

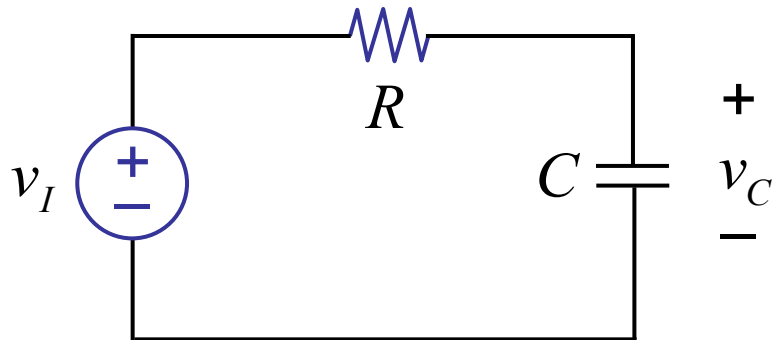
**6.002**

**CIRCUITOS y  
ELECTRÓNICA**

# Estado y memoria

# Repaso

## Recuerde



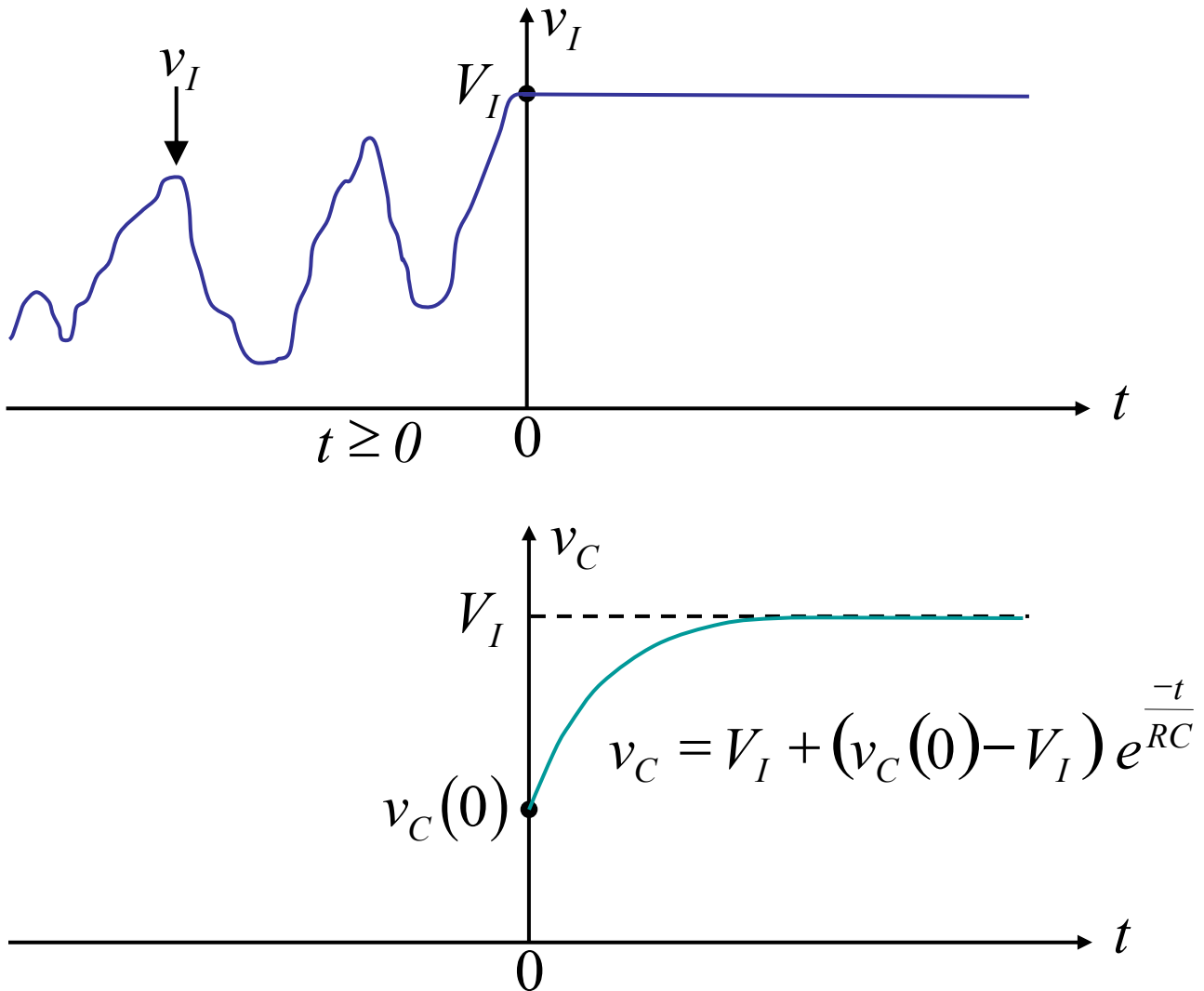
$$v_I = V_I \text{ para } t \geq 0 \quad v_C(0)$$

$$v_C = V_I + (v_C(0) - V_I) e^{\frac{-t}{RC}} \quad \text{---} \quad \textcircled{1}$$

**Lectura:** sección 10.3 y capítulo 11

# En esta clase se hará hincapié en la propiedad de memoria de los condensadores.

Para el circuito RC de la diapositiva anterior:



Observe que la tensión del condensador para  $t \geq 0$  es independiente de la forma de la tensión de entrada anterior a  $t = 0$ . En su lugar, sólo depende de la tensión del condensador en  $t = 0$  y de la tensión de entrada para  $t \geq 0$ .

# Estado

**Estado** : resumen de las anteriores entradas que son relevantes para predecir el comportamiento futuro.

$$q = C V$$

para los condensadores lineales,  
la tensión  $V$  del condensador  
es también variable de estado.

en realidad, variable de estado

# Estado

Volvemos a nuestro circuito sencillo RC (1)

$$v_C = f(v_C(0), v_I(t))$$

$$v_C = V_I + (v_C(0) - V_I) e^{\frac{-t}{RC}}$$



Resume la entrada anterior relevante para predecir el comportamiento futuro

# Estado

A menudo, nos interesa la respuesta del circuito para:

- estado cero  $v_C(0) = 0$
- entrada cero  $v_I(t) = 0$

Por consecuencia,

- respuesta de estado cero o *ZSR*

$$v_C = V_I - V_I e^{\frac{-t}{RC}} \quad \text{—————} \quad \textcircled{2}$$

- respuesta de entrada cero o *ZIR*

$$v_C = v_C(0) e^{\frac{-t}{RC}} \quad \text{—————} \quad \textcircled{3}$$

# Una aplicación de ESTADO



## MEMORIA DIGITAL

¿Por qué memoria?

O, ¿por qué no es suficiente la lógica combinacional?

### Ejemplos

- Considere el añadir 6 números en su calculadora:

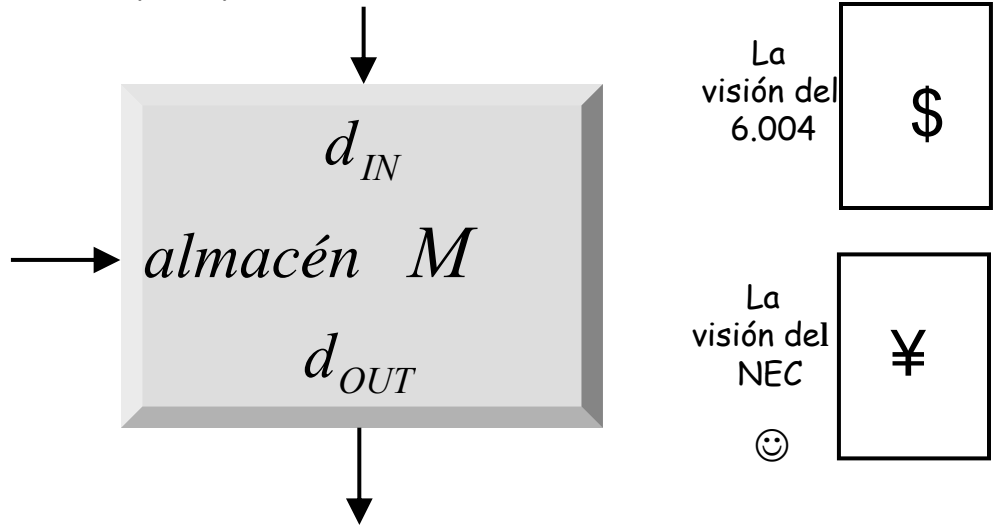
$$2 + 9 + 6 + 5 + 3 + 8$$



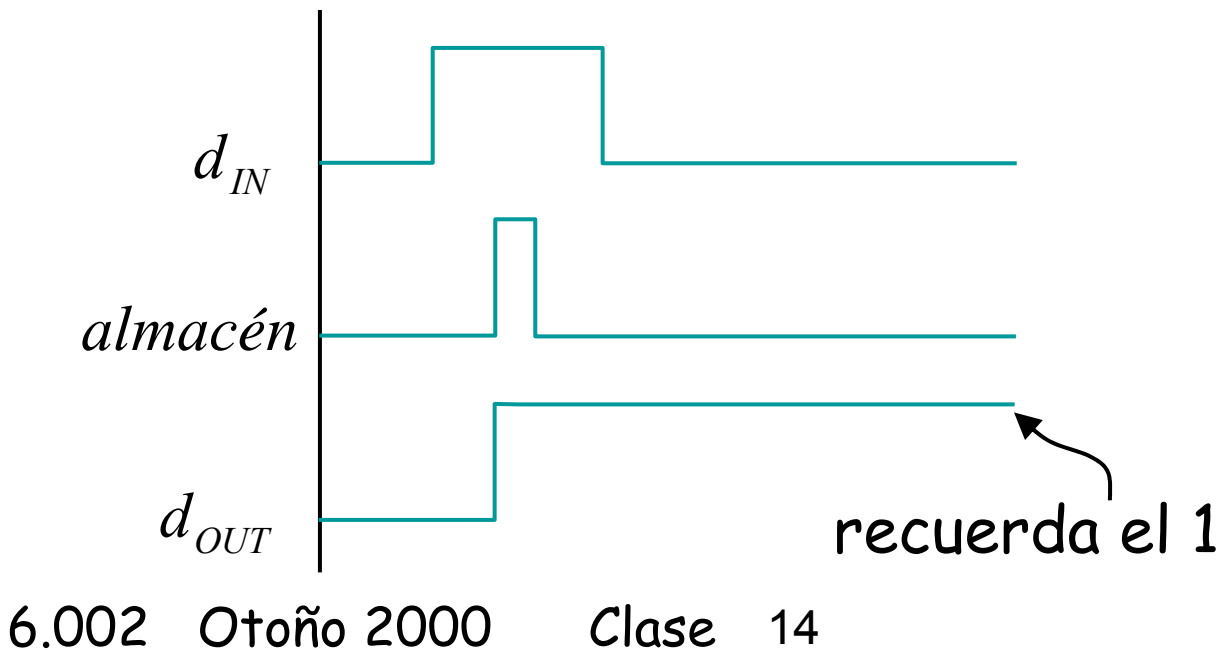
- "Recordando" las entradas transitorias

# Abstracción de memoria

Elemento de memoria de 1 bit

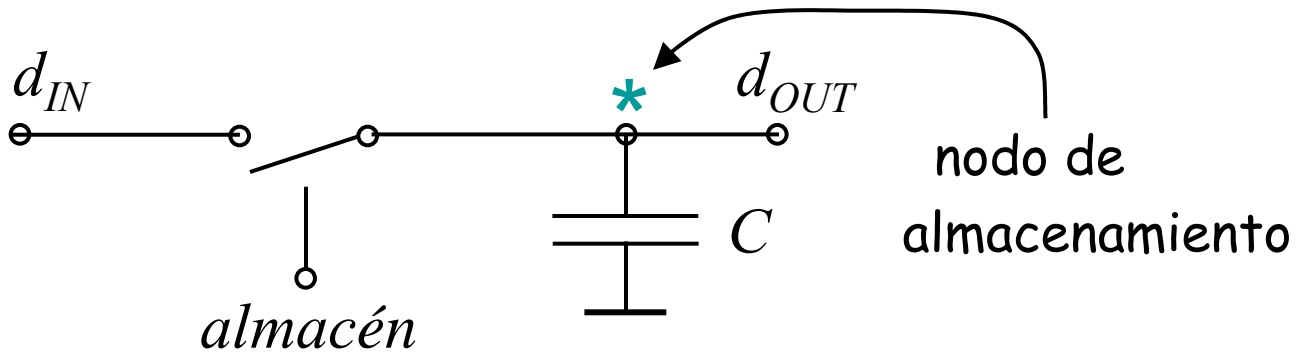


Recuerda la entrada cuando el *almacén* aumenta.  
Actúa como una cámara que registra la entrada ( $d_{IN}$ ) cuando el usuario pulsa el disparador.  
El valor registrado es visible en  $d_{OUT}$ .



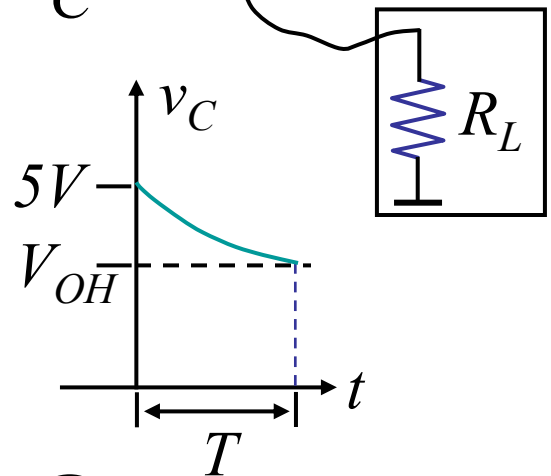
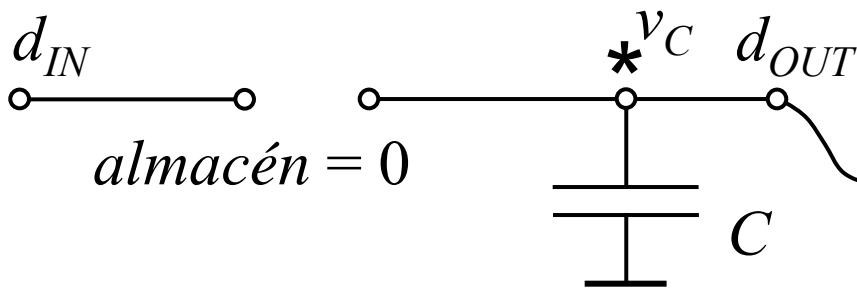
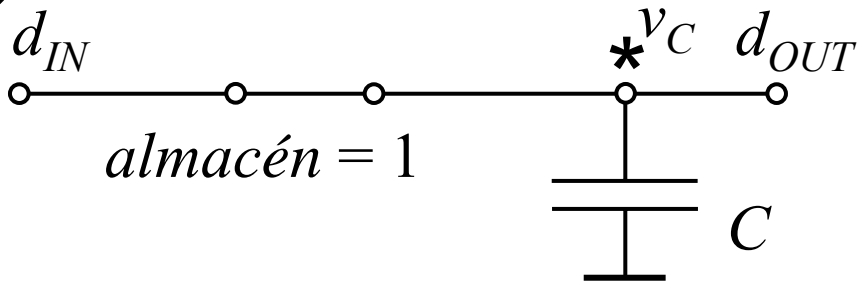
# Construcción de un elemento de memoria...

Ⓐ Primer intento,



# Construcción de un elemento de memoria...

**A**



el valor almacenado se pierde

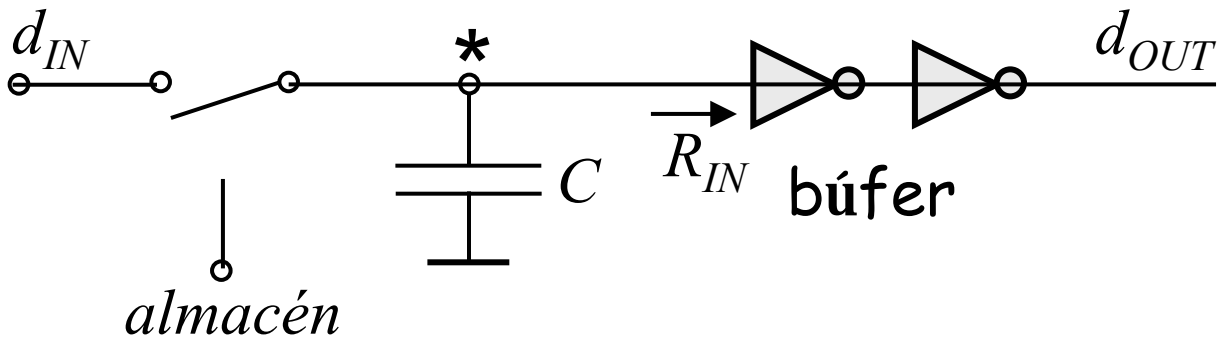
$$v_C = 5 \cdot e^{\frac{-t}{R_L C}} \text{ a partir de } \textcircled{2}$$

$$T = -R_L C \ln \frac{V_{OH}}{5}$$

anchura de impulso del *almacén*  $\gg R_{ON} C$

# Construcción de un elemento de memoria...

Ⓑ Segundo intento → búfer



Resistencia de entrada  $R_{IN}$

$$T = -R_{IN} C \ln \frac{V_{OH}}{5}$$

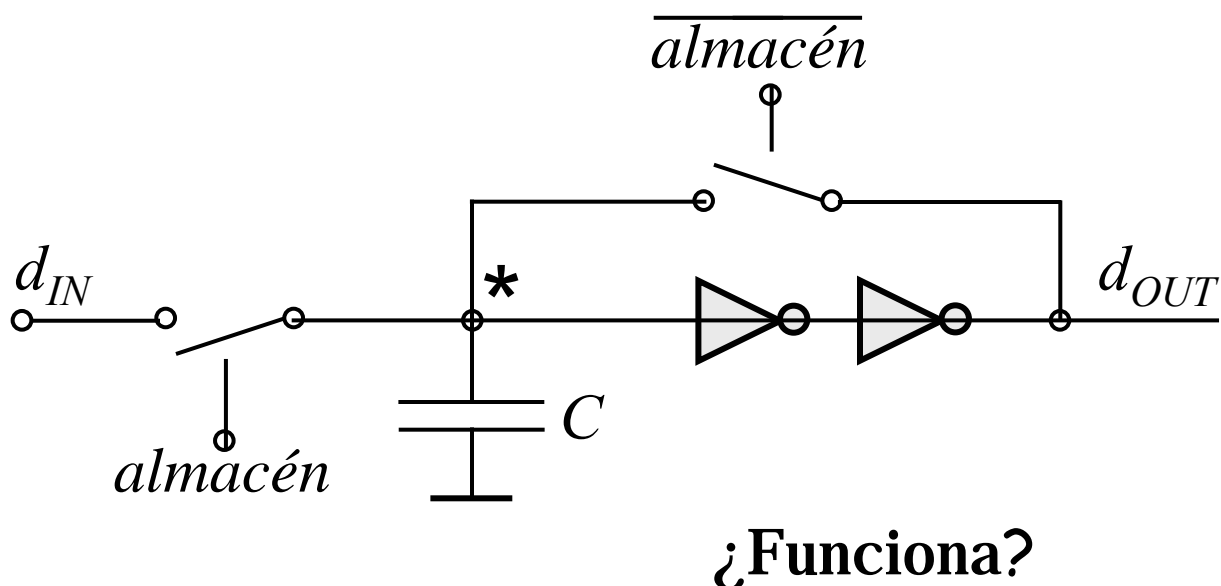
$$R_{IN} \gg R_L$$

Mejor, pero aún no es perfecto.



## Construcción de un elemento de memoria...

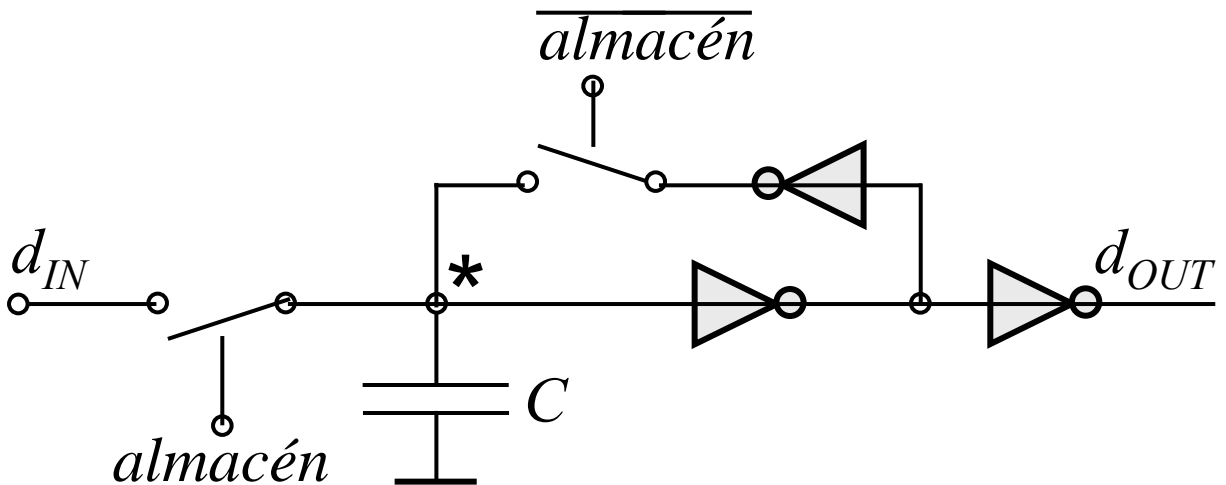
Ⓒ Tercer intento → búfer + regeneración



No. El valor externo puede influir en el nodo de almacenamiento.

# Construcción de un elemento de memoria...

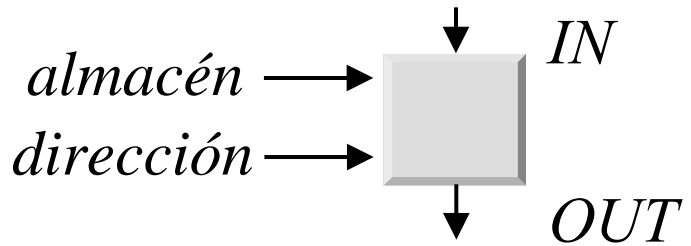
Ⓓ Cuarto intento → búfer + regeneración desacoplada



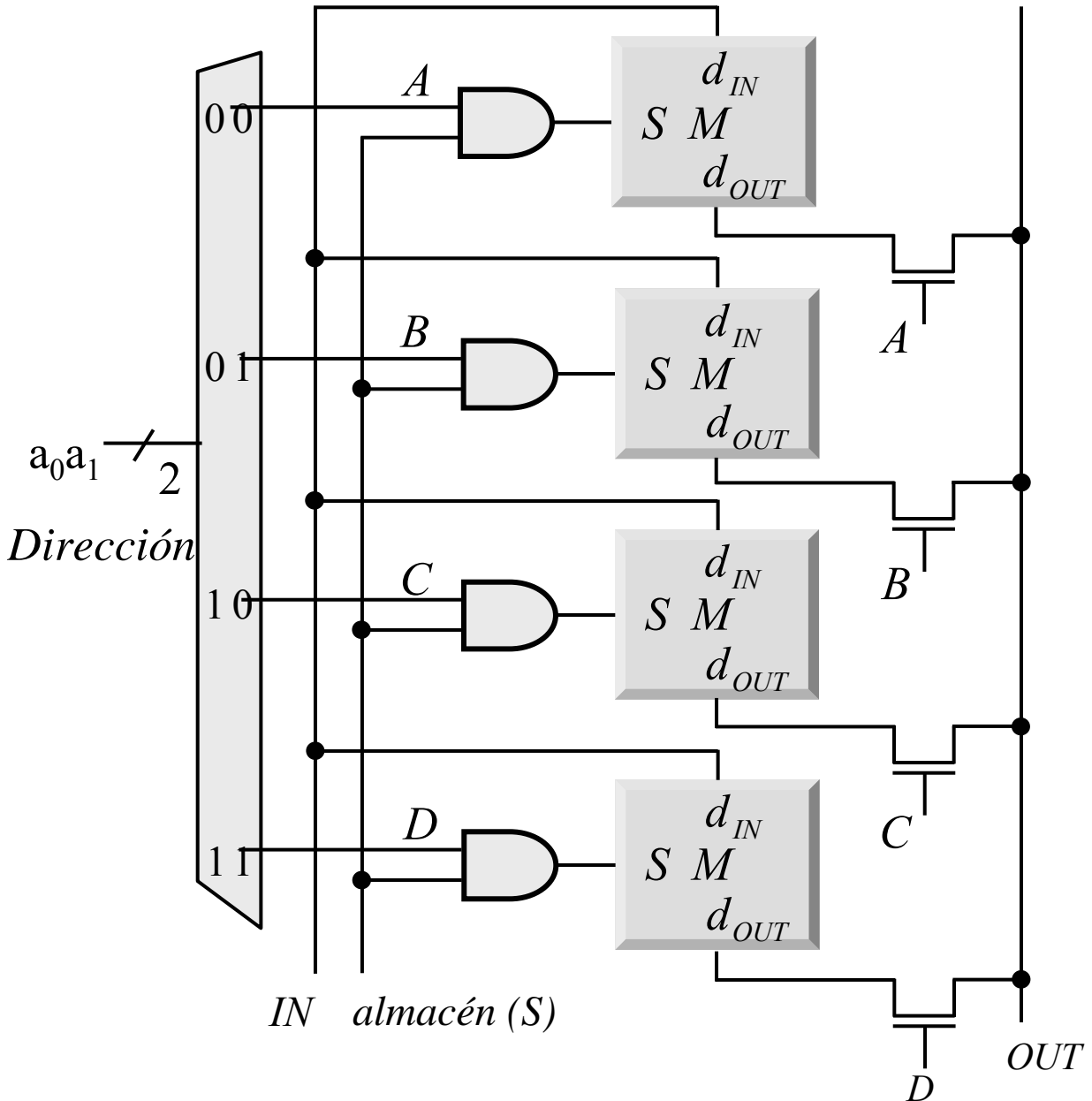
¡Funciona!

# Una matriz de memoria

Memoria de 4 bits



## Decodificador



## Tabla de verdad para decodificador

$a_0$	$a_1$	$A$	$B$	$C$	$D$
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

# **Lista de Agarwal de los diez puntos más importantes sobre la memoria**

- 10 No recuerdo, senador.
- 9 Olvidé que hoy había que entregar la tarea.
- 8 Improvisar  $\equiv$  ZSR (respuesta de estado cero)
- 7 Pienso, luego existo.
- 6 Creo que eso era correcto.
- 5 He olvidado el resto ...