

TEMA 4

Familias lógicas

Características reales de las puertas lógicas

Familias CMOS

Familia TTL y subfamilias

Compatibilidad CMOS-TTL

Tipos de entradas/salidas especiales

Otras familias lógicas

Características reales de las puertas

- Tensión de Alimentación
- VALORES LÓGICOS
 - Valores lógicos a las entradas
 - Valores lógicos a las salidas
 - Inmunidad al ruido
- CORRIENTES DE ENTRADA Y SALIDA
 - Corrientes de entrada
 - Corrientes de salida
- RETARDOS EN LAS SEÑALES
 - Retardos de propagación
 - Retardos de conmutación
- CONSUMO

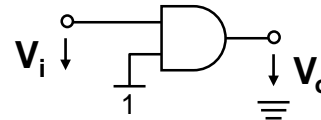
1 TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

- Lo tradicional son 5V, pero existen otras necesidades (12V, 3,3V, 2,5V, 1,8V, 1,5V...), otras tecnologías (-5, +5)
- Disminución del consumo → Disminución de la tensión de alimentación

2 VALORES LÓGICOS

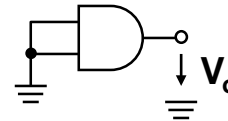
Valores lógicos a las entradas: Interpretados como '0' lógico ó '1' lógico

Ejemplo: $0 - 0,5V = '0'$
 $4,0 - 5V = '1'$



Valores lógicos a las salidas: Tensiones que se obtienen a la salida según el valor lógico

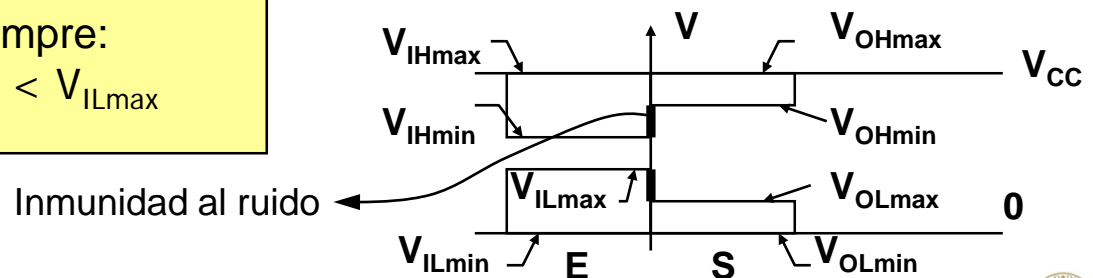
Ejemplo: $'0' \Rightarrow V_{OL} < 0,4$
 $'1' \Rightarrow V_{OH} > 4,2$



➤ Para que las tecnologías sean **compatibles** debe ocurrir siempre:

$$V_{OHmin} > V_{IHmin}$$

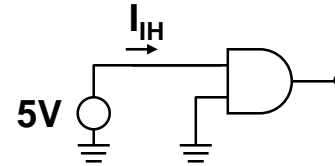
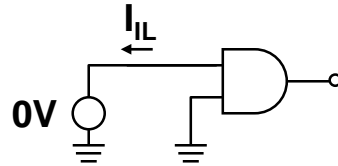
$$V_{OLmax} < V_{ILmax}$$



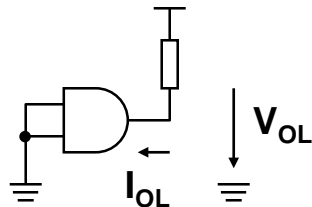
3

CORRIENTES DE ENTRADA Y DE SALIDA

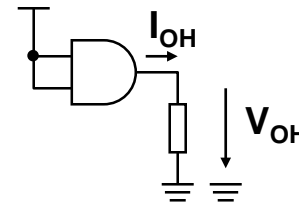
- **Corrientes de entrada:** es la corriente que absorbe o cede la puerta cuando su entrada está a un determinado valor lógico



- **Corrientes de salida:** es la corriente capaz de suministrar la puerta garantizando unos ciertos límites en las tensiones de salida, manteniendo los valores lógicos



Para una determinada V_{OL}



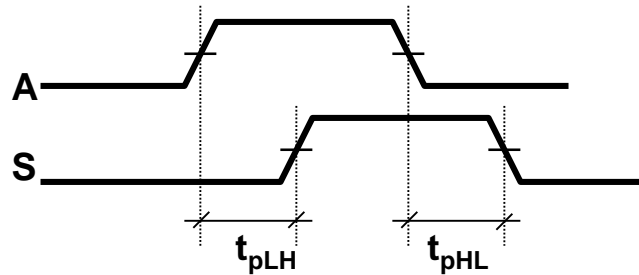
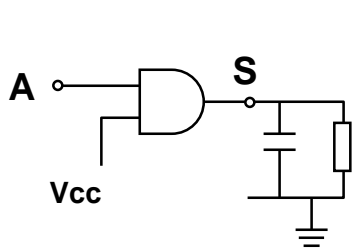
Para una determinada V_{OH}

- **Fan-out:** Número de puertas “normales” que pueden conectarse a la salida de una puerta.
- **Fan-in:** Carga que supone una puerta respecto a una puerta normal (con fan-in = 1).

4

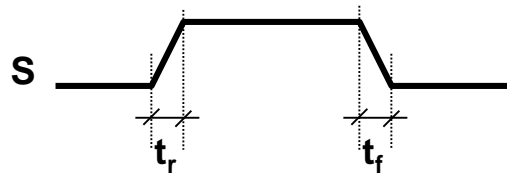
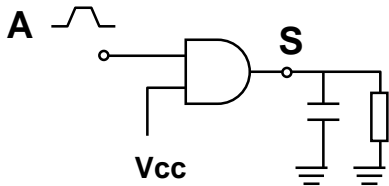
RETARDOS EN LAS SEÑALES

- Retardos de propagación: Es el tiempo que tarda en cambiar la salida de una puerta (poniéndose a su valor correcto) desde que cambian sus entradas.



Normalmente se mide entre el 50% del valor de las señales de entrada y salida. También se establecen unas determinadas condiciones de carga.

- Retardos de conmutación: Es el tiempo que tarda una señal en pasar desde el 10% al 90% de su valor final bajo unas ciertas condiciones de carga.



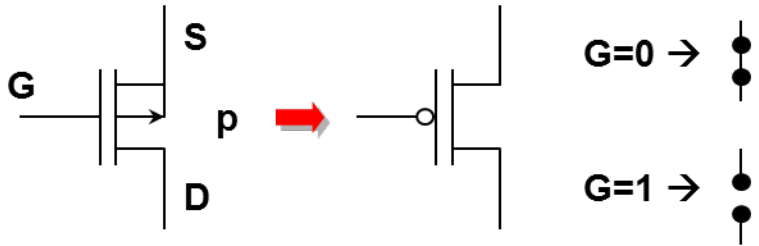
5

CONSUMO

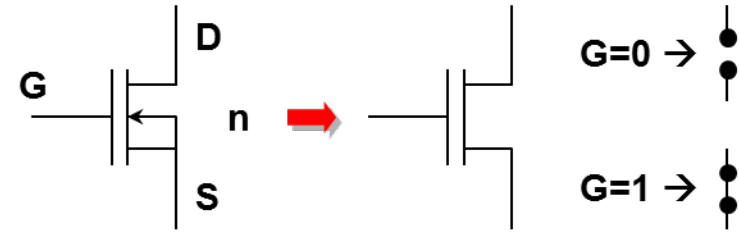
- Depende de dos aspectos:
 - El consumo **estático** que mide el consumo del circuito (o la puerta) cuando no hay cambios en sus señales
 - El consumo **dinámico** que es debido, fundamentalmente, a la carga y descarga de las capacidades del circuito y que depende de la frecuencia

Familia CMOS (Complementary MOS)

Tipos de transistores MOS

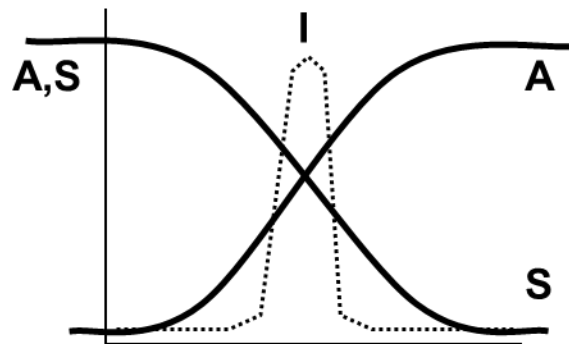
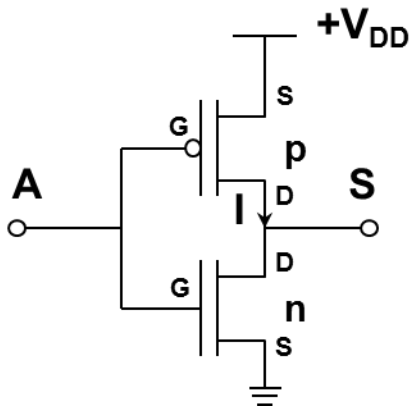
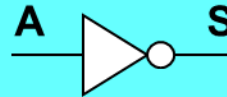


Transistor de canal p



Transistor de canal n

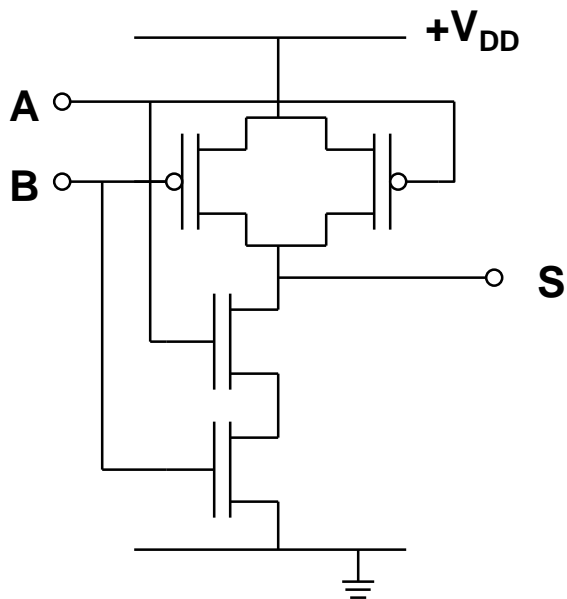
Puerta inversora básica



Si $A = 0V \rightarrow$ conduce el p
Si $A = V_{DD} \rightarrow$ conduce el n
Si $A = V_{DD}/2 \rightarrow$ conducen los dos

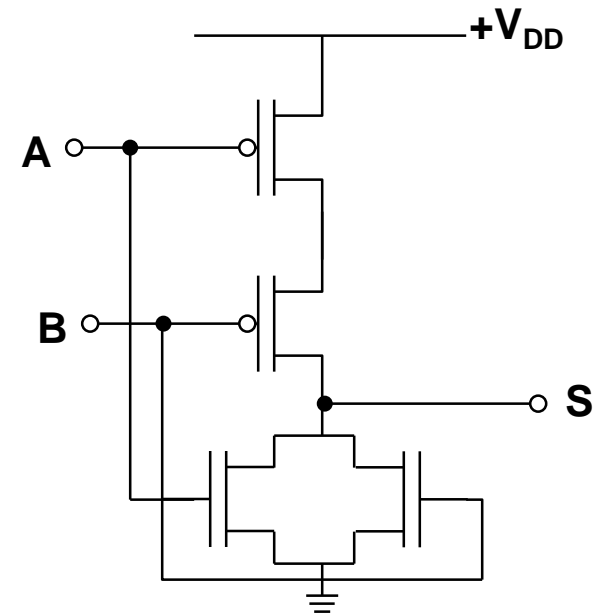
El circuito sólo conduce en las conmutaciones

Puerta



A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Puerta



A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

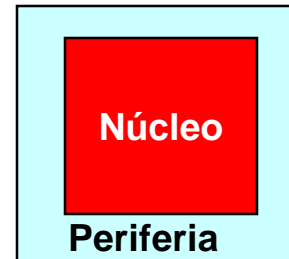
Características de las familias CMOS

- Como las subfamilias CMOS son muy variadas vamos a ver la 4000 y la 74HC. Las características generales serán de la 4000 y veremos las diferencias de la 74HC respecto de la 4000.

1

TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

- Típicamente: $1,5V \div 15V$
- También hay: $15 \div 18V$
- Serie 74HC: $2 \div 6V$



$$V_{\text{núcleo}} = 1,5 V$$

$$V_{\text{periferia}} = 3,3 V$$

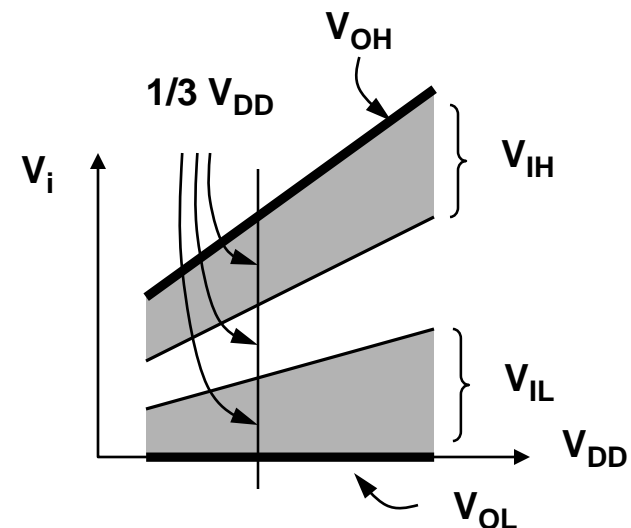
2

VALORES LÓGICOS

➤ Valores lógicos a las entradas:

Normalmente: $V_{IL} = 0 \div 1/3 V_{DD}$
 $V_{IH} = 2/3 V_{DD} \div V_{DD}$
 $V_{OL} = 0$
 $V_{OH} = V_{DD}$

Inmunidad: $1/3 V_{DD}$



3

Corrientes de entrada y salida

➤ Corrientes de entrada:

$I_i = 10 \text{ pA}$ (serie 4000) hasta 100 nA (serie 74 HC)

➤ Corrientes de salida:

$I_o = 0,1 \text{ mA}$ (serie 4000) hasta 8 mA (serie 74 HC)

➤ Fan-out:

Teóricamente muy alto, pero limitado en la práctica por la capacidad de puerta, que influye en la velocidad y el consumo

Típicamente: de 8 a 50

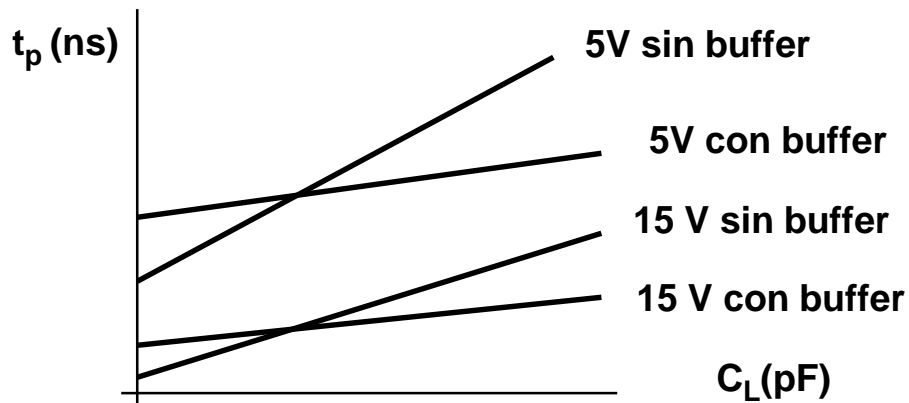
4

Retardos

$$t_p = t_{pi} + (\Delta t_p / \Delta C_L) C_L$$

Factor extrínseco: dependiente de la carga

Factor intrínseco: dependiente de la propia puerta



Consumos

➤ Consumo estático

Debido a dos factores: Corrientes de fugas (I_Q) y a las cargas (I_L)
La de fugas es muy baja, y la debida a las cargas también, si se trata de cargas CMOS.

$$P_S = V_{CC} I_{CC} = V_{CC} (I_Q + I_L)$$

➤ Consumo dinámico

Debido a la carga y descarga de los condensadores parásitos y a la corriente que circula por los canales en las conmutaciones

$$PD = C_P V_{CC}^2 f$$

➤ Consumo de corriente

La corriente total consumida es $I = C_{sc} V_{CC}/t_{sc} + I_{CC}$, donde el primer factor
se demanda con fuertes picos. Esto genera ruidos y caídas de tensión en los conductores, lo que exige la proximidad de las fuentes de alimentación y la colocación de condensadores de desacoplo próximos a las cargas

Familia TTL

T1 es un transistor multiemisor. Si alguna unión BE está polarizada directamente, se demanda corriente por el colector

Si $A = B = 5V$:

T1 → corte

T2 → saturación

T4 → saturación → $S = 0V$

T3 → corte

Si A ó B están a 0V :

T1 → saturado

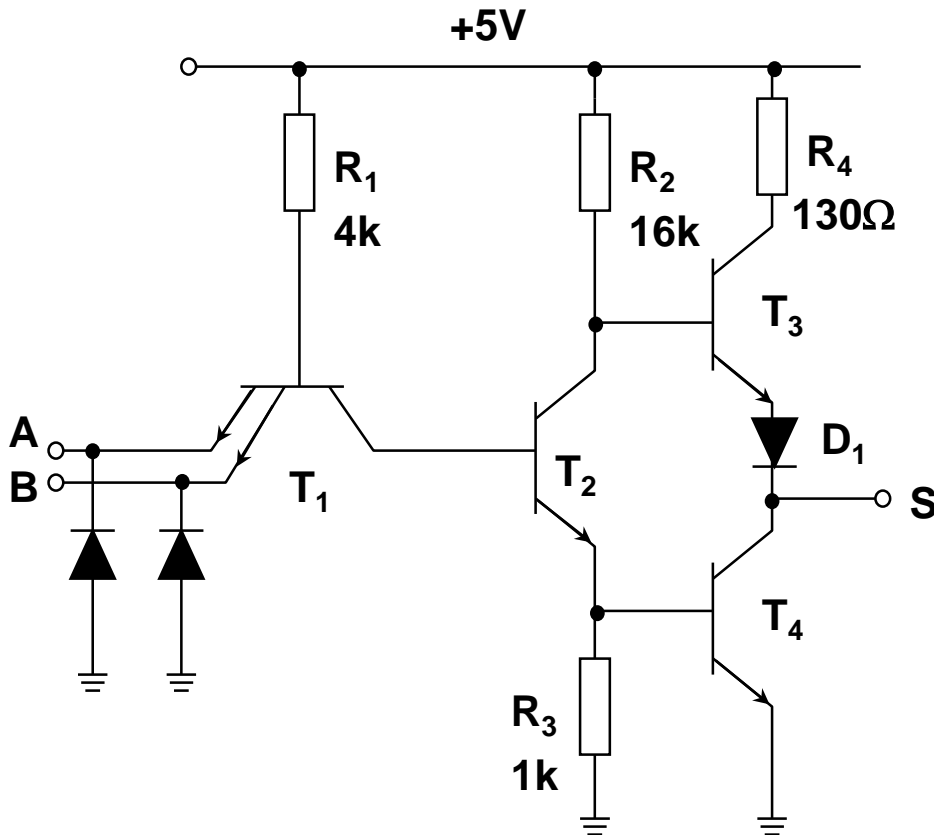
T2 → corte

T4 → corte

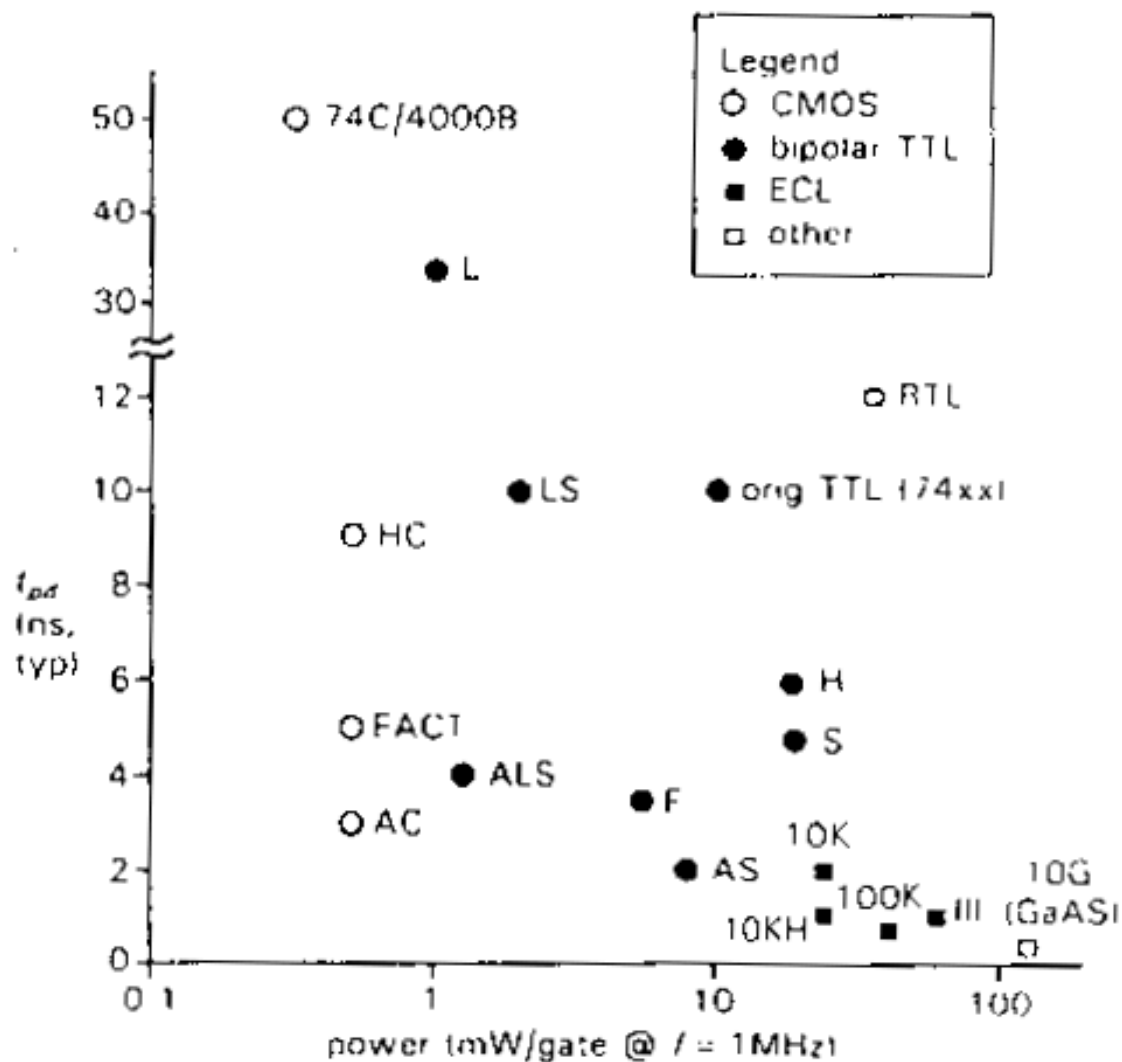
T3 → saturación → $S = 4V$

Puerta NAND

Muy buenos en corriente, y malos en tensión. OBSOLETA



Relación retardo - potencia



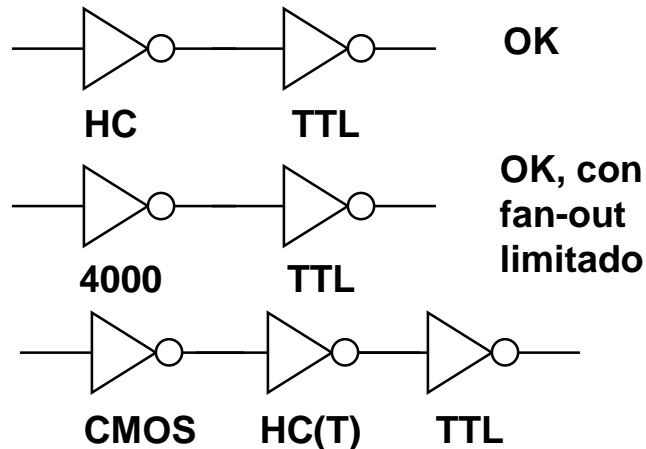
Compatibilidad TTL-CMOS

Funcionalmente, son iguales
 74S193 \leftrightarrow 74HC193
 (Misma función, mismo encapsulado)

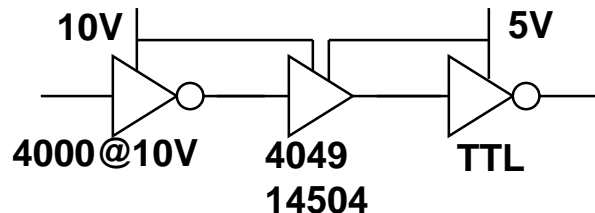
Causas de incompatibilidad:
 → Niveles de tensión en las E/S
 → Corrientes (fan-out) limitado
 → Tensiones de alimentación

CMOS a TTL

Con igual Vdd (5V)

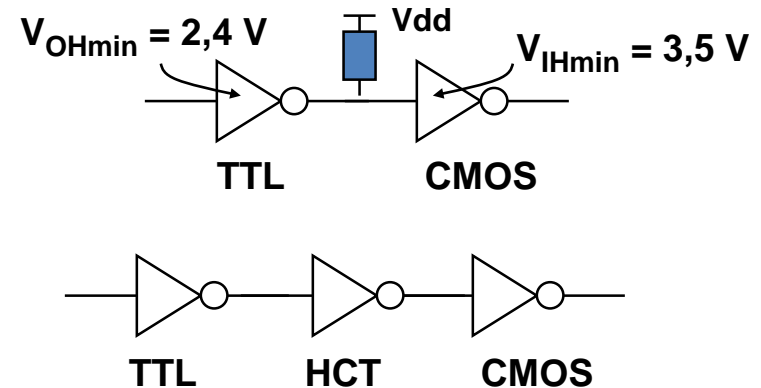


Con distinta Vdd

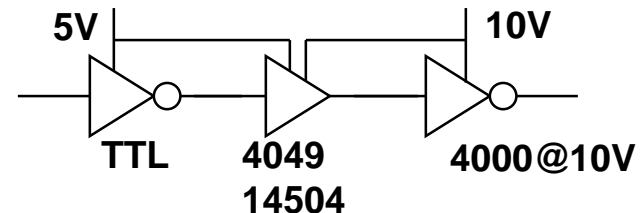


TTL a CMOS

Con igual Vdd (5V)

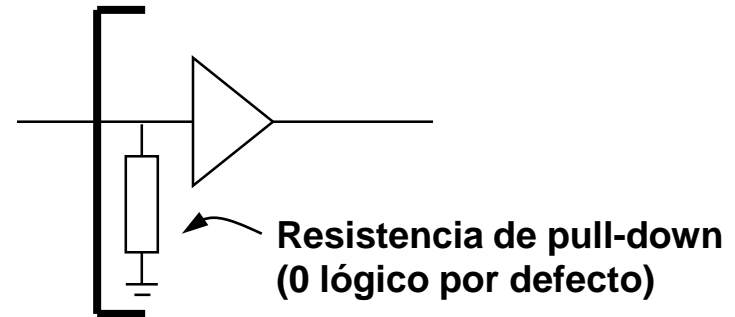
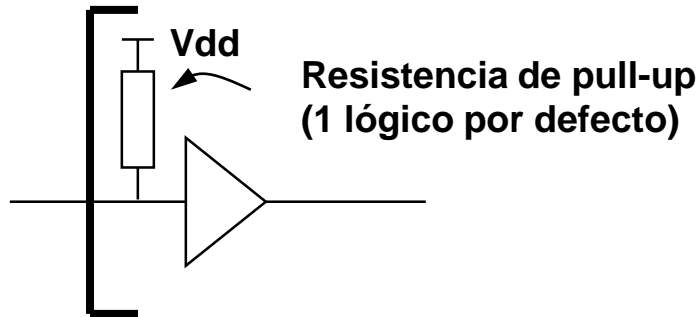


Con distinta Vdd

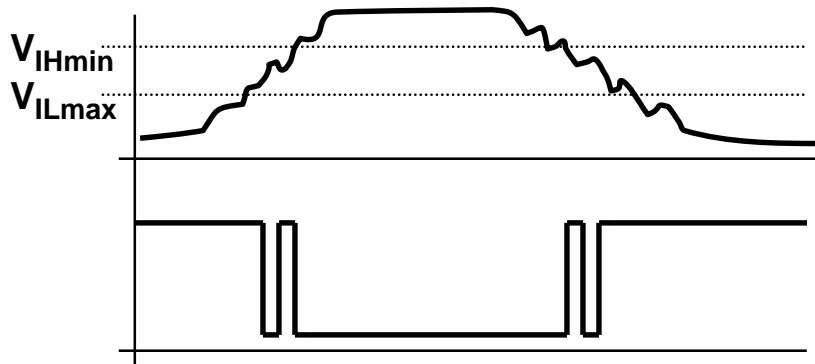


Entradas/Salidas especiales

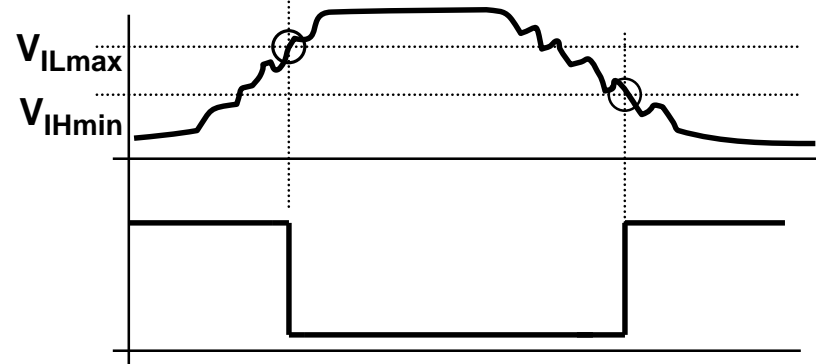
1. Entradas con resistencias *pull-up* o *pull-down*



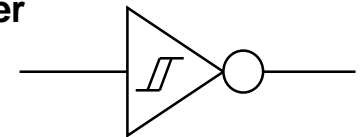
2. Entradas tipo Schmitt-trigger



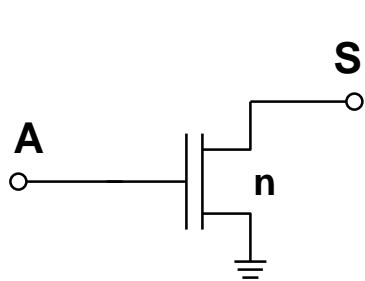
Entrada normal
 $V_{ILmax} < V_{IHmin}$



Entrada Schmitt-trigger
 $V_{ILmax} > V_{IHmin}$



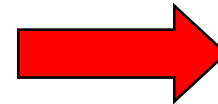
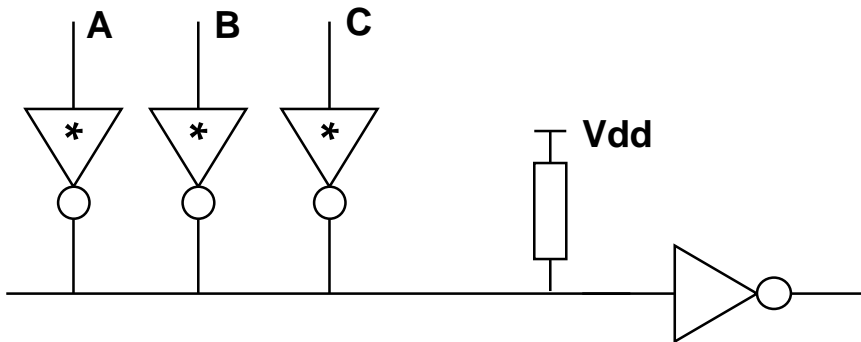
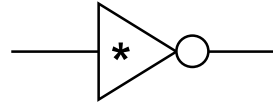
3. Salidas a drenador abierto (CMOS) o colector abierto (TTL)



A	S
0	Z
1	0

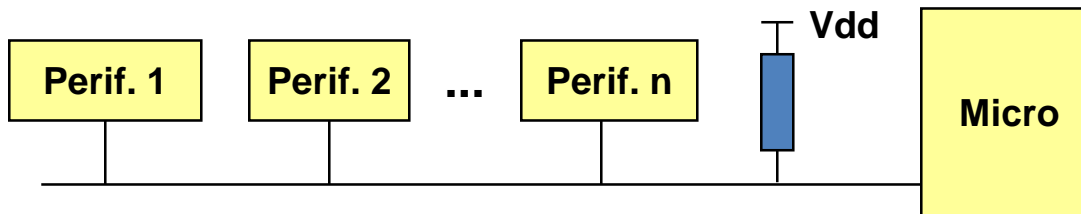


Z: alta impedancia. Esta salida puede conectarse con cualquier otra salida igual

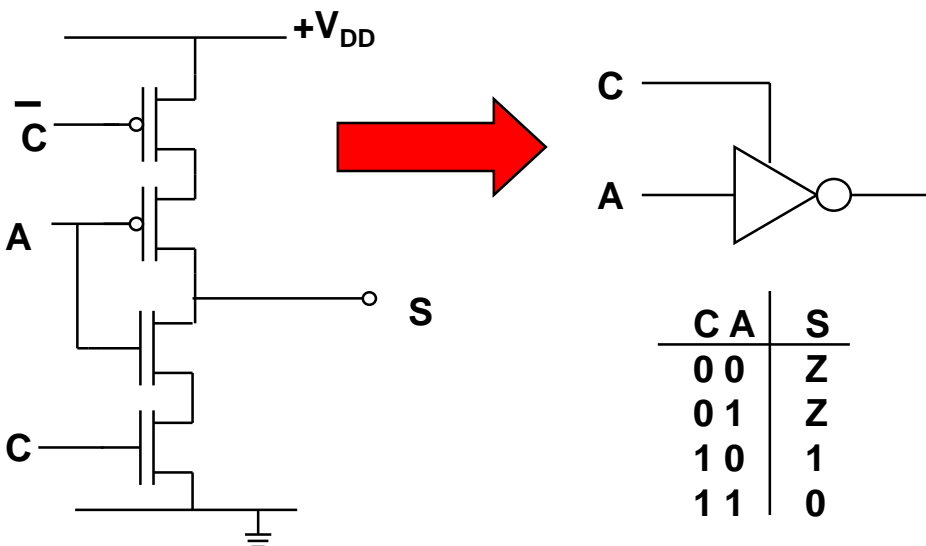


Puerta _____ cableada

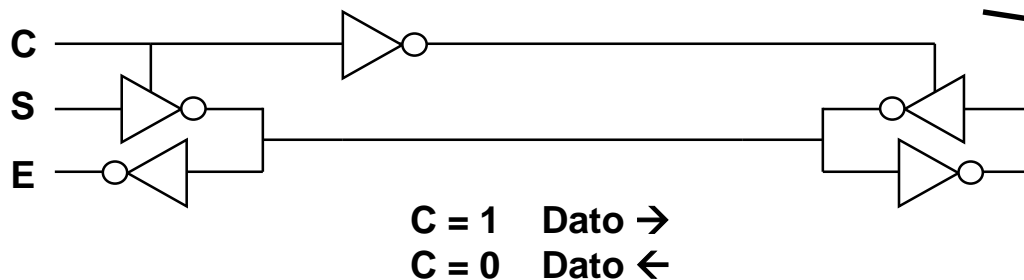
Aplicación de salidas a colector abierto → Interrupciones de un microprocesador, reset, ...



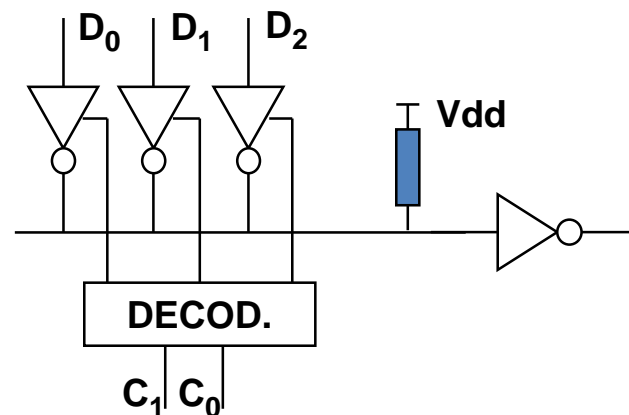
4. Salidas triestado



5. Señales bidireccionales



Aplicación: Multiplexor distribuido



Se pueden combinar las dos estructuras para accesos con varios destinos:

Control MUX → Direcciones
Señal bidir. → Datas
C bidir. → R/W

Otras familias lógicas

ECL

Emitter Coupled Logic

- Basados en transistores bipolares que trabajan en la zona activa → Consumo alto
- Etapas diferenciales → Alta inmunidad al ruido
- Hasta 500 MHz

AsGa

Arseniuro de Galio

- Mayores velocidades debido a la mayor movilidad de los portadores
- Consumos altos, costes competitivos e integración próxima a CMOS

BiCMOS

Bipolar / CMOS → Diseño mixto (analógico + digital)

SoS

Silicio sobre zafiro (silicon on sapphire) → Inmunidad frente a radiaciones

Sol

Silicio sobre aislante (silicon on insulator) → Inmunidad frente a ruidos