

# Lógica binaria

## Operaciones lógicas con variables binarias

- **Lógica binaria**

Una de las funciones de la Unidad Aritmético Lógica (**ALU**), situada en el núcleo del procesador es la de realizar las operaciones lógicas con los datos contenidos en una instrucción del programa. Pero, ¿qué es una operación lógica?

## Operaciones lógicas

Una operación lógica asigna un valor (**CIERTO** o **FALSO**) a la combinación de condiciones (**CIERTO** o **FALSO**) de uno o más factores. Los factores que intervienen en una operación lógica sólo pueden ser ciertos o falsos. Y el resultado de una operación lógica puede ser, tan sólo, cierto o falso.

Por ejemplo, imagínate el sistema de control del toldo de una cafetería, que se gobierna mediante una operación lógica. Para que el motor que extiende el toldo se accione deberá tener en cuenta dos factores: ¿es de día? ¿está lloviendo? Si estos dos factores son ciertos, el motor debe ponerse en marcha y extender el toldo.

De día	Llueve	Toldo
Falso	Falso	Falso
Falso	Cierto	Falso
Cierto	Falso	Falso
Cierto	Cierto	Cierto

Los resultados de una operación lógica, para cada uno de los valores posibles de las variables, se fijan en una tabla denominada **Tabla de Verdad**, como la del ejemplo anterior.

Para que un procesador pueda ejecutar las operaciones lógicas, es preciso asignar un valor binario a cada una de las condiciones posibles. Se suele asignar un **UNO** (1) al valor **CIERTO** y un **CERO**(0) al valor **FALSO**, con el criterio denominado lógica positiva.

Las operaciones lógicas más importantes son: **EQUAL** (idéntico), **NOT** (negación), **OR** (O), **AND** (Y), **NOR** (O negada), **NAND** (Y negada), **OREX** (O exclusiva) y **NOREX** (O exclusiva negada). Veamos con detalle estas operaciones:

## Función EQUAL

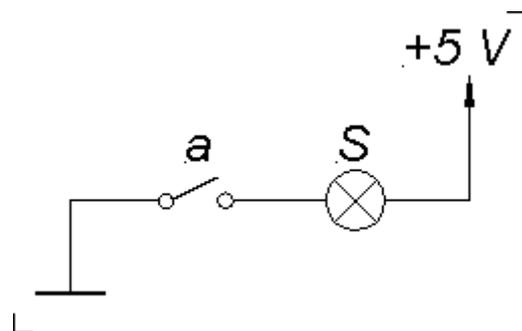
El resultado  $S$  de aplicar la función lógica **equal**, sobre una variable  $a$ , es muy simple: **si  $a$  es CIERTO (1)  $S$  es CIERTO (1)** y, **si  $a$  es FALSO (0),  $S$  es FALSO (0)**. Estas dos resultados posibles se muestran en la tabla de verdad adjunta:

$a$	$S$
1	1
0	0

Un ejemplo sencillo de aplicación práctica de esta función lógica sería el encendido de las luces del alumbrado público.

En algún lugar de la ciudad se instala un detector crepuscular, que detecta cuándo es de noche y controla un interruptor que enciende las luces de las calles: si es de noche (1) se encienden las lámparas (1); si NO es de noche (0) NO se encienden las lámparas (0).

Un circuito eléctrico capaz de implementar esta función lógica es el siguiente:



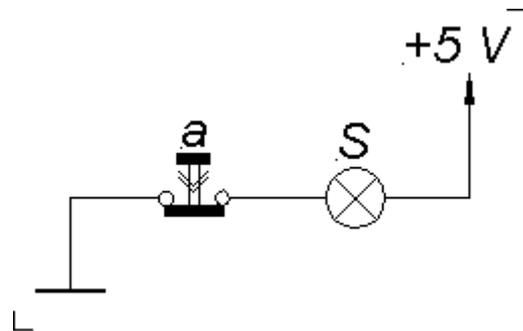
## Función NOT

El resultado  $S$  de aplicar la función lógica **NOT**, sobre una variable  $a$ , es muy simple: **si  $a$  es CIERTO (1)  $S$  es FALSO (0)** y, **si  $a$  es FALSO (0),  $S$  es CIERTO (1)**. Estas dos resultados posibles se muestran en la tabla de verdad adjunta. Se conoce también como función negación:  $S$  equivale a  $a$  negada.

$a$	$S$
1	0
0	1

Un ejemplo sencillo de aplicación práctica de esta función lógica sería el circuito que controla el acceso a una oficina bancaria, a través de una puerta automática equipada con un detector de metales que cierra un interruptor.

Si el detector de metales **SI** nota que el cliente lleva objetos metálicos (1) y la puerta **NO** se abre (0); en cambio, si el cliente **NO** lleva objetos metálicos (0), la puerta **SI** se abre (1).

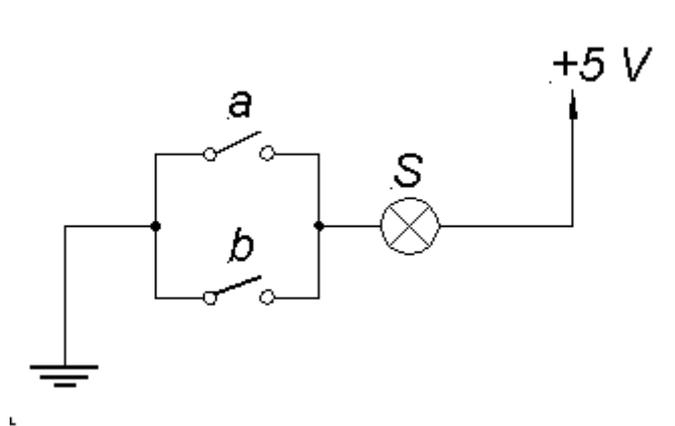


## Función OR

La función OR equivale a la conjunción disyuntiva O. El resultado **S** de aplicar la función lógica OR, sobre dos variables **a** y **b** es el siguiente: **S es cierto si a es CIERTO (1) o si b es CIERTO (1)**. Cuando se aplica una operación lógica sobre 2 variables caben 4 combinaciones posibles. Los resultados de la operación lógica OR, en las cuatro combinaciones posibles de valores dos variables, se muestran en la tabla de verdad adjunta.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>S</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Una aplicación práctica sencilla de la operación lógica **OR**, sería el circuito de señalización instalado en un comercio, en el que se puede entrar por dos puertas distintas, que avisaría al dependiente al entrar un cliente por cualquiera de las dos puertas del establecimiento. Si un cliente entra por la puerta **a** (1) **O** si un cliente entra por la puerta **b** (1), el timbre suena (1). Si no entra ningún cliente por ninguna de las puertas a (0) ni b (0). El timbre NO suena (0). Un circuito eléctrico compuesto por dos interruptores en paralelo, cumple la lógica **OR**. La lámpara **SI** se encenderá (1) si se acciona el interruptor **a** (1) **O** si se acciona el interruptor **b** (1) **O** si se accionan ambos interruptores. Si no se acciona ningún interruptor, la lámpara NO se encenderá (0).



## Función AND

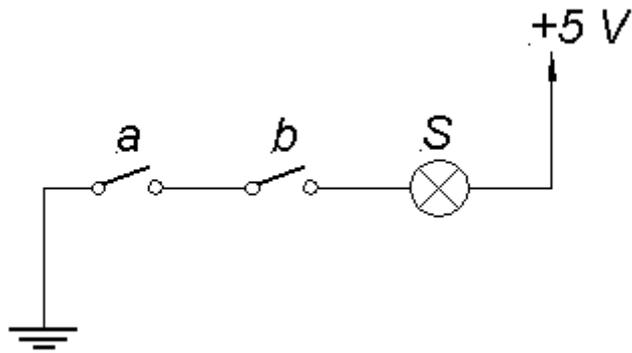
La función AND equivale a la conjunción copulativa Y: El resultado  $S$  de aplicar la función lógica AND, sobre dos variables  $a$  y  $b$  es el siguiente:  **$S$  es CIERTO si  $a$  es CIERTO (1) Y si  $b$  es CIERTO (1).**

Los resultados de la operación lógica AND, en las cuatro combinaciones posibles de valores dos variables, se muestran en la tabla de verdad adjunta.

$a$	$b$	$S$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Una aplicación de la operación lógica AND, sería el sistema de control de los pasajeros en un aeropuerto. Cada pasajero debe pasar por tres controles: ¿Tiene tarjeta de embarque? ¿Tiene pasaporte en regla? ¿No lleva objetos metálicos peligrosos? Una empleada del aeropuerto comprueba que tiene un billete válido y le da una tarjeta de embarque; a continuación, un agente de policía verifica que su pasaporte está en regla y no está en la lista de personas reclamadas y, finalmente, un grupo de agentes comprueban su equipaje de mano con un escáner y un arco detector de metales. Un pasajero sólo puede embarcar en el avión si tiene tarjeta de embarque (1), su pasaporte está en regla (1) y no lleva consigo objetos peligrosos (1). En los demás casos no puede embarcar.

Es fácil construir un circuito eléctrico que cumple la lógica AND: dos interruptores en serie,  $a$  y  $b$ , por ejemplo. La lámpara  $S$  se encenderá tan sólo si se actúa sobre el interruptor  $a$  (1) Y sobre el interruptor  $b$  (1). En todos los demás casos, la lámpara NO se encenderá.



## Función NOR

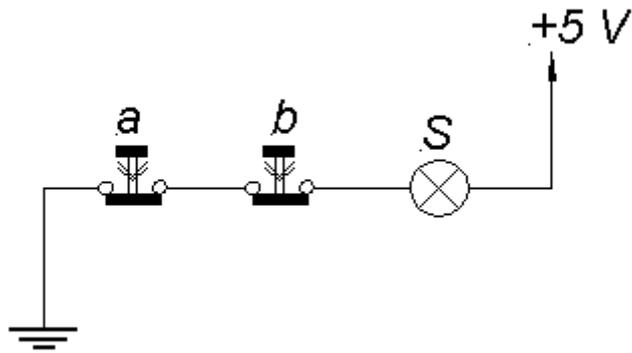
La función **NOR** equivale a la función **OR negada**.

El resultado **S** de aplicar la función lógica **NOR**, sobre dos variables **a** y **b** es el siguiente: **S es CIERTO si a es FALSO (0) y si b es FALSO (0)**. Los resultados de la operación lógica **NOR**, en las cuatro combinaciones posibles de valores dos variables, se muestran en la tabla de verdad adjunta:

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>S</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Una aplicación práctica sencilla de la operación lógica **NOR**, sería el sistema de seguridad de un puente levadizo. Un detector **a** se activa cuando entra un vehículo en el puente, por el carril derecho. Otro detector **b** se activa cuando entra otro vehículo por el carril contrario. Los motores que accionan el sistema de elevación del puente sólo deben ponerse en marcha si se da la condición **NOR**: no hay ningún vehículo circulando por el carril derecho NI por el carril izquierdo.

Un circuito eléctrico compuesto por dos interruptores normalmente cerrados, en serie, cumple la lógica **NOR**: la lámpara **SI** se encenderá (1) si **NO** se acciona el interruptor **a** (0) **NI** se acciona el interruptor **b** (0). Si se acciona cualquiera de los dos interruptores, la lámpara **NO** se encenderá (0).



## Función NAND

La función **NAND** equivale a la función **AND negada**.

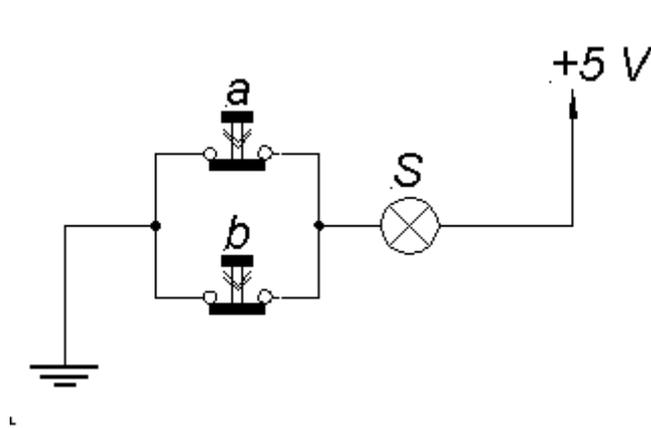
El resultado **S** de aplicar la función lógica **NAND**, sobre dos variables **a** y **b** es el siguiente: **S** es **CIERTO** si **a** es **FALSO** (0) o si **b** es **FALSO** (0) o si son **FALSAS** ambas variables. Los resultados de la operación lógica **NAND**, en las cuatro combinaciones posibles de valores dos variables, se muestran en la tabla de verdad adjunta:

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>S</i>
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Una aplicación práctica sencilla de la operación lógica **NAND** sería, por ejemplo, el control del aire acondicionado de un edificio inteligente. Supongamos que el edificio está equipado con un detector crepuscular, que se activa al llegar la noche. Durante el día el detector está desactivado (0) y durante la noche el detector está activado (1).

Supongamos también que en la entrada del edificio hay un sistema de recuento de personas que se pone a **CERO** (0) cuando hay alguien en el edificio y se pone a **UNO** (1) cuando todo el mundo ha salido ya. ¿Cómo controlar la puesta en marcha del aire acondicionado? Muy fácil, con un circuito que siga la lógica **NAND**: el aire acondicionado se parará cuando sea de noche y no quede nadie en el edificio.

Un circuito eléctrico compuesto por dos interruptores normalmente cerrados, en paralelo, cumple la lógica **NAND**: la lámpara **S** se encenderá (1) si **NO** se acciona el interruptor **a** (0) o si **NO** se acciona el interruptor **b** (0) o si **NO** se accionan ambos interruptores.



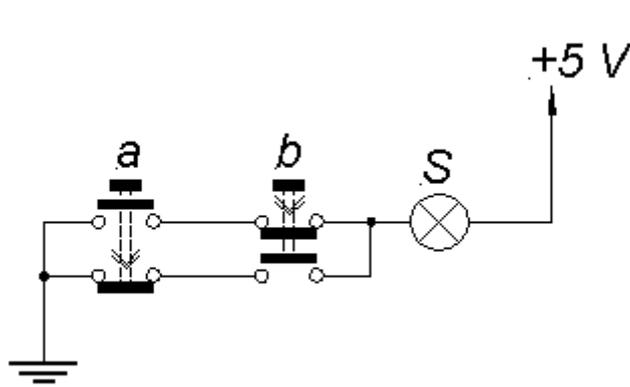
## Función OREX

La función **OREX** se conoce también con el nombre de **OR EXCLUSIVA**.

El resultado **S** de aplicar la función lógica **OREX**, sobre dos variables **a** y **b** es el siguiente: **S es CIERTO solo si a es CIERTO (1) o si b es CIERTO (1), pero no si ambas variables son ciertas**. Los resultados de la operación lógica **OREX**, en las cuatro combinaciones posibles de valores dos variables, se muestran en la tabla de verdad adjunta:

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>S</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Un circuito eléctrico como el del esquema siguiente, compuesto por dos pulsadores dobles **NA + NC**, cumple la lógica **OREX**: la lámpara **S** se encenderá (1) **EXCLUSIVAMENTE** si se acciona el pulsador **a** o si se acciona el pulsador **b**, pero **NO** se encenderá si se accionan simultáneamente ambos pulsadores. Tampoco se encenderá si no se acciona ninguno de los dos pulsadores.



## Función NOREX

La función **NOREX** se conoce también con el nombre de **OR EXCLUSIVA NEGADA**.

El resultado **S** de aplicar la función lógica **NOREX**, sobre dos variables **a** y **b** es el siguiente: **S es CIERTO si  $a$  y  $b$  son ciertos O si  $a$  y  $b$  son falsos**. Es decir, si ambas variables tienen el mismo valor. Los resultados de la operación lógica **NOREX**, en las cuatro combinaciones posibles de valores dos variables, se muestran en la tabla de verdad adjunta:

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>S</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Un circuito eléctrico como el del esquema siguiente, compuesto por dos pulsadores dobles **NA + NC**, cumple la lógica **NOREX**: la lámpara **S** se encenderá si se accionan **ambos pulsadores** o si nose acciona **ninguno** de ellos.

