Tecnologías de Memorias

Eduardo Corpeño

¿Por qué es Importante la Memoria?

El subsistema de memoria es una parte fundamental de todo sistema computacional, ya que es allí donde se almacenan los siguientes elementos:

- Los programas que se pretende ejecutar.
- Las estructuras de datos utilizadas como variables y constantes en los programas.

¿No basta con los registros?

- Los registros del CPU son, de hecho, elementos de memoria. Sin embargo no son suficientes para almacenar un programa completo con sus constantes y variables.

- Para esto se requiere de un espacio de almacenamiento de mayor capacidad. Esta capacidad depende del propósito para el cual se pretende utilizar la memoria.

CARACTERÍSTICAS DEL ALMACENAMIENTO

Algunas Características

- Volatilidad
- Lectura y Escritura
- Accessibilidad
- Direccionabilidad
- Capacidad
- Desempeño

Volatilidad

- La memoria Volátil pierde su información al eliminarse el suministro de energía.
- La memoria No-Volátil mantiene la información por períodos prolongados de tiempo (años) sin necesidad de un suministro de energía.

Lectura y Escritura

De acuerdo a este criterio, las tecnologías de memoria se pueden clasificar como:

- Memoria de Sólo Lectura
- Memoria de Lectura/Escritura
- Memoria de Lectura Rápida y Escritura Lenta

Accesibilidad

- Memoria de Acceso Secuencial
  Para accesar una unidad de información, es necesario recorrer la memoria secuencialmente partiendo de la posición actualmente accesada. Esto implica un retardo variable en función de la posición accesada. Ejemplo: Cintas magnéticas.

- Memoria de Acceso Aleatorio
  Las unidades de información se accesan a voluntad especificando la dirección deseada. Esto implica un retardo constante. Ejemplo: Memoria SRAM.

Direccionabilidad

- Por Localización (Location Addressable Memory)
  Cada unidad de información se accesa con su dirección de memoria.

  Generalmente se utiliza en las unidades de almacenamiento primario. Es accesada por los programas y no por el usuario final.

  Ejemplo: Punteros y variables en C.

Direccionabilidad

- Por Sistema de Archivos (File Addressable Memory)
  La información es dividida en archivos de longitud variable, los cuales están organizados en directorios.

  A pesar de que el dispositivo de almacenamiento sigue siendo Direccionado por Localización, el sistema operativo provee esta abstracción mediante su *Sistema de Archivos*.

  Ejemplo: Esta presentación.

Direccionabilidad

- Por Contenido (Content Addressable Memory)
  Cada unidad de información es seleccionada mediane el uso de un valor Hash, el cual permite buscar y accesar los datos muy rápidamente.

  Este esquema de direccionabilidad se implementa mediante hardware o software, siendo la solución de hardware la más rápida y costosa.

  Ejemplos: Registros en una base de datos.

Capacidad

- Raw Capacity (Capacidad Neta)

  Capacidad total del elemento de memoria. Se expresa en Bytes, MBytes, GBytes, etc.

- Densidad

  Indica qué tan compacta es la información almacenada. Es la capacidad de almacenamiento de un medio por unidad de longitud, área o volumen.
  Ejemplo: 2MBytes/cm^2.

Desempeño

- Latencia

  Tiempo requerido para accesar una posición de memoria. Las latencias de lectura y escritura suelen tratarse por separado, y para memorias de acceso secuencial, suele indicarse latencias máxima, mínima y promedio.

- Throughput

  La cantidad de información que se puede leer o escribir por unidad de tiempo. Similar a la Latencia, se suelen separar el Throughput de lectura y escritura.

TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO

Diferentes Tecnologías

- Los constantes avances en la ciencia han permitido el desarrollo de diferentes tecnologías de almacenamiento, basadas en diversos fenómenos físicos y técnicas que permiten almacenar cantidades de información cada vez mayores, en espacios cada vez más reducidos, con costos cada vez más bajos, y una fiabilidad cada vez mejor.

- A continuación veremos algunos ejemplos.

Tecnologías de Almacenamiento

- Magnética
  - Floppy
  - Discos Duros
  - Cartuchos de Cinta
- Óptica
  - CD
  - DVD
  - Blu-ray Disc
- Semiconductora
  - SRAM
  - DRAM
  - EPROM
  - EEPROM
  - Memoria Flash

Memoria Magnética

- Se basa en la escritura de datos en un material magnético, representando los bits con la polaridad del campo magnético en el material.

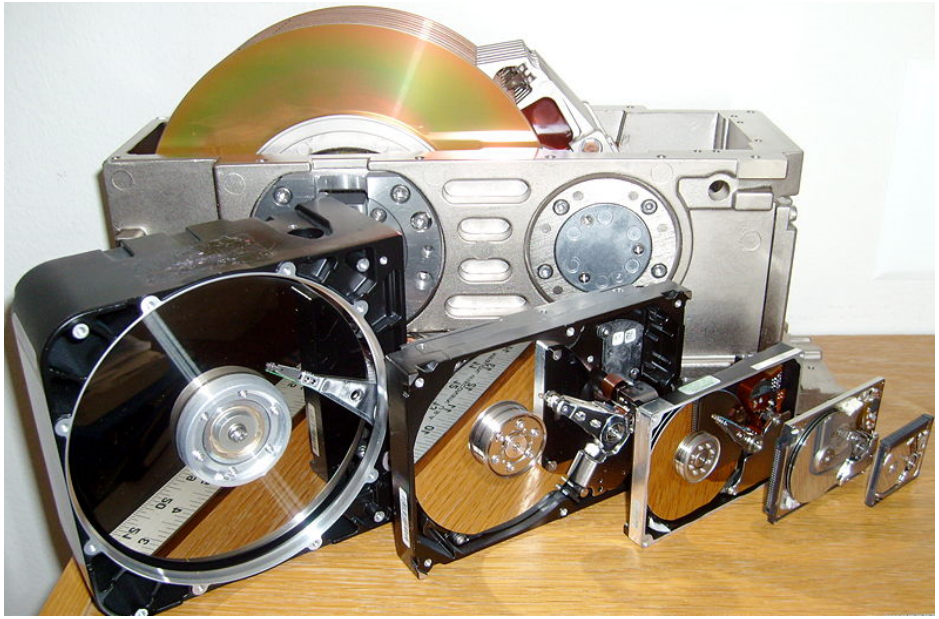
- La lectura y escritura se logra con un transductor electromagnético (cabeza), el cual consiste en un elemento inductivo que emite un campo magnético, o bien recibe una corriente inducida.

Floppy Disk

- Discos magnéticos extraíbles de bajo costo.
- Los más populares fueron los de 5¼” y 3½”, aunque hubo de otros tamaños.
- La capacidad de los floppy de 3½” HD es de 1.44MB

Unidades de Disco Duro (HDD)

- Unidades con múltiples discos magnéticos de alta densidad.
- Se comunican con las computadoras mediante interfaces, alcanzando velocidades de transferencia de hasta 6Gb/s para la interfaz SATA3.0 y SAS2.0



Cartuchos de Cinta Magnética

La cinta magnética se ha utilizado para almacenamiento digital por más de 50 años.

En la actualidad son ampliamente utilizados para backups debido a su gran densidad y bajo costo en comparación a otras tecnologías.

En la actualidad existen cartuchos comerciales que pueden almacenar hasta 1TB sin utilizar compresión.

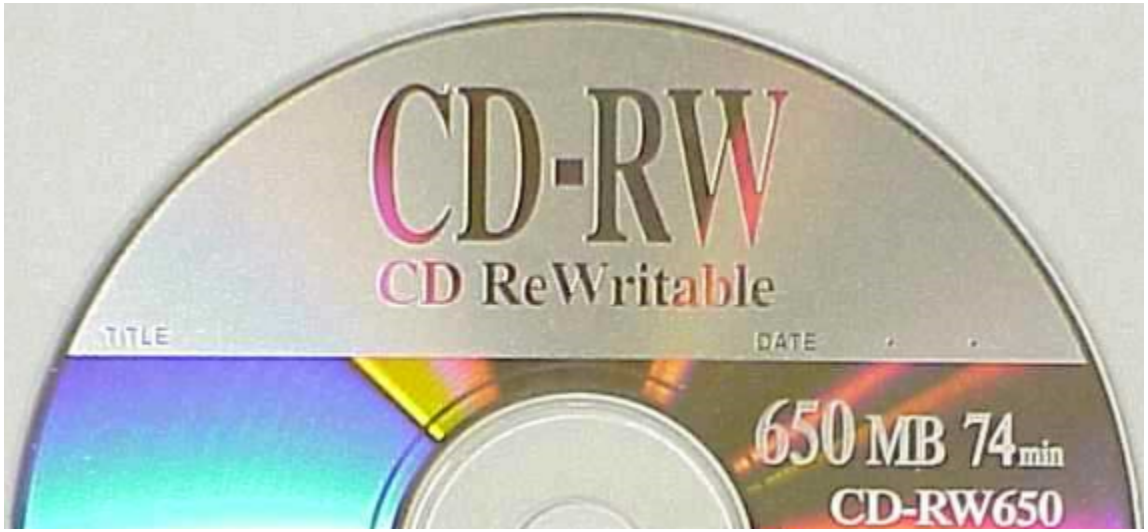
Memoria Óptica

- Se basa en la escritura de datos en un disco que tiene una capa de material reflectivo, representando los bits mediante la reflectividad del material.

- La lectura y escritura se logra con diferentes emisiones de rayos Láser en la capa reflectiva del disco.

CD-R/RW

- Unidades portátiles de almacenamiento óptico generalmente compatibles con el estándar de CD de audio.
- A pesar de contar con capacidades típicamente entre 650MB y 700MB, la tasa de transferencia depende de la velocidad de rotación del disco y de la capacidad de control del circuito que maneja la unidad.
- Esta velocidad alcanza los 7800KB/s para un CD-R a una velocidad de 52X.
- Laser de 780nm.



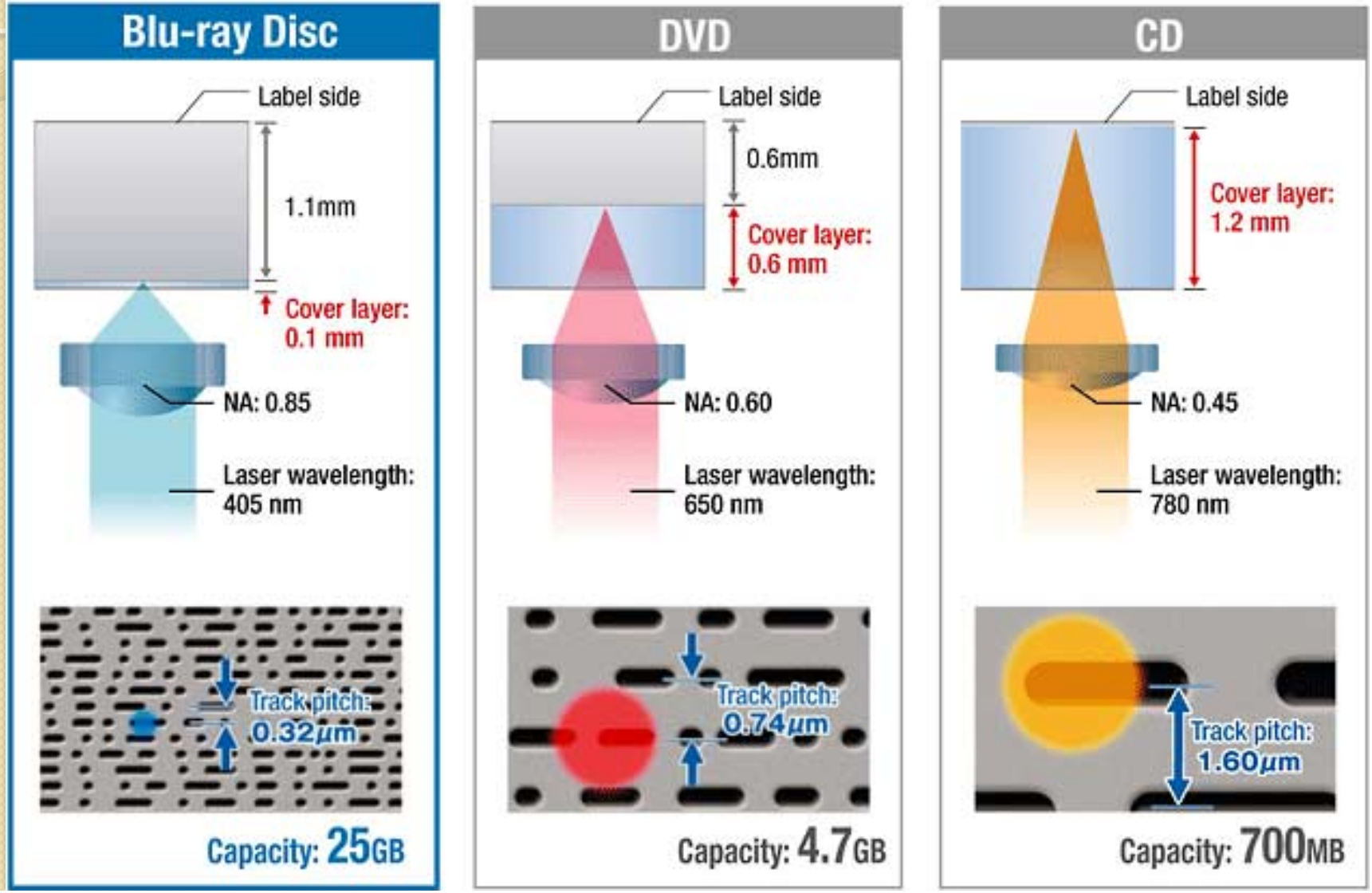
DVD

- Digital Versatile Disc.
- Unidades de almacenamiento con capacidad y tasas de transferencia superiores a las del CD.
- Un DVD *Single Sided*, *Single Layer* puede almacenar hasta 4.7GB, y un *Dual Sided*, *Dual Layer* puede llegar a 17GB.
- Tasa de lectura:10.5Mbits/s a 1x.
- Laser de 650nm.

Blu-ray Disc (BD)

- Tecnología desarrollada por el grupo Blu-ray Disc Association, liderado por Sony.
- Compitió contra el formato HD-DVD de Toshiba, el cual desistió en Marzo de 2008.
- Un BD *Single Layer* puede almacenar hasta 25GB y un *Dual Layer* puede almacenar hasta 50GB.
- Tasa de lectura: 36Mbits/s a 1x.
- Laser de 405nm.

Comparación



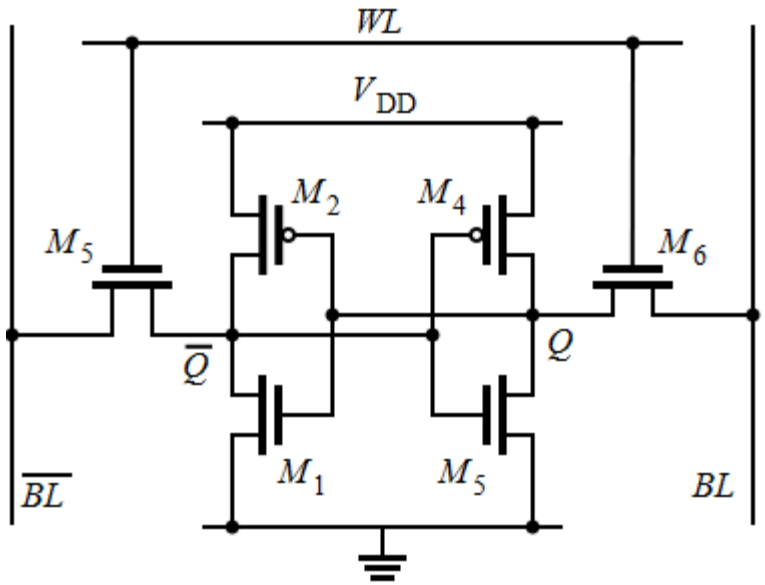
Memoria Semiconductora

- Se basa en la escritura de datos en un circuito integrado, representando los bits como niveles de voltaje o carga eléctrica.

- La lectura y escritura se logra con un circuito que lleva a cabo la secuencia requerida por el circuito integrado.

Static RAM

- Memoria volátil de acceso aleatorio.
- Cada bit está almacenado en un FlipFlop tipo D. Esto significa que su latencia es del orden de los nanosegundos.
- Dada la complejidad de sus celdas, la tecnología SRAM no resulta tan densa ni barata como DRAM, pero es la tecnología más rápida.

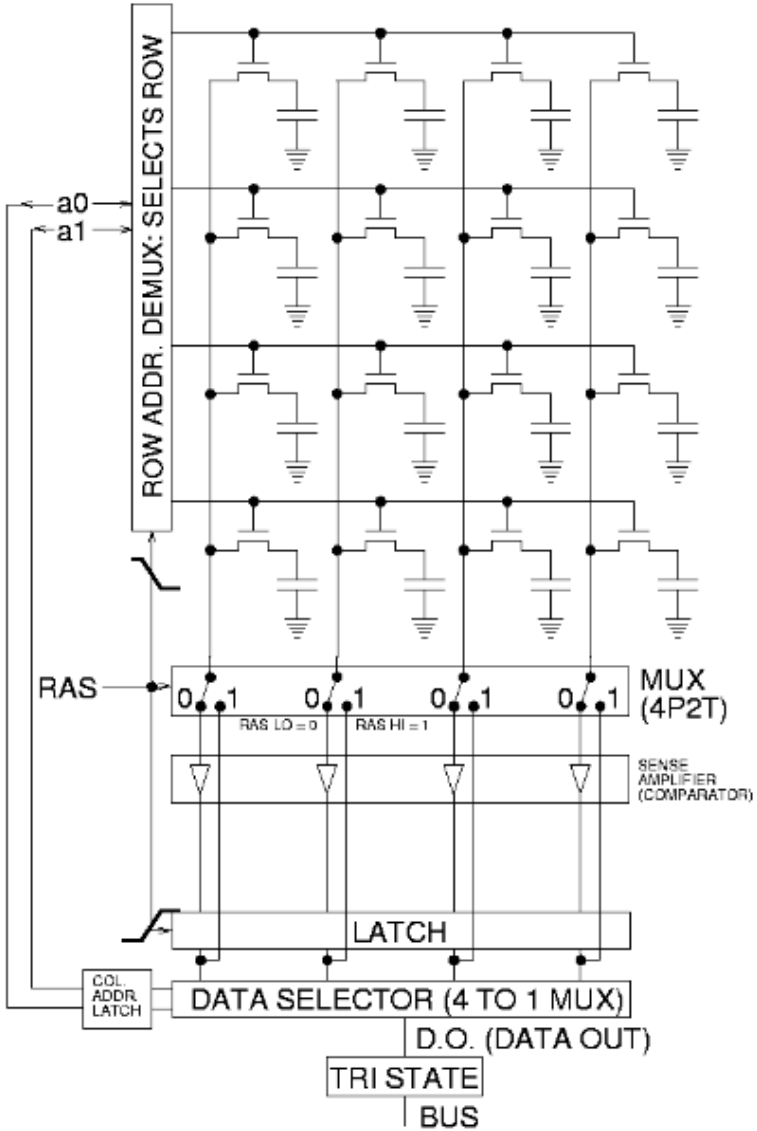


Dynamic RAM

- Memoria volátil de acceso aleatorio.
- Cada bit está almacenado como carga eléctrica en un capacitor dentro del circuito integrado. Dado que los capacitores tienen pequeñas corrientes de fuga, la carga debe ser "refrescada" periódicamente.
- Se utilizan como memoria "principal" en las computadoras, en módulos que contienen múltiples circuitos integrados (SIMM, DIMM, SO-DIMM, etc).

Dynamic RAM

- Dado que requiere un transistor y un capacitor por celda, la memoria DRAM resulta mucho más densa que la SRAM.
- La memoria está organizada por filas y columnas, y se accesa utilizando dos señales de control: CAS y RAS.
- Estas señales a su vez sirven para entregar la potencia necesaria para "refrescar" la carga de los capacitores.

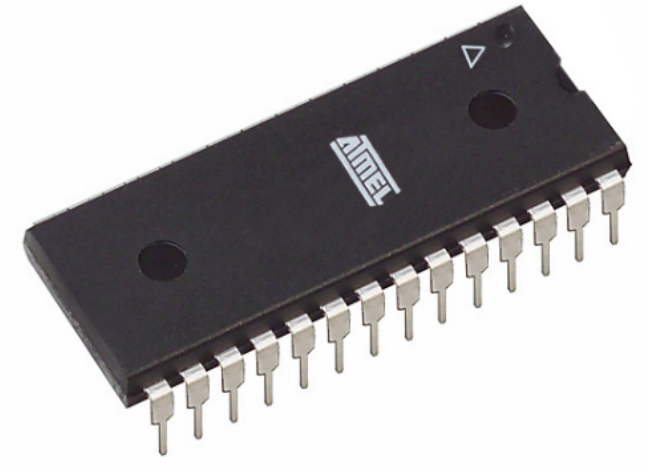


EPROM

- Electrically Programmable Read Only Memory
- Memoria no volátil de acceso aleatorio.
- Esta es una memoria de sólo lectura, y se borra completamente introduciendo emisiones de luz ultravioleta por una ventana de cuarzo.

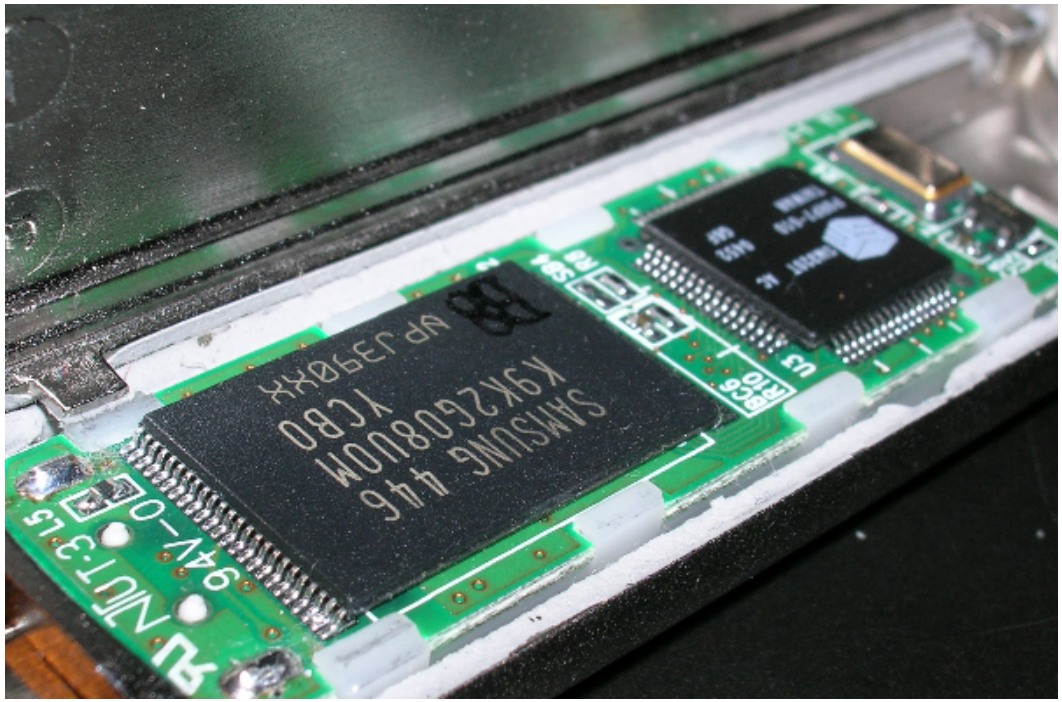
EEPROM

- Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
- Esta memoria puede borrarse eléctricamente utilizando una señal eléctrica.
- Algunos de estos dispositivos requieren ser borrados completamente antes de ser re-escritos.
- Cabe mencionar que estos dispositivos tienen un retardo mayor en la escritura que en la lectura.



Memoria Flash

- Es un tipo particular de EEPROM en la cual los datos se escriben y se borran por bloques grandes de memoria.
- Son ampliamente utilizadas en dispositivos de almacenamiento portátil.



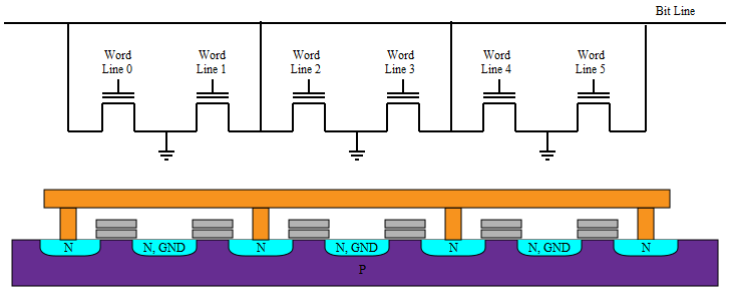
Dos Tecnologías: NAND y NOR

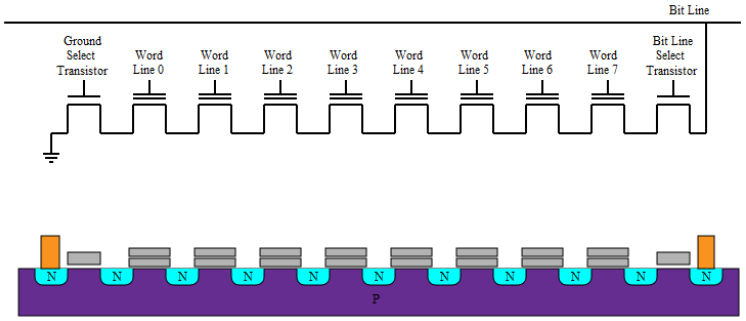
NOR Flash

- Celdas conectadas en paralelo.
- Lectura rápida.
- Escritura lenta.
- Soporta acceso aleatorio de lectura.

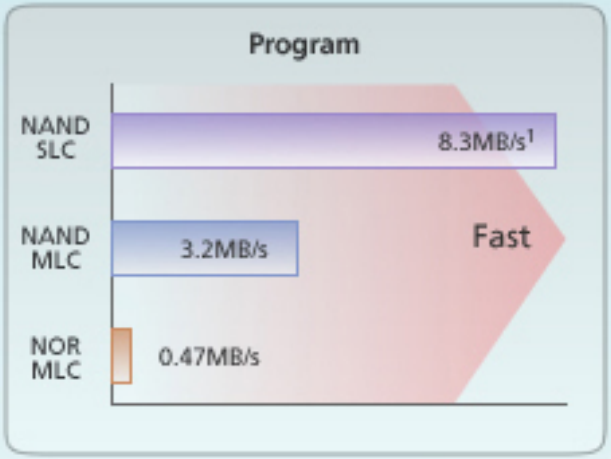
NAND Flash

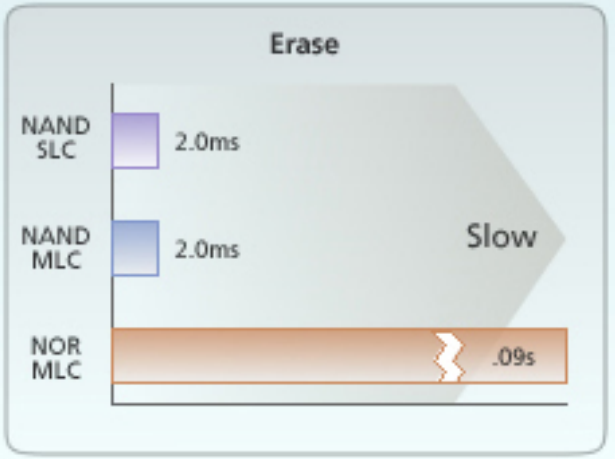
- Celdas conectadas en serie.
- Lectura lenta.
- Escritura rápida.
- Sólo soporta acceso por páginas para lectura.





NAND Flash vs NOR Flash





Currently Available Toshiba Flash Densities

Flash Type	Density	Organization	Page Size
NAND	1Gb[2]	128M x 8	2112 bytes
	2Gb	256M x 8	2112 bytes
	4Gb	512M x 8	2112 bytes
	8Gb	1G x 8	2112 bytes
	16G	2G x 8	2112 bytes
NOR	16Mb[3]	2Mx8 / 1Mx16	—
	32Mb	4Mx8 / 2Mx16	—
	64Mb	8Mx8 / 4Mx16	—
	128Mb	16Mx8 / 8Mx16	—

SLC, MLC

- Single Level Cell: Almacena un bit por celda con transistores de compuerta flotante.
- Multi Level Cell: Almacena varios bits por celda. Puede almacenar 4 valores diferentes en una celda, lo que representa 2 bits de información. Esta tecnología es más lenta, pero más barata

Algunos ejemplos…

Unidades de Estado Sólido (SSD)

- Son dispositivos de almacenamiento basados en memoria Flash propuestos como alternativa a las unidades de disco duro.
- Una ventaja obvia es que no tienen partes móviles en su interior.
- Debido a los avances en capacidad, densidad y velocidad que ha tenido esta tecnología, estas unidades están compitiendo con los discos duros magnéticos.

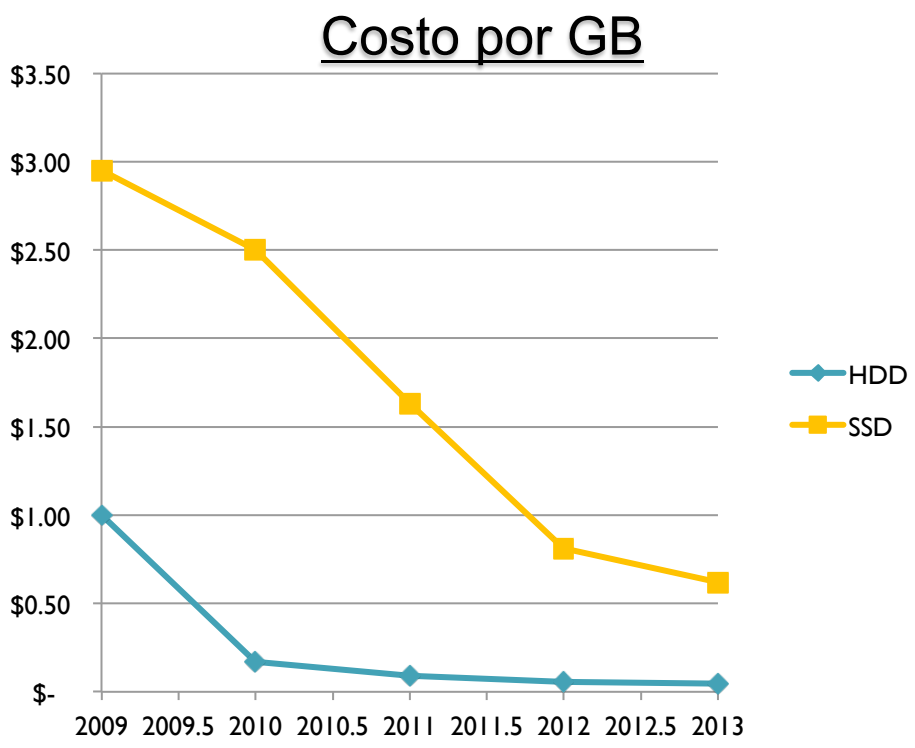
Una Ventaja Obvia…

vs

- Un SSD no tiene piezas móviles.
- Un SSD es más liviano que un HDD.
- Un SSD genera menos ruido, vibración y calor que un HDD.

Algunas Desventajas…

- Costo.
  - **2013:**
    - **SSD: 960GB @ $599.99 ($0.62/GB)**
    - **HDD: 2TB @ $92.23 ($0.046/GB)**
  - **2012:**
    - **SSD: 512GB @ $413.92 ($0.81/GB)**
    - **HDD: 2TB @ $120.00 ($0.058/GB)**
  - **2011:**
    - **SSD: 512GB @ $837.00 ($1.63/GB)**
    - **HDD: 1TB @ $90.00 ($0.09/GB)**
  - **2010:**
    - **SSD: 160GB @ $400.00 ($2.50/GB)**
    - **HDD: 320GB @ $57.00 ($0.17/GB)**
  - **2009:**
    - **SSD: 64GB @ $189.00 ($2.95/GB)**
    - **HDD: 160GB @ $160.00 ($1.00/GB)**



- Velocidad de Escritura.

¿Preguntas?