

## 3.4 SISTEMA DE ARCHIVOS

Administración eficiente de información en almacenamiento secundario



NTFS, FAT, HFS+, APFS

# Definición y función fundamental

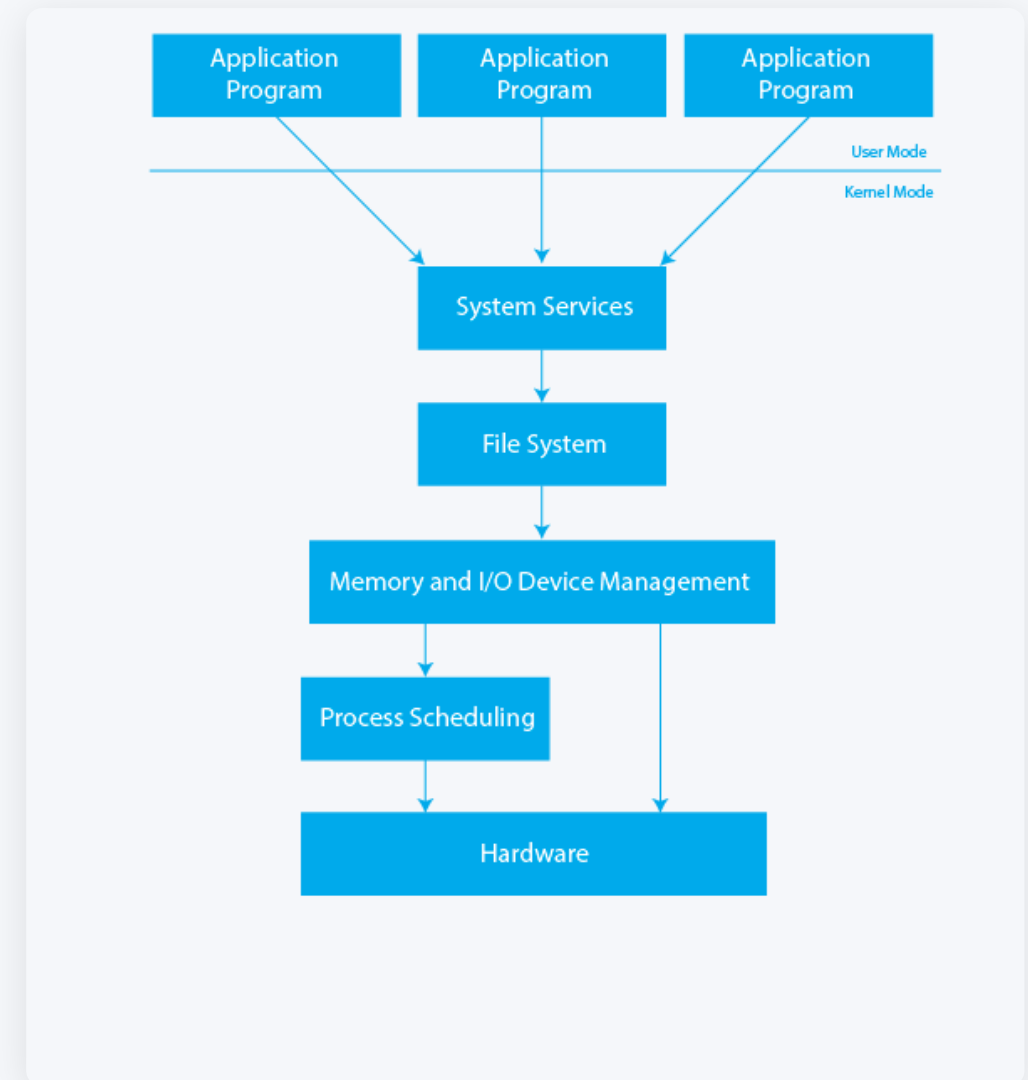
El sistema de archivos es **el elemento del sistema operativo responsable de la administración de los archivos del almacenamiento secundario**. Constituye un mecanismo de abstracción esencial.

## ⚙️ Funciones principales

- Visión uniforme para todos los sistemas de almacenamiento
- Define una unidad lógica de almacenamiento: archivo
- Gestiona estructura, nombres, acceso y protección
- Manejo fácil y lógico, ocultando particularidades físicas

## ✅ Requisitos esenciales

- Acceso directo a información
- Gestión eficiente de bloques de memoria
- Manejo de archivos grandes
- Información permanente y actualizada
- Control de acceso concurrente
- Protección contra accesos no autorizados
- Permitir crear, modificar y borrar archivos



# Tipos de sistemas de archivos

## ⌚ Sistemas clásicos

### FAT / FAT16

- Particiones < 2 GB
- Compatible con MS-DOS, Windows
- No distingue mayúsculas/minúsculas

### FAT32

- Particiones hasta 2 TB
- Archivos hasta 4 GB
- Unidades de asignación: 4 KB

### NTFS

- Nombres hasta 256 caracteres
- **Journaling**, cifrado y compresión
- Volúmenes hasta 16 TB

### ext3fs

- Volumen máximo: 32 TB
- Registro de diario para recuperación
- Distingue mayúsculas/minúsculas

## ↗ Sistemas modernos

### ext4fs

- Volumen máximo: 1 EB
- Journaling mejorado
- Soporte para timestamps al nanosegundo

### APFS

- Optimizado para SSD y flash
- **Snapshots** clones eficientes
- Encriptación nativa

### Btrfs

- Copy-on-write
- Autocuración mediante checksums
- **RAID integrado**


### ZFS / ReFS

- Protección contra corrupción
- Pools de almacenamiento
- **Compresión transparente**

**BTRFS, ZFS, XFS, EXT4**

How Are They Different, And Which File System to Use to Create a Volume?

File System	1	2	3	4
	BTRFS	ZFS	XFS	EXT4
Main Strength	COW Writing Mechanism	Scalability	Pre-allocated I/O bandwidth	Flash Memory Lifespan
Main Weakness	RAID instability	Requires sophisticated setup	Security	Harder to detect data corruption
Management Level	Easy	Medium	Medium	Medium

 **SALVAGE** DATA  
SALVAGE THE UNRECOVERABLE

# Estructura y componentes

## 🗂️ Directorios y árbol jerárquico

- **Directorio raíz (root)** : contiene todos los demás directorios y archivos
- Organización de archivos en categorías lógicas
- Facilita la localización de archivos
- Implementa permisos a nivel de directorio
- Crea espacios de nombres separados

## { } Metadatos y atributos

### 📌 Identificación

- **Nombre**: identificador único
- **Tipo**: texto, imagen, ejecutable
- **Propietario**: usuario o grupo

### 📌 Características

- **Fecha/Hora**: creación, modificación
- **Tamaño**: espacio ocupado
- **Permisos**: lectura, escritura, ejecución

## 📊 Tablas de asignación

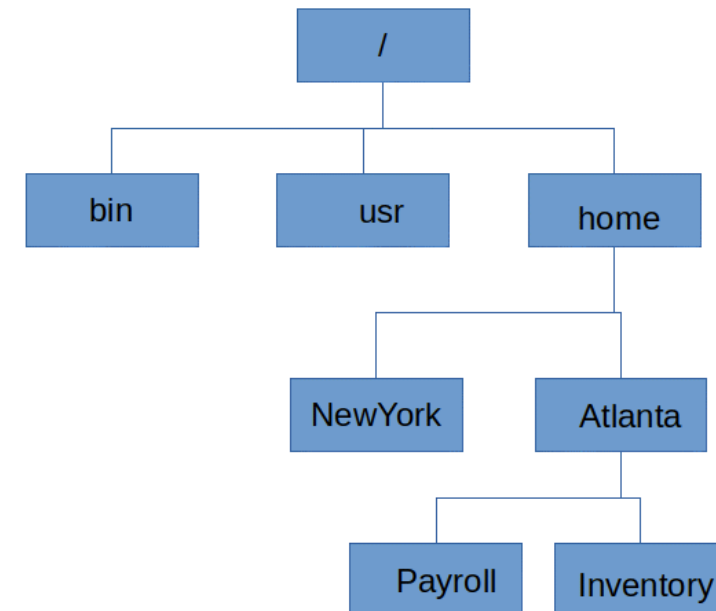
- Estructuras para gestionar la asignación de bloques

📊 FAT: Tabla de asignación

📊 NTFS: MFT con metadatos

📊 ext4: "extents" para bloques

🗂️ ZFS/Btrfs: Árboles B



# Operaciones básicas con archivos

Los usuarios y aplicaciones realizan diversas operaciones fundamentales con los archivos:



## Creación

Añadir un **nuevo archivo** al sistema



## Apertura

Localizar e **identificar** un archivo existente



## Lectura

Obtener **datos** desde un archivo



## Escritura

Almacenar **datos** en un archivo



## Renombrado

Modificar el **identificador** del archivo



## Copia

**Duplicar** un archivo en otra ubicación



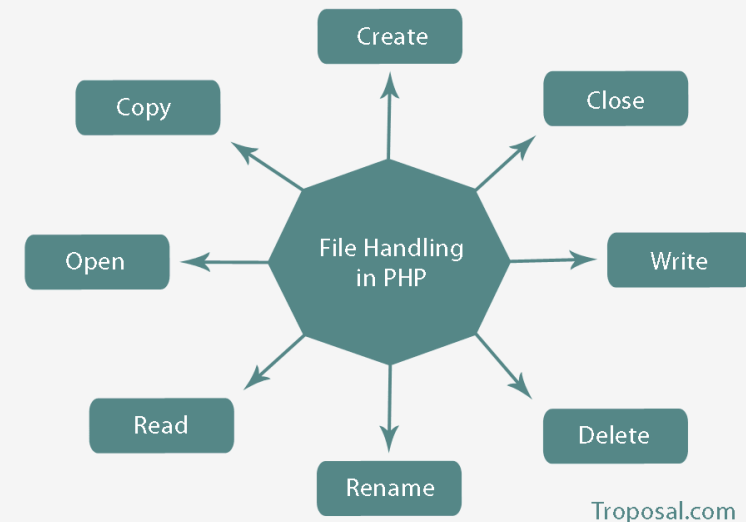
## Movimiento

**Transferir** un archivo a otra ubicación



## Eliminación

**Borrar** un archivo del sistema



# Gestión de espacio y optimización

## ❖ Fragmentación



### Bloques dispersos en el disco

- Los bloques de un archivo están **dispersos** en el disco
- **Ralentiza** el acceso a los datos
- Técnicas para minimizarla:



#### Asignación contigua

Bloques adyacentes



#### Listas enlazadas

Cada bloque apunta al siguiente



#### Asignación por índices

Estructura de mapeo

## ✂ Desfragmentación



### Reorganización de bloques

- Sistemas modernos han **reducido la necesidad** de desfragmentación
- Mediante:



#### Algoritmos inteligentes

Asignación óptima



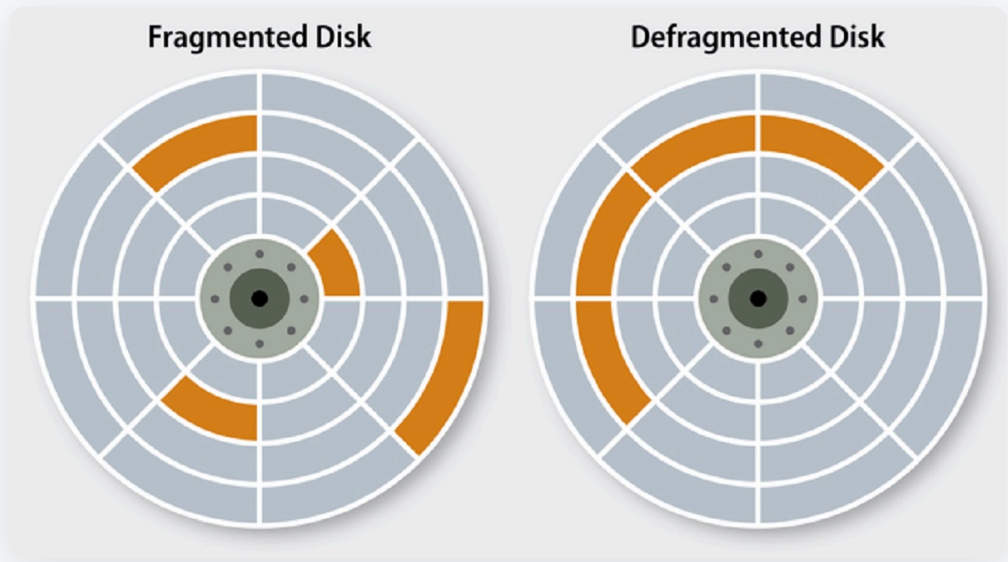
#### Soporte para SSD

No se benefician de desfragmentación



#### Herramientas automatizadas

Operación en segundo plano



## ⚡ Compresión transparente



### Reducción de espacio

- **NTFS, APFS, Btrfs, ZFS** soportan compresión transparente
- Reduce espacio **sin intervención del usuario**
- Mejora rendimiento con CPU potente y almacenamiento lento

# Seguridad y protección



## Permisos de acceso



### ACL

- Listas de Control de Acceso
- Permisos detallados por usuario/grupo



### Permisos Unix

- Lectura, escritura, ejecución
- Para usuario, grupo y otros



### Integridad del sistema

- Protección contra modificaciones no autorizadas
- Ej: **SIP** en macOS



## Encriptación



### Completa del volumen

- **BitLocker** (Windows)
- **FileVault** (macOS)
- **LUKS** (Linux)



### Por archivo/directorio

- Encriptación selectiva
- Mayor flexibilidad



### Transparente

- Sistema maneja encriptación/desencryptación
- Sin intervención del usuario



## Protección contra corrupción



### Checksums

- Verificación de integridad
- Sumas de comprobación



### Autocuración

- **ZFS** y **Btrfs**
- Corrección usando redundancia



### Snapshots

- Recuperación de versiones anteriores
- Puntos de restauración



"La seguridad de los sistemas de archivos es fundamental para proteger la integridad y confidencialidad de los datos almacenados."



# Tendencias actuales en sistemas de archivos



## Optimización para SSD/NVMe

- **Reducción** de escrituras innecesarias
- Soporte para **TRIM/UNMAP**
- Gestión eficiente del **wear leveling**



## Integración con nube

- **Sincronización** transparente
- Espacios de nombres **unificados**
- Gestión inteligente de **caché**



## Protección contra ransomware

- **Versionado** automático de archivos
- Snapshots **inmutables**
- Detección de patrones de **ataque**



## Almacenamiento no volátil

- Integración con **Intel Optane**
- Algoritmos de **journaling** optimizados
- Acceso a nivel de **byte** en lugar de bloque



## Inteligencia artificial

- **Predicción** de patrones de acceso
- Optimización automática de **localización**
- Gestión inteligente de **caché**
- Detección de **anomalías** en acceso




[Read Blog](#)

### Why AI and Cloud Storage Are the Future of Enterprise Data Management

*"Los sistemas de archivos modernos evolucionan para adaptarse a nuevas tecnologías y necesidades, desde SSD hasta IA y almacenamiento en la nube."*



# Comparación de sistemas de archivos modernos

Sistema	Plataforma	Tamaño máximo	Características destacadas	Casos de uso
 NTFS	Windows	16 TB (volumen)	<div>Permisos avanzados</div> <div>Cuotas de disco</div> <div>Compresión</div> <div>Encriptación</div>	<div>Sistemas Windows</div> <div>Almacenamiento local</div>
 APFS	macOS/iOS	8 ZB (teórico)	<div>Optimizado para SSD</div> <div>Snapshots</div> <div>Encriptación nativa</div> <div>Clones eficientes</div>	<div>Dispositivos Apple</div> <div>Almacenamiento flash</div>
 ext4	Linux	1 EB (volumen)	<div>Alta compatibilidad</div> <div>Journaling</div> <div>Soporte extendido</div> <div>Estabilidad probada</div>	<div>Sistemas Linux</div> <div>Servidores</div>
 Btrfs	Linux	16 EB (teórico)	<div>Copy-on-write</div> <div>Snapshots avanzados</div> <div>RAID integrado</div> <div>Autocuración</div>	<div>Sistemas Linux avanzados</div> <div>Datos críticos</div>
 ZFS	Unix/Linux	16 EB (teórico)	<div>Protección contra corrupción</div> <div>Snapshots</div> <div>Pools de almacenamiento</div> <div>Compresión eficiente</div>	<div>Almacenamiento empresarial</div> <div>NAS</div> <div>Servidores de datos</div>
 ReFS	Windows Server	35 PB (teórico)	<div>Resistencia</div> <div>Storage Spaces</div> <div>Protección automática</div>	<div>Entornos empresariales</div> <div>Almacenamiento crítico</div>

Features		Ext4	XFS	Btrfs	ZFS
Resize Capabilities	Online Grow	Yes	Yes	Yes	Yes
	Online Shrink	No	No	Yes	No
	Offline Grow	Yes	Yes	No	No
	Offline Shrink	Yes	No	No	No
RAID Solution Provided		No	No	Yes	Yes
Volume Manager		LVM/MD	LVM/MD	LVM/MD or Btrfs	ZFS
RBD support		Yes	Yes	Yes	Yes

Comparación de características entre sistemas de archivos modernos