



# ELECTRONICA

Conceptos  
Ejercicios  
Diagramas  
Montaje

1era Edición

## CAPITULO I

## LA ELECTRÓNICA

Estudia y analiza el movimiento de los electrones que se genera en un circuito en el cual se procesa y se transmite la información.

## TIPOS DE ELECTRÓNICA

*Electrónica Analógica*

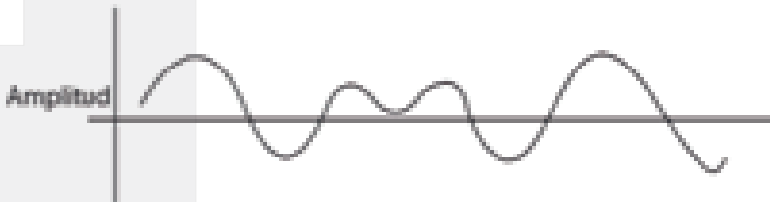
Analiza los sistemas en donde todos los valores son continuos, sus señales cambian a lo largo del tiempo modificando características como: amplificar, atenuar o filtrar.

Como problemas de los sistemas analógicos encontramos que las señales analógicas la información se encuentra en la forma de la onda, si esta se degrada se pierde información.

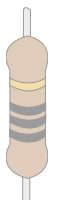
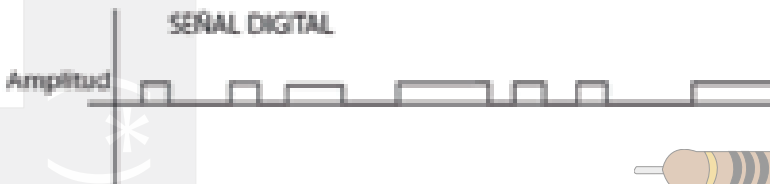
*Electronica Digital*

Analiza los sistemas en donde las variables varían de manera discreta y sus valores son fijos, como ejemplo se identifican a los sistemas binarios de 0 (ceros) y 1 (unos) - el computador.

SERIAL ANALÓGICA



SERIAL DIGITAL



## SISTEMAS ANALÓGICOS

### *Entradas Analógicas*

Son señales generadas en un sensor que suministra una señal eléctrica; En síntesis son entradas digitales, pero en robótica se llama entradas digitales solo a las que tienen dos valores a diferencia de las entradas analógicas que pueden tener más valores; como por ejemplo: una consola de temperatura, balanza de peso, etc.

### *Salidas Analógicas*

Se encargan de controlar un dispositivo teniendo como objetivo que este tenga varios valores posibles entre dos límites; por ejemplo: el caudal de agua, la intensidad de los focos de luz.

## SISTEMAS DIGITALES

### *Entradas Digitales*

Indican un determinado estado que puede tener un sensor, son conocidas también con el nombre de señales binarias o lógicas; como por ejemplo: un interruptor mecánico, pulsadores, puertos computador, etc.

### *Salidas Digitales*

Tienen dos valores posibles; por ejemplo: una lámpara con interruptor.



## CORRIENTE ELÉCTRICA

Es la circulación de electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven del polo negativo al polo positivo.

## TIPOS DE CORRIENTE

### *Corriente continúa*

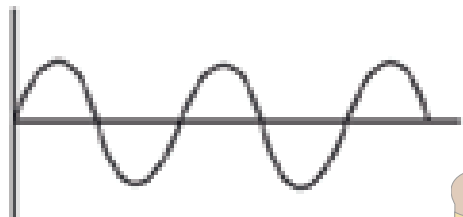
Es la circulación continúa de electrones a través de un conductor entre dos puntos con distinta potencia.

### *Corriente alterna*

Cambia constantemente de polaridad, alcanza un valor en su polaridad negativa y luego cambia de valor en su polaridad positiva.



**CORRIENTE CONTINUA**



**CORRIENTE ALTERNA**



## LEY DE OHM

V.- tensión, se mide en voltios (V).

I.- intensidad de la corriente que atraviesa la resistencia, se mide en amperios (A).

R.- resistencia, se mide en Ohmios (W).

Ejemplos:

$$V = I \cdot R$$

$$V = 4 \cdot 10$$

$$V = 40$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{10}{5}$$

$$R = 2$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{220}{5}$$

$$I = 44$$

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Electrónica Digital y Microprogramable  
José María Usategui



## CAPITULO II

## SISTEMAS DE NUMERACIÓN

*Sistema decimal*

Son 10 símbolos que van desde el número 0 hasta el número 9, el lugar de cada dígito indica su valor, el número base siempre va a ser 10, por ejemplo:

$$386 (3 \times 10^2) + (8 \times 10^1) + (6 \times 10^0)$$

Expresión general:

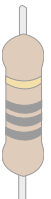
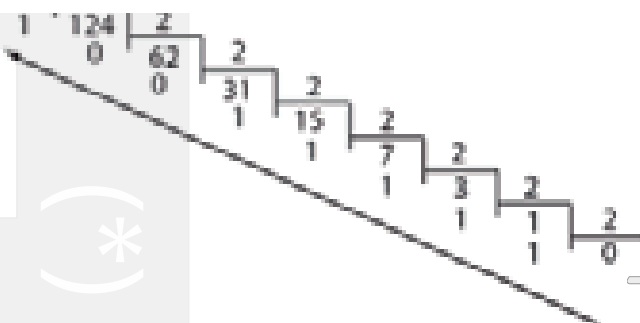
$$a_n \dots a_2 a_1 a_0 = a_n \times 10^n + \dots a_2 \times 10^2 + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0$$

*Sistema binario*

Básicamente es utilizado por los sistemas digitales para contar y es el código al que se traduce toda la información que recibe, utiliza dos cifras; (0 y 1), la base de la potencia siempre va a ser 2., por ejemplo:

Ejemplo de conversión de decimal a binario

$$111010_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 58$$



5

# ELECTRONICA

Ejemplo de conversión de decimal a binario

$$1010011 \quad 1x2^6 + 0x2^5 + 1x2^4 + 0x2^3 + 0x2^2 + 1x2^1 + 1x2^0$$

$$1010011 \quad 64 + 0 + 16 + 0 + 0 + 2 + 1 = 83$$

## Sistema Octal

Este sistema usa 8 dígitos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), como base tiene el número 8; por ejemplo: transformar el número octal 4701 a decimal:

$$4x8^3 + 7x8^2 + 0x8^1 + 1x8^0 = 2497$$

## Sistema Hexadecimal

Está compuesto por 16 dígitos (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F), en donde las letras tienen como valores (10 11 12 13 14 15) respectivamente, la base siempre será el número 16.

$$3AC0_{16} = 3x16^3 + AX16^2 + CX16^1 + 0x16^0 = 15040$$

Ejemplo: convertir a decimal el siguiente número hexadecimal:

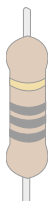


$$E516 = (E \times 16) + (5 \times 1) = (14 \times 16) + (5 \times 1) = 224 + 5 = 22910$$



Hexadecimal	Binario	Decimal	Octal
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6v	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	8	10
9	1001	9	11
A	1010	10	12
B	1011	11	13
C	1100	12	14
D	1101	13	15
E	1110	14	16
F	1111	15	17

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
 Electrónica Digital y Microprogramable  
 José María Usategui





### CÓDIGO ASCII

Es un código de caracteres, utiliza 7 bits para representar los caracteres, a comienzo empleaba un bit adicional, que servía para detectar errores en la transmisión.

Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII
0	00000000	000	00	NUL	32	00100000	040	20	@P
1	00000001	001	01	SOH	33	00100001	041	21	!
2	00000010	002	02	STX	34	00100010	042	22	"
3	00000011	003	03	ETX	35	00100011	043	23	#
4	00000100	004	04	EOT	36	00100100	044	24	\$
5	00000101	005	05	ENQ	37	00100101	045	25	%
6	00000110	006	06	ACK	38	00100110	046	26	&
7	00000111	007	07	DEL	39	00100111	047	27	'
8	00001000	010	08	BS	40	00101000	050	28	(
9	00001001	011	09	HT	41	00101001	051	29	)
10	00001010	012	0A	LF	42	00101010	052	2A	*
11	00001011	013	0B	VT	43	00101011	053	2B	+
12	00001100	014	0C	FF	44	00101100	054	2C	,
13	00001101	015	0D	CR	45	00101101	055	2D	-
14	00001110	016	0E	SO	46	00101110	056	2E	.
15	00001111	017	0F	SI	47	00101111	057	2F	/
16	00010000	020	10	DLE	48	00110000	060	30	0
17	00010001	021	11	DC1	49	00110001	061	31	1
18	00010010	022	12	DC2	50	00110010	062	32	2
19	00010011	023	13	DC3	51	00110011	063	33	3
20	00010100	024	14	DC4	52	00110100	064	34	4
21	00010101	025	15	NAK	53	00110101	065	35	5
22	00010110	026	16	SYN	54	00110110	066	36	6
23	00010111	027	17	ETB	55	00110111	067	37	7
24	00011000	030	18	CAN	56	00111000	070	38	8
25	00011001	031	19	EM	57	00111001	071	39	9
26	00011010	032	1A	SUB	58	00111010	072	3A	:
27	00011011	033	1B	ESC	59	00111011	073	3B	;
28	00011100	034	1C	FS	60	00111100	074	3C	<
29	00011101	035	1D	GS	61	00111101	075	3D	=
30	00011110	036	1E	RS	62	00111110	076	3E	>
31	00011111	037	1F	US	63	00111111	077	3F	?



Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII
64	01000000	100	40	@	96	01100000	140	60	`
65	01000001	101	41	A	97	01100001	141	61	a
66	01000010	102	42	B	98	01100010	142	62	b
67	01000011	103	43	C	99	01100011	143	63	c
68	01000100	104	44	D	100	01100100	144	64	d
69	01000101	105	45	E	101	01100101	145	65	e
70	01000110	106	46	F	102	01100110	146	66	f
71	01000111	107	47	G	103	01100111	147	67	g
72	01001000	110	48	H	104	01101000	150	68	h
73	01001001	111	49	I	105	01101001	151	69	i
74	01001010	112	4A	J	106	01101010	152	6A	j
75	01001011	113	4B	K	107	01101011	153	6B	k
76	01001100	114	4C	L	108	01101100	154	6C	l
77	01001101	115	4D	M	109	01101101	155	6D	m
78	01001110	116	4E	N	110	01101110	156	6E	n
79	01001111	117	4F	O	111	01101111	157	6F	o
80	01010000	120	50	P	112	01100000	160	70	p
81	01010001	121	51	Q	113	01100001	161	71	q
82	01010010	122	52	R	114	01100010	162	72	r
83	01010011	123	53	S	115	01100011	163	73	s
84	01010100	124	54	T	116	01100100	164	74	t
85	01010101	125	55	U	117	01100101	165	75	u
86	01010110	126	56	V	118	01100110	166	76	v
87	01010111	127	57	W	119	01100111	167	77	w
88	01011000	130	58	X	120	01110000	170	78	x
89	01011001	131	59	Y	121	01110001	171	79	y
90	01011010	132	5A	Z	122	01110010	172	7A	z
91	01011011	133	5B	[	123	01110011	173	7B	{
92	01011100	134	5C	\	124	01111000	174	7C	
93	01011101	135	5D	]	125	01111001	175	7D	}
94	01011110	136	5E	^	126	01111010	176	7E	~
95	01011111	137	5F	_	127	01111011	177	7F	DEL



Ejemplo: Codifica tu nombre utilizando el CÓDIGO ASCII, una vez realizada la tarea, transforma los caracteres obtenidos a binario.

CHR	ASCCI	BINARIO
D	68	01000100
a	97	01100001
n	110	01101110
i	105	01101001
e	101	01100101
l	108	01101100
-	45	0101101
G	71	01000101
r	114	01110010
a	97	01100001
n	110	01101110
d	100	01100100
a	97	01100001

## *Circuitos digitales*

Trabajan en función lógica de entradas y salidas las cuales solo adoptan dos valores.

## *Circuitos electrónicos*

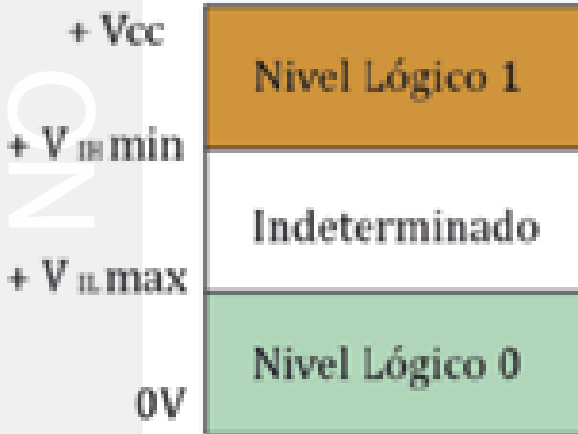
Funcionan mediante transistores, controlan que el voltaje adopte dos valores (0 y 1)



## *Niveles lógicos*

La entrada alta se la representa con (1) y a la entrada baja se representa con (0), sucede lo mismo con las salidas.





## Rango de tensión para el 1 y 0 lógicos

### Tipos de lógica

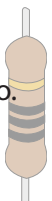
Lógica positiva.- la tensión del estado 1 es mayor que la del estado 0

Lógica negativa.- la tensión del estado 0 es mayor que la del estado 1

Nivel de tensión	TTL	CMOS	HC
Bajo (0)	0V – 0.8V	0V – 1.5V	0V – 1V
Alto (1)	2V – 5V	3.5V – 5V	3.5V – 5V

### Tablas de verdad

Compuestas por combinaciones de posibles entradas y combinaciones de posibles salidas, las cuales tienen como objetivo resumir su funcionamiento.



# ELECTRONICA

Ejemplo: Se desea controlar una lámpara empleando tres interruptores, de manera que solo se encienda cuando esté activado un solo interruptor o los tres simultáneamente.

Elabore la tabla de verdad:

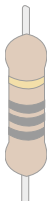
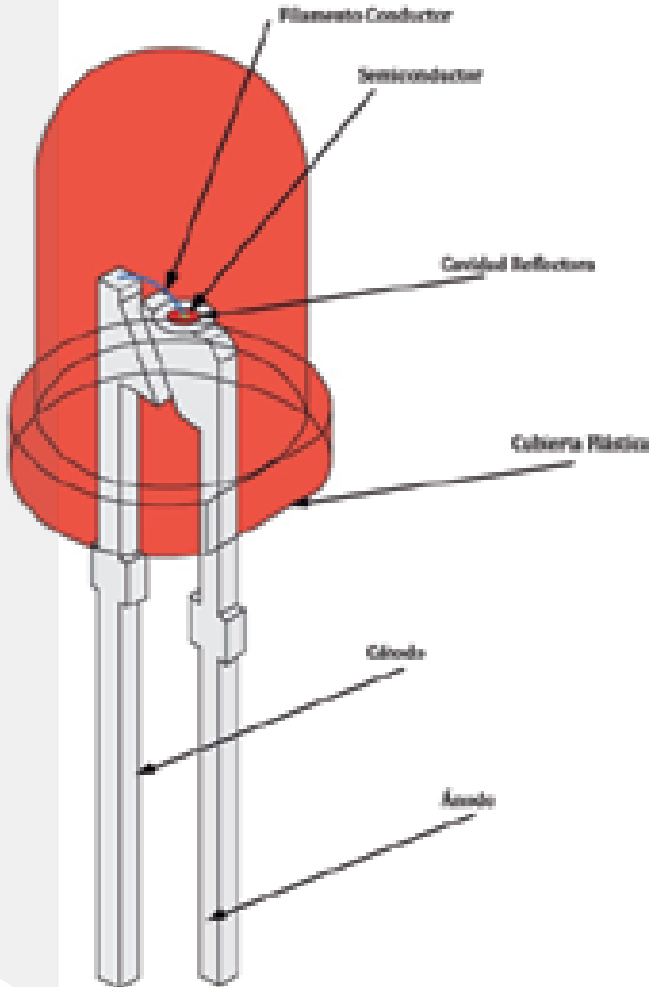
<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>S</b>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



## CAPITULO IV

*Combinaciones Lógicas*

Led.- es un diodo por el cual atraviesa corriente eléctrica dando como resultado la generación de luz, tiene un voltaje de operación que va desde 1.5 a 2.2 voltios; la corriente que debe circular por él diodo va de 10 y 20 miliamperios en los diodos de color rojo y de 20 y 40 miliamperios en los otros leds.



## Conexión

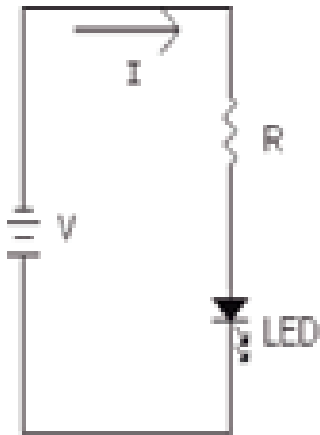
La diferencia entre los diodos varía según las especificaciones relacionadas con el color y la potencia que soportan, se emplea la ley de Ohm para conocer el tipo de resistencia que se debe usar dependiendo el tipo de diodo que se vaya a utilizar.

## Circuito básico

La resistencia de limitación de la figura se calcula con la fórmula:

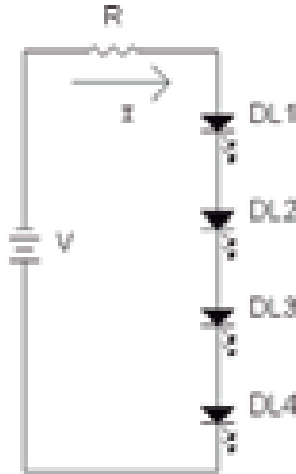
$$R = \frac{V - V_{\text{led}}}{I}$$

En donde a los voltios se los representa con la letra V, a los miliamperios con la letra I, y al valor de la resistencia se lo expresará en kilo ohmios.



## Asociación de Leds

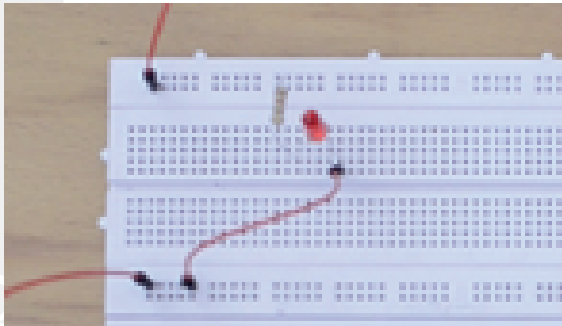
Los diodos se pueden conectar en serie si la suma de las caídas de tensión es menor que la tensión de alimentación. (N es el número de leds conectados en serie).



## Inicio el metodo de aprendizaje vía Video:

Ingresa a [http://www.youtube.com/playlist?list=PLcLdL\\_O3Rr7I-F7g604-gzEZvnH754-OxO](http://www.youtube.com/playlist?list=PLcLdL_O3Rr7I-F7g604-gzEZvnH754-OxO)

## Video 1: Genralidades + Circuito Básico + Asociación de Leds





## *Diferencias de potencial*

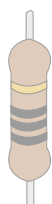
<b>Tipo de diodo</b>	<b>Potencia (vóltios)</b>
Rojo de bajo brillo.	1.7 vóltios
Rojo de alto brillo, alta eficiencia y baja corriente.	1.9 vóltios
Naranja y Amarillo.	2 vóltios
Verde .	2.1 vóltios
Blaco brillante, Verde brillante y Azul.	3.4 vóltios
Azul brillante y Leds especializados.	4.6 vóltios

## *Resistencias electrónicas*

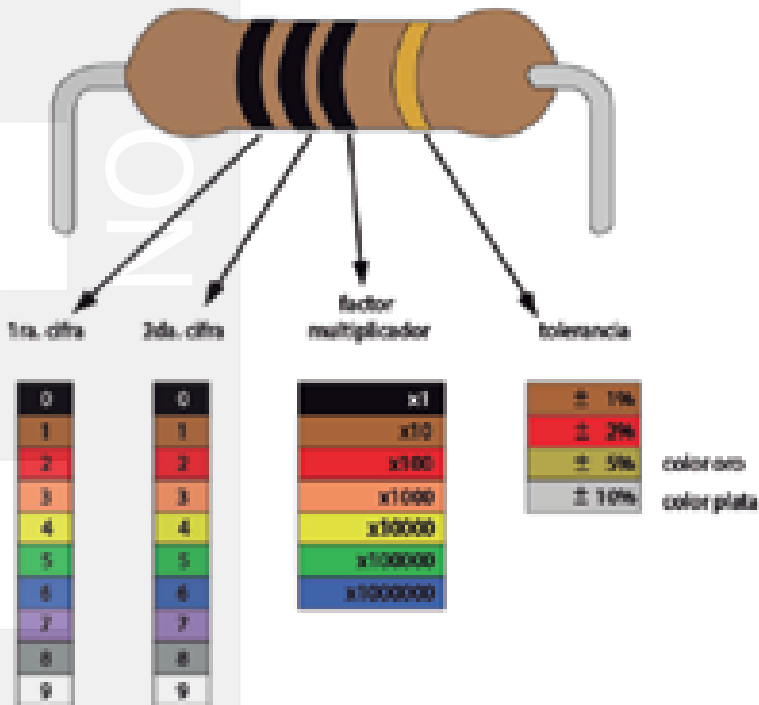
Las resistencias tienen como principal función limitar la intensidad de la corriente que atraviesa el circuito, protegiendo así varios componentes por los que no debe circular una intensidad de corriente elevada.

## *Colores de las resistencias*

Los cuatro anillos de color que se visualizan en una resistencia, indican de cuántos ohmios son.



## CÓDIGO DE CUATRO ANILLOS DE COLOR



**Ejemplo; Determinar el valor de las resistencias:**

MARRÓN	ROJO	ROJO	ORO
1	2	100	5%
$12 \times 100 = 1200$ $1200 \times 0.05 = 60$ 1260 1140			

ROJO	NEGRO	AMARILLO	PLATA
2	0	10000	10%
$20 \times 10000 = 200000$ $200000 \times 0.10 = 20000$ 220000 180000			



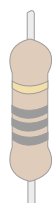
# ELECTRONICA

<b>2100 <math>\Omega</math> tolerancia 5%</b>			
rojo	marrón	rojo	oro

<b>1400 <math>\Omega</math> tolerancia 10%</b>			
marrón	amarillo	rojo	plata



Color de la banda	Valor de la 1ra. cifra significativa	Valor de la 2da. cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia
Negro	-	0	1	-
Marrón	1	1	10	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	100	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	1000	-
Amarillo	4	4	10000	$\pm 4\%$
Verde	5	5	100000	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	1000000	$\pm 0.25\%$
Violeta	7	7	-	$\pm 0.1\%$
Gris	8	8	-	-
Blanco	9	9	-	-
Dorado	-	-	0.1	$\pm 5\%$
Plateado	-	-	0.01	$\pm 10\%$
Ninguno	-	-	-	$\pm 20\%$

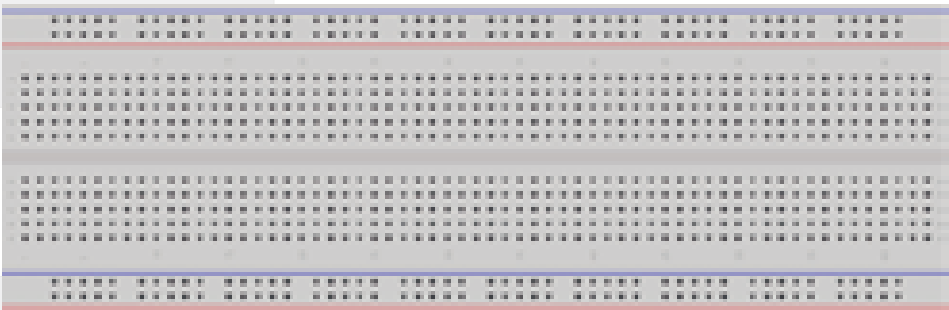


## Placas de Montaje

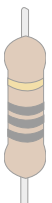
Conocidas como placas (protoboard) por medio de un sistema de orificios conectados internamente, es posible insertar componentes y cables para formar cualquier circuito eléctrico sin la necesidad de depender de soldaduras. Ayuda a probar y montar cualquier prototipo de circuito y hacer cambios o modificaciones necesarias de una manera rápida y eficaz.

Todos los orificios tanto de la fila superior como de la inferior están unidos entre si internamente, pero una fila no tiene ninguna conexión con la otra, ni con el resto de la placa, mediante el uso de estas filas se realizan todas las conexiones de alimentación si el circuito así lo requiere.

Las columnas se organizan en torno a cinco orificios cada una. Todos los orificios de una misma columna están unidos internamente, pero una columna no tiene ninguna conexión con los orificios de ninguna otra.

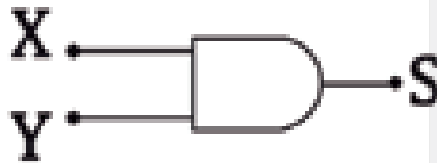


Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Electrónica Digital y Microprogramable  
José María Usategui  
Referencia Linkográfica del Capítulo:  
<http://hardware-hackingmx.com>



## Compuerta AND

La compuerta AND hace la función de multiplicación lógica. Es decir toma los valores que le aplicamos a sus entradas y los multiplica.

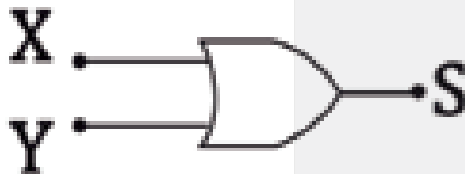


$$S = X \cdot Y$$

X	Y	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

## Compuerta OR

La compuerta OR realiza la función de suma lógica. Cuando se le aplica un uno a cualquiera de sus entradas el resultado de salida será uno, independiente del valor de la otra entrada. Excepto cuando las dos entradas estén en 0 la salida será 0.



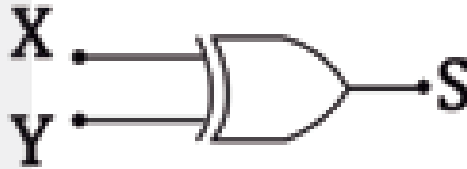
$$S = X + Y$$

X	Y	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



### Compuerta OR-EX o XOR

Esta compuerta XOR (or-exclusiva) se comporta de una manera especial. Su característica especial es que el resultado de salida será 1 si las dos entradas son distintas, sean 0-1 ó 1-0.



$$S = X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot Y$$

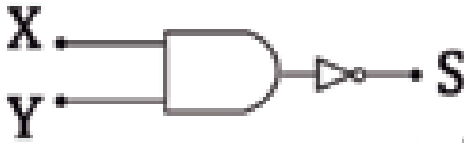
X	Y	X	Y	X.Y	X.Y	X.Y + X.Y
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	0	0

X	Y	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



## Compuerta NAND

La compuerta NAND también hace la función de multiplicación, pero entrega el valor negado. Esto es muy útil, dado que si estuviéramos usando una AND normal tendríamos que usar otro chip con un NOT para negar el resultado.



$$S = \overline{X \cdot Y}$$

X	Y	X · Y	$\overline{X \cdot Y}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

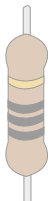
## Compuerta NOR

La compuerta NOR realiza la función de suma, pero entrega el resultado invertido, ahorrándonos un NOT. Su salida será 1 solo si las dos entradas son 0.



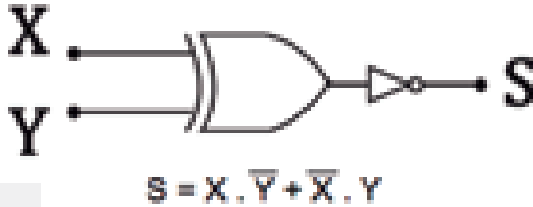
$$S = \overline{X + Y}$$

X	Y	X + Y	$\overline{X + Y}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0



### Compuerta NOR-EX

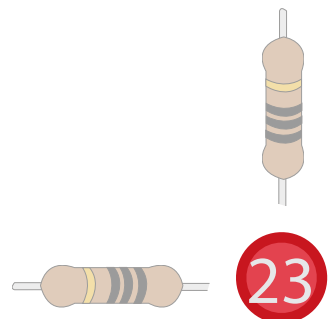
Esta compuerta XNOR o NOR-EX, también se comporta de una manera especial. Su característica es que el resultado de salida será 1 si las dos entradas son del mismo valor, sean 0-0 ó 1-1.



X	Y	S1	S
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Ejemplo: aplicación de compuertas lógicas

- Se desea controlar una lámpara empleando tres interruptores de forma que solo se encienda cuando esté activado un solo interruptor o los tres simultáneamente.



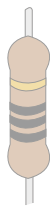
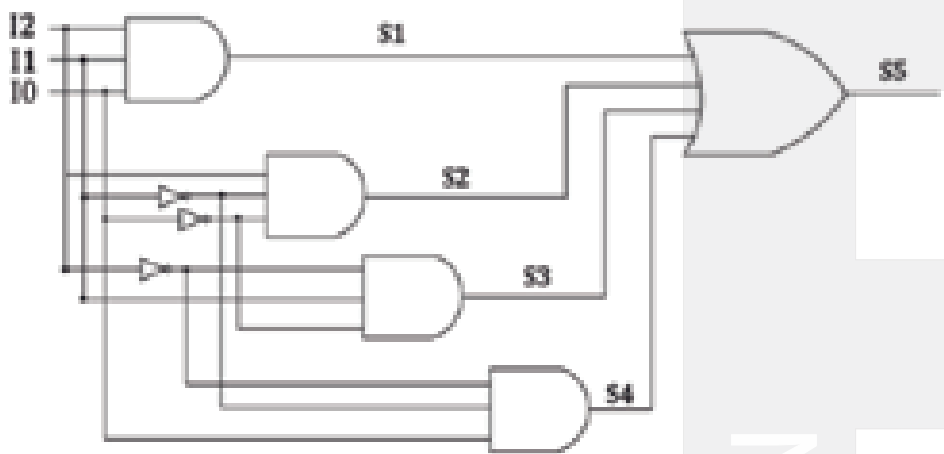


# ELECTRONICA

Tabla de verdad:

I2	I1	I0	S	I2	I1	I0	S1 I2.I1. I0	S2 I2.I1. I0	S3 I2.I1. I0	S4 I2.I1. I0	S5 S1.S2.S3.S4
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1

Diagrama:



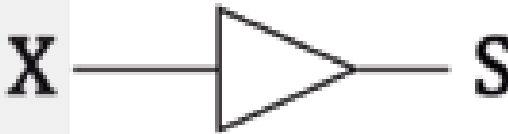
24



NO

### Compuerta BUFFER

La compuerta BUFFER es la más básica de todas, simplemente toma el valor que se le entrega y lo deja pasar tal cual. Esto sirve para ajustar y aislar niveles lógicos ya que no se pueden conectar infinita cantidad de compuertas a una misma señal, ya que el voltaje del nivel 1 empieza a decaer y el sistema falla.



$$S = X$$

X	S
0	0
1	1

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Electrónica Digital y Microprogramable  
José María Usategui



### ALGEBRA BOOLEANA

Permite abstraer las principales operaciones algebraicas en un sistema binario, operan con dos valores: 0 (cero – falso - apagado) y 1 (uno – verdadero - encendido).

#### *La lógica proposicional*

El álgebra booleana procesa las expresiones y la forma algebraica siguiendo una lógica proposicional, donde las funciones resultan en cero o uno.

#### *Los operadores lógicos*

Dos proposiciones pueden ser unidas entre sí utilizando operadores lógicos (AND, OR, NOT, etc.), estos generan un valor de tercera proposición verdadera o falsa.

#### *Variable Lógica*

Representan un suceso que toma dos valores posibles que son excluyentes entre ellos, se representan mediante proposiciones que pueden ser verdaderas o falsas.

#### *Funciones Lógicas*

Cuando se combinan proposiciones se forman funciones que calculan el valor de una variable a partir de una o más variables.

### *Operaciones básicas*

#### *Adición booleana.*

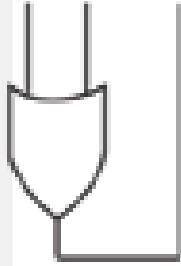
La suma booleana equivale a la operación (or), un término suma es igual a 1 cuando uno o más de sus literales es 1; un término suma es igual a 0 si y solo si cada uno de sus literales es 0.



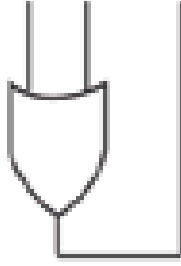
$0+0=0$



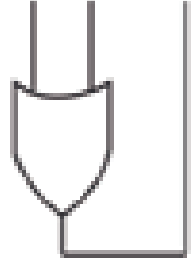
$0+1=1$



$1+0=1$



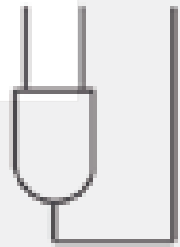
$1+1=1$



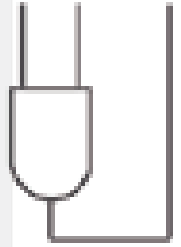
### *Multiplicación booleana.-*

Equivale a la operación (and), un término producto es igual a 1 si y solo si cada uno de sus literales es 1; un término producto es igual a 0 si uno o más de sus literales es 0.

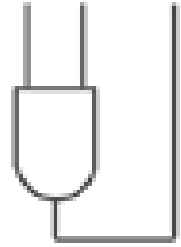
$0*0=0$



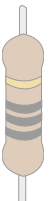
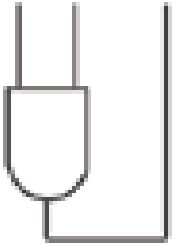
$0*1=0$



$1*0=0$



$1*1=1$

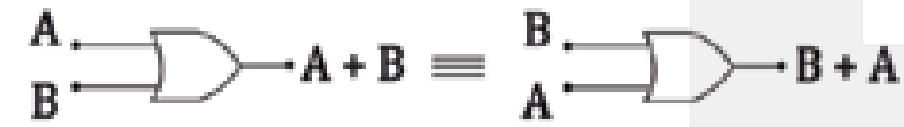


# ELECTRONICA

## LEYES BÁSICAS DEL ALGEBRA DE BOOLE

### Ley conmutativa

El orden en que se aplica las variables es indiferente; por ejemplo:  
 $a+b = b+a$



$ab + ba$



### Ley asociativa

Para tres variables:  
 $A + (B + C) = (A + B) + C$



$A(BC) = (AB)C$

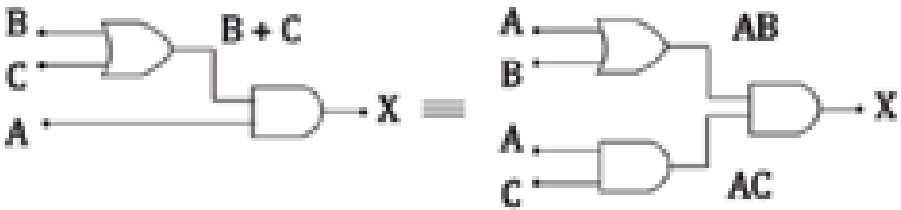


### Ley distributiva

Es similar al proceso de sacar factor común, en donde la variable común se convierte en el factor de los productos parciales.

$$A(B + C) = AB + AC$$

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

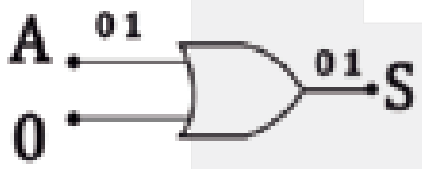


# ELECTRONICA

## REGLAS DEL ALGEBRA DE BOOLE

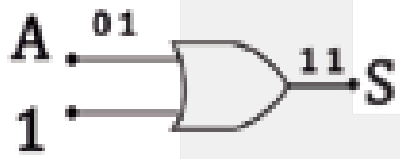
1)  $A + 0 = A$

A		S A+0
0	0	0
1	0	1



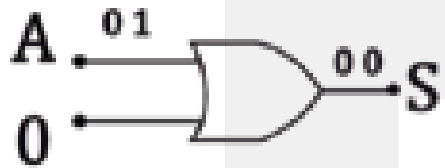
2)  $A + 1 = 1$

A		S A+1
0	1	1
1	1	1



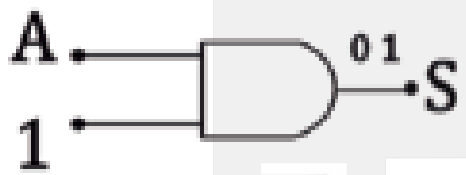
3)  $A \cdot 0 = 0$

A		S A.0
0	0	0
1	0	0



4)  $A \cdot 1 = A$

A		S A.1
0	1	0
1	1	1



NO

5)  $A + A = A$

A	S A+A
0	0
1	1



6)  $A + \bar{A} = 1$

A	$\bar{A}$	S A+ $\bar{A}$
0	1	1
1	0	1



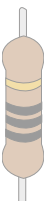
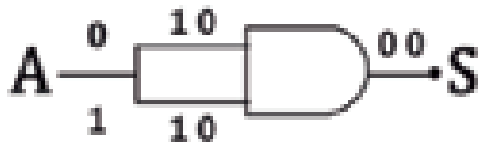
7)  $A \cdot A = A$

A	S A.A
0	0
1	1



8)  $A \cdot \bar{A} = 0$

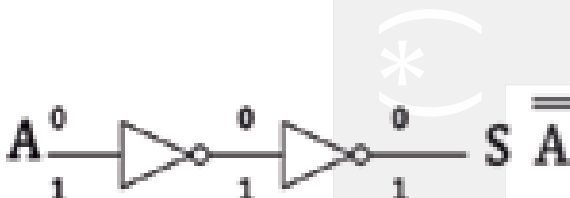
A	$\bar{A}$	S A. $\bar{A}$
0	1	0
1	0	0





9)  $\overline{\overline{A}} = A$

A	$\overline{A}$	$\overline{\overline{A}}$
0	1	0
1	0	1



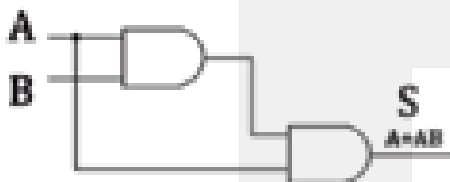
10)  $A + AB = A$

$A(1 + B)$

$A(1)$

$A$

A	B	AB	A+AB
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	1	1



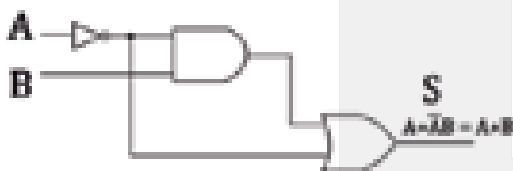
11)  $A + \overline{A}B = A + B$

$A + (AB + \overline{A}B)$

$A + B(A + \overline{A})$

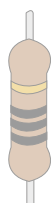
$A + B(1)$

$A + B$



A	B	$\overline{A}$	$\overline{A}B$	A+ $\overline{A}B$
0	0	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	0	1

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



$$12) (A + B) (A+C) = A + BC$$

$$(A + B)A + (A+B)C$$

$$AA + AB + CA + CB$$

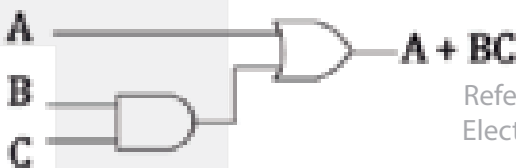
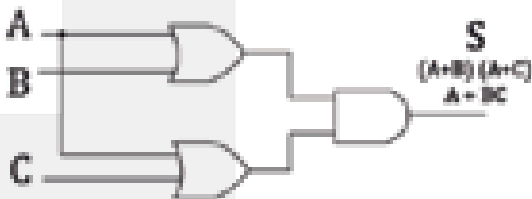
$$A + AB + CA + CB$$

$$A + CA + CB$$

$$A + CB$$

$$A + BC$$

A	B	C	A+B	A+C	(A+B)(A+C)	BC	A+BC
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1



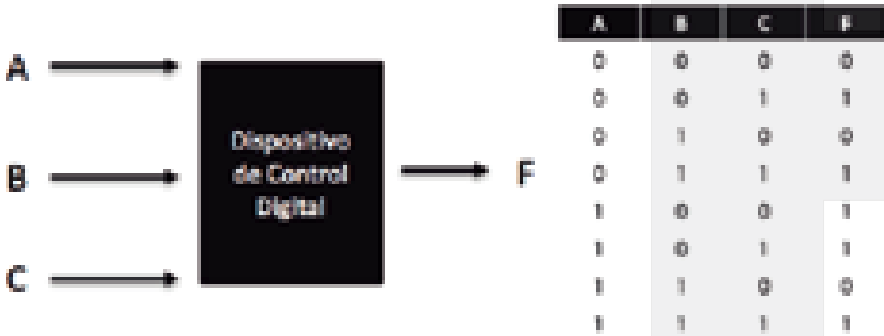
Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Electrónica Digital y Microprograma-  
ble

José María Usategui



### FUNCIONES CANÓNICAS

Se identifica como término canónico de una determinada función lógica al producto o la suma en el que aparecen todas las variables de manera directa o complementada.



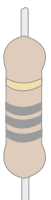
La tabla de verdad es la encargada de definir el valor lógico de la salida de cada combinación de las entradas.

### *MINTERM (minitérminos)*

Es la suma de productos canónicos en donde se consideran todas las variables, se toman las salidas que son 1 y se expresa como suma de términos producto en los que las variables que son 1 se expresan como literales y las que son 0 como invertidas.

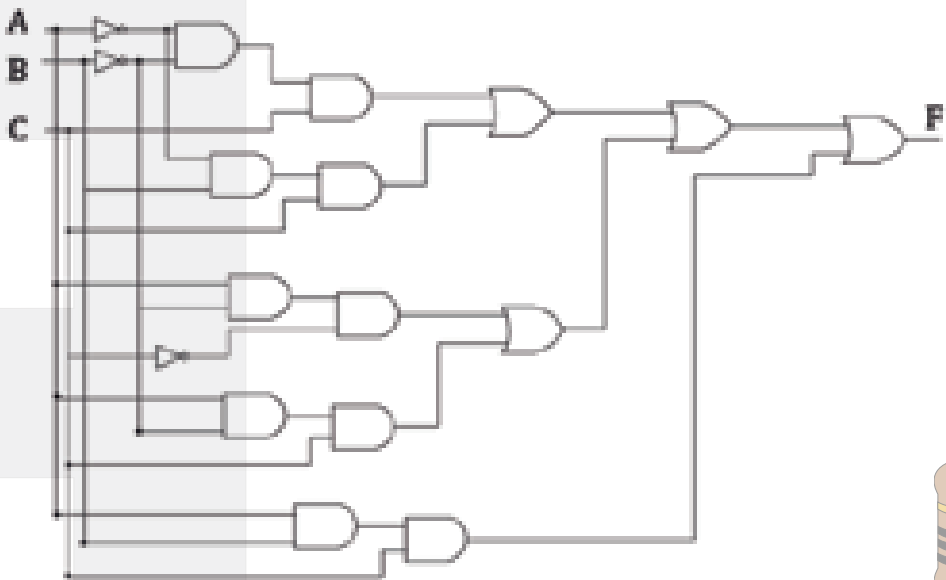
$$F = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C$$

$$F = m1 + m3 + m4 + m5 + m7$$



NO

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



(\*)



## MAXTERM (producto de sus sumas)

Es el producto de sumas canónicas en donde se consideran todas las variables, se toman las salidas que son 0 y se expresa como producto de términos suma en los que las variables que son 0 se expresan como literales y las que son 1 como invertidas.

$$F = (A + B + C) \cdot (A + \bar{B} + C) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + C)$$

$$F = M_0 \cdot M_2 \cdot M_6$$

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



### Paso de minterm a MAXTERM

Se representa la función invertida, tomando los términos minterm que no aparecen, se hace la inversa de la función aplicando la ley de Morgan a los términos canónicos.

$$\begin{aligned} \overline{F} &= m_0 + m_2 + m_6 \\ F &= \overline{(m_0 + m_2 + m_6)} \\ F &= M_0 \cdot M_2 \cdot M_6 \end{aligned}$$

### Paso de MAXTERM a minterm

Se representa la función invertida, tomando los términos MAXTERM que no aparecen, se hace la inversa de la función aplicando la ley de Morgan a los términos canónicos.

$$\begin{aligned} \overline{F} &= M_1 \cdot M_3 \cdot M_4 \cdot M_5 \cdot M_7 \\ F &= \overline{(M_1 \cdot M_3 \cdot M_4 \cdot M_5 \cdot M_7)} \\ F &= m_1 + m_2 + m_4 + m_5 + m_7 \end{aligned}$$

### Simplificación de funciones

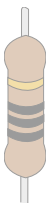
Para simplificar se deben usar propiedades, reglas, leyes del Algebra de Boole.

### Minimización de funciones

Teorema de la simplificación.- Trata de encontrar una asociación de puertas and, or, etc. Que tengan el nivel de salida según especifica la tabla de verdad.

$$\begin{aligned} &A + \overline{A} \cdot B \\ &= (A + \overline{A}) \cdot (A + B) \\ &= A + B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &A(\overline{A} + B) \\ &= A \cdot \overline{A} + A \cdot B \\ &= A \cdot B \end{aligned}$$



# ELECTRONICA

## LEYES BÁSICAS DEL ALGEBRA DE BOOLE

### Ley conmutativa

El orden en que se aplica las variables es indiferente; por ejemplo:  
 $a+b = b+a$

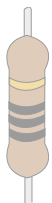


$ab + ba$

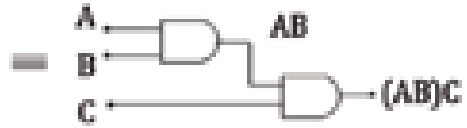


### Ley asociativa

Para tres variables:



$$A(BC) = (AB)C$$



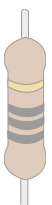
Apelando a los minterminos tendremos la función:

$$S = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$$

Y su función simplificada puede ser:

$$S = A + B \cdot C$$

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Electrónica Digital y Microprogramable  
José María Usategui





### MINIMIZACIÓN DE FUNCIONES

Para minimizar las funciones canónicas se hace uso de las propiedades, reglas y los teoremas:

1) $A + 0 = A$	5) $A + A = A$	9) $\overline{\overline{A}} = A$
2) $A + 1 = 1$	6) $A + \overline{A} = 1$	10) $A + AB = A$
3) $A \cdot 0 = 0$	7) $A \cdot A = A$	11) $A + \overline{A}B = A + B$
4) $A \cdot 1 = A$	8) $A \cdot \overline{A} = 0$	12) $(A+B)(A+C) = A + BC$

Para minimizar funciones es necesario el conocimiento del álgebra booleana y su correcta aplicación.

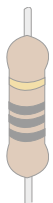
#### Postulados del algebra de Boole

Un conjunto  $B = \{ 0, 1 \}$ , dotado de dos operaciones denotadas por  $+$  y  $\cdot$ , es un álgebra de Boole si y sólo si se verifican los siguientes postulados o leyes. En todos los casos consideramos  $a, b, c \in B$ .

- Las operaciones  $+$  y  $\cdot$  son conmutativas:  $a + b = b + a$  (conmutativa de la suma)  $a \cdot b = b \cdot a$  (conmutativa del producto)

- Las operaciones  $+$  y  $\cdot$  son asociativas:  $a + (b + c) = (a + b) + c$  (asociativa de la suma)  $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$  (asociativa del producto)

- Cada operación es distributiva respecto a la otra:  $+$  respecto a  $\cdot$ :  $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$



**Reglas:**

El álgebra de Boole tiene las siguientes propiedades o reglas:

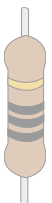
- o Identidad (+):  $a + 0 = a$  a B 2.
- o Elementos dominantes (+):  $a + 1 = 1$  a B 3.
- o Elementos dominantes (-):  $a \cdot 0 = 0$  a B 4.
- o Identidad (-):  $a \cdot 1 = a$  a B 5.
- o Idempotencia (+):  $a + a = a$  6.
- o Complemento (+):  $a + a' = 1$  7.
- o Idempotencia (-):  $a \cdot a = a$  8.
- o Complemento (-):  $a \cdot a' = 0$  9.
- o Involutiva:  $a'' = a$  10.
- o Ley de absorción (dual):  $a + (a \cdot b) = a$  y  $a \cdot (a + b) = a$  11.
- o Ley del consenso (dual):  $a + (a' \cdot b) = a + b$  y  $a \cdot (a' + b) = a \cdot b$

**Teoremas de Morgan**

Morgan propuso dos teoremas que constituyen una parte muy importante del álgebra de Boole.

- El complemento de una suma de variables es igual al producto de los complementos de las variables:  $(a + b)' = a' \cdot b'$  a,b B
- El complemento de un producto de variables es igual a la suma de los complementos de las variables:  $(a \cdot b)' = a' + b'$  a,b B

Estos teoremas son válidos para cualquier número de variables.



# ELECTRONICA

## Ejemplos:

$$\bullet a \cdot b \cdot c = a' + b' + c'$$

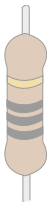
$$\bullet (a + b + c)' = a' \cdot b' \cdot c'$$

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

$$\bullet ((a + b + c) \cdot d)' = (a + b + c)' + d' = (a + b + c)' + d' = (a' \cdot b' \cdot c') + d'$$

$$\bullet ((a \cdot b \cdot c) + (d \cdot e \cdot f))' = (a \cdot b \cdot c)' \cdot (d \cdot e \cdot f)' = (a' + b' + c') \cdot (d' + e' + f')$$

$$\bullet ((a+b) \cdot c' \cdot d' + e + f)' = ((a+b) \cdot c' \cdot d')' \cdot e' \cdot f' = ((a+b)' + c + d) \cdot e' \cdot f' = ((a' \cdot b') + c + d) \cdot e' \cdot f'$$



## SIMPLIFICACIÓN POR KARNAUGH

Este método representa la función simplificada mediante un mapa de karnaugh, en forma de sumas de productos o producto de sumas, está formado por un conjunto de celdas que representa el valor binario de cada entrada, las celdas se están distribuidas de manera que para simplificar la función es necesario agrupar las mismas, la cantidad de celdas depende del número de combinaciones posibles de las variables de entrada.

CD \ AB	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

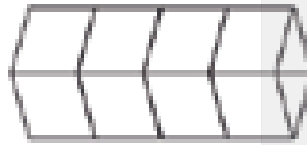
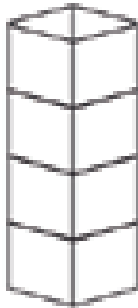
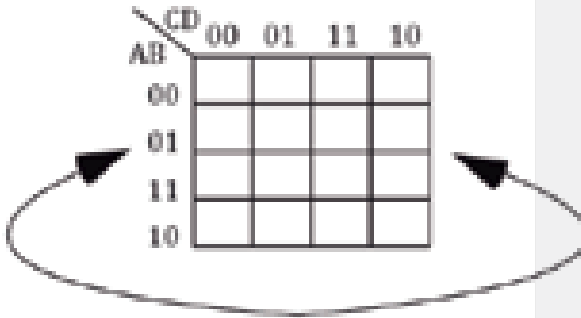
C \ AB	0	1
00		
01		
11		
10		

### *Adyacencia de las celdas*

Se disponen de forma que entre 2 celdas solo cambie el valor de 1 de las variables, aparentemente todas las celdas son adyacentes porque están situadas junto a cualquiera de sus 4 lados, una celda no es adyacente cuando está situada o toca diagonalmente una de sus esquinas.

Puede existir adyacencia cíclica.- las celdas de la fila superior son adyacentes a las de la fila inferior, las celdas de la columna izquierda son adyacentes a las de la columna de la derecha, un mapa de karnaugh puede ser como un cilindro, se tocan las filas superiores e inferiores y las columnas de la izquierda y la derecha.



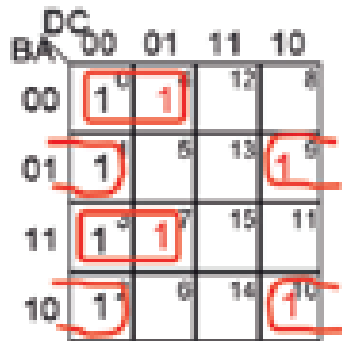
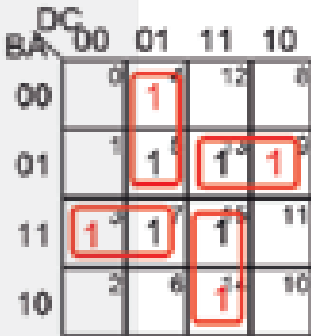
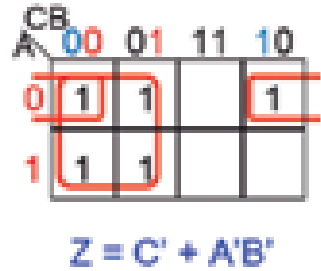
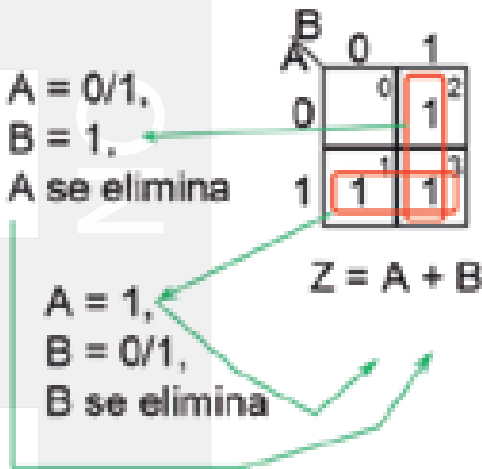


EJEMPLOS:

Simplificación por unos lógicos (minitérminos)

- Agrupar las celdas de valor 1 (minitérminos)
- Cada grupo representa a un término producto
- Un grupo de  $2^k$  celdas elimina  $k$  variables del término resultante
- Grupo de 2 celdas: elimina 1 variable
- Grupo de 4 celdas: elimina 2 variables
- Grupo de 8 celdas: elimina 3 variables





- Identificar primero las celdas que solo tienen una posibilidad de agrupación y agruparlas.
- Continuar con el resto de las celdas.

## Simplificación por ceros lógicos (maxitérminos)

- Agrupar las celdas de valor 0 lógico.
- Cada grupo representa un término suma.
- Un grupo de  $2^k$  celdas elimina  $k$  variables del término resultante.



# ELECTRONICA

	CB			
A	00	01	11	10
0	1 <sup>0</sup>	1 <sup>2</sup>	1 <sup>6</sup>	0 <sup>4</sup>
1	1 <sup>1</sup>	1 <sup>3</sup>	1 <sup>7</sup>	0 <sup>5</sup>

A = 0/1, se elimina  
 B = 0,  
 C = 1, se complementa

$$Z_M = (C' + B)$$

	DC			
BA	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	1	5	13	9
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

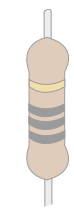
$$Z = (B' + C')(D' + C)$$

	DC			
BA	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	0	5	13	9
11	0	7	15	11
10	0	6	14	10

$$Z = C$$

	DC			
BA	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	1	5	13	9
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
 Diseño combinacional - Mapas de Karnaugh  
 Bioingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos



## CAPITULO IX

## MÓDULOS COMBINACIONALES

*Módulos básicos*

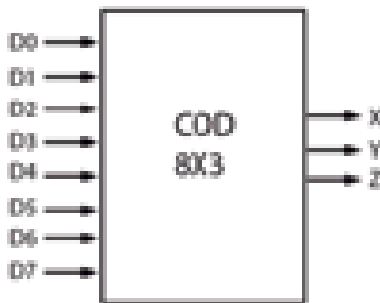
Son bloques funcionales más complejos que las puertas lógicas que realizan una función determinada, se puede obtenerlos a partir de puertas lógicas básicas y se usan para la implementación de funciones booleanas; disponen de señales de control para controlar su funcionamiento

Tipos:

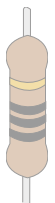
- codificador
- decodificador
- multiplexor
- demultiplexor

*Codificador Binario.*

Dispone de  $2^n$ : número de entradas y n: número de salidas, la salida muestra el código equivalente al número de orden de la entrada.



Nomenclatura: COD  $2^n \times n$  para n salidas





# ELECTRONICA

Ejemplo:

$$X = D4 + D5 + D6 + D7$$

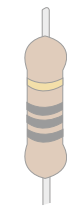
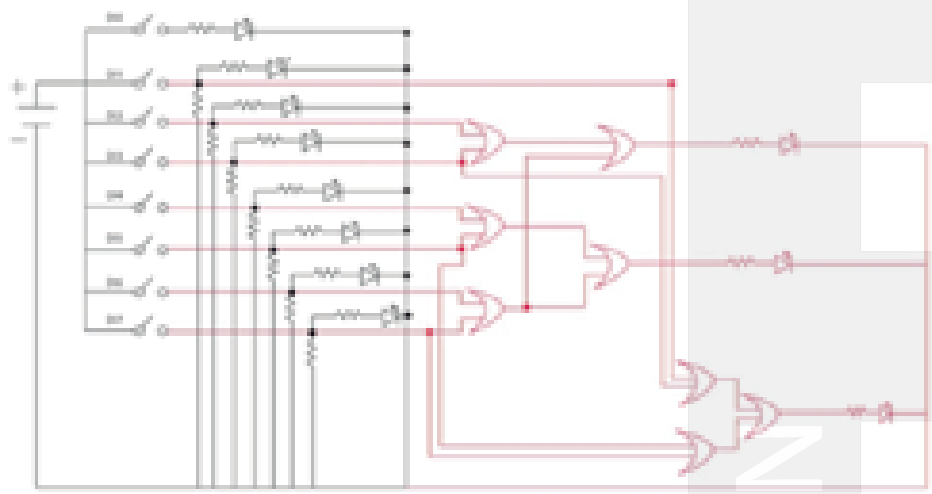
$$Y = D2 + D3 + D6 + D7$$

$$Z = D1 + D3 + D5 + D7$$

TABLA DE VERDAD

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	X	Y	Z
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

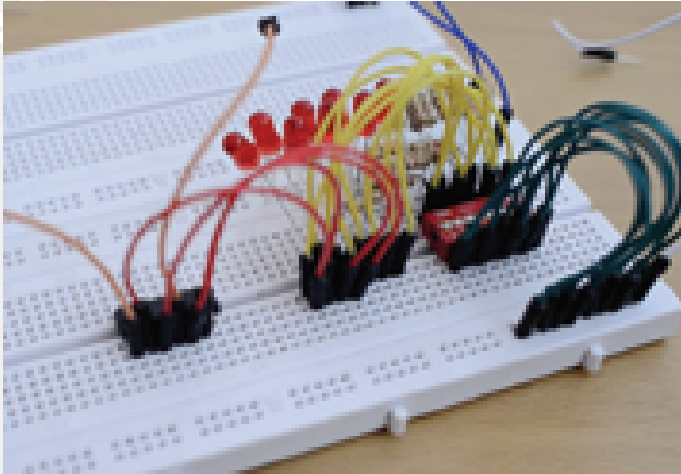
Diagrama de montaje



## Continuación de todo de aprendizaje vía Video:

Ingresa a [http://www.youtube.com/playlist?list=PLcLdL\\_O3Rr7l-F7g604gzEZvnH754-OxO](http://www.youtube.com/playlist?list=PLcLdL_O3Rr7l-F7g604gzEZvnH754-OxO)

## Video 2: Ejercicio de Modulo Combinacional



### DISPLAY DE 7 SEGMENTOS

Es un conjunto de diodos posicionados estratégicamente; existen dos tipos:

- ánodo común 7447
- cátodo común 7448

Código BCD.-

En la electrónica la codificación en binario es un estándar para representar números decimales, cada número decimal es codificado con una secuencia de 4 bits. Como resultado de esto se pueden realizar operaciones aritméticas como suma, resta, multiplicación y división de números en representación decimal, no hay pérdida de la precisión, ni de las inexactitudes que comúnmente se genera con las conversiones de decimal a binario y de binario a decimal.



# ELECTRONICA

Cada dígito decimal tiene una representación binaria codificada con 4 bits:

Decimal:

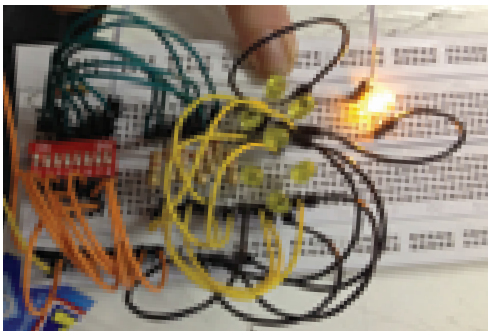
Decimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Los números decimales, se codifican en BCD con los de bits que representan sus dígitos, por ejemplo: la codificación en BCD del número decimal 59237 es:

Decimal	5	9	2	3	7
BCD	0101	1001	0010	0011	0111

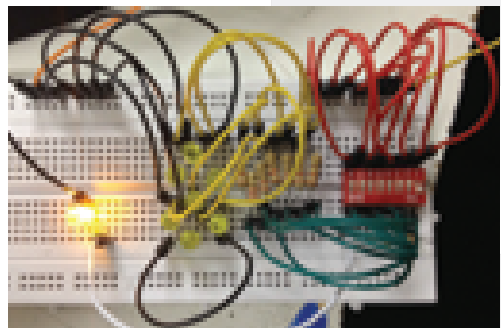
La representación anterior (en BCD) es diferente de la representación del mismo número decimal en binario puro: 1110011101100101

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Electrónica Digital y Microprogramable  
José María Usategui



*Cátodo Común*

*Anodo Común*



## CAPITULO X

## MODULOS ARITMETICOS LOGICOS

## Sumador Binario

Es un circuito que realiza la suma de dos términos binarios. La suma de números binarios de un bit nos puede dar un número binario de tres bits. Así un sumador de dos bits debería tener 2 entradas y tres salidas. A este bit más significativo en la salida se le conoce como el acarreo

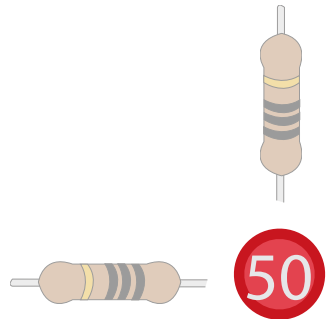
A la salida  $A+B$ , se le conoce también como media suma. Cout, indica el acarreo de salida (carry out). Esta salida se puede usar para conectar en cascada distintos sumadores, de manera que podamos sumar términos de más de un bit. Para ello necesitamos que el circuito disponga de una entrada extra por donde podamos informarle de la suma de los bits anteriores. A este dispositivo se le denomina sumador completo. Su tabla de funcionamiento sería la siguiente:

**Comparadores**

Son circuitos que comparan el valor binario de dos números, proporcionando información de cuál es mayor, menor, o si ambos son iguales. Son sistemas muy usados en ingeniería. Su bloque y tabla de funcionamiento básico son los siguientes.

Referencia Bibliográfica del Capítulo:  
Circuitos Aritméticos  
Nuria Oliva Alonso

VV



# NO

## BIBLIOGRAFIA PARA MANUAL DE PROYECTOS

<http://digitronica.wordpress.com/2009/09/10/electronica-analogica-vs-electronica-digital/>

<http://www.areatecnologia.com/corriente-continua-alterna.ht>

[http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley\\_de\\_ohm.htm](http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley_de_ohm.htm)

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_ley\\_ohm/ke\\_ley\\_ohm\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_ley_ohm/ke_ley_ohm_1.htm)

[http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad\\_ley\\_Ohm.html](http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad_ley_Ohm.html)

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_resistencia/ke\\_resistencia\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_1.htm)

<http://www.slideshare.net/alicianicolas/codificadoresy-decodificadores>



# NO

## BIBLIOGRAFIA PARA MANUAL DE PROYECTOS

<http://digitronica.wordpress.com/2009/09/10/electronica-analogica-vs-electronica-digital/>

<http://www.areatecnologia.com/corriente-continua-alterna.ht>

[http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley\\_de\\_ohm.htm](http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley_de_ohm.htm)

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_ley\\_ohm/ke\\_ley\\_ohm\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_ley_ohm/ke_ley_ohm_1.htm)

[http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad\\_ley\\_Ohm.html](http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad_ley_Ohm.html)

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_resistencia/ke\\_resistencia\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_1.htm)

<http://www.slideshare.net/alicianicolas/codificadoresy-decodificadores>



# NO

## BIBLIOGRAFIA PARA MANUAL DE PROYECTOS

<http://digitronica.wordpress.com/2009/09/10/electronica-analogica-vs-electronica-digital/>

<http://www.areatecnologia.com/corriente-continua-alterna.ht>

[http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley\\_de\\_ohm.htm](http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley_de_ohm.htm)

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_ley\\_ohm/ke\\_ley\\_ohm\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_ley_ohm/ke_ley_ohm_1.htm)

[http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad\\_ley\\_Ohm.html](http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Electricidad_ley_Ohm.html)

[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_resistencia/ke\\_resistencia\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_1.htm)

<http://www.slideshare.net/alicianicolas/codificadoresy-decodificadores>



Editorial Conitos, 2014

Andrea Gavilán

Daniel Granda

Eduardo Zambonino