

# TEMA 5.1

# FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA DIGITAL

# CIID

Cartagena99

TEMA 5  
SISTEMAS DIGITALES

FUNDAMENTOS DE

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

 de la Defensa Zaragoza

# TEMA 5.1 - FUNDAMENTOS

- Introducción a la Electrónica Digital
- Códigos binarios
- Aritmética binaria
- Algebra de Boole

Cartagena99

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



# TEMA 5.1 - FUNDAMENTOS

- Introducción a la Electrónica Digital
- Códigos binarios
- Aritmética binaria
- Algebra de Boole

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

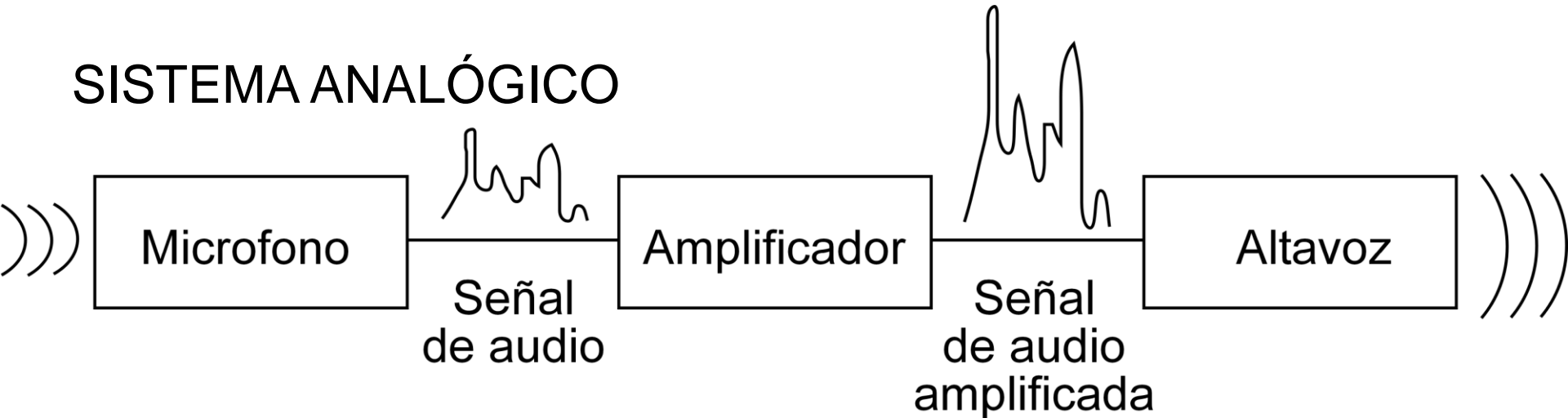
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

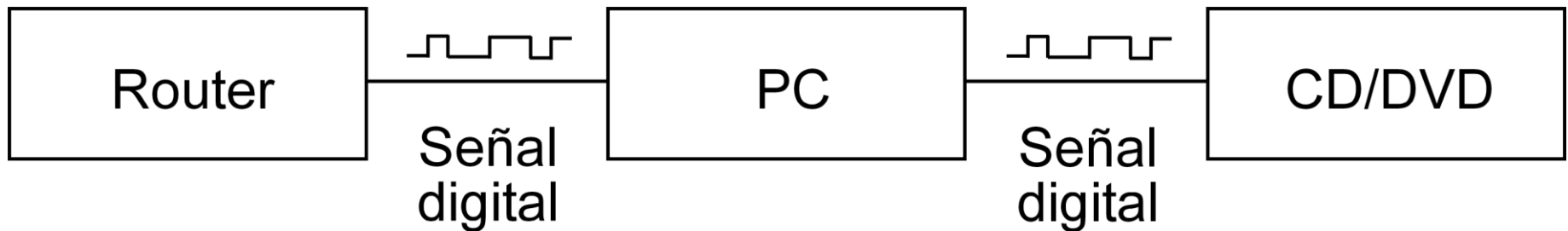


# ANALÓGICA vs DIGITAL

## SISTEMA ANALÓGICO



## SISTEMA DIGITAL



Cartagena99

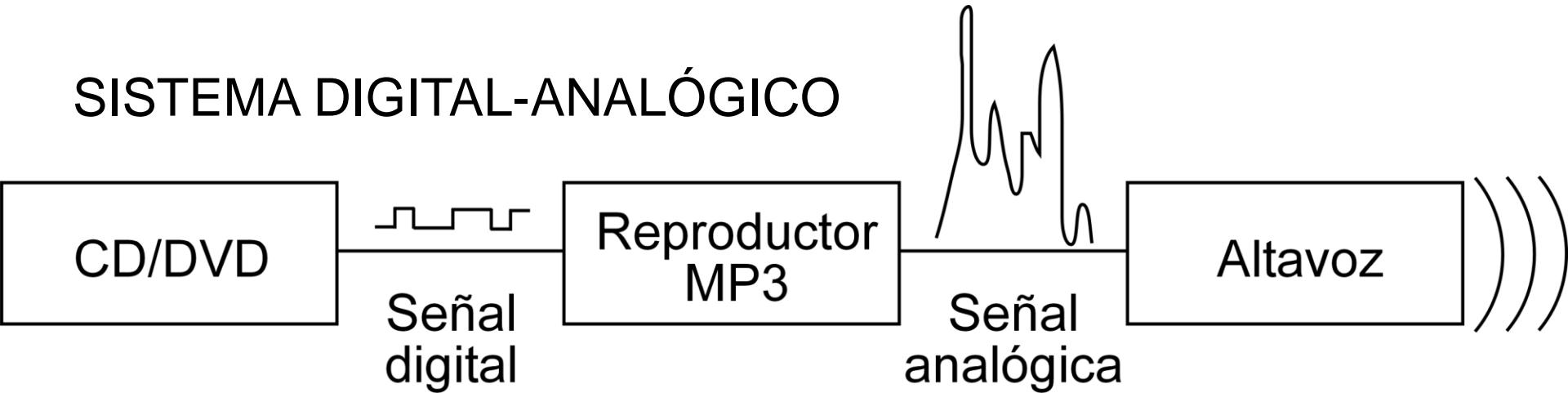
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

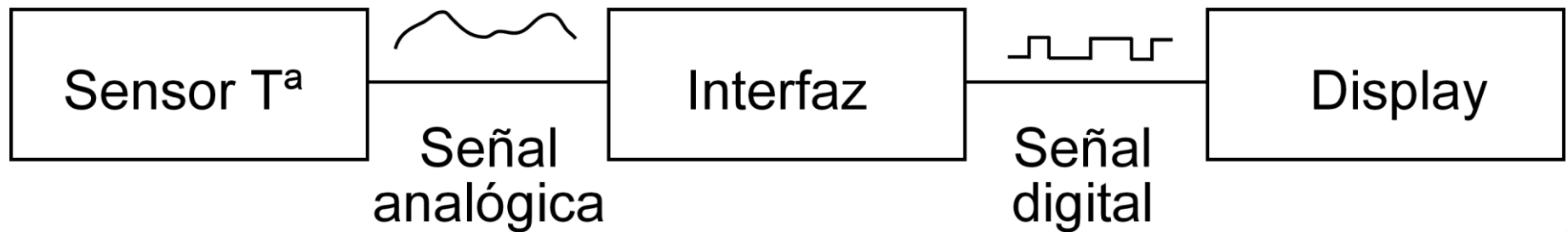
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# ANALÓGICA vs DIGITAL

## SISTEMA DIGITAL-ANALÓGICO



## SISTEMA ANALÓGICO-DIGITAL



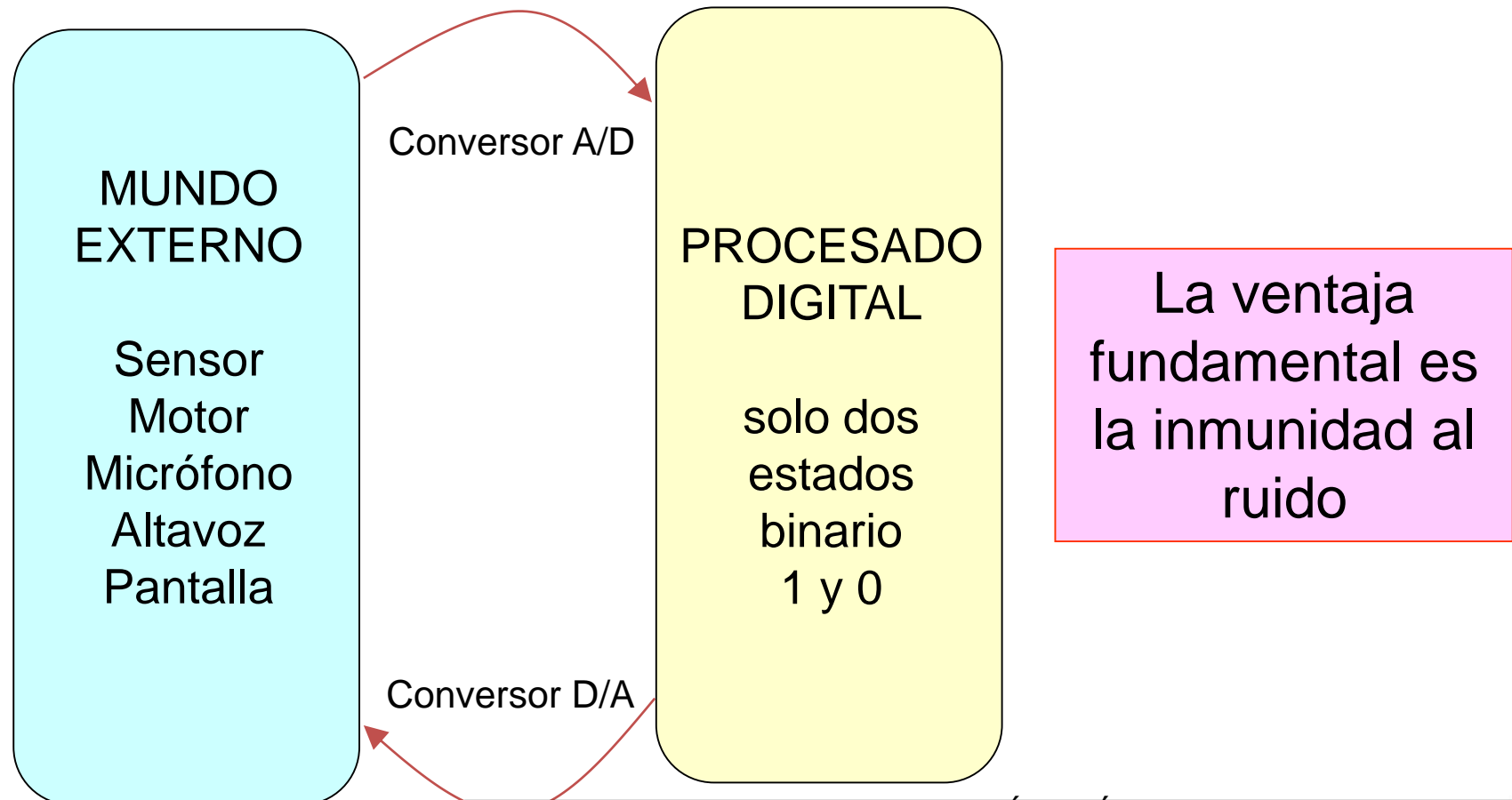
Cartagena99

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

# DIGITALIZACIÓN



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

# RESOLUCIÓN

T [0 – 100 °C]

Analógica	1 bit	2 bits	3 bits
0 – 5V	1 (5V)	11	111
			110
		10	101
	0 (0V)	01	100
			011
		00	010
			001
			000

n bits  
 $2^n$  números  
 Intervalo  
 $100/2^n$

$T \propto V$

1 bit

2 números

2 bits

4 números

3 bits

8 números

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

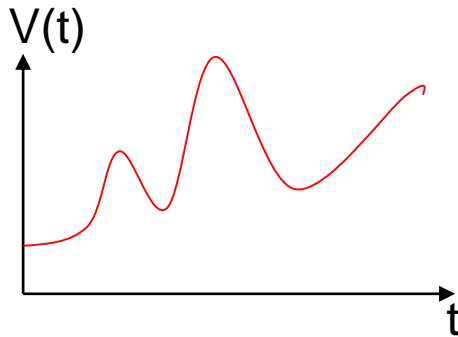
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

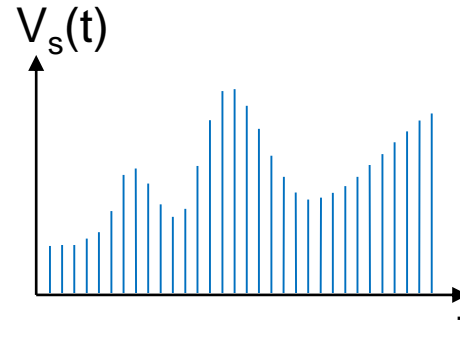
Cartagena99

# CONVERSIÓN A/D Y D/A

SEÑAL ANALÓGICA



SEÑAL DIGITALIZADA

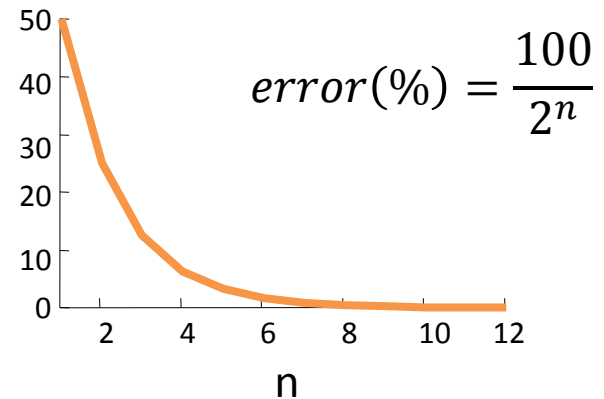


PRIMERA PREGUNTA CLAVE:

¿Cuántos bits necesito para digitalizar la señal?

El número de bits ( $n$ ) utilizados nos define el error:

error (%)



$$error(\%) = \frac{100}{2^n}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

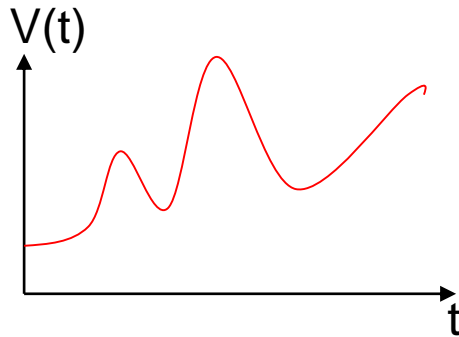
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

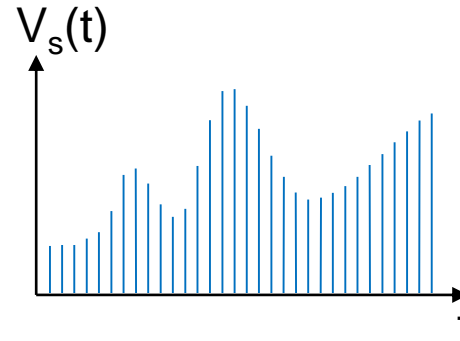


# CONVERSIÓN A/D Y D/A

SEÑAL ANALÓGICA



SEÑAL DIGITALIZADA



SEGUNDA PREGUNTA CLAVE:

¿Cada cuanto tiempo muestreo?

El ancho de banda ( $B$ ) de la señal  $f(t)$  nos define la frecuencia de muestreo.

$F$  muestreo  $\geq 2 B$

EJEMPLO: Música en fichero .WAV

La música se muestrea 44.100 veces en un segundo (44.1 KHz) y se emplean 16 bits.

Se toman muestras separadas en el canal izquierdo y en el derecho (estéreo).

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

# TEMA 5.1 - FUNDAMENTOS

- Introducción a la Electrónica Digital
- Códigos binarios
- Aritmética binaria
- Algebra de Boole

Cartagena99

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



# DECIMAL vs BINARIO

Numero decimal  
(Base 10)



$$735 = 7 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$$

Dígitos:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

*Peso 100*

## Conversión binario a decimal

Numero binario  
(Base 2)



$$101 \Rightarrow 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 5$$

Dígitos:

0 1

*Peso 4*

**NOTA: Se utilizan también otras bases**

Cartagena99

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

# CONVERSIÓN DE DECIMAL A BINARIO

- "División Repetida", esta manera de conversión se basa en repetir la división del número decimal entre dos, hasta llegar al cero. Si el residuo de la división no es un número entero, se marca un 1 y se toma el número entero para volver a dividir entre dos, cuando el residuo es un número entero, se marca un cero y se toma el número para volver a dividir entre dos. El residuo de la primera división es el (LSB, primer Bit), el residuo de la última división es el (MSB, último Bit). Esto se ilustra así:

$150 / 2 = 75$ (número entero)	LSB, <b>Primer</b>	Bit = 0
$75 / 2 = 37.5$ (número con decimal)	<b>Segundo</b>	Bit = 1
$37 / 2 = 18.5$ (número con decimal)	<b>Tercer</b>	Bit = 1
$18 / 2 = 9$ (número entero)	<b>Cuarto</b>	Bit = 0
$9 / 2 = 4.5$ (número con decimal)	<b>Quinto</b>	Bit = 1
$4 / 2 = 2$ (número entero)	<b>Sexto</b>	Bit = 0
$2 / 2 = 1$ (número entero)	<b>Séptimo</b>	Bit = 0
$1 / 2 = 0.5$ (número con decimal)	MSB, <b>Octavo</b>	Bit = 1

Cartagena99

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



# MAS NOMENCLATURA

- BIT = 1
- NIBBLE = 4 bits = 1101
- BYTE = 8 BITS = 11011110
- WORD (Palabra) = 16 bits = 1001 1001 1110 0011 = 99E3
- LONG WORD (Palabra larga) = 32 bits , 64 bits y 128 bits
  - (Se suele emplear también palabra de 32 bits y palabra de 64 bits)
  - (en ingles 32-bit-word 64-bit-word)
- El hexadecimal es muy útil para

Decimal	Hex.	Binario
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

Cartagena99

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

# CÓDIGO BCD

- Ahora ya sabemos que los números del sistema decimal tienen equivalentes en el sistema binario. La agrupación ordenada de los 0 y 1 de un número binario representa algún número decimal.
- Los sistemas digitales utilizan por fuerza los números en sistema binario, pero para nosotros en el mundo real siempre tienen que ser convertidos al sistema decimal, como hemos visto, las conversiones entre uno y otro sistema de números pueden llevarnos demasiado tiempo y ser muy complicadas, por ejemplo, si usamos números muy grandes. Para este tipo de conversiones y usos, se utiliza un método sencillo que combina las características de los sistemas decimal y binario, este método lleva el nombre de **Codificación Binaria Directa**

Cartagena99

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



# CÓDIGO BCD

- Cuando tomamos cada uno de los dígitos del sistema decimal, y lo representamos con su equivalente del sistema binario, estamos generando un “nuevo” código, el cuál lleva el nombre de **Código Decimal Codificado en Binario (BCD)**.
- Partiendo de este nuevo código, el mayor número que podemos representar es el 9 (1001), por lo tanto forzosamente necesitamos de un número binario de 4 bits para hacerlo. Pero veamos gráficamente que es y como funciona el BCD.
- En esta ocasión usaremos los números decimales 586 y 397, el proceso de convertir cada dígito por un equivalente binario sería el siguiente:

Número decimal	5	8	6
BCD	0101	1000	0110

Cartagena99

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

# CÓDIGO BCD

- Cada uno de los dígitos del número decimal es convertido en su equivalente binario, siempre utilizando 4 bits para este proceso. En resumen, el código BCD representa por separado cada uno de los numerales decimales, empleando para ello números binarios de 4 bits.
- Como es lógico, si sólo se puede representar un solo número decimal por cada código BCD, los números del 10 al 15 (que es el número decimal más alto para un código binario de 4 bits, 1111), están fuera del código, de hecho, si tenemos algún circuito digital que trabaja sobre código BCD y nos diera una salida como las siguientes, algo no está funcionando bien:

Decimal 10 = Binario 1010

Decimal 13 = Binario 1101

Decimal 11 = Binario 1011

Decimal 14 = Binario 1110

Decimal 12 = Binario 1100

Decimal 15 = Binario 1111

Cartagena99

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



# SISTEMA BINARIO vs CÓDIGO BCD

- Como el nombre lo indica, el Código BCD no puede ser catalogado como un sistema (como el binario, octal y hex). Sólo es una forma de codificar el sistema binario.
- Teniendo muy presente este hecho, un número en código BCD, **NO** es lo mismo que un número binario directo. El código BCD toma cada uno de los dígitos de un número decimal y los representa. Un número del sistema binario representa el número decimal completo. Para comprender mejor el concepto, usaremos el número decimal 387.

Cartagena99

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

# SISTEMA BINARIO vs CÓDIGO BCD

Tabla de conversión al Sistema Binario

Número Decimal	256	128	64	32	16	8	4	2	1
387	1	1	0	0	0	0	0	1	1

$$1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 387$$

Tabla de conversión al Código BCD

Número Decimal	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
387	0	0	1	1	1	0	0	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

Cartagena99

# PARIDAD

- Se utiliza en transmisiones digitales con el objeto de detectar errores en la misma
- Se incluye un bit adicional que establece si el número de unos es par (paridad par) o impar (paridad impar)
- Por ejemplo, si se quiere transmitir el número 72 en código BCD con paridad impar: 011100101
  - 7: 0111
  - 2: 0010
  - Bit de paridad: 1
- Otro ejemplo, el número +24 en complemento a 2 en 8 bits con paridad par: 000110000
  - +24: 00011000

Cartagena99

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



# PARIDAD

- Si en las secuencias anteriores no se produce error en la transmisión, el número de unos se corresponde con la paridad:
  - 011100101 con paridad impar. OK
  - 000110000 con paridad par. OK
- Si se produce un error (un uno es considerado 0, o un cero es considerado 1):
  - 011110101 con paridad impar. ERROR
  - 000110010 con paridad par. ERROR
- Si se producen dos errores, este sistema no detecta el error, pero la probabilidad de que se produzca un error es pequeña, así que la probabilidad de que se produzcan dos errores en la misma secuencia se puede considerar nula.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# CÓDIGOS DE DETECCIÓN DE ERROR

- Existen más códigos detectores y correctores de error:
  - Códigos de Hamming
  - Códigos de CRC (Redundancia cíclica)
  - Códigos  $m$  de  $n$
  - ....

Cartagena99

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

# TEMA 5.1 - FUNDAMENTOS

- Introducción a la Electrónica Digital
- Códigos binarios
- Aritmética binaria
- Algebra de Boole

Cartagena99

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



# ARITMÉTICA BINARIA

Suma	Acarreo
$0+0 = 0$	0
$0+1 = 1$	0
$1+0 = 1$	0
$1+1 = 0$	1

Resta	Adeudo
$0-0 = 0$	0
$0-1 = 1$	1
$1-0 = 1$	0
$1-1 = 0$	0

Producto
$0 \times 0 = 0$
$0 \times 1 = 0$
$1 \times 0 = 0$
$1 \times 1 = 1$

$$\begin{array}{r}
 \phantom{+} 22 \longrightarrow 11100 \leftarrow \text{Acarreos} \\
 + 45 \longrightarrow 10110 \\
 \hline
 67 \longrightarrow 101101 \\
 + \phantom{000000} \\
 \hline
 1000011
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \phantom{-} 27 \longrightarrow 1100 \leftarrow \text{Adeudo se suma a} \\
 - 14 \longrightarrow 11011 \\
 \hline
 13 \longrightarrow 01110 \\
 \phantom{000000} \leftarrow \text{Adeudo se suma a} \\
 \hline
 01101
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 26 \longrightarrow 11010 \\
 \times 11 \longrightarrow \times 1011 \\
 \hline
 286 \longrightarrow \phantom{00000} 11010 \\
 \phantom{00000} 11010 \\
 \phantom{00000} 00000 \\
 \hline
 100011110
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 274 \overline{) 13} \\
 \underline{1} \phantom{21} \\
 1 \phantom{21} \\
 \underline{21} \\
 0
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 100010010 \\
 \underline{-1101} \\
 010000 \\
 \underline{-1101} \\
 000000
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 1101 \\
 \hline
 010101
 \end{array}$$

Cartagena99

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

# NÚMEROS NEGATIVOS. SM

## ➤ Signo y magnitud **independientes**

– **signo** : bit más significativo ( $N-1$ )

+ → 0

- → 1

– **magnitud** : resto de bits ( $N-2 \rightarrow 0$ )

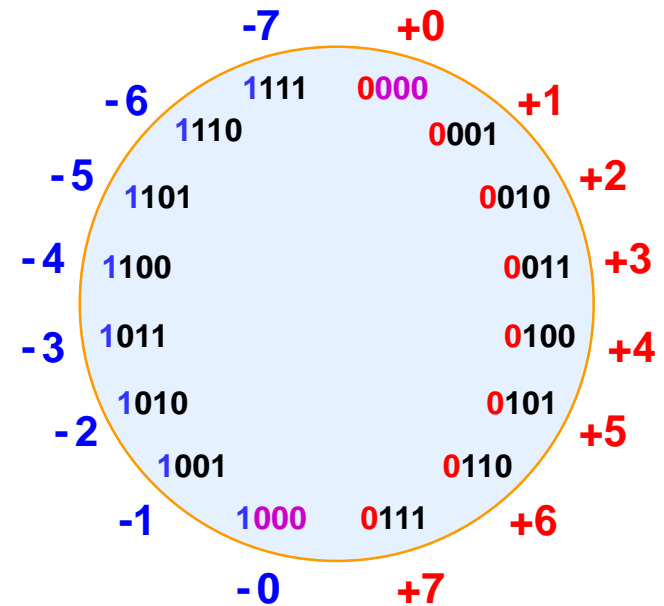
## ➤ **Rango** : $-(2^{N-1}-1)$ a $2^{N-1}-1$

– 0 → dos representaciones (0000 y 1000)

## ➤ **Dificultad** de realizar operaciones de **resta**

– comparadores para **signo** del resultado

– lógica adicional



Cartagena99

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



# NÚMEROS NEGATIVOS. Ca1

➤ Módulo :  $2^N - 1$

➤ Números negativos

$$-X = C_1(X) = (2^N - 1) - X$$

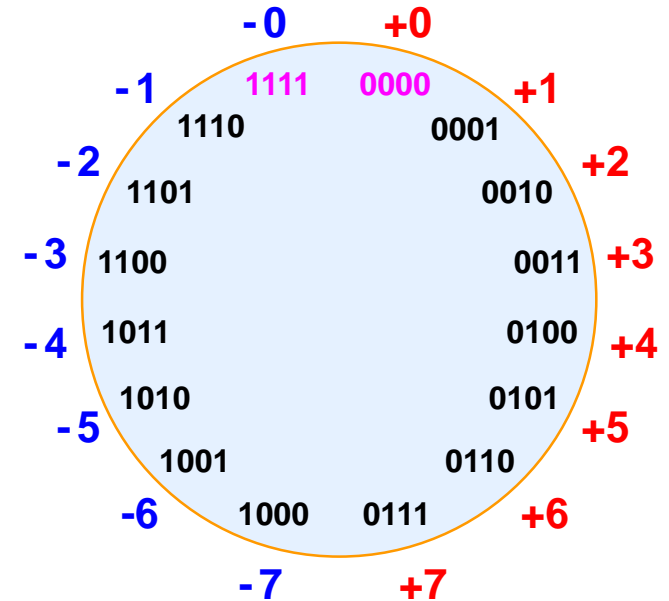
➤ Rango :  $-(2^{N-1} - 1)$  a  $2^{N-1} - 1$

– 0 → dos representaciones (0000 y 1111)

➤ Cálculo muy simple

–  $2^N - 1 = 111 \dots 111 \Rightarrow 0 \Leftrightarrow 1$

– lógica elemental : inversores



Cartagena99

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

# NÚMEROS NEGATIVOS. Ca2

➤ **Módulo** :  $2^N$

➤ **Números negativos** :

$$-X = C_2(X) = 2^N - X$$

➤ **Rango** :  $-2^{N-1}$  a  $2^{N-1} - 1$

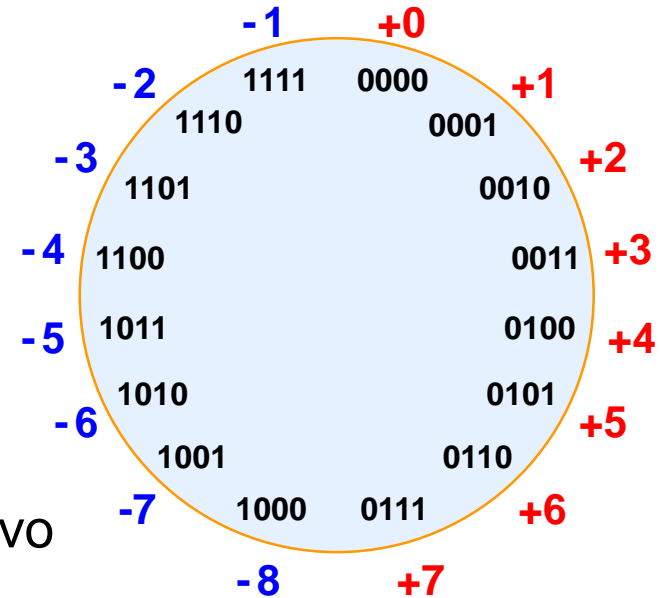
– representación única para el **cero (0000)**

➤ **Signo** : “coincide” con el bit más significativo

– 0 → +

– 1 → -

➤  $C_2(X) = C_1(X) + 1$



Cartagena99

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

# NÚMEROS NEGATIVOS. Ca2

- El complemento a dos de un número también se puede obtener de forma equivalente como:
  - Se complementan todos los bits, y al resultado de esta complementación, considerando como un número binario sin signo, sumarle 1.
  - Buscar el 1 menos significativo del número a complementar, dejar sin modificar ese 1 y todos los ceros a su derecha, y complementar todos los bits a su izquierda.

Cartagena99

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 CON Ca2

➤  $C_2(C_2(X)) = -(-X) = X$

➤ **Signo incluido** en los operandos

– suma/resta es la misma operación

➤ Sumas aritméticas con **N bits**

– se **ignora** el **carry** de salida (módulo  $2^N$ )

➤  $X, Y > 0 \quad Z = X - Y = X + C_2(Y) = X + (2^N - Y) = 2^N + (X - Y)$

$X > Y \Rightarrow Z = 2^N + X - Y = X - Y$

$X < Y \Rightarrow Z = 2^N - (Y - X) = C_2(Y - X) = -(Y - X) = X - Y$

➤  $X, Y > 0 \quad Z = -X - Y = C_2(X) + C_2(Y) = (2^N - X) + (2^N - Y) =$

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

Cartagena99

# OPERACIONES CON Ca2

➤ Sumador de 4 bits

➤ ¿Acarreo de salida ?

– no influye en el resultado

➤ Resultado con 4 bits correcto

4	0100	-4	1100
3	0011	-3	1101
7	0 0111	-7	1 1001

4	0100	-4	1100
-3	1101	+3	0011
1	1 0001	-1	0 1111

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

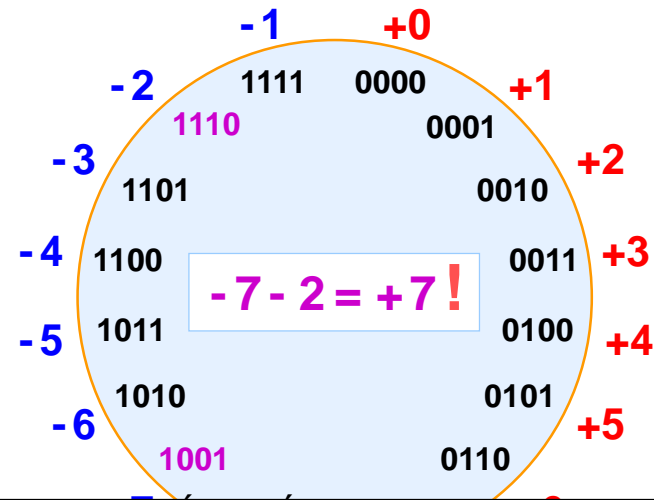
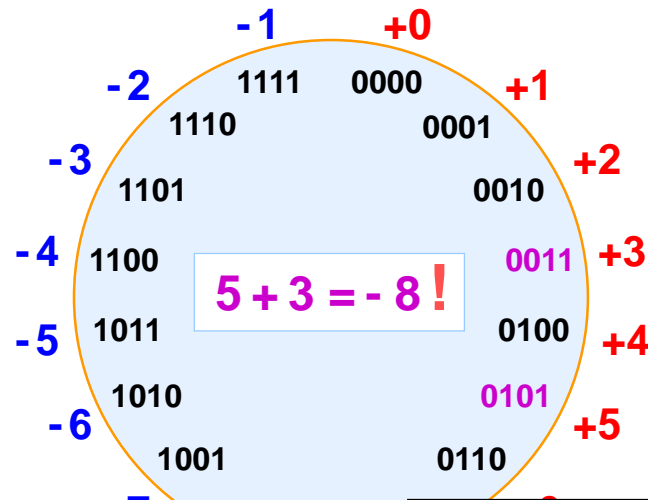
Cartagena99

# ERROR DE DESBORDAMIENTO EN Ca2

➤ Suma números del mismo signo excede rango permitido

– error de **overflow** (desbordamiento)

- necesario **detectar** su presencia
- Detección basada en: suma números del mismo signo → resultado con **signo distinto**



Cartagena99

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

# TEMA 5.1 - FUNDAMENTOS

- Introducción a la Electrónica Digital
- Códigos binarios
- Aritmética binaria
- Algebra de Boole

Cartagena99

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

- El Algebra de Boole son los fundamentos matemáticos de los circuitos digitales
- Denominada Álgebra de Boole en honor de su inventor, George Boole
  - “*An Investigation of the Laws of Thought*” (1854)
- Un álgebra se define por un conjunto de elementos con unas operaciones. En nuestro caso:
  - $B = \{0, 1\}$
  - $\Phi = \{+, \cdot\}$

Cartagena99

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



# POSTULADOS DEL ÁLGEBRA DE BOOLE

## ➤ Ley de composición interna

$$\forall a, b \in B \Rightarrow a + b \in B, a \cdot b \in B$$

## ➤ Elementos neutros

$$\forall a \in B \Rightarrow \exists \text{ elementos neutros}$$

$$a + 0 = a$$

$$a \cdot 1 = a$$

## ➤ Elemento inverso o complementario

$$\forall a \in B \Rightarrow \exists \bar{a} \in B$$

$$a + \bar{a} = 1$$

$$a \cdot \bar{a} = 0$$

Cartagena99

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

# POSTULADOS DEL ÁLGEBRA DE BOOLE

## ➤ Propiedad conmutativa

$$\forall a, b \in B \Rightarrow a + b = b + a$$

$$a \cdot b = b \cdot a$$

## ➤ Propiedad distributiva

$$\forall a, b, c \in B \Rightarrow a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$$

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

Cartagena99

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

# PROPIEDADES FUNDAMENTALES

- Dualidad: Toda ley válida tiene una dual, que se obtiene cambiando

$$0 \leftrightarrow 1 \text{ y } + \leftrightarrow \cdot$$

- Idempotencia

$$\forall a \in B \Rightarrow a + a = a$$

$$a \cdot a = a$$

- Demostración:

$$a + a = (a + a) \cdot 1 = (a + a) \cdot (a + \bar{a}) = a + (a \cdot \bar{a}) = a + 0 = a$$

- Por dualidad se demuestra para  $\cdot$

Cartagena99

CLÁSES 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

# PROPIEDADES FUNDAMENTALES

- De las propiedades anteriores se pueden definir las operaciones básicas.

a	b	a+b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

a	b	a•b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

a	$\bar{a}$
0	1
1	0

- Tabla de verdad: proporciona el valor de una función para todas las posibles combinaciones de valores de las

Cartagena99

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

# PROPIEDADES FUNDAMENTALES

## ➤ Involución

$$\forall a \in B \Rightarrow \bar{\bar{a}}=a$$

## ➤ Absorción

$$\forall a, b \in B \Rightarrow a + ab = a$$

$$a (a+b) = a$$

– Demostración:

$$a + ab = a \cdot 1 + ab = a (1+b) = a \cdot 1 = a$$

## ➤ Propiedad asociativa

$$\forall a, b, c \in B \Rightarrow (a + b) + c = a + (b + c)$$

Cartagena99

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

# PROPIEDADES FUNDAMENTALES

➤ Leyes de De Morgan:

$$\forall a, b \in B \Rightarrow \overline{a+b} = \bar{a}\bar{b}$$
$$\overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}$$

– Demostración: Basta probar que  $\bar{a}\bar{b}$  es el complemento de  $a + b$

$$(a+b) + \bar{a}\bar{b} = (a+b+\bar{a})(a+b+\bar{b}) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$(a+b) \cdot \bar{a}\bar{b} = (a\bar{a}\bar{b}) + (b\bar{a}\bar{b}) = 0 + 0 = 0$$

Cartagena99

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

# FUNCIONES Y EXPRESIONES BOOLEANAS

## ➤ Definiciones:

- Una variable lógica o booleana es cualquier elemento

$$x \in B = \{0, 1\}$$

- Función lógica o booleana es una función con  $n$  entradas booleanas y una única salida booleana

$$f : B_n \rightarrow B$$
$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow y$$

Cartagena99

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

# FUNCIONES Y EXPRESIONES BOOLEANAS

Las funciones lógicas o booleanas se representan mediante:

Expresión  
 $f(a, b) = a + b$

literal



Tabla de verdad

a b	f(a,b)
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

Cartagena99

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