



# Tema 3.1

## Introducción a los circuitos combinacionales. Algebra de Boole

Cartagena99

### Bibliografía

- Fundamentos de sistemas digitales.  
Thomas Floyd.  
Prentice-Hall.
- Fundamentos de diseño lógico y computadoras.  
M. Morris Mano.  
Prentice-Hall

a de Boole. Definición.  
ciones lógicas: OR,  
KOR y NOT  
s lógicas  
a de Boole  
stulados  
premas  
nciones lógicas: formas  
ónicas.  
de verdad  
ación de funciones en  
s NAND y NOR

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

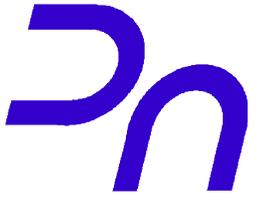
# Algebra de Boole. Definición

El algebra de Boole es todo conjunto de elementos capaz de adoptar dos valores (**0** y **1**).

Cada uno de dichos elementos recibe el nombre de **Variable lógica**

Se han definidas dos operaciones: suma lógica y producto lógico (**+** y **\***).

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Operaciones lógicas



## ▪ NOT

a	NOT a
0	1
1	0

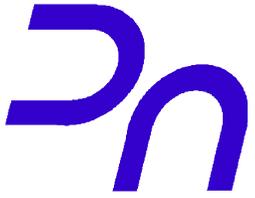
## ▪ XOR

a	b	a XOR b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

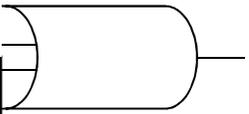
a	b	a OR b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

a	b	a AND b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

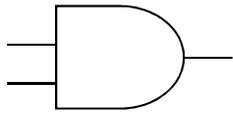


# puertas lógicas (I)



<b>b</b>	<b>a OR b</b>
0	0
1	1
0	1
1	1

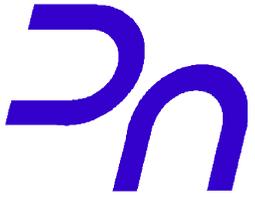
Se representa como:  **$a + b$**



<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a AND b</b>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

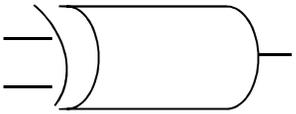
Se representa como:  **$a \cdot b$**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



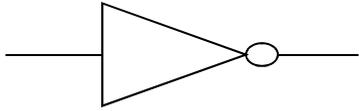
## puertas lógicas (II)

Cartagena99



a	b	a XOR b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Se representa como:  $a \oplus b$



a	NOT a
0	1
1	0

Se representa como:  $\overline{a}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Álgebra de Boole. Axiomas



El álgebra de Boole cumple los siguientes axiomas:

Propiedad conmutativa.

$$a + b = b + a \quad a * b = b * a$$

Propiedad distributiva

$$a * (b + c) = a * b + a * c$$

$$a + (b * c) = (a + b) * (a + c)$$

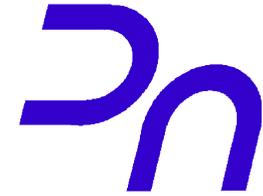
Elemento neutro

$$a + 0 = a \quad a * 1 = a$$

Elemento Simétrico (complementario):

$$a + \bar{a} = 1 \quad a * \bar{a} = 0$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Teoría de Boole. Leyes de Boole

Se demuestran a partir de los 4 postulados anteriores.

Ley de idempotencia:

$$a + a = a \quad a * a = a$$

Ley de complemento:

$$a + \bar{a} = 1 \quad a * \bar{a} = 0$$

Ley conmutativa:

$$a + b = b + a \quad a * b = b * a$$

Ley asociativa:

$$(a + b) + c = a + (b + c) \quad a * (b * c) = (a * b) * c$$

Ley distributiva:

$$a + (b * c) = (a + b) * (a + c) \quad a * (b + c) = a * b + a * c$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Algebra de Boole. Leyes de DeMorgan

de cancelación:

$$(a+b)+a = a \qquad (a+b)*a = a$$

de identidad:

$$a+0 = a \qquad a*1 = a$$

de dominación:

$$a+1 = 1 \qquad a*0 = 0$$

de doble complemento

$\overline{\overline{a}}$

Leyes de Morgan:

$$\overline{a+b} = \overline{a} * \overline{b} \qquad \overline{a*b} = \overline{a} + \overline{b}$$

Las leyes de Morgan junto con la doble negación nos permiten pasar de expresiones en sumas lógicas a expresiones equivalentes en productos lógicos y viceversa



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Algebra de Boole. Funciones Lógicas. Formas Canónicas



**Forma lógica:** Expresión de variables booleanas o binarias unidas por las operaciones lógicas suma, producto y complementación. Ejemplo:

$$f_1(c,b,a) = a + c \cdot b + c \cdot b \cdot a$$

**Forma canónica:** Producto o suma en el que aparecen todas las variables (o sus complementos) de que depende una función.

**Forma canónica:** formada exclusivamente por términos canónicos

**Forma canónica:** término canónico en forma de producto de variables (ej.:  $c \cdot b \cdot a$ ).

**Inversión:** Multiplicar cada término no canónico por la suma de las variables que le falten, en su forma normal y complementada.

**Forma canónica:** término canónico en forma de suma de variables (ej.:  $c+b+a$ ).

**Inversión:** Sumar a cada término no canónico productos formados por cada variable que falte y su complementada.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# blas de verdad

otra forma de representar un función lógica y sirve para obtener el desarrollo en forma canónica de la misma.

Ejemplo:

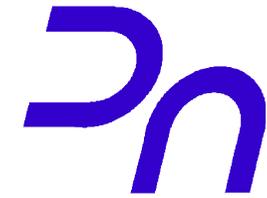
$$f(c,b,a) = c \cdot b + \bar{c} \cdot a$$

Tabla de verdad:

	c	b	a	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	0
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



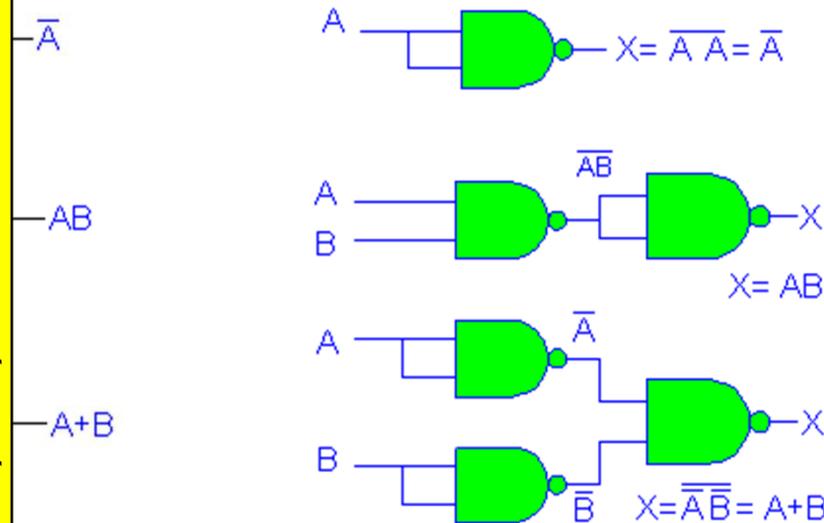


# Implementación de funciones en puertas D y NOR (I)

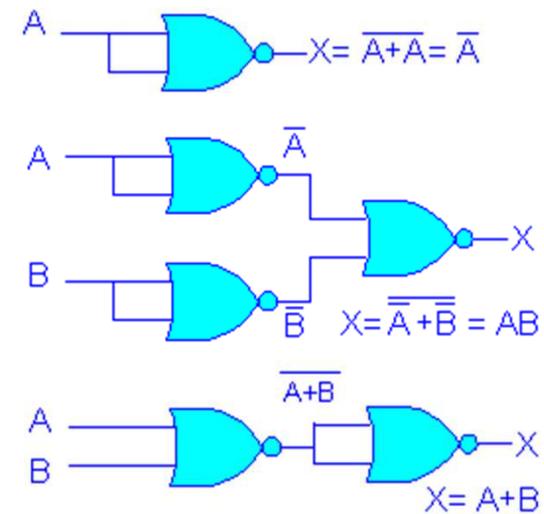
Las puertas NAND y NOR son puertas Universales, es decir, cualquier función lógica se puede expresar utilizando solo puertas NAND o solo puertas NOR.

Las puertas NAND y NOR son las más fáciles de construir.

## Con NAND



## Con NOR



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



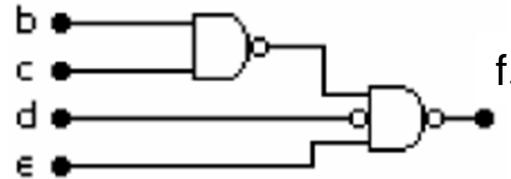
# Implementación de funciones en puertas D y NOR (II)

Para pasar cualquier circuito a puertas NAND o NOR se emplean la doble negación y las leyes de Morgan.

Ejemplo: Sea la función  $f_1 = bc + d + \bar{e}$

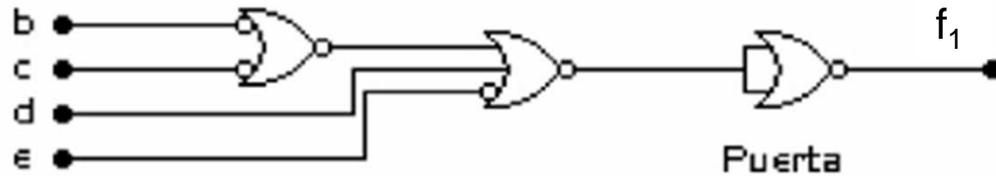
Convertir las sumas a productos

$$\bar{e} = \bar{bc} \cdot \bar{d} \cdot \bar{e} = \bar{bc} \cdot \bar{d} \cdot \bar{e}$$



Convertir los productos a sumas

$$\bar{e} = \bar{b} + \bar{c} + \bar{d} + \bar{e} = \bar{b} + \bar{c} + \bar{d} + \bar{e}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70