenece a un archivo. Incluso la información que describe al sistema de archivos por sí mismo (metadatos) es parte de un archivo. En cuanto al rendimiento, el acceso a los archivos en una partición NTFS es más rápido que en una partición de tipo FAT, ya que utiliza un árbol binario para localizar a los archivos, con lo cual la búsqueda se efectúa en forma más eficiente. Es a nivel de seguridad que NTFS se destaca, ya que permite que se definan atributos para cada archivo con los cuales se puede asignar diferentes permisos o restricciones de acceso a los mismos.

A continuación se entrará en más detalle sobre cada uno de los segmentos que forman el volumen NTFS detallado en la Figura 1.

2.1 Partition Boot Sector (PBS)

El PBS [10][11] es parte de los metadatos de NTFS, el cual incluye el sector de arranque como sus primeros 512 bytes, seguido de varios sectores que contienen código denominado IPL (Initial Program Loader - Cargador del Programa Inicial). El sector de arranque NTFS es muy similar en estructura a FAT. Comienza con un salto al punto de entrada del código de gestor de arranque, seguido por un registro de datos, denominado BIOS Parameter Block, que describe la geometría de la partición, seguido por el cargador

de programa inicial o IPL, un pequeño programa que localiza, carga en la memoria y luego ejecuta el código de arranque de la partición.

En la Tabla 1 se describe la partición del sector de arranque de un volumen con formato NTFS. Cuando un volumen NTFS está formateado, se asignan los primeros 16 sectores para el sector de arranque (PBS) y el código de arranque (Bootstrap Code).

Tabla 1. Estructura del sector de arranque de un volumen NTFS

Byte Offset	Longitud de Campo	Nombre de Campo
0x00	3 bytes	Jump Instruction
0x03	LONGLONG (8 bytes)	OEM ID
0x0B	25 bytes	BPB (BIOS Parameter Block)
0x24	48 bytes	Extended BPB
0x54	426 bytes	Bootstrap Code (Código de Arranque)
0x01FE	WORD (2 bytes)	End of Sector Marker

Para más detalle de cómo está compuesto el sector de arranque de un volumen NTFS, en el apartado *Anexo* de éste documento se encuentra un ejemplo bajo la Figura 3.

En los volúmenes NTFS, los campos de datos siguen la forma de un BPB o un BPB extendido. La MFT no se encuentra en un sector predefinido, como en el caso del sistema de archivos FAT. Por esta razón, dicha tabla se puede mover si existe un sector defectuoso en su ubicación normal.

La Tabla 2 describe los campos contenidos dentro del BPB y el BPB extendido en volúmenes NTFS, como así también sus valores de ejemplo. Los campos 0x0B, 0x0D, 0x15, 0x18, 0x1A y 0x1C, coinciden con los sistemas de archivos FAT16 y FAT32.

Tabla 2. Campos contenidos por el BPB y BPB Extendido del volumen NTFS.

Byte Offset	Longitud de Campo	Valor de Ejemplo	Nombre de Campo
0x0B	WORD	0x0002	Bytes Per Sector (Bytes por Sector)
0x0D	BYTE	0x08	Sectors Per Cluster (Sectoros por Cluster)
0x0E	WORD	0x0000	Reserved Sectors (Sectoros Reservados)
0x10	3 BYTES	0x000000	always 0
0x13	WORD	0x0000	not used by NTFS
0x15	BYTE	0xF8	Media Descriptor
0x16	WORD	0x0000	always 0
0x18	WORD	0x3F00	Sectors Per Track (Sectoros por Pista)

Byte Offset	Longitud de Campo	Valor de Ejemplo	Nombre de Campo
0x1A	WORD	0xFF00	Number Of Heads (Número de Cabezas)
0x1C	DWORD	0x3F000000	Hidden Sectors (Sectores Ocultos)
0x20	DWORD	0x00000000	not used by NTFS
0x24	DWORD	0x80008000	not used by NTFS
0x28	LONGLONG	0x4AF57F0000000000	Total Sectors (Sectores Totales)
0x30	LONGLONG	0x0400000000000000	Logical Cluster Number for the file \$MFT
0x38	LONGLONG	0x54FF070000000000	Logical Cluster Number for the file \$MFTMirr
0x40	DWORD	0xF6000000	Clusters Per File Record Segment
0x44	DWORD	0x01000000	Clusters Per Index Block
0x48	LONGLONG	0x14A51B74C91B741C	Volume Serial Number
0x50	DWORD	0x00000000	Checksum

2.2 Master File Table (MFT - Tabla Maestra de Archivos)

Cada archivo en un volumen NTFS está representado por un registro en un archivo especial llamado Tabla Maestra de Archivos (MFT). Cuando se formatea un volumen como NTFS se crea un conjunto de archivos que contienen información (metadatos) para implementar la estructura del sistema de archivos. NTFS se reserva los primeros 16 registros de la MFT para almacenar esos archivos correspondientes a los metadatos.

Cada registro de la MFT ocupa 1024 bytes y no hay una cantidad fija de registros, ya que depende del tamaño del volumen y de los archivos contenidos en el mismo, con lo cual su tamaño es completamente variable.

El primer registro de esta tabla describe la MFT en sí misma, seguido por un segundo registro que aloja a la MFT Espejo (MFT Mirror).

Si el primer registro MFT está dañado, NTFS lee el segundo registro para buscar el archivo MFT Espejo, cuyo primer disco es idéntico al primer registro de la MFT. Las ubicaciones de los segmentos de datos, tanto para el MFT y archivos MFT Espejo se registran en el sector de arranque. El tercer registro de la MFT es el Archivo de Log (Log File Record), que se utiliza para la recuperación de archivos. Desde el registro 17 en adelante de la MFT son utilizados para cada archivo y directorio alojado en el volumen.

La Figura 2 ofrece una ilustración simplificada de la estructura MFT:

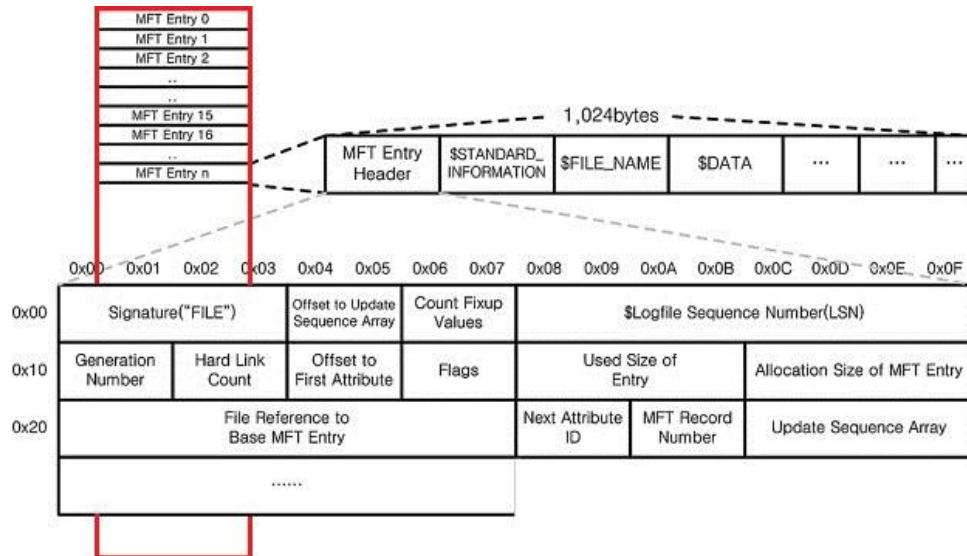


Figura 2. Estructura de la MFT

La MFT asigna cierta cantidad de espacio para cada registro del archivo. Los atributos de un archivo se graban en el espacio asignado en la MFT. Archivos pequeños y directorios (normalmente de 1500 bytes o inferiores), puede ser enteramente contenido en el registro maestro de tabla de archivos. Este diseño hace que el acceso a los archivos o directorios sea muy rápido, ya que no requiere de búsquedas extra en otros sectores del volumen. En cambio directorios grandes se organizan en árboles binarios, que tienen registros con punteros a grupos externos que contienen las entradas de directorio que no pudieron ser contenidas dentro de la estructura MFT.

2.3 Tipos de Archivos NTFS

2.3.1 Atributos de Archivo

El sistema de archivos NTFS visualiza a cada archivo o directorio como un conjunto de atributos. Tanto el nombre del archivo, información de seguridad o sus datos, son todos atributos del archivo. Cada uno de esos atributos se identifica por un código de tipo de atributo y, opcionalmente, un nombre.

Cuando los atributos de un archivo pueden caber dentro del registro de archivos MFT, se los llama atributos residentes. Por el contrario, cuando la información de un archivo es muy grande y no puede caber por completo en el registro del archivo MFT, algunos de sus

atributos se denominan no residentes. Los atributos no residentes están asignados en uno o más grupos de espacio en disco almacenados en otro lugar en el volumen. NTFS crea el atributo denominado Lista de Atributos (Attribute List) para describir la ubicación de todos los registros de atributos.

En el apartado *Anexo* al final de éste documento se detallan todos los atributos definidos actualmente para el sistema de archivos NTFS, dicha información se podrá visualizar en la Tabla 4. Cabe mencionar que dicha lista es completamente ampliable, con lo cual en el futuro se podrían llegar a definir nuevos atributos.

2.3.2 Archivos del Sistema

NTFS incluye varios archivos de sistema, también conocidos como metadatos, los cuales se encuentran ocultos a la vista del volumen. Un archivo de sistema es utilizado por el sistema de archivos para almacenar los metadatos e implementar el mismo.

A continuación se detallan cuales son los archivos del sistema más relevantes utilizados por NTFS. La lista completa se podrá observar en el apartado *Anexo* al final del documento en la Tabla 5.

Tabla 3. Archivos de sistema utilizados por NTFS

Archivo del Sistema	Nombre de Archivo	Registro MFT	Descripción
Master file table	\$Mft	0	Contiene un registro de archivo base por cada archivo y directorio alojado en el volumen. Si la información del archivo o directorio es demasiado grande para caber en un solo registro, se asignan otros registros de archivo.
Master file table 2	\$MftMirr	1	Una imagen duplicada de los primeros cuatro registros de la MFT. Este archivo garantiza el acceso a la MFT en caso de un fallo de un único sector.
Log file	\$LogFile	2	Contiene una lista de los pasos transaccionales utilizados para la recuperación del volumen NTFS. El tamaño del archivo de Log depende del tamaño del volumen.

2.3.3 Múltiples Flujos de Datos

NTFS admite varias secuencias de datos, donde el nombre de secuencia identifica un atributo nuevo en el archivo. Se puede abrir un manejador para cada flujo de datos. Un flujo de datos, es un conjunto único de atributos de archivo.

Esta característica permite gestionar los datos como una sola unidad ya que un único archivo puede estar asociado con más de una aplicación a la vez, es por eso que mediante los flujos de datos se pueden manejar diferentes aplicaciones.

2.3.4 Archivos Comprimidos

Estos archivos (ya sean archivos individuales, carpetas o volúmenes enteros) alojados en un volumen del sistema de archivo, pueden ser leídos y/o escritos por cualquier aplicación (basada en el sistema operativo correspondiente) sin ser descomprimidos por otro programa externo ya que dicha descompresión ocurre de manera automática. Luego el archivo es comprimido nuevamente una vez cerrado o guardado el mismo.

Solamente NTFS puede leer el formato o tipo comprimido de datos. Cuando una aplicación o comando del sistema operativo quiere acceder al archivo, el manejador de filtros de compresión descomprime el mismo antes de dejarlo disponible.

Cada flujo de datos de NTFS contiene información que indica si una parte del flujo esta comprimida. Este almacenamiento comprimido de manera individual es identificado por huecos que están a continuación de la información almacenada para ese flujo. Al encontrar un hueco, NTFS automáticamente descomprime la información precedente para completarlo. NTFS provee acceso en tiempo real al archivo comprimido. Cuando dicho archivo se está escribiendo, el sistema reserva espacio en disco para el tamaño no comprimido, luego al cerrar el archivo, el sistema se encarga de devolver el espacio no utilizado.

2.4 Integridad de Datos y Recuperación con NTFS

NTFS es un sistema de archivo recuperable que garantiza la consistencia del volumen usando un registro de transacciones estándar y técnicas de recuperación. Al suceder un evento de falla de disco, NTFS restaura la consistencia ejecutando un procedimiento de recuperación que accede a la información almacenada en un archivo de registro de datos (Log File). El procedimiento de recuperación de NTFS es exacto, garantizando que el volumen sea restaurado a un estado consistente.

También asegura la integridad de todos los volúmenes del sistema de archivo interviniendo en operaciones de recuperación de disco la primera vez que un programa accede al volumen NTFS después de que la computadora es reiniciada luego de un fallo.

Si tanto el Master Boot Record (MBR) o un sector de inicio se encuentra corrompido, no se podrá acceder a los datos alojados en el volumen.

2.5 Recuperación de Datos con NTFS

NTFS observa cada operación de entrada/salida que modifica al sistema de archivos sobre el volumen como una transacción y administra cada una como una unidad integral. Una vez comenzada (la transacción) la misma es completada o, en caso de falla en el disco, retrotraída (retorna al estado anterior del inicio de la transacción).

Para asegurar alguna de estas dos opciones, NTFS registra las suboperaciones de una transacción en un archivo de registros de datos antes de que las mismas sean escritas en el disco. Cuando una transacción completa es registrada en el archivo de registro de datos, NTFS ejecuta las suboperaciones de la transacción en la memoria caché del volumen.

Después que el sistema de archivos actualiza la caché, éste realiza la transacción, grabando en el archivo de registro de datos que toda la transacción fue realizada completamente. Una vez que la transacción fue consumada, NTFS asegura que la transacción entera aparezca en el volumen, incluso si el disco falla.

Durante la operación de recuperación, NTFS rehace cada transacción consumada encontrada en el archivo de registro de datos. Luego localiza en éste mismo archivo las transacciones que no fueron consumadas en el momento que el sistema tuvo la falla y deshace cada suboperación de la transacción guardada en el archivo de registros. Las modificaciones incompletas están prohibidas en el volumen.

NTFS le da mucha utilidad a este archivo de registro de datos para garantizar que la estructura del volumen no se encuentre corrompida. Por esta razón todos los sistemas de archivos continúan siendo accesibles después de una falla de sistema. De todas formas, los datos de usuario pueden perderse debido a una falla de sistema o a un sector malo o destruido.

3 Resultados Obtenidos / Esperados

Luego de finalizada la implementación del nuevo sistema de archivos bajo el sistema operativo SODIUM, se espera poder realizar el booteo de forma exitosa para luego poder utilizar todas las funcionalidades que brinda una partición formateada en NTFS y que fueron mencionadas en los párrafos anteriores. También se pretende seguir manteniendo todas las funcionalidades que actualmente se encuentran vigentes en SODIUM como así también los sistemas de archivos actualmente en uso.

4 Anexo

4.1 Partition Boot Sector: En la siguiente figura se muestra a modo ilustrativo como está compuesto el sector de arranque (PBS) de un volumen NTFS.

0000	EB 52 90 4E 54 46 53 20 20 20 20 00 02 08 00 00	ËRONTFS
0010	00 00 00 00 00 F8 00 00 3F 00 FF 00 3F 00 00 00s...?....?
0020	00 00 00 00 80 00 80 00 FD 25 9C 00 00 00 00 00€..Ë.ÿ*œ.....
0030	04 00 00 00 00 00 00 00 5F C2 09 00 00 00 00 00À.....
0040	F6 00 00 00 01 00 00 00 5E EE 3A D8 12 3E D8 98	ö.....^i:ÿ;ÿ-
0050	00 00 00 00 FA 33 C0 8E D0 BC 00 7C FB B8 C0 07ú3&CBh.ú.À.
0060	8E D8 E8 16 00 B8 00 0D 8E C0 33 DB C6 06 0E 00	Øèè.....ØÀ3ØE...
0070	10 E8 53 00 58 00 0D 58 6A 02 CB 8A 16 24 00 B4	.èS.h...hj.ÈS.ÿ.
0080	08 CD 13 73 05 B9 FF FF 8A F1 56 0F B6 C6 40 56	.f.=.¹...Sÿf.gÿÿf
0090	0F B6 D1 80 E2 3F F7 E2 86 CD C0 ED 06 41 66 0F	.ÿØE à?+â+iâi..âf.
00A0	B7 C9 66 F7 E1 66 A3 20 00 C3 B4 41 BB AA 55 8A	·Ëf+âff .ÿ.À»=Uÿ
00B0	16 24 00 CD 13 72 0F 81 FE 55 AA 75 09 F6 C1 01	.ÿ.f.r.DâU².u.âÁ.
00C0	74 04 FE 06 14 00 C3 66 60 1E 06 66 A1 10 00 66	t.p...ÿË`...Ëj...f
00D0	03 06 1C 00 66 3B 06 20 00 0F 82 3A 00 1E 66 6A	...f;fj
00E0	00 66 50 06 53 66 68 10 00 01 00 80 3E 14 00 00	.fP.Sfh...€>...
00F0	0F 85 0C 00 E8 B3 FF 80 3E 14 00 00 0F 84 61 00â³.€>.....a.
0100	B4 42 8A 16 24 00 16 1F 8E F4 CD 13 66 58 5B 07	·Bÿ.ÿ...<ðf.fX[.
0110	66 58 66 58 1F EB 2D 66 33 D2 66 0F B7 0E 18 00	fXfX.â-f30f.....
0120	66 F7 F1 FE C2 8A CA 66 8B D0 66 C1 EA 10 F7 36	f+ÿpâSÿÿf.âfââ.â+6
0130	1A 00 86 D6 8A 16 24 00 8A E8 C0 E4 06 0A CC B8	..+0ÿ.ÿ.ÿâââ..i.
0140	01 02 CD 13 0F 82 19 00 8C C0 05 20 00 8E C0 66	..f.....EÀ. .Øâf
0150	FF 06 10 00 FF 0E 0E 00 0F 85 6F FF 07 1F 66 61o...fa
0160	C3 A0 F8 01 E8 09 00 A0 FE 01 E8 03 00 FB EB FE	ÿ s..è. ú.è..úep
0170	B4 01 8B F0 AC 3C 00 74 09 B4 0E BE 07 00 CD 10	..<ð-c.t.'...f.
0180	EB F2 C3 0D 0A 41 20 64 69 73 6B 20 72 65 61 64	èðÿ...A disk read
0190	20 65 72 72 6F 72 20 6F 63 63 75 72 72 65 64 00	error occurred.
01A0	0D 0A 4E 54 4C 44 52 20 69 73 20 6D 69 73 73 69	..NTLDR is missi
01B0	6E 67 00 0D 0A 4E 54 4C 44 52 20 69 73 20 63 6F	ng...NTLDR is co
01C0	6D 70 72 65 73 73 65 64 00 0D 0A 50 72 65 73 73	mpressed...Press
01D0	20 43 74 72 6C 2B 41 6C 74 2B 44 65 6C 20 74 6F	Ctrl+Alt+Del to
01E0	20 72 65 73 74 61 72 74 0D 0A 00 00 00 00 00	restart.....
01F0	00 00 00 00 00 00 00 00 83 A0 B3 C9 00 00 55 AAf ðË..U²

Figura 3. Estructura del sector de booteo de NTFS.

Los primeros 3 bytes resaltados en verde corresponden al “Jump Instruction”, los siguientes 8 bytes resaltados en celeste corresponden al “OEM ID”, los siguientes 73 bytes (25 + 48 bytes) resaltados en amarillo corresponden al “BPB” y “Extended BPB”, los siguientes 426 bytes resaltados en gris y rosa corresponden al “Bootstrap Code”, por último los 2 bytes restantes resaltados nuevamente en verde, corresponde a “End of Sector Marker” o más conocido como Firma del Volumen.

4.2 Tipos de Atributos: A continuación se detallan todos los tipos de atributos existentes para el sistema de archivos NTFS, a los cuales se hizo mención en el apartado 2.3.1

Tabla 4. Tipos de atributos de archivo

Tipo de Atributo		Descripción
Nombre Original	Nombre en Español	
Standard Information	Información Estándar	Incluye información tal como fecha y hora y número de enlaces.
Attribute List	Lista de Atributos	Muestra la ubicación de todos los registros de atributos que no caben en el registro MFT.
File Name	Nombre de Archivo	Contiene el nombre de archivo que puede ser de longitud larga o corta. El nombre largo del archivo puede tener hasta 255 caracteres con formato Unicode. El nombre corto puede tener hasta 8 caracteres, sin hacer distinción entre mayúsculas y minúsculas.
Security Descriptor	Descriptor de Seguridad	Describe quien es el propietario del archivo y quien lo puede acceder.
Data	Datos	Contiene datos de archivo. NTFS permite múltiples atributos de datos por archivo. Cada archivo tiene típicamente un atributo de datos sin nombre. Un archivo también puede tener uno o más llamados atributos de datos, cada uno con una sintaxis particular.
Object ID	Identificador de Objeto	Un volumen único de identificador de archivo. No todos los archivos tienen identificadores de objetos.
Logged Tool Stream	Herramienta de Flujo en Línea	Similar a un flujo de datos, pero las operaciones se registran en el archivo de registro NTFS como cambios en los metadatos de NTFS.
Reparse Point	Punto de Análisis	Se utiliza para los puntos de montaje de volumen.
Index Root	Índice Raíz	Utilizado para implementar directorios y otros

Tipo de Atributo		Descripción
Nombre Original	Nombre en Español	
		índices.
Index Allocation	Índice de Asignación	Utilizado para implementar directorios y otros índices.
Bitmap	Mapa de Bits	Utilizado para implementar directorios y otros índices.
Volume Information	Información de Volumen	Utilizado únicamente en el archivo de sistema \$Volume. Contiene la versión del volumen.
Volume Name	Nombre de Volumen	Utilizado únicamente en el archivo de sistema \$Volume. Contiene el nombre del volumen.

4.3 Archivos de Sistema: a continuación se detallan todos los tipos de archivos de sistema que contiene una partición formateada como NTFS.

Tabla 5. Archivos de sistema utilizados por NTFS

Archivo del Sistema	Nombre de Archivo	Registro MFT	Descripción
Master file table	\$Mft	0	Contiene un registro de archivo base por cada archivo y directorio alojado en el volumen. Si la información del archivo o directorio es demasiado grande para caber en un solo registro, se asignan otros registros de archivo.
Master file table 2	\$MftMirr	1	Una imagen duplicada de los primeros cuatro registros de la MFT. Este archivo garantiza el acceso a la MFT en caso de un fallo de un único sector.

Archivo del Sistema	Nombre de Archivo	Registro MFT	Descripción
Log file	\$LogFile	2	Contiene una lista de los pasos transaccionales utilizados para la recuperación del volumen NTFS. El tamaño del archivo de Log depende del tamaño del volumen y puede ser tan grande como 4 MB.
Volume	\$Volume	3	Contiene información sobre el volumen, tales como el nombre de y la versión.
Attribute definitions	\$AttrDef	4	Una tabla de nombres de atributos, números y descripciones.
Root file name index	\$	5	Contiene el directorio raíz.
Cluster bitmap	\$Bitmap	6	Es una representación del volumen, el cual muestra cuales cluster están en uso.
Boot sector	\$Boot	7	Incluye el BPB usado para montar el volumen y el código de booteo adicional utilizado en el caso de que el volumen sea de arranque.
Bad cluster file	\$BadClus	8	Contiene los clusteres no validos para el volumen.
Security file	\$Secure	9	Contiene los descriptores de seguridad únicos para todos los archivos del volumen.
Uppcase table	\$Uppcase	10	Convierte los caracteres en minúsculas a mayúsculas.
NTFS extension file	\$Extend	11	Se utiliza para varias extensiones opcionales, tales como cuotas, datos de re-análisis de puntos y los identificadores de objetos.
		12-15	Reservado para uso futuro.

Referencias

- [1] Gerardo Puyo, Cortina Martin; *“Estructura SODIUM – 2009”*; Universidad Nacional de La Matanza, Cátedra de Sistemas Operativos, Buenos Aires, Argentina (2009)
- [2] LSoft Technologies Inc; *“Understanding File System (NTFS)”*; Mississauga, Ontario, Canada (2012)
- [3] <http://www.ntfs.com/>; Fecha de consulta Septiembre 2012
- [4] Julio Peralta, Lorena Ibaez, Mariano A. Carabajal, Matias D. Rotela, Patricia Gómez; *“Desarrollo de un administrador de File System para FAT16 y FAT32 en SODIUM”*; Universidad Nacional de La Matanza, Cátedra de Sistemas Operativos, Buenos Aires, Argentina (2011)
- [7] http://wiki.osdev.org/Main_Page; Fecha de consulta Septiembre 2012
- [8] William Stallings; *“Operating Systems: Internals And Design Principles”*; Prentice Hall; 4ta Edición (2000)
- [9] <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781134%28v=ws.10%29.aspx>; *“How NTFS Works”*; Fecha de consulta Septiembre 2012
- [10] <http://bootmaster.filerecovery.biz/appnote3.html>; *“NTFS Partition Boot Sector”*; Fecha de consulta Octubre 2012
- [11] <http://thestarman.pcmindustry.com/asm/mbr/NTFSBR.htm>; *“NTFS Examination of the Volume Boot Record”*; Fecha de consulta Octubre 2012
- [12] <http://www.onyxrecuperacion.com/index.php/blog/entry/master-file-table-mft>; *“Master File Table MFT”*; Fecha de consulta Octubre 2012