
Tema

Memorias y dispositivos programables

Contenidos

Memorias:

- Conceptos y clasificación de memorias
- Función y jerarquía en un computador
- Memorias semiconductoras de acceso directo
- Expansión de memorias
- Tipos especiales de memorias

Conceptos

- **Memoria:** Dispositivo que almacena datos.
- **Celda de memoria:** Dispositivo que almacena un bit.
- **Palabra de memoria:** Unidad mínima de información de un dispositivo de memoria que puede leída o escrita de una sola vez.
- **Unidades:** bit, nibble (4 bits), byte (8 bits)
- **Múltiplos:**

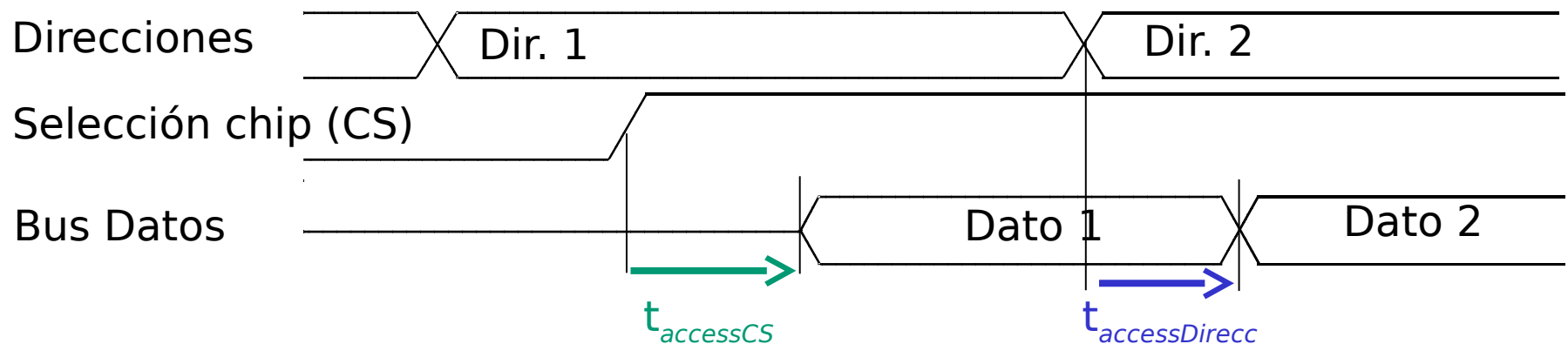
	Nombre tradicional	Nombre Comisión Electrotécnica Internacional
2^{10}	Kilo	Kili
2^{20}	Mega	Mebi
2^{30}	Giga	Gigi
2^{40}	Tera	Tebi

Conceptos

Tiempo de acceso: Tiempo transcurrido desde que se pide acceder (leer o escribir) una palabra de una memoria hasta que esta comienza a accederse (leerse o escribirse).

Velocidad de acceso: Cociente entre el tamaño de una palabra y el tiempo que transcurre desde que empieza a accederse hasta que termina de accederse.

Ejemplo de acceso de lectura a ROM o RAM:



Clasificación de memorias

- Según tecnología empleada
 - Semiconductoras
 - Magnéticas
 - Ópticas
 - Mecánicas
- Según el modo de acceso
 - Directo o aleatorio: El tiempo de acceso de todas las palabras es aproximadamente el mismo.
 - Secuencial: El tiempo de acceso varía de una palabra a otra.
- Según su volatilidad
 - Volátiles: Requieren suministro de energía para mantener el dato.
 - No volátiles: No requieren energía para mantenerlo

Clasificación de memorias

- Según su escribibilidad

- Solo de lectura: No pueden escribirse o bien su proceso de escritura es notablemente más lento y/o complejo que el de lectura:
- De lectura/escritura: Pueden ser leídas y escrita aproximadamente a la misma velocidad.

- Según su persistencia

- Dinámica: Requiere ser escrita periódicamente para que conserve los datos que almacena.
- Estática: No requiere ser reescrita.

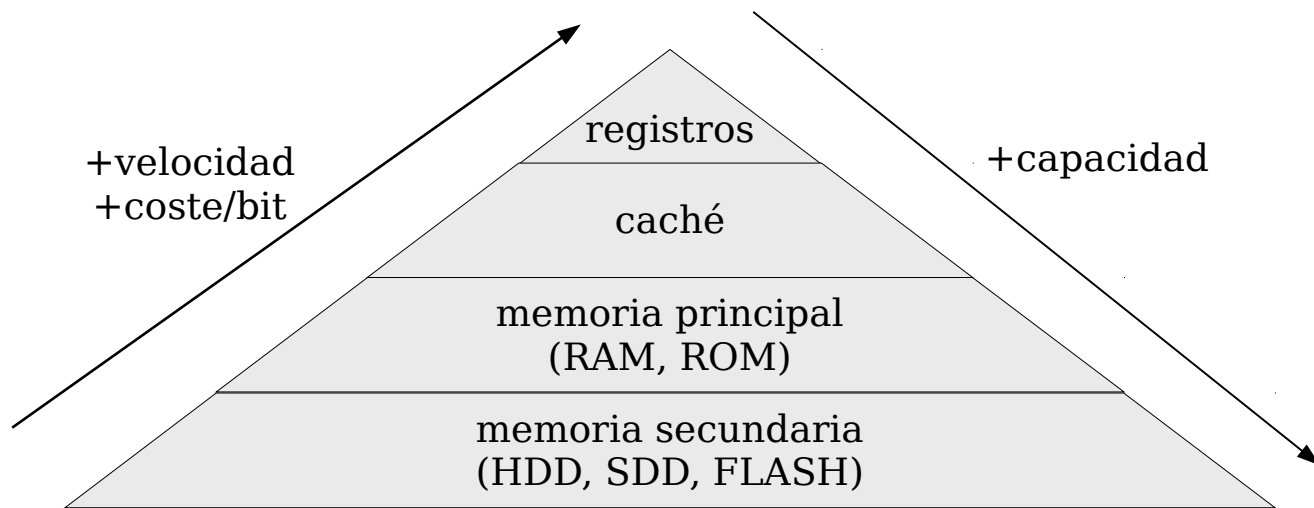
Función y jerarquía en un computador

Se requiere incluir memorias en un computadora para:

- Implementar la memoria de código y datos del sistema
- Servir como soporte no volátil de almacenamiento a largo plazo de ficheros

Las memorias más rápidas son también más caras: para que el coste del sistema sea aceptable la memoria más rápida debe ser la más escasa.

Para que el rendimiento sea aceptable los datos de acceso frecuente deben mantenerse en memorias rápidas.



Memorias semiconductoras de acceso directo

- Son muy rápidas y se dividen en dos categorías:
 - **ROM** (Read Only Memory): Son de solo lectura. Algunas variantes son PROM, EPROM, EEPROM.
 - **RAM** (Random Access Memory): Son de lectura/escritura y volátiles. Se subdividen en estáticas (SRAM) y dinámicas (DRAM).
- Las palabras de estas memorias se denominan **posiciones de memoria**. El **ancho** de una memoria RAM/ROM es el tamaño de sus posiciones de memoria.
- Las posiciones de memoria de una RAM/ROM se encuentran numeradas de forma ordenada empezando por cero. El número de orden asociado a una de sus posiciones se denomina **dirección** y el dato que codifica se denomina **contenido**.
- El tamaño de una memoria de p posiciones y ancho a se escribe $p \times a$.
- El contenido de la posición de una memoria m cuya dirección es d se escribe $m[d]$.

Memorias semiconductoras de acceso directo entradas y salidas

- Las memorias RAM/ROM disponen de las siguientes líneas:
 - Líneas de datos (**D**ata). Pueden ser de salida (RAM, ROM) y/o de entrada (RAM).
 - Líneas de dirección (**A**ddress). Son de entrada.

Para acceder a una posición de una memoria se debe poner su dirección en las líneas de dirección. Si la operación es una lectura el contenido aparecerá en las líneas de datos. Si es una escritura el contenido deberá ponerse en las líneas de datos.

- También suelen disponer de líneas de entrada de habilitación (**C**hip **S**elect o **C**hip **E**nable)
- Las memorias RAM disponen de una línea (**R**/ $\overline{\mathbf{W}}$ o $\overline{\mathbf{R}}$ /**W**) o un par de líneas (**R**ead, **W**rite) de entrada que sirven para indicar si se desea escribir o leer sobre ellas.
- mas señales posibles: reloj (RAM síncronas), control del refresco (RAM dinámicas), habilitación de salida (**O**utput **E**nable), ...

Memorias semiconductoras de acceso directo

Ejemplo: Veamos como sería la tabla de verdad de una ROM de tamaño $2^3 \times 4$ dotada de señal de Chip Select activa en alto en la que el contenido de las posiciones 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 es, respectivamente, 3, 8, 10, 11, 7, 5, 12 y 4.

				CS	A2	A1	A0	D3	D2	D1	D0
				0	-	-	-	H.I.	H.I.	H.I.	H.I.
				1	0	0	0	0	0	1	1
				1	0	0	1	1	0	0	0
				1	0	1	0	1	0	1	0
				1	0	1	1	1	0	1	1
				1	1	0	0	0	1	1	1
				1	1	0	1	0	1	0	1
				1	1	1	0	1	1	0	0
				1	1	1	1	0	1	0	0

Las ROMS permiten implementar cualquier función combinacional. Por ejemplo si en la ROM de la figura CS se fija a 1 la salida D0 será una implementación de la función $\Sigma(0, 3, 4, 5) = \Pi(1, 2, 6, 7)$.

Memorias semiconductoras de acceso directo

Descripción de la ROM en lenguaje Verilog

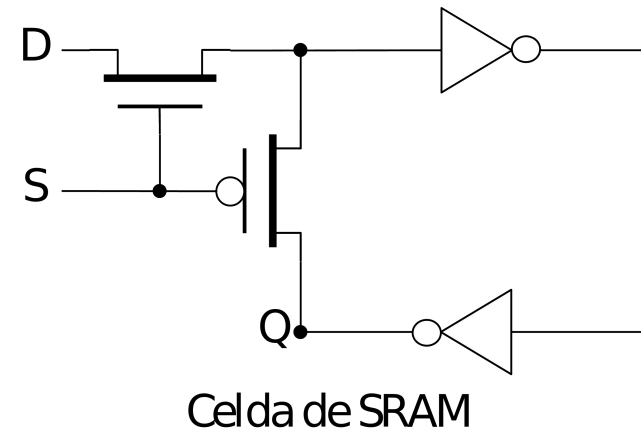
```
module rom8x4(  
    input CS,  
    input [2:0] A,  
    output reg [3:0] D  
);  
  
always @(CS, A)  
    if (CS)  
        case (A)  
            0: D = 'h3;  
            1: D = 'h8;  
            2: D = 'hA;  
            3: D = 'hB;  
            4: D = 'h7;  
            5: D = 'h5;  
            6: D = 'hC;  
            default: D = 'h4;  
        endcase  
    else  
        D = 'hZ;  
    end  
endmodule // rom8x4
```

Memorias semiconductoras de acceso directo

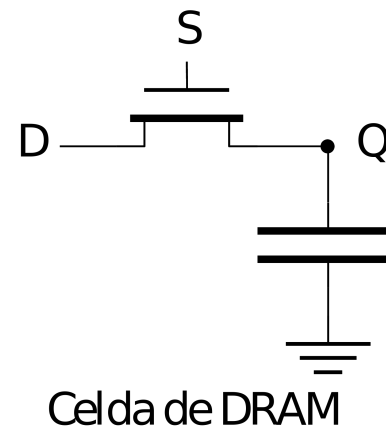
Memorias RAM

Las dos categorías principales de memorias RAM son:

SRAM (*Static* RAM):
realizada con *flip-flops*
(más rápida).



DRAM (*Dynamic* RAM):
realizada con
condensadores (más
económica).

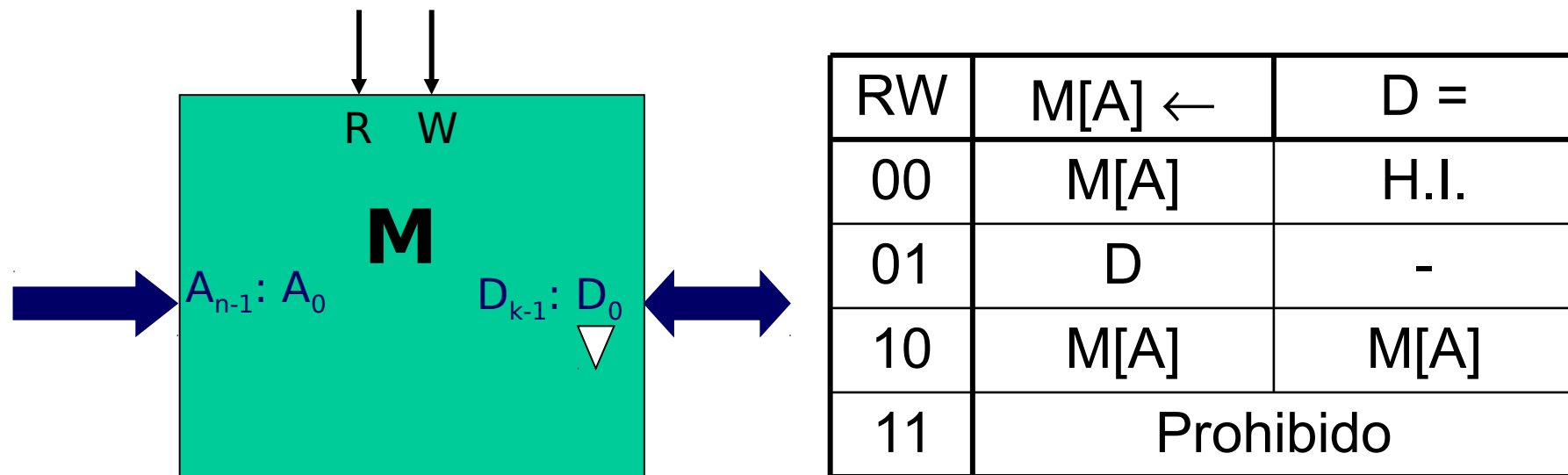


Memorias semiconductoras de acceso directo

Memorias RAM

Puede tener las líneas de datos **unidireccionales** (entradas y salidas separadas) o **bidireccionales**.

Ejemplo: Descripción en **language RT** de RAM $2^n \times k$ con líneas de datos bidireccionales.



Memorias semiconductoras de acceso directo

Memorias RAM

Descripción de RAM en lenguaje Verilog

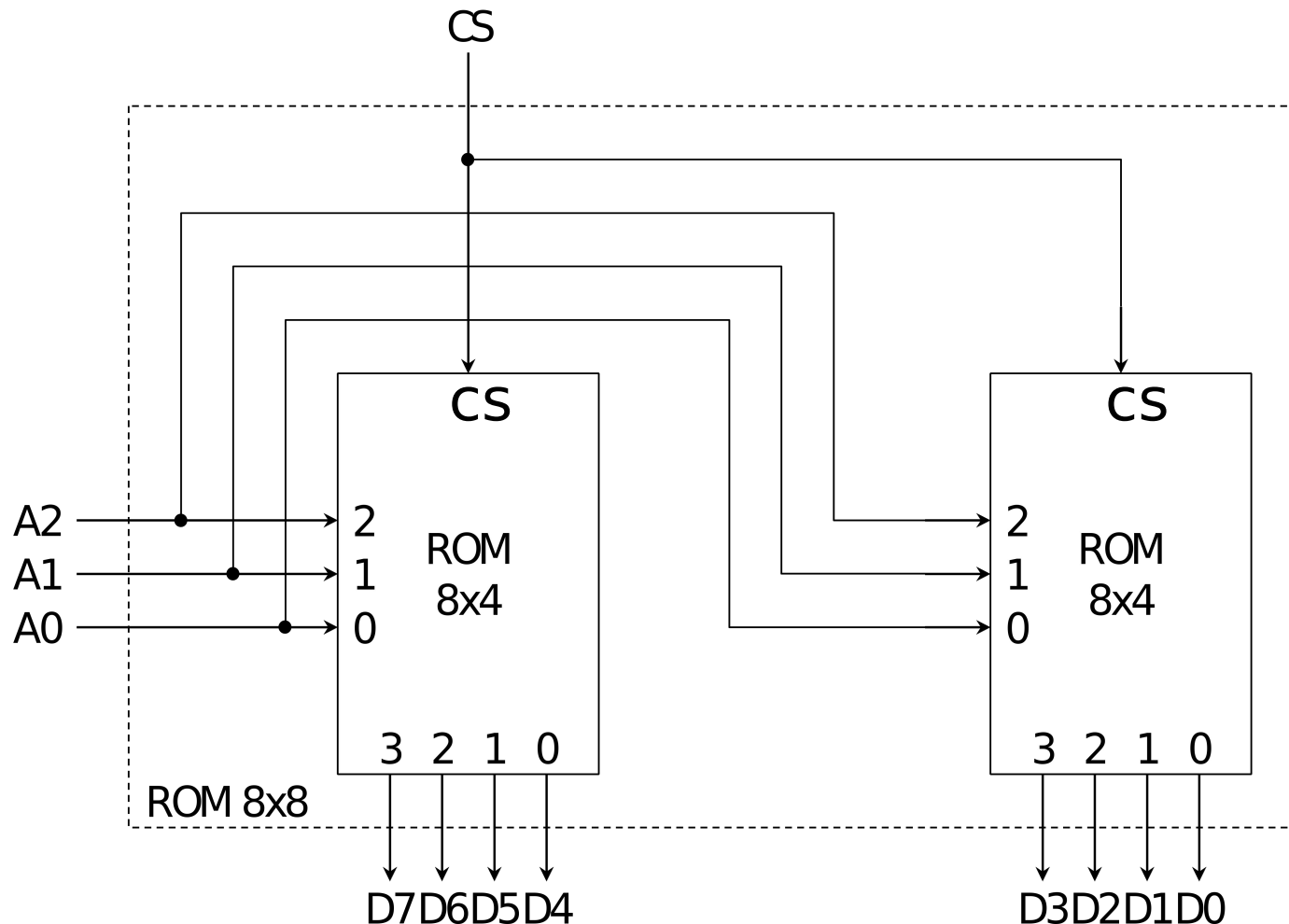
```
module ram8x4(  
    input CS,  
    input WE,  
    input OE,  
    input [2:0] A,  
    inout [3:0] D  
);  
  
    reg [3:0] mem [7:0];  
  
    always @(CS, WE, A, D)  
        if (CS && WE)  
            mem[A] = D;  
  
    assign D = (CS && !WE && OE) ?  
        mem[A] : 'hZ;  
  
endmodule // ram8x4
```

Memorias y dispositivos programables

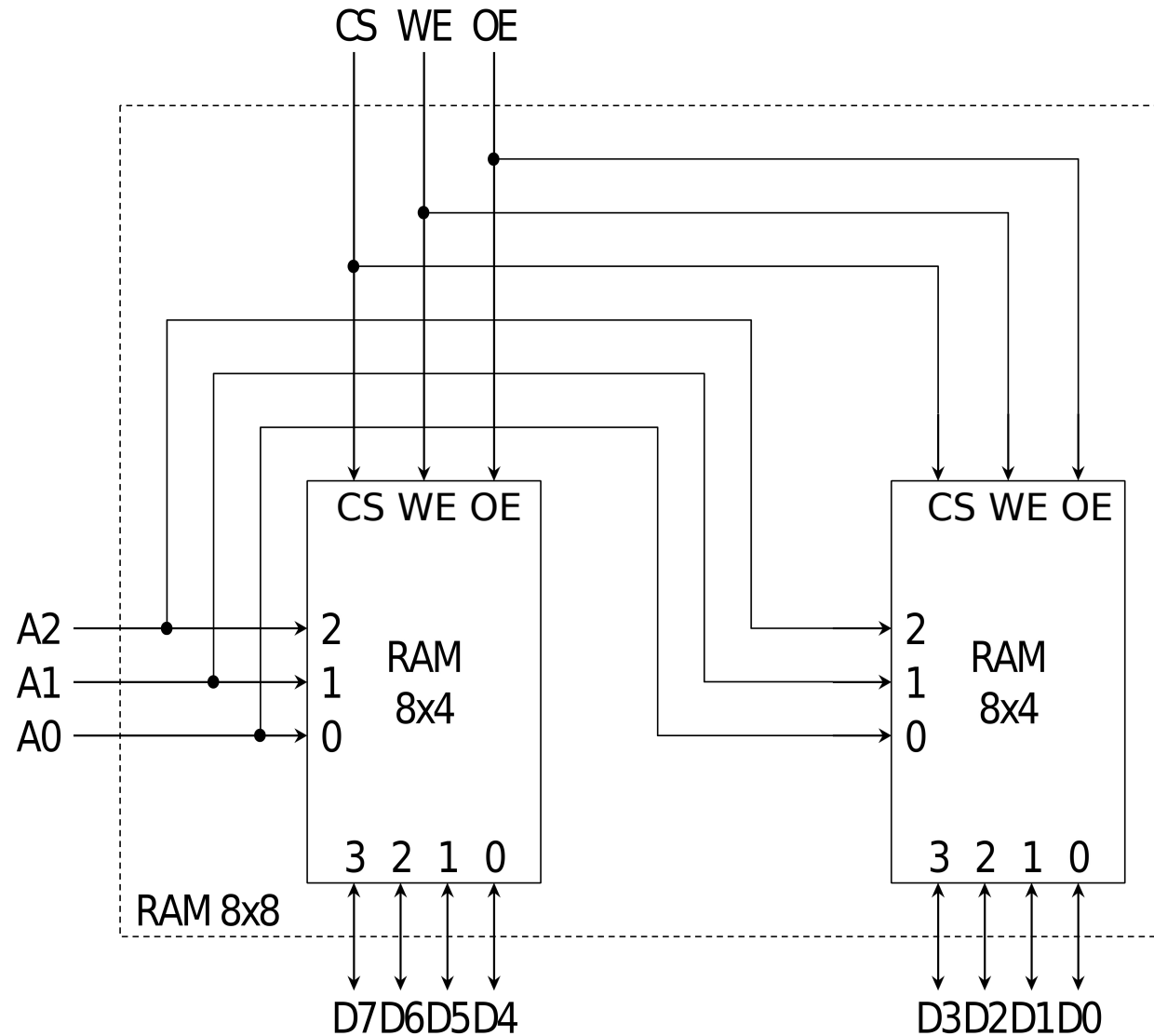
Expansión de memorias

Expansión de longitud de palabra en memorias ROM

Conseguir una ROM $2^3 \times 8$ con dos ROM $2^3 \times 4$

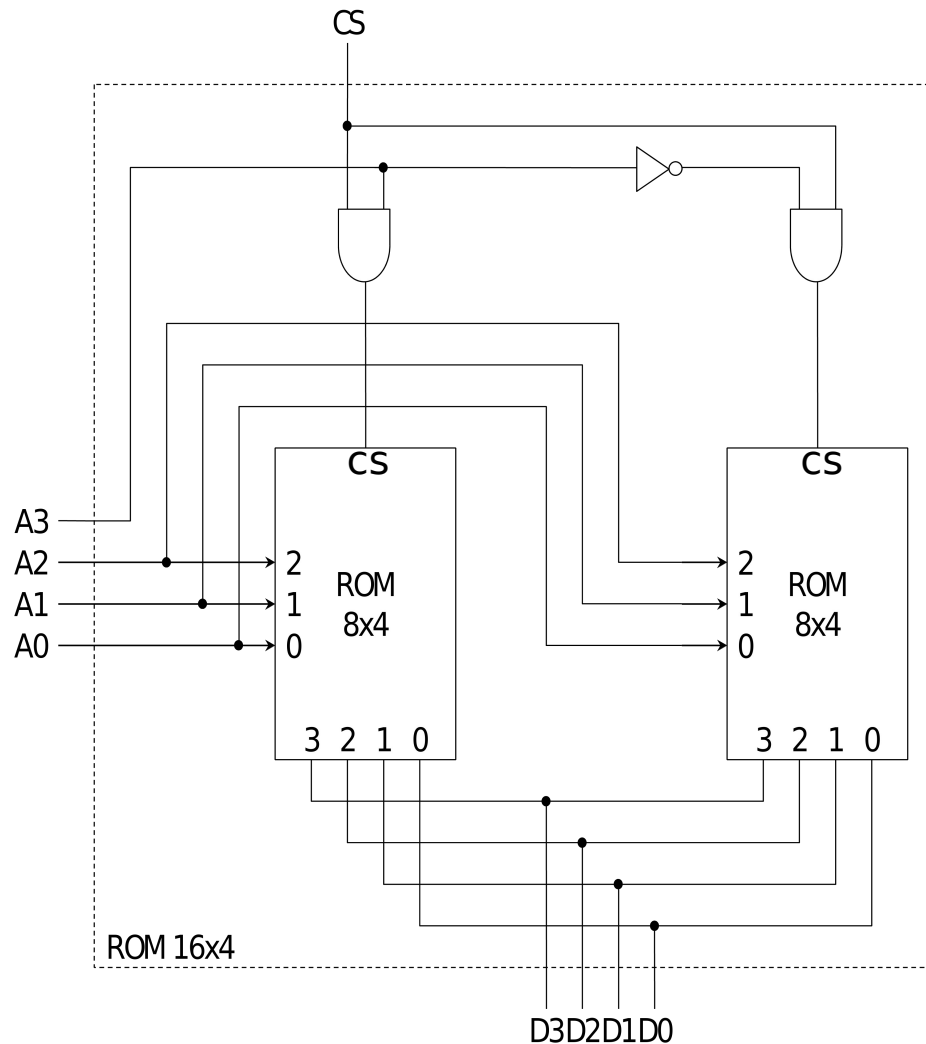


Expansión de longitud de palabra en memorias RAM

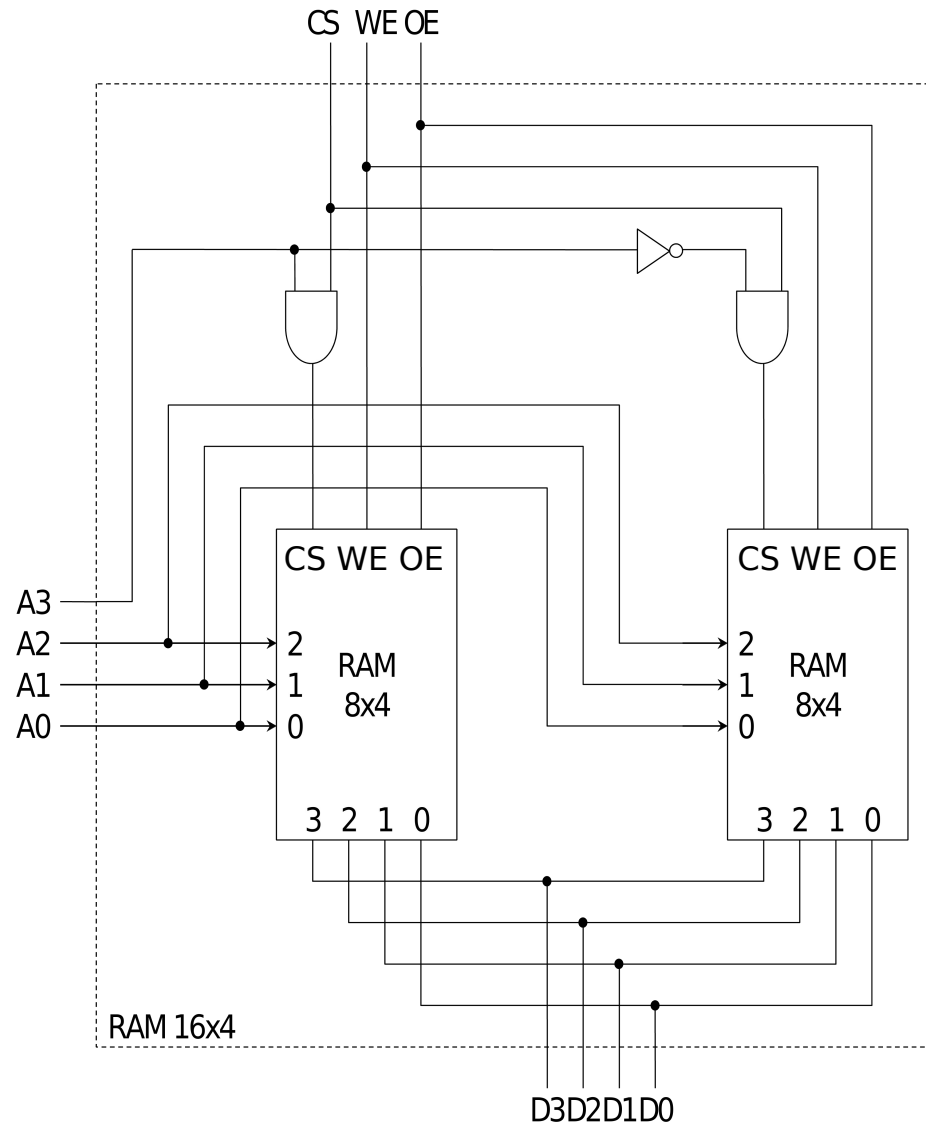


Expansión de número de palabras en memorias ROM

Conseguir una ROM $2^4 \times 4$ con dos ROM $2^3 \times 4$



Expansión de número de palabras en memorias RAM

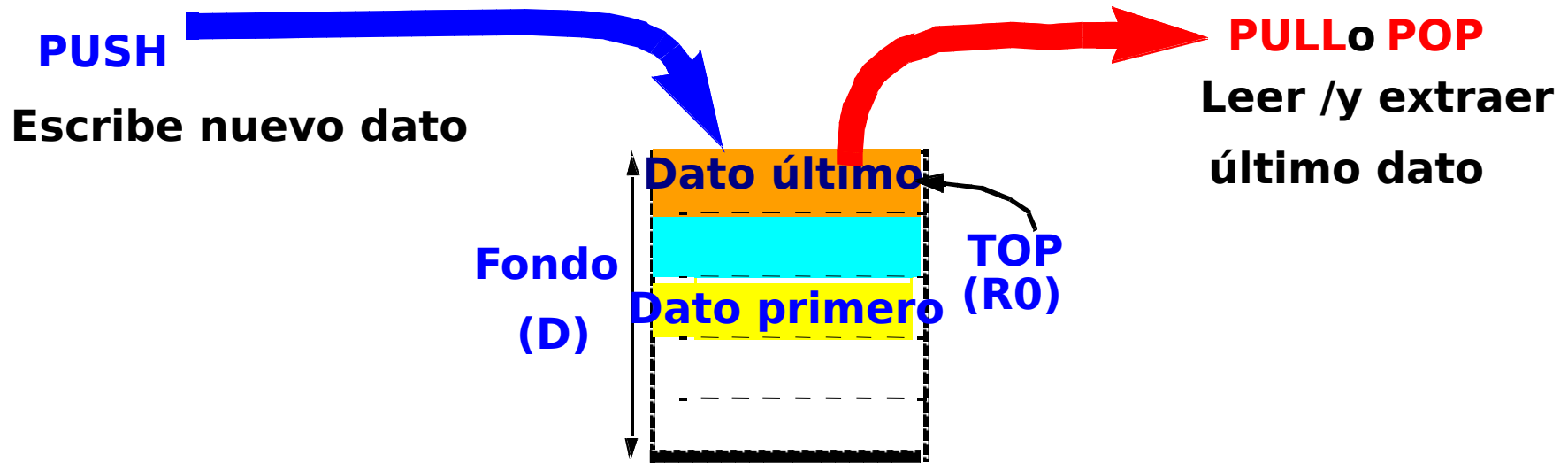


Memorias y dispositivos programables

Tipos especiales de memorias

Memorias secuenciales

Memorias LIFO (Last In-First Out)



PILA VACÍA: Cuando no se ha escrito ningún dato

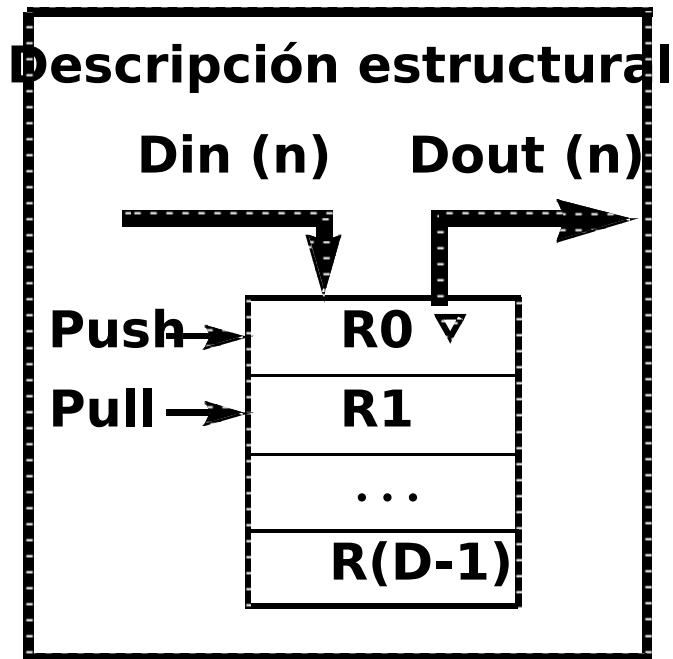
PILA LLENA: Cuando están escritos D datos

PILA OCIOSA: Cuando no hay Pull ni Push

Memorias LIFO (Last In-First Out)

Push (Escritura): se escribe en la cabecera de la pila (siguiente posición libre).

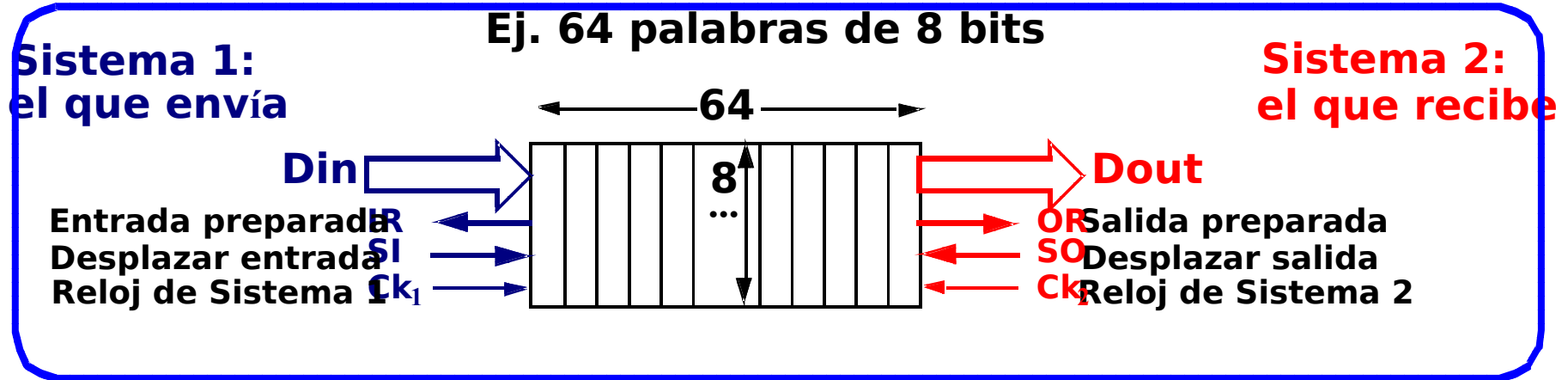
Pull (Lectura): se lee el dato más nuevo y se libera la posición.



Descripción funcional

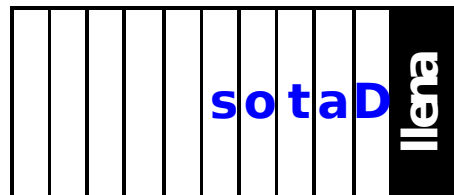
Push	Pull	$R_x \leftarrow$	Dout =
0	0	$R_x \leftarrow R_x$	Dout = HI
0	1	$R_x \leftarrow R_{(x+1)}$ $R_{(D-1)} \leftarrow 0$	Dout = $[R_0]$
1	0	$R_x \leftarrow R_{(x-1)}$ $R_0 \leftarrow D_{in}$	Dout = HI
1	1	Prohibida	

Memorias FIFO (First In-First Out)



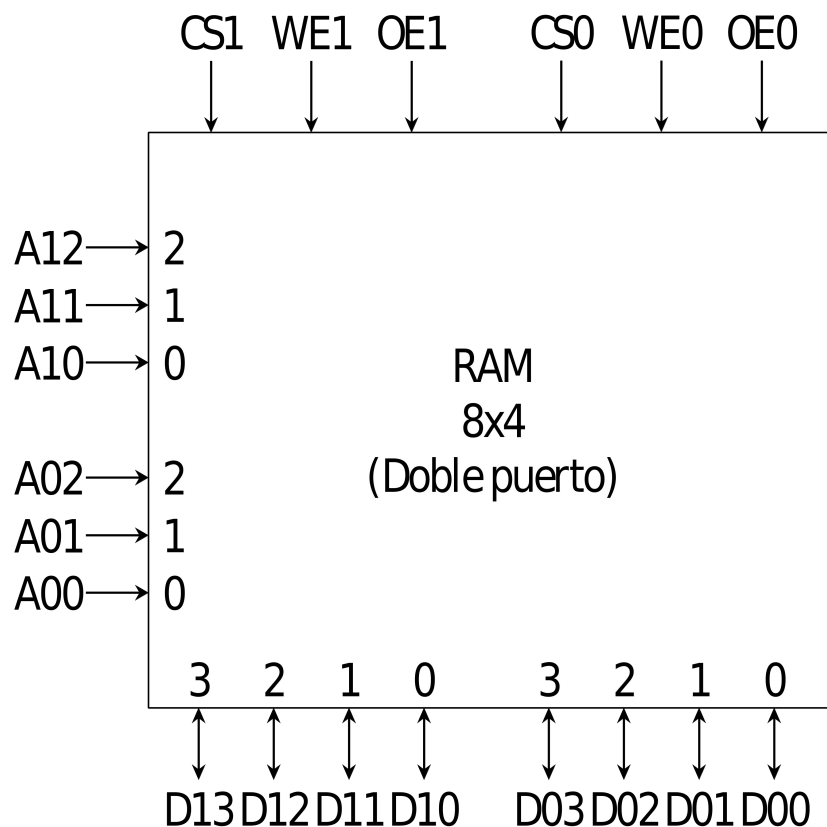
1º IR activo:
Sistema 1 (con Ck₁)
SI activo y,
secuencialmente,
Din: D, a, t, o, s

2º Almacenamiento en las
posiciones vacías más
próximas a la salida



3º OR activo:
Sistema 2 (con Ck₂)
SO activo y,
secuencialmente,
Dout: D, a, t, o, s

Memorias de doble puerto



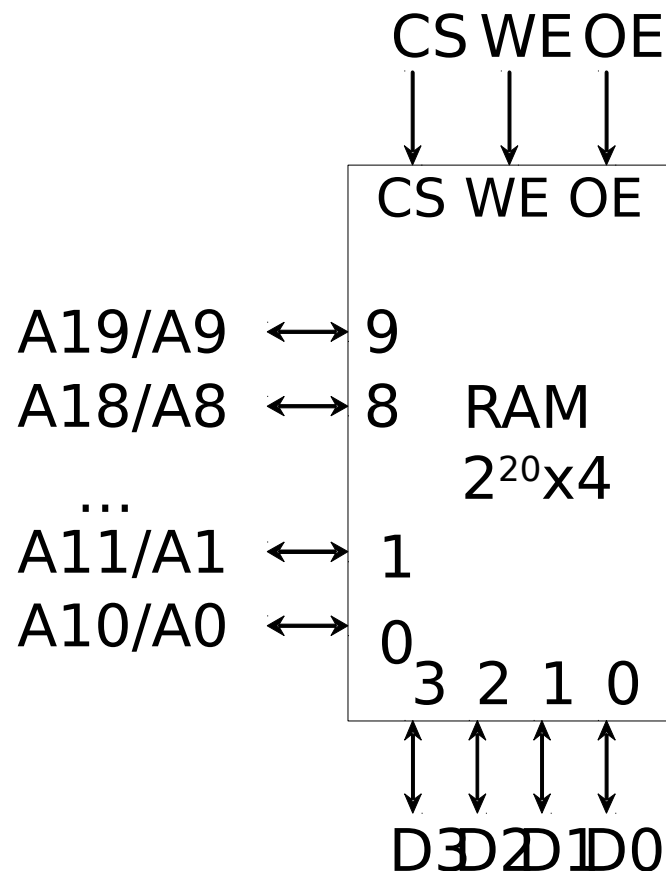
Cuentan con 2
puertos
independientes por
lo que permiten
simultanear:

2 Lecturas

2 Escrituras

1 Lectura + 1
Escritura

Memorias con bus de direcciones multiplexado



Se ahorran líneas de conexión utilizando un bus más estrecho que el necesario para suministrar la dirección.

Son más lentas ya que hay que suministrar la dirección por partes.

Memorias NVRAM (*Non-Volatile* RAM)

Pueden implementarse siguiendo varias estrategias diferentes:

- SRAM + Pila de litio (configuración BIOS)

- SRAM + Batería (videoconsolas portátiles)

- RAM + EEPROM: ante un pulso de retención, el contenido de la RAM se vuelca en la EEPROM en paralelo (PDA).