



SISTEMA DE ARCHIVOS EXT4

EVOLUCIÓN, FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

JIMENEZ OLIVO EVELIN
LARA HERNÁNDEZ EMMANUEL

INTRODUCCIÓN

- El sistema de archivos EXT4 (Fourth Extended Filesystem) es uno de los más usados en Linux.
- Se diseñó para ofrecer mayor rendimiento, estabilidad y compatibilidad.
- Integrado al kernel principal en 2008 (v2.6.28), como sucesor directo de EXT3, resolviendo limitaciones de espacio y fragmentación.
- Es el sistema base en la mayoría de las distribuciones modernas de Linux.



SISTEMA DE ARCHIVOS

Estructura jerárquica en forma de árbol invertido que organiza archivos y directorios



Define cómo se almacenan, organizan y acceden los datos en un dispositivo de almacenamiento,

Reside en un único volumen lógico, donde todos los archivos y directorios pertenecen exclusivamente a ese sistema de archivos específico.

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA

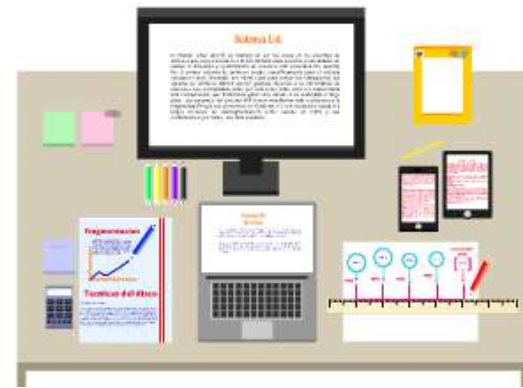
64 MB,
nombres de 14
caracteres

MINIX

1990



Sistema de
Archivos Ext



1992

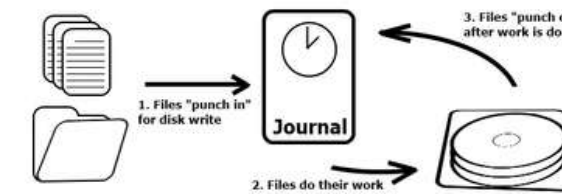
EXT

Primer sistema de
archivos EXT,
nombres de hasta
255 caracteres y
volúmenes de
hasta 2 GB.

Inspirado en FFS;
estable y eficiente,
soporte de archivos
grandes..

EXT 2

1993



1999

EXT 3

Introducción de
journaling para
preservar
integridad ante
fallos

EXT 4

Evolución de EXT3
con mejoras de
rendimiento y
escalabilidad. Mejoras
de velocidad

2008

Ext4
File System

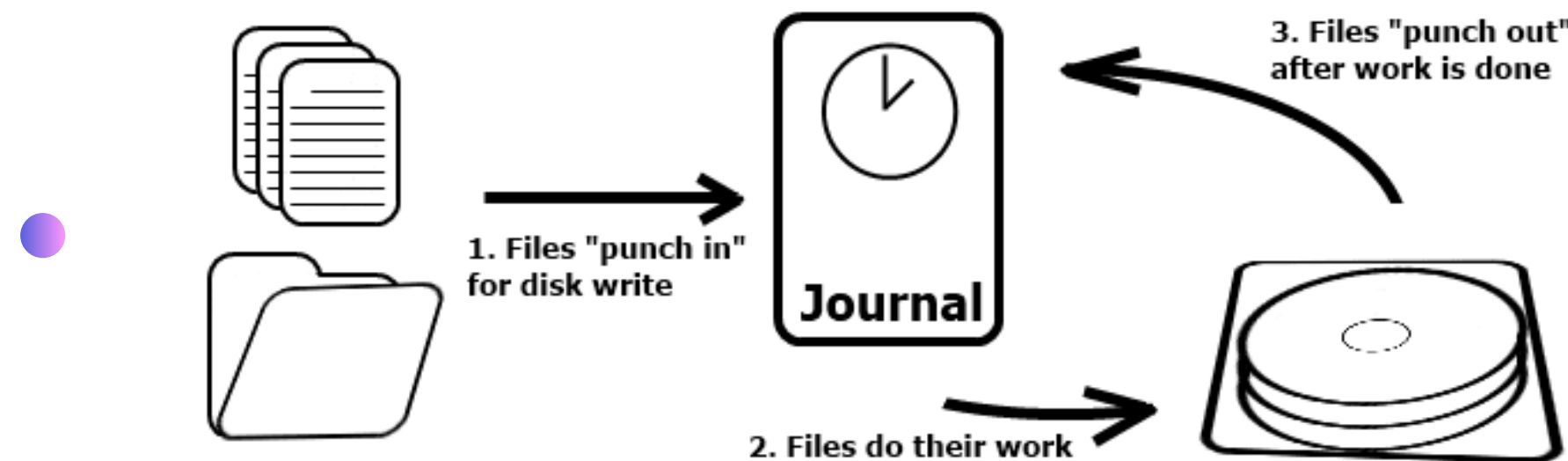
ARQUITECTURA Y FUNCIONAMIENTO

JOURNALING

- Registra las operaciones pendientes antes de aplicarlas al disco.
- Esta bitácora permite recuperar el sistema en caso de fallos y protege contra la corrupción de datos.

EXTENDS

- Agrupa bloques contiguos de datos en lugar de manejar mapas de bloques individuales,.
- Cada extensión se define por su posición inicial y final en el disco,




SOPORTE Y RENDIMIENTO



Direccionamiento

- Utiliza un direccionamiento interno de 48 bits que le permite gestionar grandes volúmenes y archivos, alcanzando teóricamente hasta 1 exbibyte (EiB) de capacidad total y 16 terabytes (TiB) por archivo. Esto se logra gracias a su estructura basada en bloques de 4 KiB, que permite un manejo eficiente y escalable del espacio de almacenamiento.

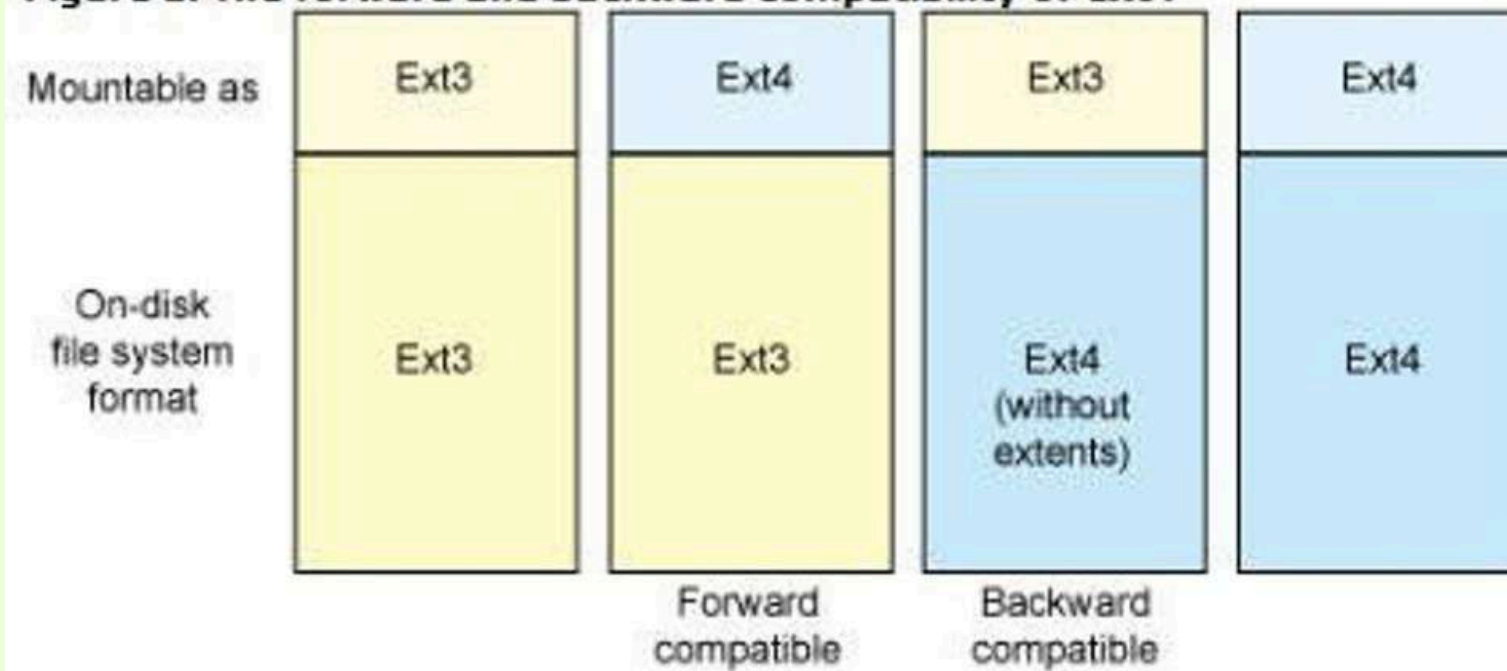


Asignación demorada

- Retrasa la escritura física de los datos para optimizar la organización en el disco
- Esta técnica mejora el rendimiento y reduce la fragmentación, pero conlleva un riesgo: si ocurre una falla antes de completar la escritura, parte de la información podría perderse.

CARACTERÍSTICAS

Figure 1. The forward and backward compatibility of ext4



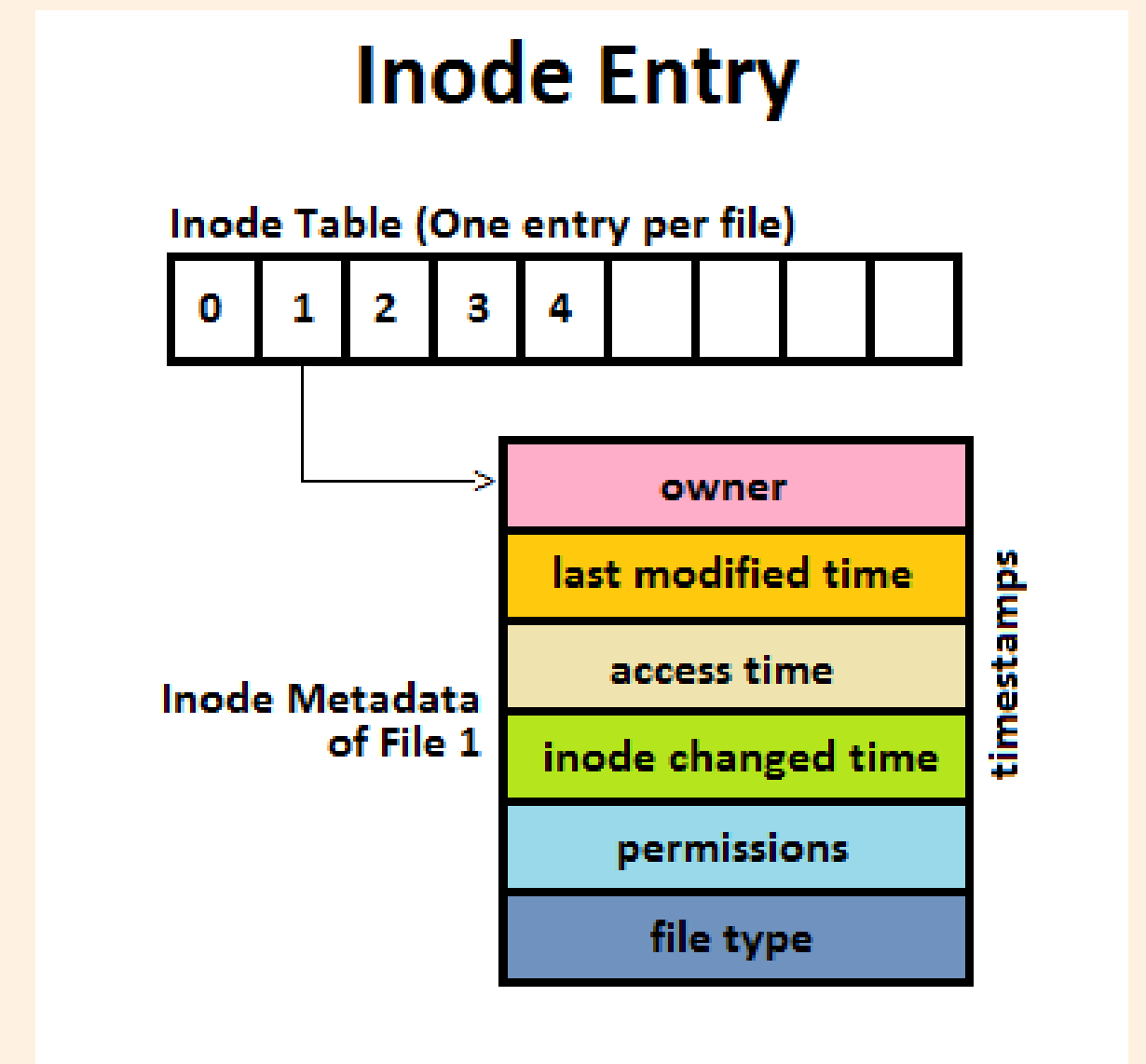
- EXT4 mantiene compatibilidad hacia atrás con EXT2 y EXT3, permitiendo usar particiones antiguas sin problemas. Sin embargo, esta compatibilidad es unidireccional, ya que los sistemas anteriores no pueden leer particiones EXT4
- **Desfragmentación en línea.**
- **Aumento del límite de subdirectorios.**
- **Precisión temporal en nanosegundos.**
- **Sumas de comprobación en el journal (bitácora).**

ESTRUCTURA INTERNA

EXT4 estructura la información en una jerarquía organizada que combina bloques, grupos de bloques, inodos y directorios.

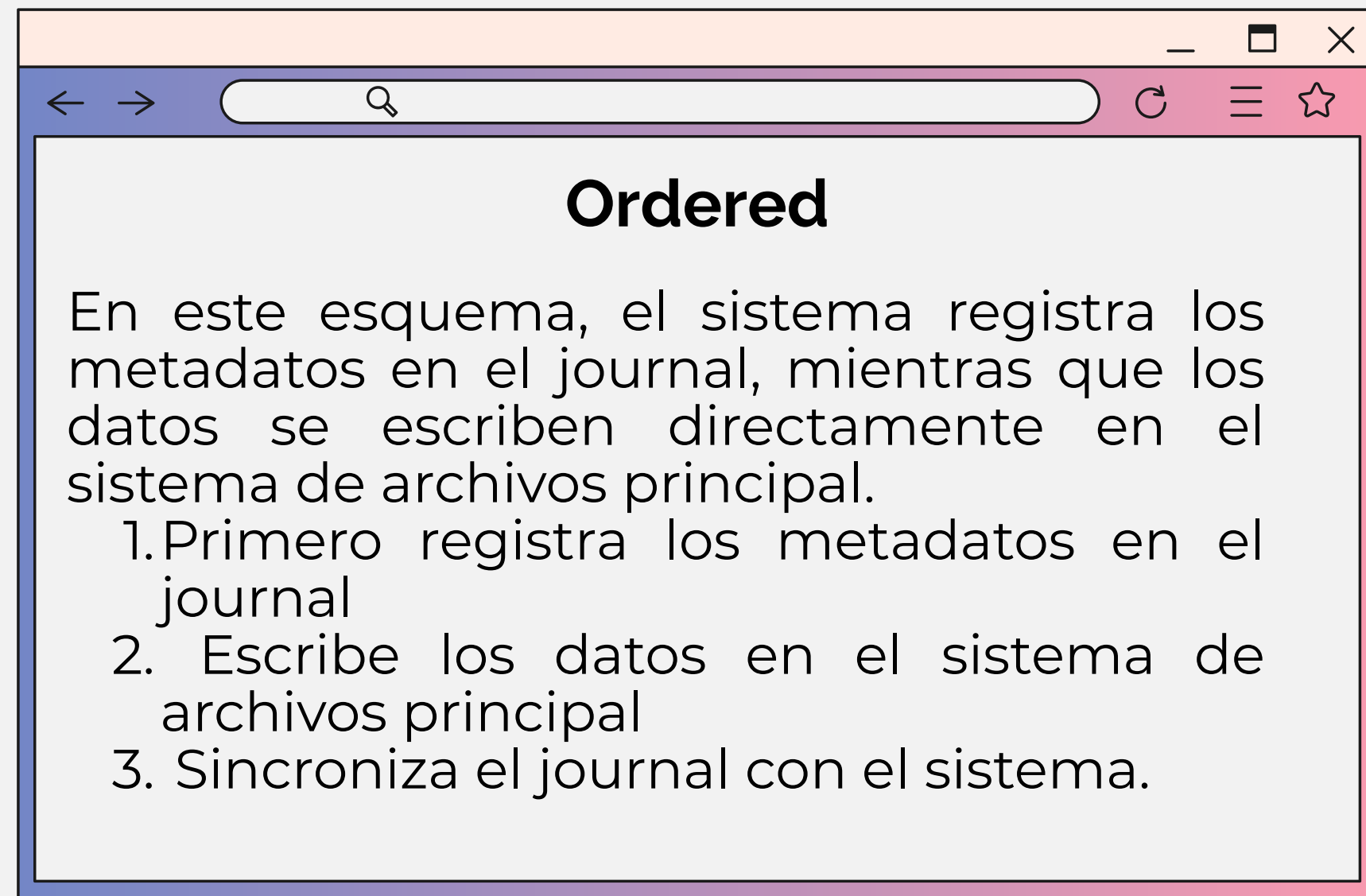
Componentes principales:

- **Bloques:** Unidades básicas de almacenamiento (1–4 KiB) donde se guardan los datos de los archivos.
- **Inodos:** Contienen los metadatos del archivo (permisos, propietario, ubicación, fechas y tipo).
- **Grupos de bloques:** Conjuntos que organizan los bloques para mejorar la gestión del espacio y reducir los tiempos de acceso.
- **Mapas de bits:** Registros que marcan los bloques o inodos libres y ocupados, acelerando la asignación de espacio.
- **Directorios:** Archivos especiales que relacionan nombres con inodos, permitiendo una búsqueda rápida dentro de carpetas grandes.



GESTIÓN DEL JOURNAL

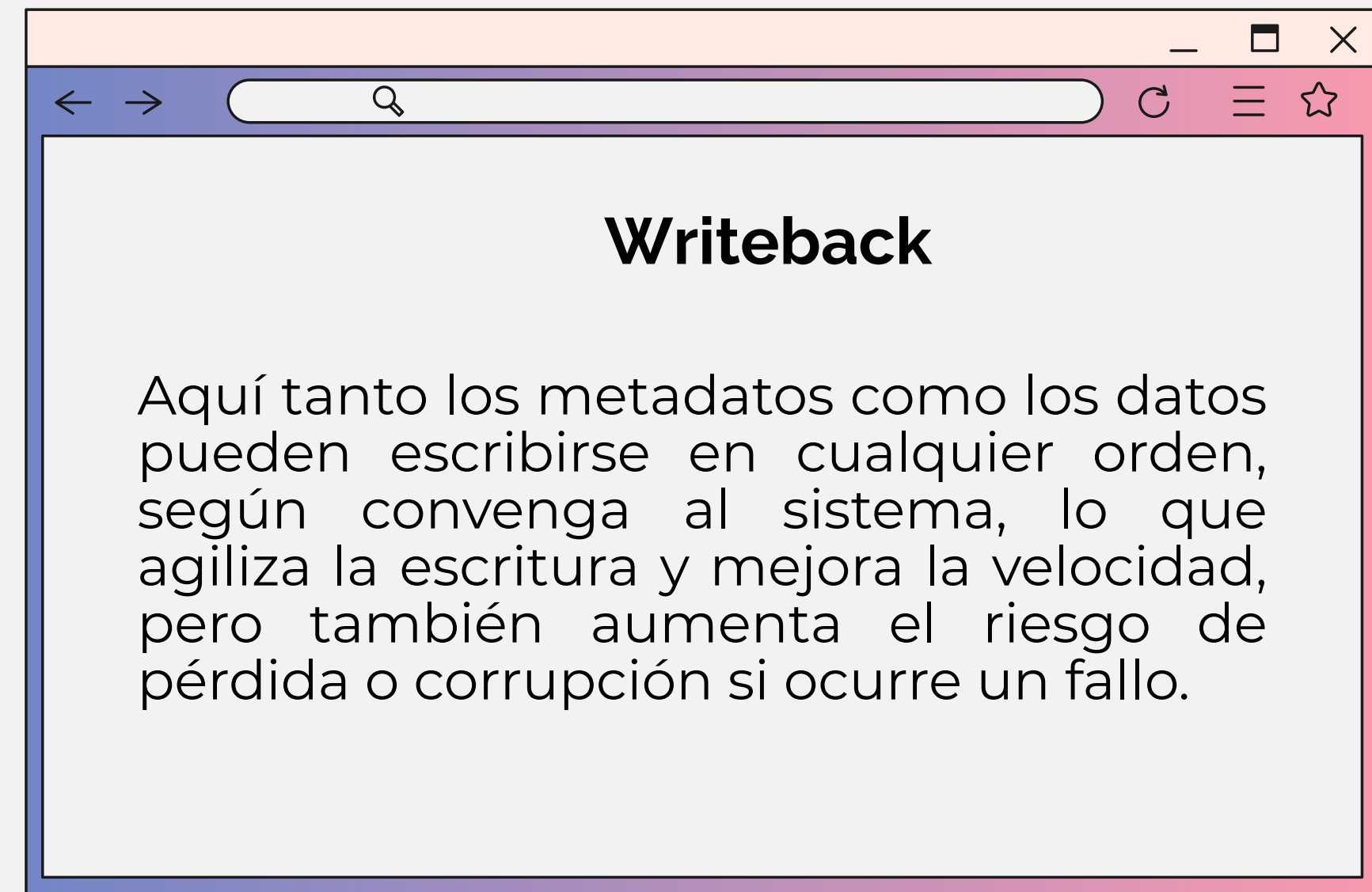
EXT4 cuenta con diferentes modos de operación para su sistema de registro (journal), los cuales determinan cómo se gestionan las escrituras de datos y metadatos dentro del disco..



Ordered

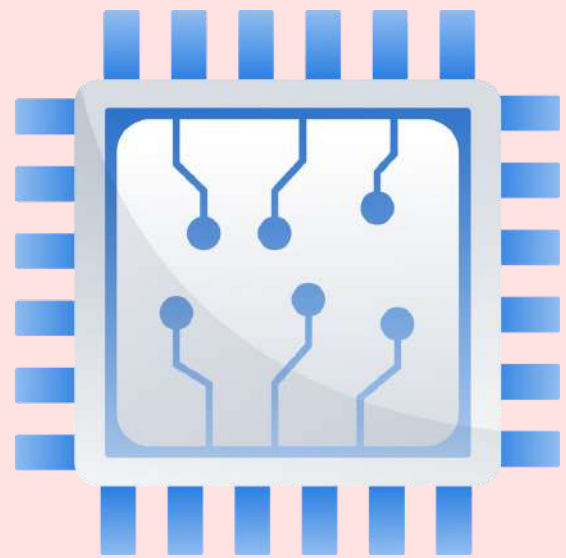
En este esquema, el sistema registra los metadatos en el journal, mientras que los datos se escriben directamente en el sistema de archivos principal.

1. Primero registra los metadatos en el journal
2. Escribe los datos en el sistema de archivos principal
3. Sincroniza el journal con el sistema.



Writeback

Aquí tanto los metadatos como los datos pueden escribirse en cualquier orden, según convenga al sistema, lo que agiliza la escritura y mejora la velocidad, pero también aumenta el riesgo de pérdida o corrupción si ocurre un fallo.

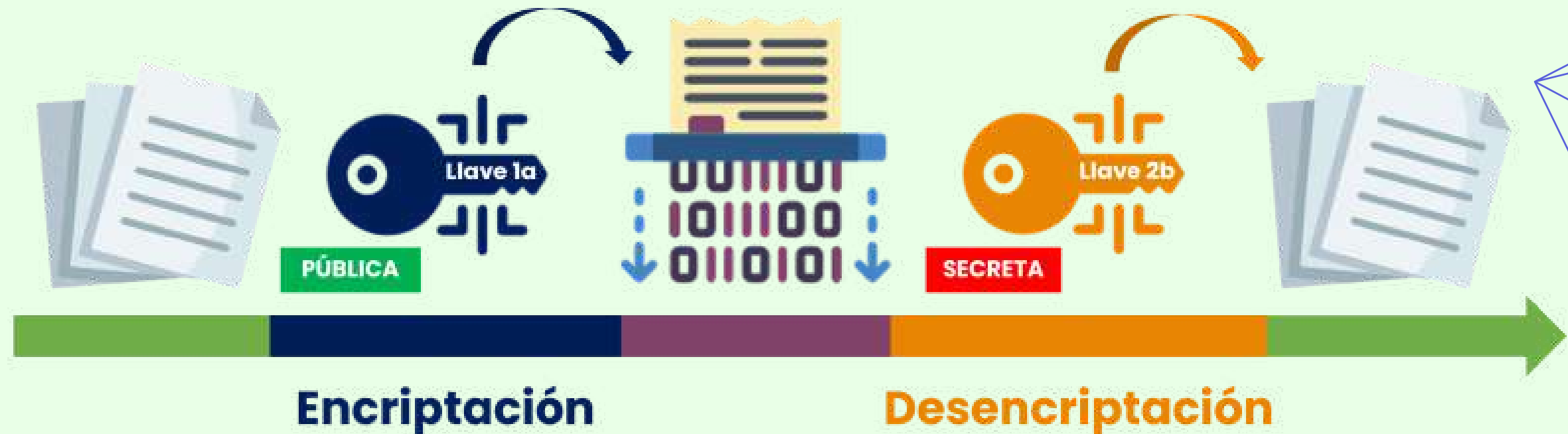


COMPARACIÓN EXT3 VS EXT4

Característica	EXT3	EXT4
Año de lanzamiento	1999	2008
Tamaño máximo de archivo	2 TiB	16 TiB
Tamaño máximo de sistema de archivos	16 TiB	1 EiB
Método de asignación	Mapas de bloques	Extents
Límite de subdirectorios	32,000	Ilimitado
Desfragmentación en línea	No	Sí
Marcas de tiempo	Segundos	Nanosegundos
Compatibilidad hacia atrás	No	Sí (con EXT3 y EXT2)

LIMITACIONES

- ⚠ Sin snapshots ni verificación completa de datos.
- ⚠ Sobrecarga por journaling en discos SSD.
- ⚠ Recuperación manual compleja en caso de corrupción.
- ⚠ No incluye cifrado nativo.





COMPARATIVA CON OTROS SISTEMAS

XFS: excelente para grandes volúmenes y E/S paralela.

Btrfs: sucesor natural de EXT4 con snapshots y compresión.

ZFS: ofrece integridad total y gestión de volúmenes integrada.

EXT4 sigue siendo el más equilibrado por su madurez y compatibilidad

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Escritorios y portátiles Linux.
- Servidores de bases de datos medianos.
- Dispositivos embebidos e IoT.

Ideal cuando se busca equilibrio entre rendimiento, estabilidad y compatibilidad



CONCLUSIONES

- EXT4 representa una solución madura y confiable.
- Balancea rendimiento, estabilidad y compatibilidad.
- Sigue siendo estándar en muchas distribuciones Linux.
- Aunque existen alternativas modernas, su fiabilidad comprobada lo mantiene vigente.

Comprender EXT4 es entender la evolución del almacenamiento en Linux.



BIBLIOGRAFÍA

- Arch Linux Wiki. (s.f.). EXT4 (Español) – ArchWiki. Disponible en: [https://wiki.archlinux.org/title/Ext4_\(Español\)](https://wiki.archlinux.org/title/Ext4_(Español)).
- IONOS Digital Guide. (s.f.). Sistemas de archivos: cómo funcionan y cuáles existen. Disponible en: <https://www.ionos.mx/digitalguide/servidores/know-how/sistemas-de-archivos/>
- Kim, H., Kim, S., Shin, Y., Jo, W., Lee, S., & Shon, T. (2021). Ext4 and XFS File System Forensic Framework Based on TSK. Electronics, 10(18), 2310. <https://doi.org/10.3390/electronics10182310>
- The Linux Kernel Documentation. (s.f.). EXT4 – Directory Structure. Disponible en: <https://www.kernel.org/doc/html/latest/filesystems/ext4/directory.html>
- Opensource.com. (2017). An Introduction to the EXT4 Filesystem. Disponible en: <https://opensource.com/article/17/5/introduction-ext4-filesystem>
- Opensource.com. (2018). Understanding the EXT4 Filesystem. Disponible en: <https://opensource.com/article/18/4/ext4-filesystem>
- PhoenixNAP. (2023). ¿Qué es EXT4? Definición y características del sistema de archivos EXT4. Disponible en: <https://phoenixnap.mx/glosario/ext4>
- Red Hat Documentation. (2021). The EXT4 File System – Overview of Available File Systems. Red Hat Enterprise Linux 8. Disponible en: https://docs.redhat.com/es/documentation/red_hat_enterprise_linux/8/html/managing_file_systems/the-ext4-file-system-overview-of-available-file-systems