

PUERTAS LÓGICAS

Indice

[Introducción](#)

[Símbolos de puertas lógicas](#)

[Tablas de verdad](#)

[Circuitos Integrados Lógicos](#)

[Puerta NOT \(inversor\)](#)

[Puerta AND](#)

[Puerta NAND](#)

[Puerta OR](#)

[Puerta NOR](#)

[Puerta EX-OR \(Exclusive OR\)](#)

[Puerta EX-NOR](#)

[Tabla resumen](#)

[Combinación de puertas lógicas](#)

[Sustitución de un tipo de puerta por otro](#)

[Equivalencia con puertas NAND](#)

Introducción

Las puertas lógicas procesan señales las cuales representan un valor *verdadero* o *falso*. Normalmente la tensión positiva de la fuente +Vs representa el valor *verdadero* y los 0 V el *falso*. Otros términos usados para los estados verdadero y falso se muestran en la tabla de la derecha. Es mejor que te familiarices con ellos.

Las puertas lógicas son identificadas por su función lógica: NOT, AND, NAND, OR, NOR, EX-OR y EX-NOR. Las letras mayúsculas son normalmente usadas para dejar claro que el término se refiere a una puerta lógica.

Nota que las puertas lógicas no son siempre necesarias porque una simple función lógica puede hacerse con interruptores o diodos:

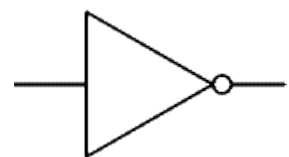
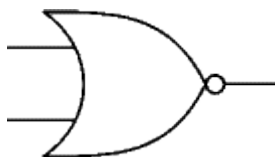
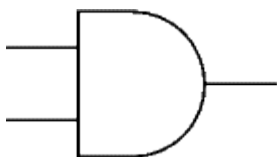
- [Interruptores en serie](#) (función AND)
- [Interruptores en paralelo](#) (función OR)
- [Combinando salidas de IC con diodos](#) (función OR)

Logic states	
True	False
1	0
High	Low
+Vs	0V
On	Off

Símbolos de puertas lógicas

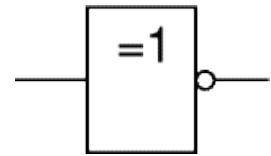
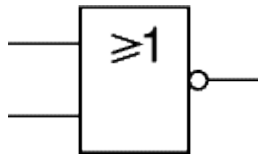
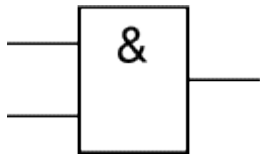
Hay dos series de símbolos para las puertas lógicas:

- **Los símbolos tradicionales** tienen una forma distintiva que los hace más fáciles de reconocer así estos son ampliamente usados en la industria y educación.



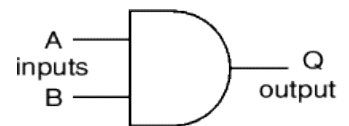
ELECTRONICA DIGITAL 3

- Los símbolos **IEC** (*International Electrotechnical Commission*) son rectángulos con un símbolo en su interior que muestra la función de la puerta. Son raramente usados a pesar de su carácter oficial, pero es posible que necesites saberlos para un examen.



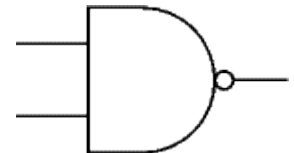
Entradas y salidas

Las puertas tienen dos o más entradas, excepto las NOT que solo tienen una. Todas las puertas tienen solo una salida. Para etiquetar las entradas se usan las letras A, B, C y así sucesivamente, y Q es usada para la salida. En la figura se muestran las entradas a la izquierda y la salida a la derecha para una puerta de tipo AND.



El círculo de inversión

Algunos símbolos de puertas tienen un círculo sobre su salida lo cual significa que su función incluye la inversión de la misma. Esto es equivalente a conectar a la salida una puerta NOT. Por ejemplo el símbolo de la puerta NAND (not AND) se muestra a la derecha y es igual al de la AND pero agregando el círculo de inversión a la salida.



Tablas de verdad

Una tabla de verdad es una buena forma de mostrar la función de una puerta lógica. Muestra los estados de salida para cada posible combinación de los estados en sus entradas. Los símbolos 0 (falso) y 1 (verdadero) suelen usarse en las tablas de verdad. El ejemplo de la derecha muestra las entradas y salida de una puerta AND.

Hay un [resumen de la tablas de verdad](#) más abajo en este documento, mostrando los estados de salida para todos los tipos de puertas lógicas de 2 y de 3 entradas. Esto te puede ser muy útil si estás intentado seleccionar una puerta adecuada.

Input A	Input B	Output Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

IC Lógicos

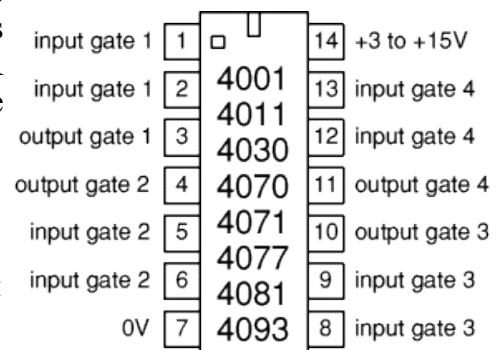
Las puertas lógicas están disponibles en **ICs** (**integrated circuits** = **Chips**) especiales que habitualmente contienen varias puertas del mismo tipo, por ejemplo el IC 4001 contiene 4 puertas NOR de 2 entradas. Hay varias familias de ICs Lógicos y estas se pueden dividir dentro de dos grupos:

* [Serie 4000](#) o serie CMOS

* [Serie 74](#)

Para comparar rápidamente ambas familias lógicas por favor mira:

* [Tabla resumen de las familias lógicas](#)



Las familias 4000 y 74HC son las mejores para proyectos alimentados con batería ya que trabajan con un buen rango de voltajes de alimentación y consumen muy poca potencia. Sin embargo, si las estás usando para diseñar circuitos e investigar las puertas lógicas recuerda por favor que **todas las entradas no utilizadas deben conectarse a la fuente de alimentación (a +Vs o a 0V)**, esto se aplica aún si esa parte del IC no está siendo usada en el circuito!

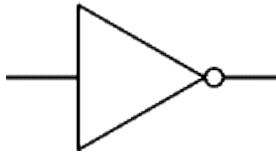
ELECTRONICA DIGITAL 3

Puerta NOT (inversor)

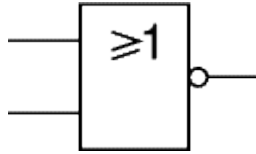
La salida Q es verdadera cuando la entrada A es NO verdadera (falsa), es decir la salida es la inversa de la entrada:

$$Q = \text{NOT } A = \bar{A}$$

Una puerta **NOT** solo puede tener una entrada. También se la suele llamar **INVERSOR**.



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Output Q
0	1
1	0

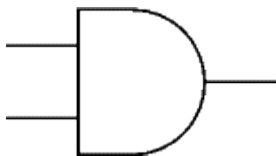
Tabla de verdad

Puerta AND

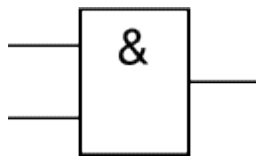
La salida Q es verdadera si la entrada A “Y” (AND) la entrada B son ambas verdaderas:

$$Q = A \text{ AND } B = A \cdot B$$

Una puerta AND puede tener dos o más entradas, su salida es verdadera si todas sus entradas son verdaderas.



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Input B	Output Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla de verdad

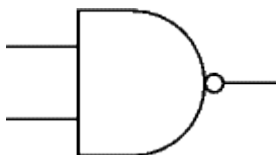
Puerta NAND (NAND = Not AND)

Esta es una puerta AND con la salida invertida, como se ve por el 'o' a la salida.

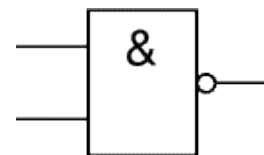
La salida Q es verdadera si la entrada A “Y” (AND) la entrada B NO (Not) son ambas verdaderas:

$$Q = \text{NOT } (A \text{ AND } B) = \bar{A \cdot B}$$

Una puerta NAND puede tener dos o más entradas, su salida es verdadera si NO todas sus entradas son verdaderas (si al menos una de ellas o las dos son falsas).



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Input B	Output Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabla de verdad

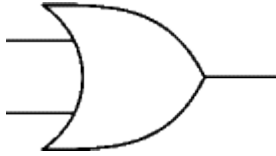
ELECTRONICA DIGITAL 3

Puerta OR

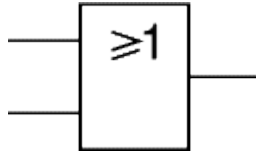
La salida Q es verdadera si la entrada A “O” (OR) la entrada B (o ambas entradas) son verdaderas:

$$Q = A \text{ OR } B = A + B$$

Una puerta OR puede tener dos o más entradas, su salida es verdadera si al menos una de sus entradas es verdadera.



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Input B	Output Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabla de verdad

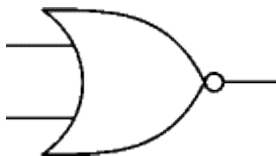
Puerta NOR (NOR = Not OR)

Es una puerta OR con la salida invertida, como se ve por el 'o' a la salida.

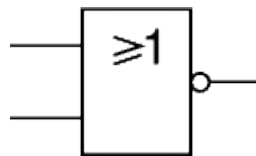
La salida Q es verdadera si la entrada A “O” (OR) la entrada B NO (Not) son verdaderas:

$$Q = \text{NOT } (A \text{ OR } B) = A + B$$

Una puerta NOR puede tener dos o más entradas; su salida es verdadera si ninguna de sus entradas lo es, es decir si ambas entradas son falsas.



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Input B	Output Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabla de verdad

Puerta EX-OR (EXclusive-OR)

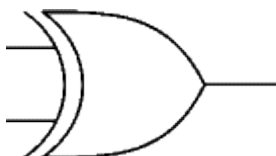
La salida Q es verdadera si la entrada A es verdadera “O” (OR) la entrada B es verdadera, **pero no lo es cuando ambas entradas son verdaderas:**

$$Q = (A \text{ AND NOT } B) \text{ OR } (B \text{ AND NOT } A) = A \cdot B + A \cdot B$$

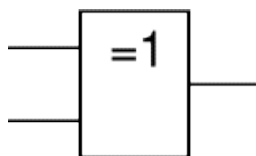
Es similar a una puerta OR pero excluyendo que ambas entradas sean verdaderas.

La salida Q es verdadera si las entradas A y B son DIFERENTES.

Las puertas EX_OR solo pueden tener dos entradas.



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Input B	Output Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla de verdad

ELECTRONICA DIGITAL 3

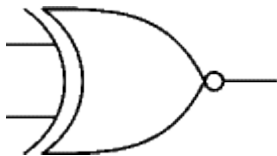
Puerta EX-NOR (EXclusive-NOR)

Es una puerta EX-OR con la salida invertida, como se ve por el 'o' a la salida.

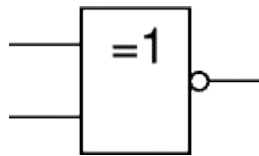
La salida Q es verdadera si la entrada A y la entrada B son IGUALES (ambas son verdaderas o ambas son falsas):

$$Q = (A \text{ AND } B) \text{ OR } (\text{NOT } A \text{ AND } \text{NOT } B) = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

Las puertas EX-NOR solo pueden tener dos entradas.



Símbolo tradicional



Símbolo IEC

Input A	Input B	Output Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla de verdad

Resumen de las Tablas de Verdad

Summary for all 2-input gates							
Inputs		Output of each gate					
A	B	AND	NAND	OR	NOR	EX-OR	EX-NOR
0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	0	1

Observa que las puertas EX-OR y EX-NOR solo pueden tener dos entradas

Summary for all 3-input gates						
Inputs			Output of each gate			
A	B	C	AND	NAND	OR	NOR
0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1	0

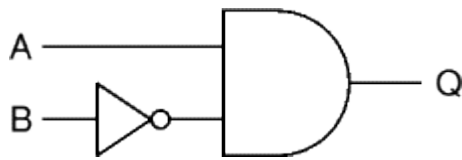
El resumen de abajo de las Tablas de Verdad muestra los estados de salida para todos los tipos de puertas lógicas de 2 entradas y de 3 entradas. Combinaciones de puertas lógicas

Las puertas lógicas pueden ser combinadas para producir funciones más complejas. Pueden también ser combinadas para sustituir un tipo de puerta por otro.

Por ejemplo para producir una salida Q la cual es verdadera solo cuando la entrada A es verdadera y la entrada B es falsa, como se ve en la tabla de verdad de la derecha, podemos combinar una puerta NOT y una AND de forma similar a esta:

Input A	Input B	Output Q
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

ELECTRONICA DIGITAL 3

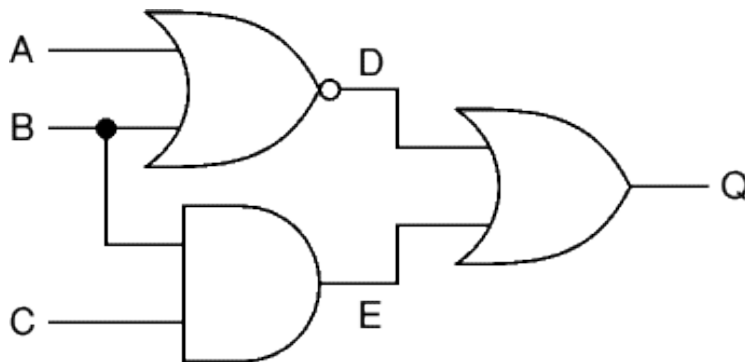


$$Q = A \text{ AND NOT } B = A \cdot \bar{B}$$

Elaboración de la función lógica de una combinación de puertas

Las tablas de verdad pueden ser usadas para elaborar la función lógica de salida de una combinación de puertas.

Por ejemplo la tabla de verdad de la derecha muestra las salidas intermedias D y E tanto como la salida final Q para el circuito mostrado abajo.



Inputs			Outputs		
A	B	C	D	E	Q
0	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1

$$D = \text{NOT } (A \text{ OR } B) = A + B$$

$$E = B \text{ AND } C = B \cdot C$$

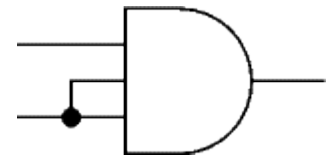
$$Q = D \text{ OR } E = D + E = (\text{NOT } (A \text{ OR } B)) \text{ OR } (B \text{ AND } C) = (A + B) + B \cdot C$$

Sustituyendo un tipo de puerta por otro

Las puertas lógicas están disponibles en ICs (chips) los cuales contienen varias puertas del mismo tipo, por ejemplo cuatro puertas NAND de 2 entradas o tres puertas NAND de 3 entradas. Esto puede ser un despilfarro si solo son necesarias unas pocas al menos que sean todas del mismo tipo. Para evitar usar demasiados ICs puedes reducir el número de entradas de las puertas o sustituir un tipo de puerta por otro.

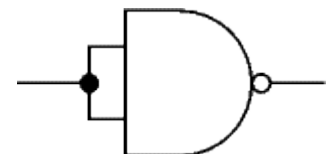
Reducir el número de entradas

El número de entradas para una puerta puede ser reducido conectando dos (o más) entradas juntas. El diagrama de la derecha muestra una AND de 3 entradas operando como una puerta de 2 entradas.



Creando una puerta NOT partiendo de una NAND o NOR

Reduciendo una puerta NAND o una NOR a una sola entrada se crea una puerta NOT. El diagrama muestra esto para una puerta NAND de 2 entradas.



ELECTRONICA DIGITAL 3

Cualquier puerta puede ser construida partiendo de una NAND o una NOR

Así como crear una puerta NOT, las puertas NAND y NOR pueden ser combinadas para crear cualquier tipo de puerta lógica! Esto posibilita que un circuito se pueda construir partiendo de un solo tipo de puerta, de tipo NAND o de tipo NOR. Por ejemplo una AND es una NAND seguida de una NOT (para deshacer la función inversión). Nota que AND y OR no pueden ser usadas para crear otras puertas porque ellas carecen de la función inversión (NOT).

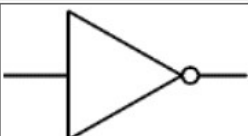
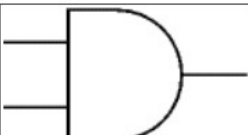
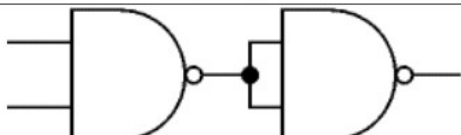
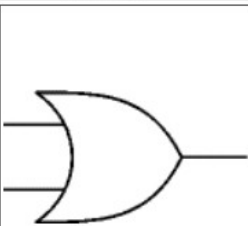
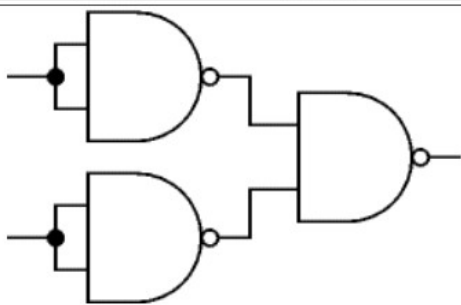
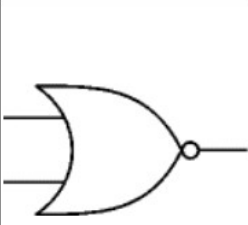
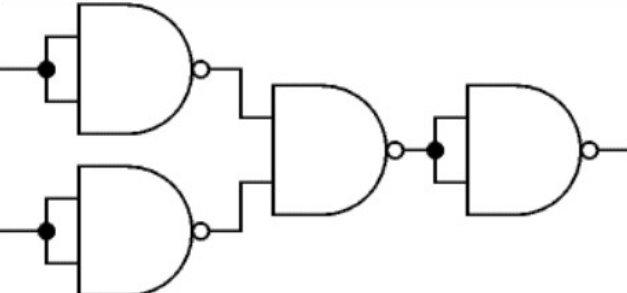
Para cambiar el tipo de puerta, tal como OR o AND, debes hacer tres cosas:

- Invertir (NOT) cada entrada.
- Cambiar el tipo de puerta (OR a AND, o AND a OR)
- Invertir (NOT) la salida

Por ejemplo una puerta OR puede ser construida invirtiendo (NOT) las entradas de una puerta NAND.

Puertas equivalentes a NAND

La tabla muestra los equivalentes NAND de las puertas NOT, AND, OR y NOR:

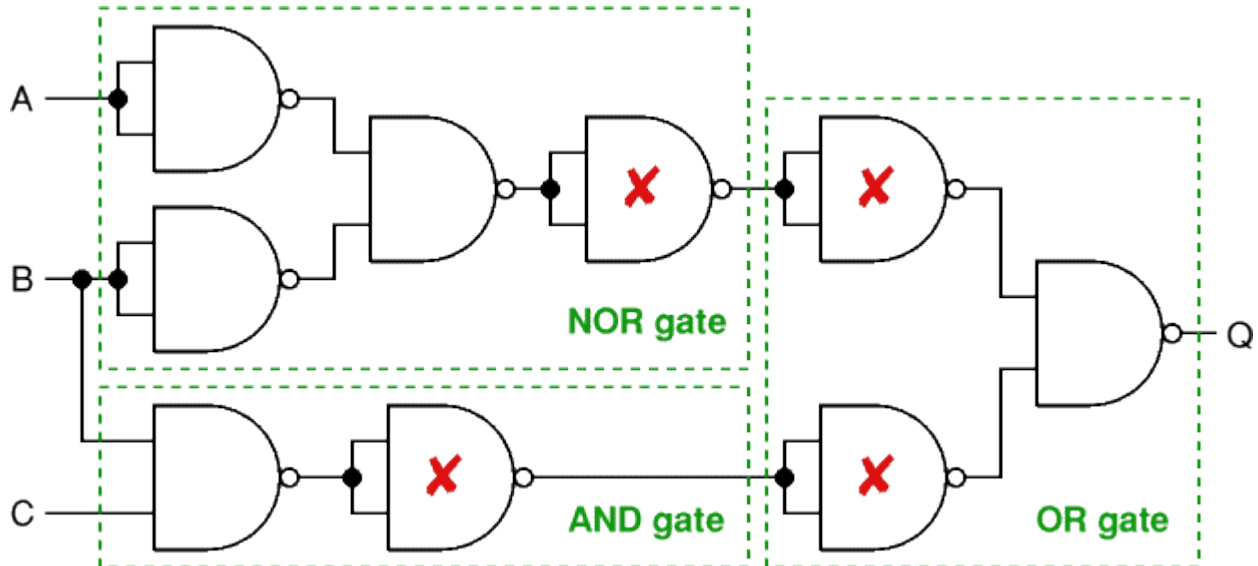
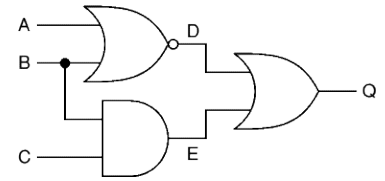
Gate		Equivalent in NAND gates
NOT		
AND		
OR		
NOR		

ELECTRONICA DIGITAL 3

Sustituyendo puertas en un ejemplo de sistema lógico

El sistema original tiene 3 tipos diferentes de puertas: NOR, AND y OR. Esto requiere de tres ICs (uno para cada tipo de puerta).

Par rediseñar este sistema usando solo puertas NAND se empieza reemplazando cada puerta por su equivalente NAND, como se muestra en el diagrama.



Entonces simplificando el sistema borrando los pares de puertas NOT adyacentes (marcados con **X**). Esto se puede hacer porque la segunda puerta NOT cancela la acción de la primera.

El sistema final se muestra a la derecha. Tiene 5 A puertas NAND y se requieren dos ICs (con cuatro puertas por cada IC). Esto incluso es mejor que el sistema original el cual requiere de tres ICs (uno para cada tipo de puerta)

Sustituyendo con puertas NAND (o NOR) no siempre se incrementa el número de puertas, pero cuando sucede (como en este ejemplo) el incremento suele ser de una o dos puertas. El beneficio real es la reducción del número de los ICs requeridos usando un solo tipo de puerta.

