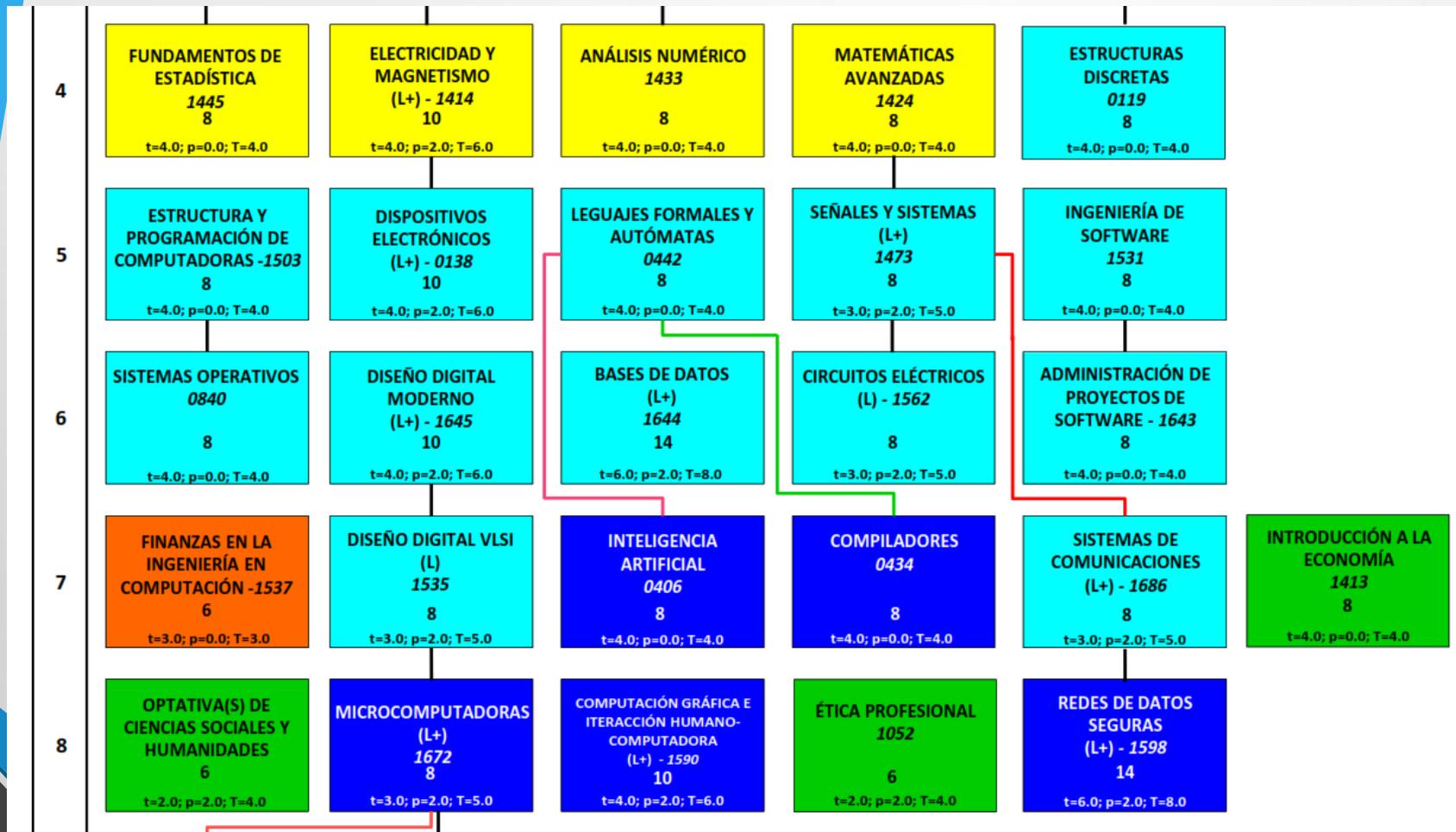


DISEÑO DIGITAL MODERNO

M.I. MARÍA DEL SOCORRO GUEVARA

[http://profesores.fi-b.unam.mx/guevarod/
maria.guevara@ingenieria.unam.edu](http://profesores.fi-b.unam.mx/guevarod/maria.guevara@ingenieria.unam.edu)

Asignatura perteneciente al sexto semestre del plan de estudios de ingeniería en computación, cuenta con 10 créditos (4 horas clase y 2 horas de laboratorio)



Plan de Estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

DISEÑO DIGITAL MODERNO

1645

6

10

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA ELÉCTRICA

**INGENIERÍA
EN COMPUTACIÓN**

**INGENIERÍA
EN COMPUTACIÓN**

División

Departamento

Licenciatura

Asignatura:

Obligatoria

Optativa

Horas/semana:

Teóricas

Prácticas

Total

Horas/semestre:

Teóricas

Prácticas

Total

Modalidad: Curso teórico-práctico

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna

Seriación obligatoria consecuente: Diseño Digital Vlsi

Objetivo(s) del curso:

El alumno diseñará sistemas digitales combinacionales y secuenciales con circuitos integrados.

Objetivo del Curso

El alumno diseñará sistemas digitales combinacionales y secuenciales con circuitos integrados

Temario

1. Introducción
2. Sistemas numéricos y códigos
3. Álgebra booleana y compuertas lógicas
4. Circuitos combinacionales
5. Circuitos secuenciales

BIBLIOGRAFÍA

AUTOR NEAL RONALD TOCCI

Sistemas Digitales Principio y aplicaciones

11ª Edición

Pearson

THOMAS FLOYD

Fundamentals of Digital systems

Prentice Hall

JOHN F. WAKERLY.

Digital Design Principles and Practices

Prentice Hall

MORRIS MANO, M.

Digital Design

Prentice Hall

BROWN STEPHEN, VRANESIC ZVONKO

Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design

McGraw-Hill

Forma de Evaluar

- 30% Exámenes Parciales.
- 20% Proyectos.
- 25 % Presentaciones ejercicios (temas de clase).
- 15 % Tareas y ejercicios.
- 10 % Calificación acreditada de laboratorio.

Continuación de la forma de evaluar

- Primer final por partes.
- Segundo final completo= Calificación final.
- **NP únicamente para alumnos que no se tuvo comunicación por algún medio.**

Tabulador de la Calificación Final

$$6 \text{ a } 6.6 = 6$$

$$6.7 \text{ a } 7.6 = 7$$

$$7.7 \text{ a } 8.6 = 8$$

$$8.7 \text{ a } 9.3 = 9$$

$$9.4 \text{ a } 10 = 10$$

Continuación de la forma de evaluar

- Se presentaran ejemplo de ejercicios del tema que se este estudiando, en equipo de máximo 2 alumnos.
 - Los ejercicios no deben de exceder a 15 min.
 - Sera decisión del equipo la forma en realizar la exposición.
 - Se dejara ejercicios de tarea, la cual se calificará.
 - Entregar la evidencia de su trabajo presentado, así como el o los ejercicios de tarea (con solución).

Temario

- ❖ Introducción a los Sistemas Digitales.
- ❖ Circuitos Combinacionales baja escala de Integración.
- ❖ Circuitos Combinacionales mediana escala de Integración.
- ❖ Circuitos Secuenciales.
- ❖ Cartas ASM.

Introducción:

Electrónica es el manejo y uso de señales eléctricas en forma de información codificada que utilizan los dispositivos electrónicos.

Sistema es un conjunto de objetos con características propias que se complementan para dar lugar a otros objetos con nuevas características propias y únicas.

En los sistemas electrónicos se analizan dos tipos de señales que dan lugar a los dos grandes grupos en los que se divide la electrónica:

- **Señales analógicas**
- **Señales digitales.**

Electrónica Analógica

Esta electrónica basa su funcionamiento en trabajar señales continuas en el tiempo como son voltajes, corrientes, frecuencias, velocidad entre otras, y puedan tomar valores infinitos. Algunas de sus aplicaciones principales es amplificar voltajes, corrientes así comparar las distintas señales. Este tipo de electrónica se puede catalogar como una rama “clásica” de la Electrónica.

Podemos observar la representación de algunas señales analógica como es el **Audio**



Temperatura



Velocidad



Electrónica Digital

Esta electrónica es una rama de la electrónica que es basada en una codificación de voltajes discretos también llamados niveles lógicos.

Lo interesante de la electrónica digital es trabajar con señales de la electrónica analógica que es la que tenemos en el mundo exterior (temperatura, presión, voltaje, etc.) se puedan simbolizar en un circuito digital por medio de voltajes o niveles lógicos que nos representen estas señales, además de trabajar con un código específico, sencillo y definido como es el sistema de binario. Cada nivel lógico corresponde a un dígito en el sistema de numeración binario (base 2). Los dígitos binarios, también llamados bits (0 y 1) son suficientes para escribir cualquier número. Otro sistema numérico utilizado con frecuencia es el sistema hexadecimal (Base 16) por la facilidad de trabajar con la combinación de cuatro dígitos binarios como manera compacta de la escritura de la información binaria.



Audio



Electrónica Digital



Temperatura

Velocidad

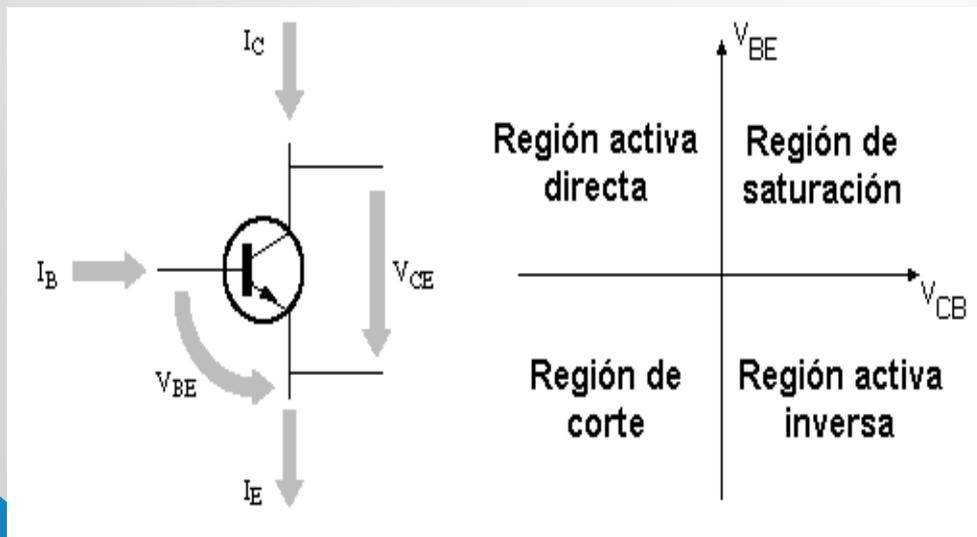
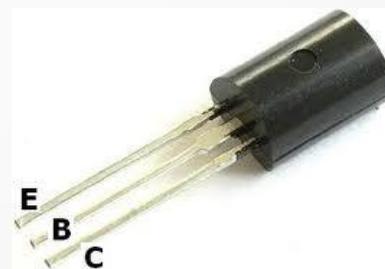


Electrónica Digital

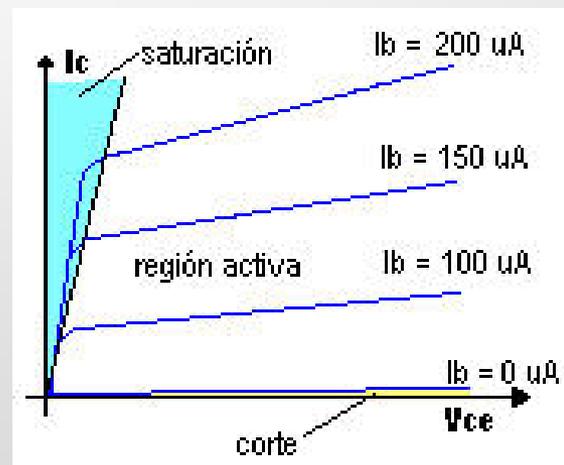
La electrónica Digital trabaja con un dispositivo electrónico básico muy importante que es **el transistor** (TBJ, FET, MOSFET), utilizando estos dispositivos en su principal funcionamiento al ser polarizado en la región de corte y saturación.

Utilizando estas dos regiones son relacionadas al sistema numérico binario.

El transistor TBJ



Región activa directa Región de saturación
Región de corte Región activa inversa

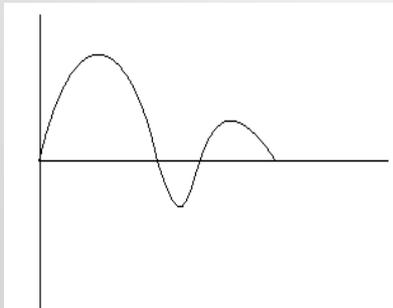
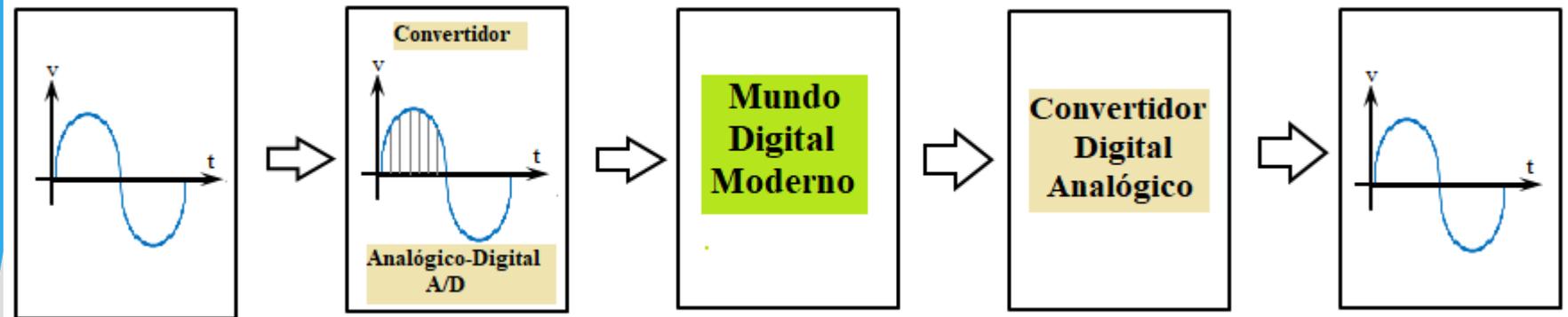


Electrónica analógica & digital

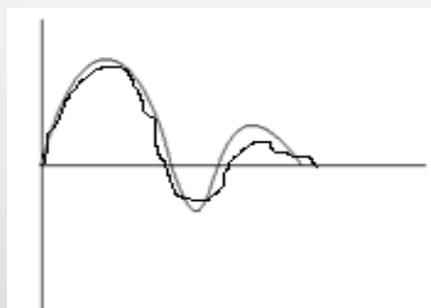
La diferencia principal entre la electrónica analógica y la digital se puede indicar simplemente:

Los voltajes análogos son continuamente variables entre los valores definidos y los voltajes digitales pueden variar solamente por distintos o discretos pasos.

Señal Analógica a Señal Digital



Fuente de audio original

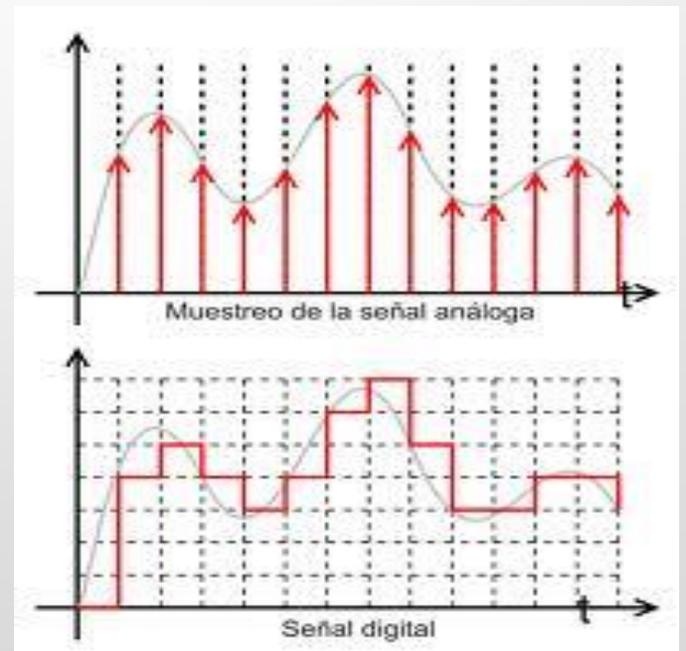
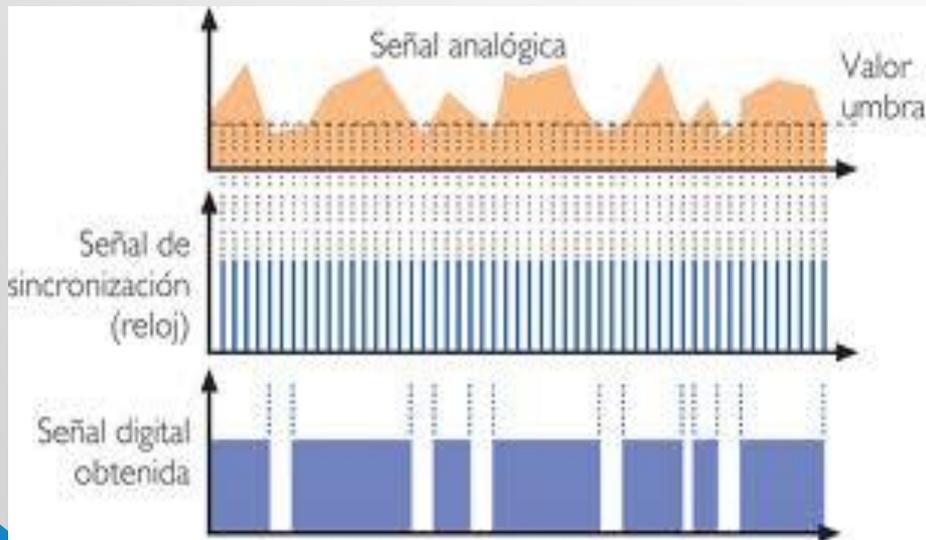
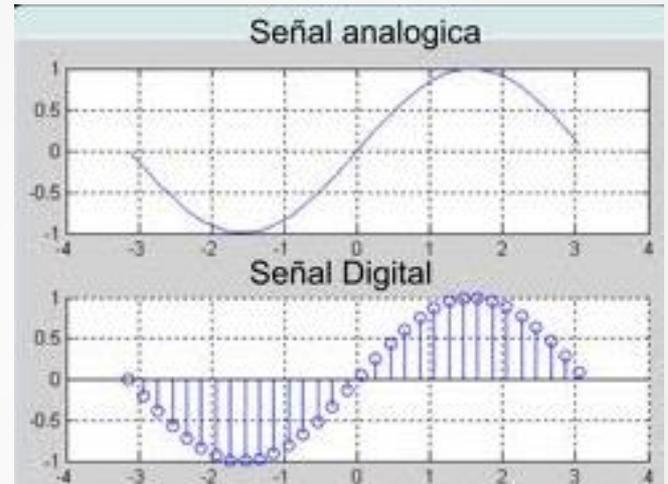
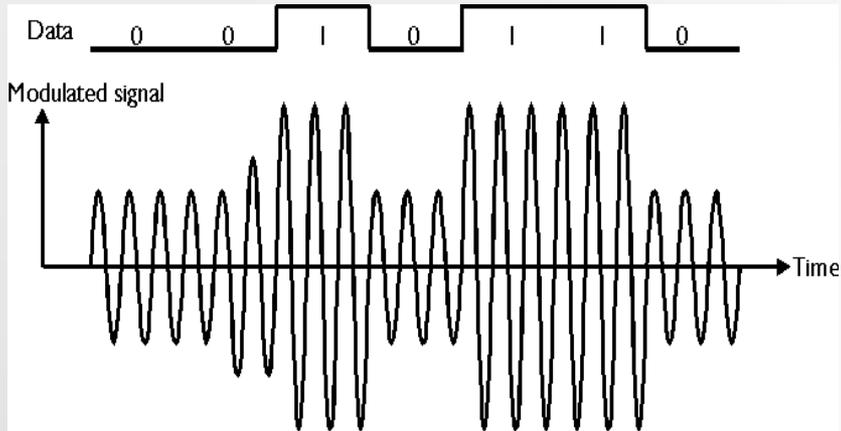


Reproducción analógica (con distorsión)



Reproducción digital (simplificada)

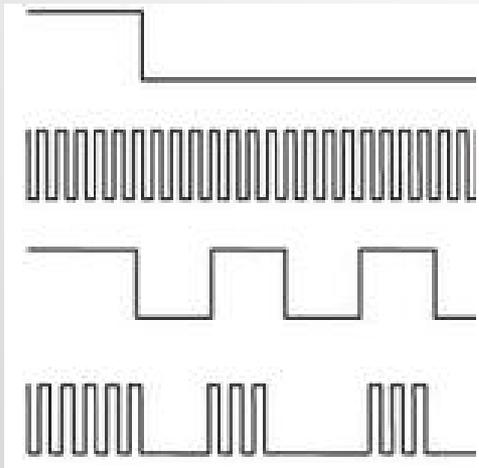
EJEMPLOS ANALÓGICO A DIGITAL



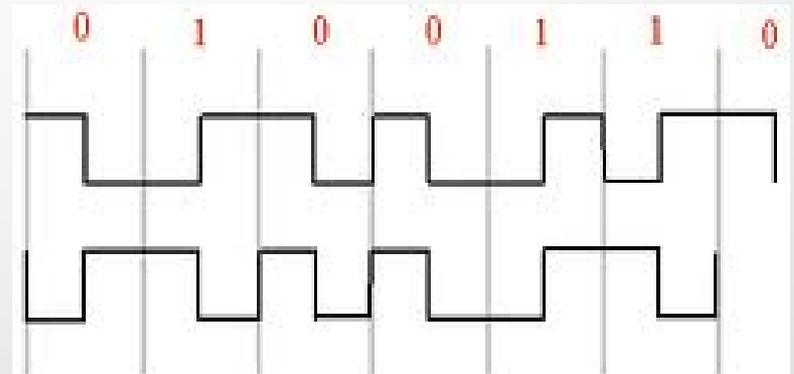
Una **señal Digital** es la representación de alguna cantidad que varía en forma discreta (muestras de una señal continua).

Por ejemplo:

- Señal del Reloj



- Señal Digital Binaria



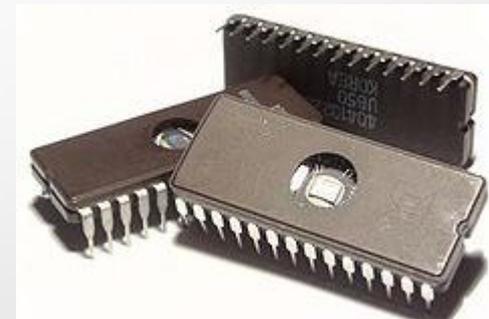
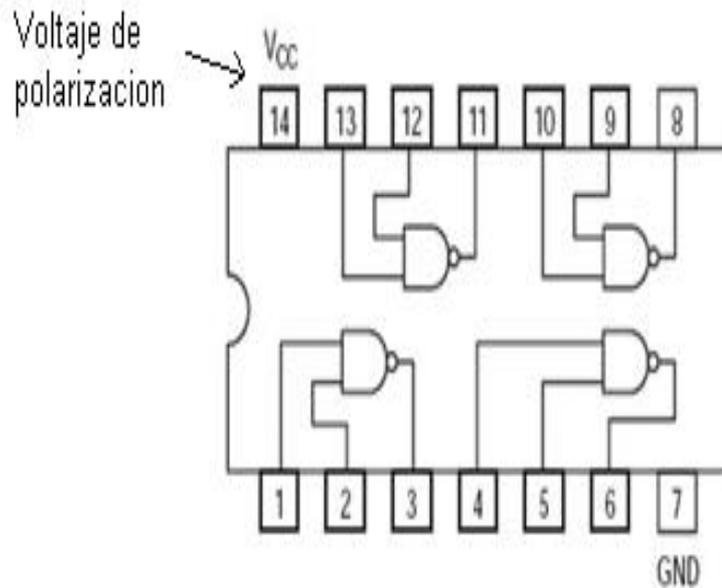
CIRCUITOS INTEGRADOS

- Todos los elementos y funciones lógicas están disponibles como circuitos integrados (CI).
- Los sistemas digitales, debido a su reducido tamaño, su alta fiabilidad, su bajo costo, y su bajo consumo de potencia han estado trabajando con los CI.
- Existen diferentes encapsulados de los CI es importante conocer las diferentes características que presentan como son:
 - Saber cómo se enumeran los pines, así como estar familiarizado con la forma en que la complejidad de los circuitos y su tecnología determinan las distintas clasificaciones de los circuitos integrados.

Circuitos Integrados

SN74LS00

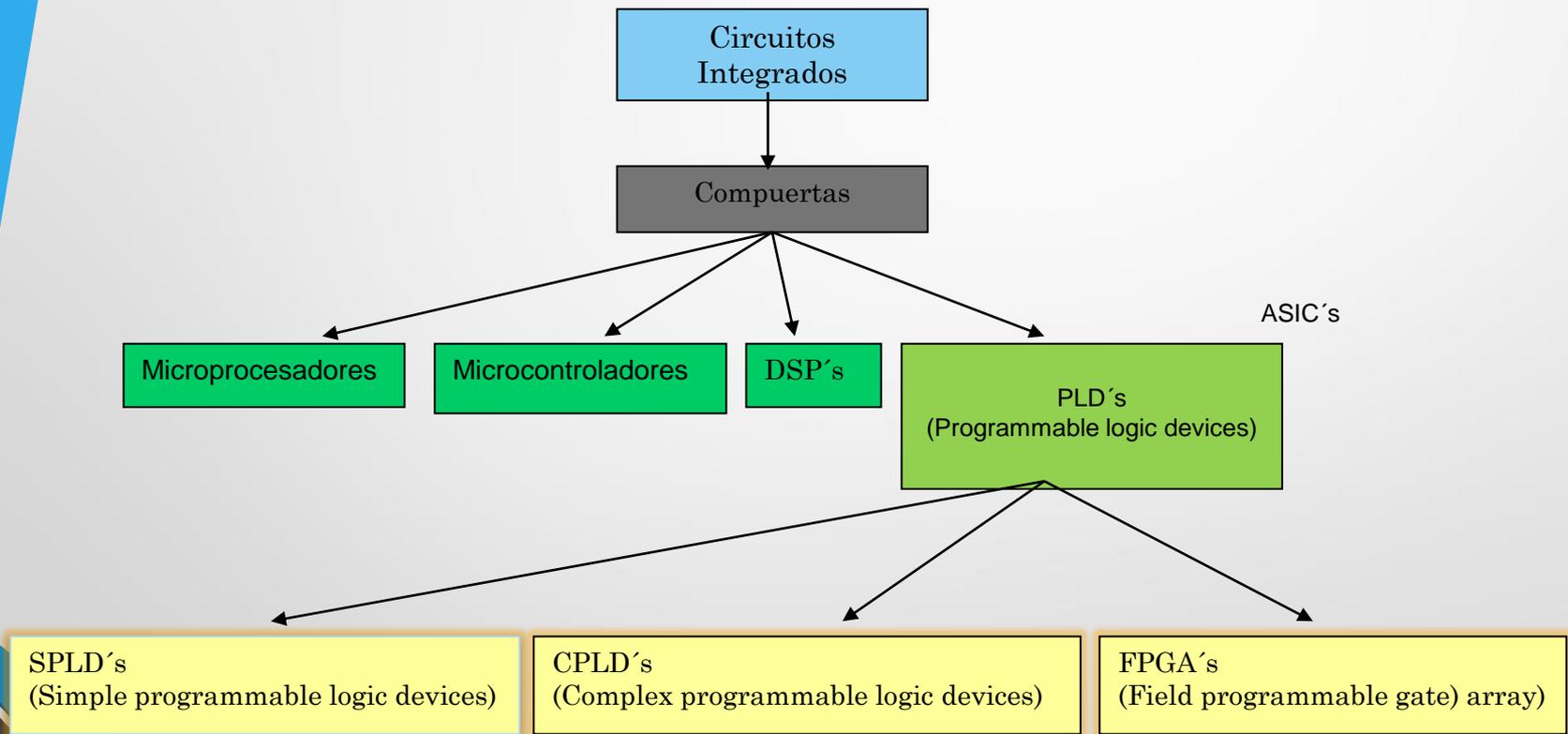
Quad 2-Input NAND Gate



CLASIFICACIÓN DE LOS CI (CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN)

Clasificación	Transistores	Componentes	Tecnología	Año
SSI. Small Scale Integration	<100	CI de función fija, hasta 10 compuertas básicas y Flip-Flop's	ECL, TTL	1958
MSI. Medium Scale Integration	100 a 1000	Contiene entre 10 y 100 compuertas equivalentes incluyen funciones lógicas como decodificadores, codificadores, contadores, registros, multiplexores, circuitos aritméticos, memorias pequeñas y otras.(combinacionales y secuenciales)	ECL, TTL	1965
LSI. Large Scale Integration	1000 a 10000	Entre 100 y 10000 compuertas equivalentes por chip incluyen memorias (microprocesadores, Microcontroladores, memorias)	CMOS	1970
VLSI. Very Large Scale integration	10000 a 100000	Entre 10000 y 100000 compuertas equivalentes (microprocesadores, DSP, memorias)	BICMOS	1978
ULSI. Ultra large Scale integration	100000 a 1000000	Memorias de gran capacidad, grandes microprocesadores en un solo chip (100000 compuertas equivalentes) microprocesadores avanzados.	CMOS	1985
GLSI. Giga Large Scale Integration	>1000000	Microprocesadores de última generación	CMOS	1990

Clasificación de los Circuitos Digitales por su aplicación



Circuitos Integrados PLD's (Programmable logic devices)

En los dispositivos lógicos programables es necesario contar con una plataforma de diseño como pueden ser ISPLEVER de lattice, ISE de xilinx, o bien MAXPLUS II de altera. así también como un lenguaje de descripción de hardware como puede ser VHDL, VERILOG ó AHDL, y por último el dispositivo a trabajar como pueden ser los SPLD's (GAL22V10D), CPLD's (EMP3032), o FPGA's (XC3S200).

Características:

- Ofrecer un producto en menor tiempo de diseño.
- Competitivos.
- Reducir material de fabricación.
- Capacidad de rediseño sin complicación.
- Ventajas de las técnicas digitales
- Generalmente los sistemas digitales son más fáciles de diseñar.
- Es más fácil almacenar información.
- Es más fácil mantener la precisión y la exactitud en todo el sistema.
- La operación puede programarse.
- Los circuitos digitales son más resistentes al ruido.
- Pueden fabricarse más circuitos digitales en los CI.

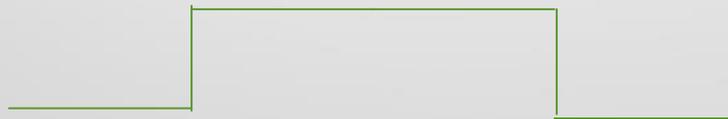
SEÑALES PERIÓDICAS



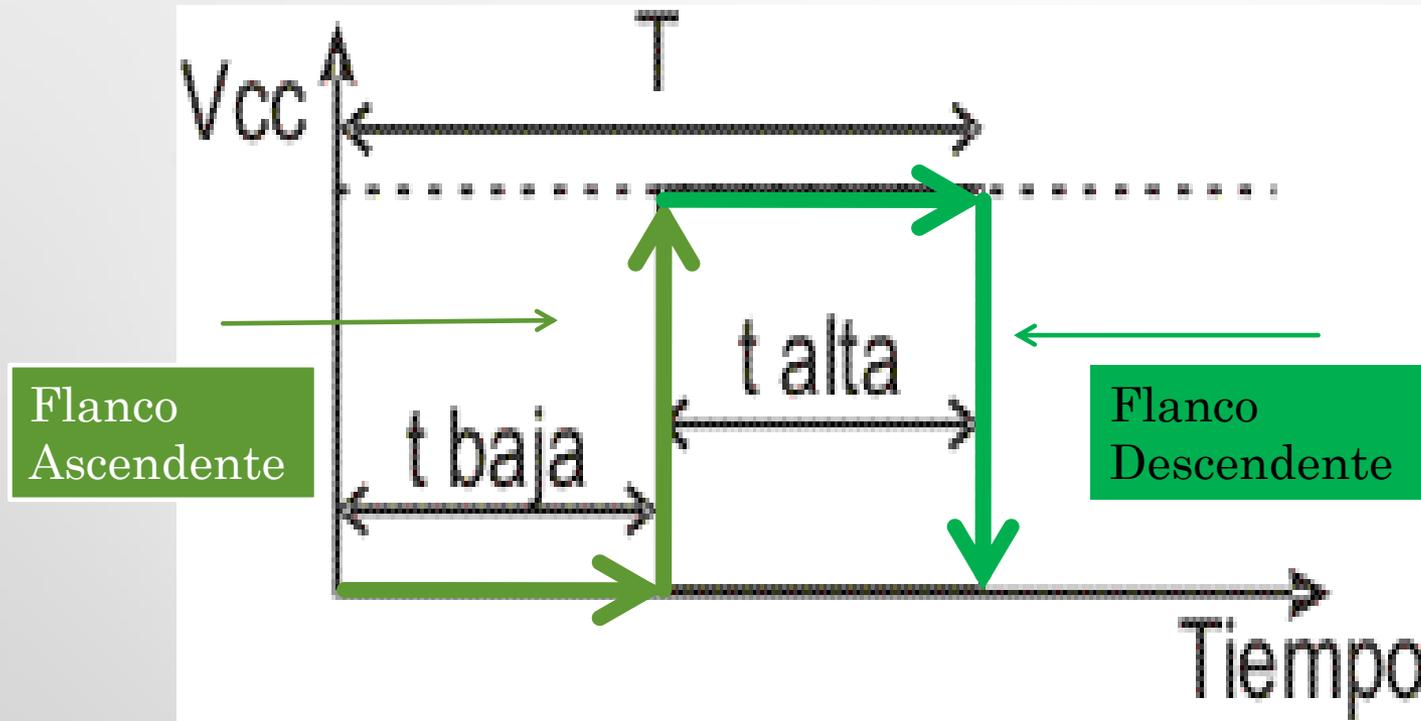
SEÑALES APERIÓDICAS



SEÑALES IMPULSO

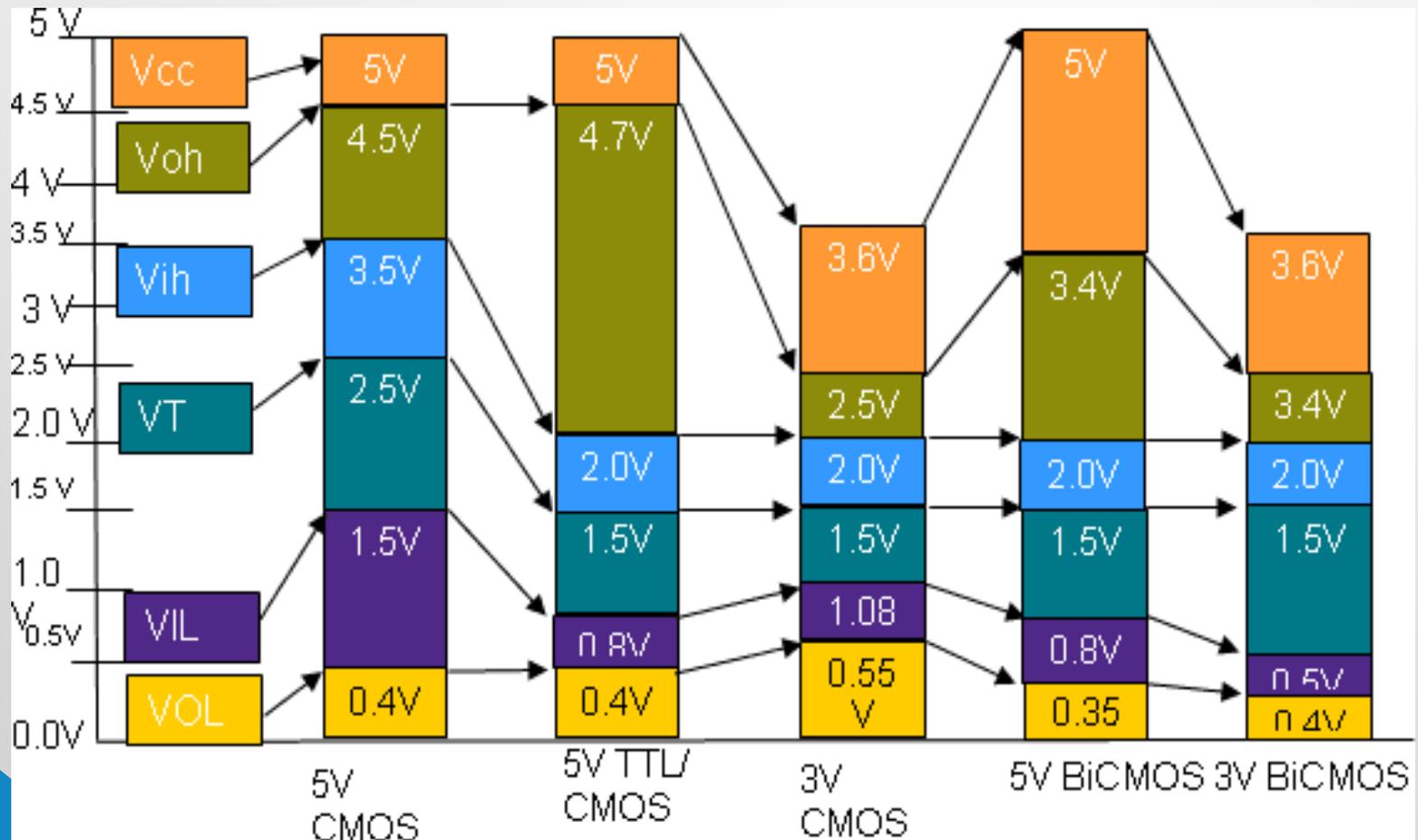


Características de una Señal Digital



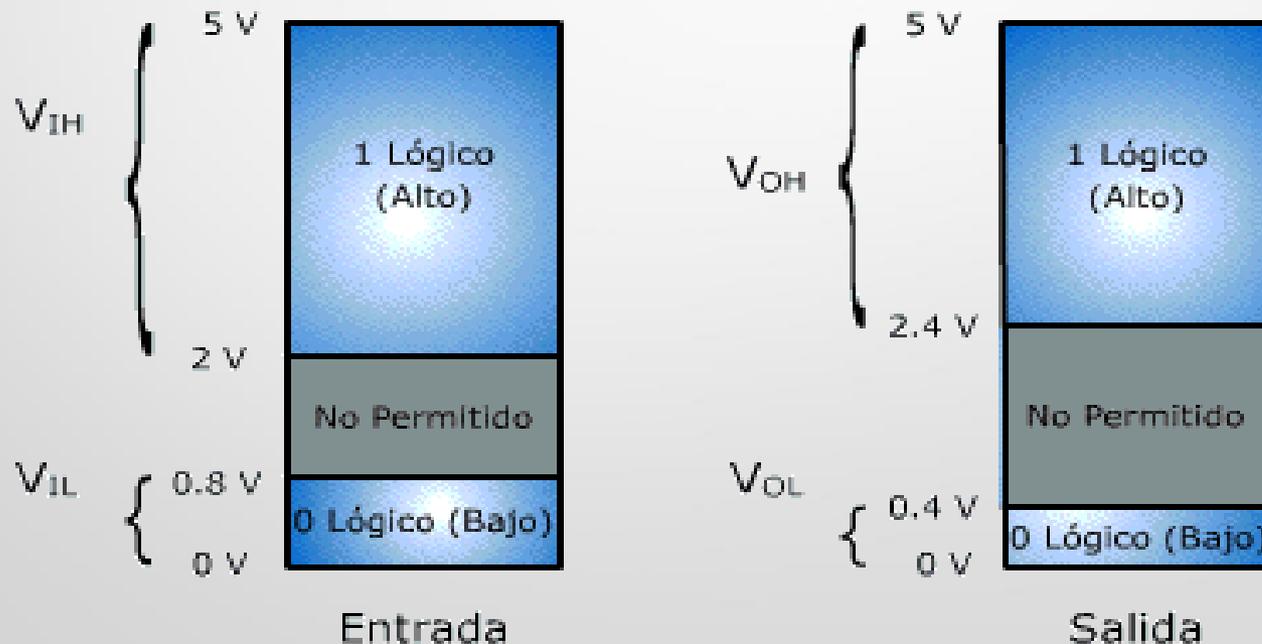
Niveles Lógicos Digitales.

Los niveles nos proporcionan una referencia eléctrica acerca de los parámetros mínimos (voltaje) requeridos por una plataforma tecnológica para su integración.



Niveles Lógicos Digitales (TTL)

- **NIVEL LÓGICO**. Un nivel de voltaje que representa un estado digital definido en un circuito electrónico.
- **LÓGICO ALTO** (1=Alto=H (High)=V_{cc}=Rojo=encendido) el más alto de dos voltajes en un sistema digital con dos niveles lógicos.
- **LÓGICO BAJO** (0=Bajo=L (Low) =Gnd=Negro=Apagado) el más bajo de dos voltajes en un sistema digital con dos niveles lógicos.



- **LÓGICA POSITIVA** Un sistema en el cual el lógico BAJO esta representado por el dígito binario “0” y el alto de la lógica esta representado por el dígito binario “1”.
- **LOGICA NEGATIVA** Un sistema en el cual el lógico BAJO esta representado por el dígito binario “1” y el alto de la lógica esta representado por el dígito binario “0”.

Sistemas de Numeración o Códigos.

- Sistema de Números Decimales: Diez Dígitos del 0 al 9.
- Sistemas de Números Binarios: Dos Dígitos 0 o 1.
 - Bit: 1 o 0
 - Byte: Conjunto de 8 Bit's.
 - Nibble: conjunto de 4 bit's.
- Sistema Octal.
- Sistema Hexadecimal (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F)
- Código BCD
- Código Exceso a 3
- Código de dos a Cinco
- Código Gray
- Código Gray Reflejado
- Código 7 Segmentos
- Complemento a 1
- Complemento a 2

SISTEMAS DE NUMERACIÓN O CÓDIGOS.

Binario o base 2 que consta de solo dos símbolos 0 y 1.

Octal o base 8 consta de ocho símbolos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) y es una representación corta del binario.

ejemplo $111101110_{(2)} = 756_{(8)}$.

Hexadecimal o base 16 consta de 16 símbolos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F), es la representación corta mas usada del binario

Ejemplo $111101111010_{(2)} = F7A_{(16)}$.

<i>Decimal</i>	<i>Binario</i>	<i>Octal</i>	<i>Hexadecimal</i>	<i>Quinario</i>	<i>Base 11</i>
$N_{(10)}$	$N_{(2)}$	$N_{(8)}$	$N_{(16)}$	$N_{(5)}$	$N_{(11)}$
0	0	0	0		0
1	1	1	1		1
2	10	2	2		2
3	11	3	3		3
4	100	4	4		4
5	101	5	5		5
6	110	6	6		6
7	111	7	7		7
8	1000	10	8		8
9	1001	11	9		9
10	1010	12	A		A
11	1011	13	B		10
12	1100	14	C		11
13	1101	15	D		12
14	1110	16	E		13
15	1111	17	F		14
16	10000	20	10		15
17	10001	21	11		16

En un número de notación posicional el dígito más significativo es la tiene la ponderación más alta (MSD) y se encuentra más a la izquierda y el dígito menos significativo es la que tiene es la tiene la ponderación más baja (LSD) y se encuentra más a la derecha



MSD Dígito mas significativo

LSD Dígito menos significativo

En el caso del sistema binario se le llama **Bit** al Dígito Binario.

MSB → **1** **0** **1** **1** **1** → **LSB**
(2)

MSB Bit mas significativo

LSB Bit menos significativo

- **Bit** = La Unidad de medida más pequeña de la información digital. Un bit sólo tiene dos posibles valores: 0 o 1.

Byte = Digital, equivalente a una palabra de 8 bits.

- El byte es una unidad común de almacenamiento en un sistema de cómputo y es sinónimo de carácter de datos o de texto; 100,000 bytes equivalen a 100,000 caracteres.
- Los bytes se emplean para hacer referencia a la capacidad del hardware, al tamaño del software o la información.
- Se llama también octeto.

Código BCD

(Binary - Coded Decimal)

Decimal

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

BCD

0000

0001

0010

0011

0100

0101

0110

0111

1000

1001

Código Exceso 3

Decimal

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

BCD

0011

0100

0101

0110

0111

1000

1001

1010

1011

1100

Código Gray

Decimal	Gray	Decimal	Gray
0	0000	8	1100
1	0001	9	1101
2	0011	10	1111
3	0010	11	1110
4	0110	12	1010
5	0111	13	1011
6	0101	14	1001
7	0100	15	1000

Binario	Decimal
0	0
1	1
10	2
100	4
1000	8
10000	16
100000	32
1000000	64
10000000	128
100000000	256
1000000000	512
10000000000	1024

Código Binario

Decimal

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

BINARIO

0000

0001

0010

0011

0100

0101

0110

0111

1000

1001

1010

Las **funciones booleanas** están constituidas de variables booleanas que pueden tomar los valores de cero lógico ó uno lógico.

Operadores booleanos básicos:

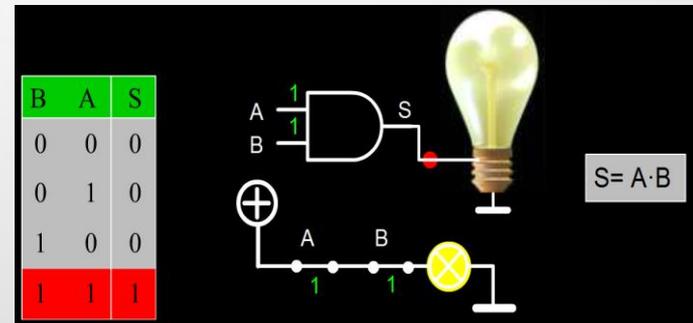
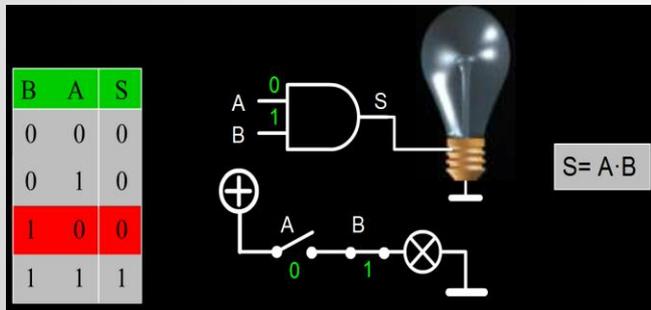
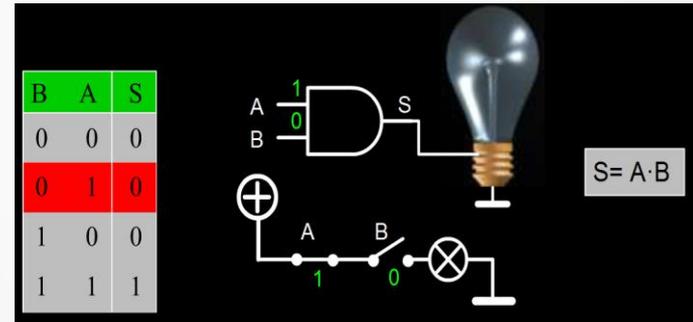
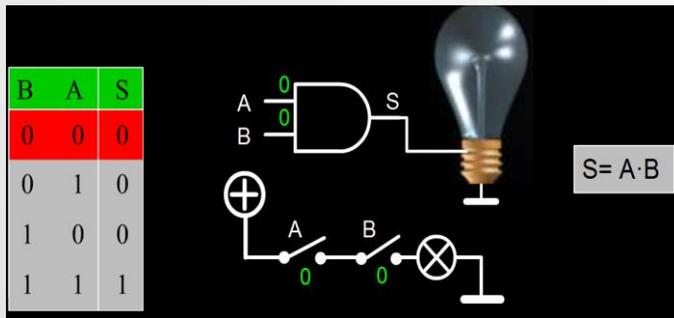
1. NOT ($\bar{\quad}$)
2. AND ($*$)
3. OR ($+$)

$$F(A) = \text{NOT } \bar{A} = A$$

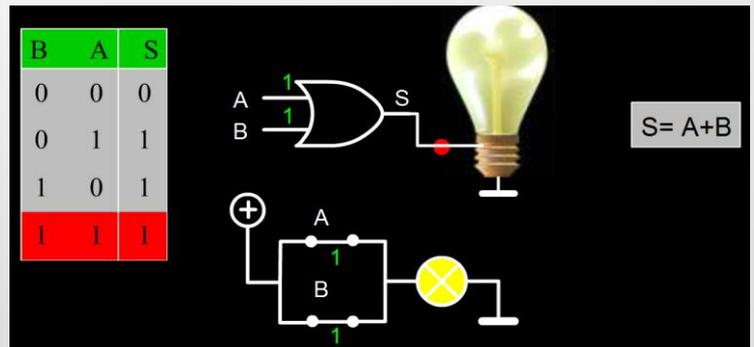
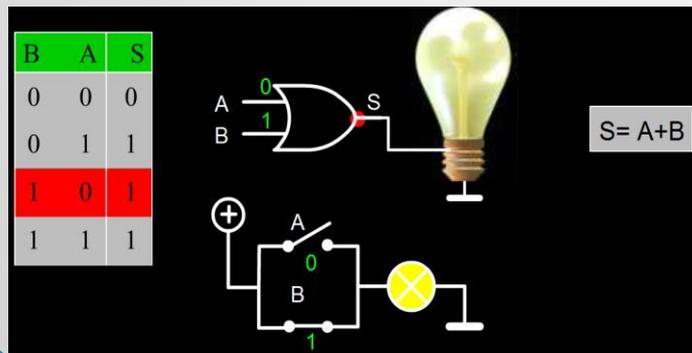
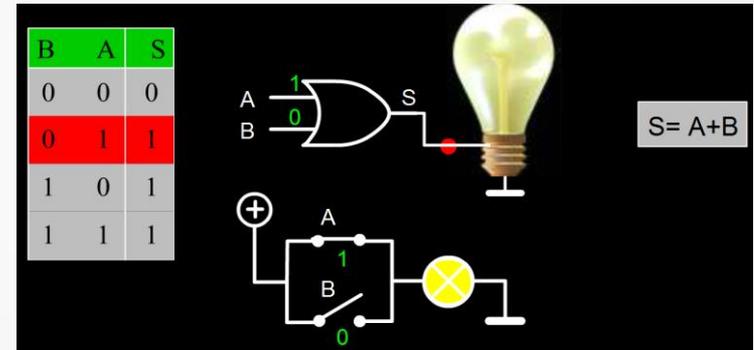
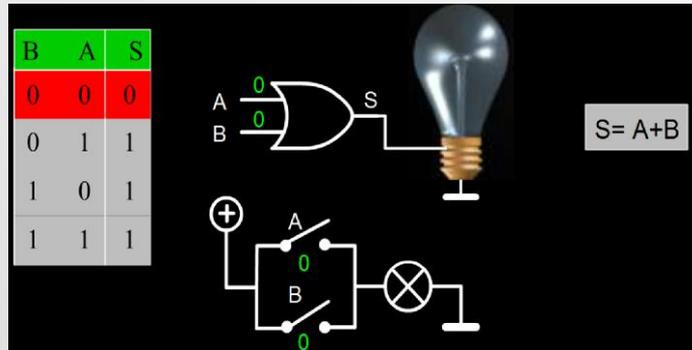
$$F(A,B) = A \text{ AND } B$$

$$F(A,B) = A \text{ OR } B$$

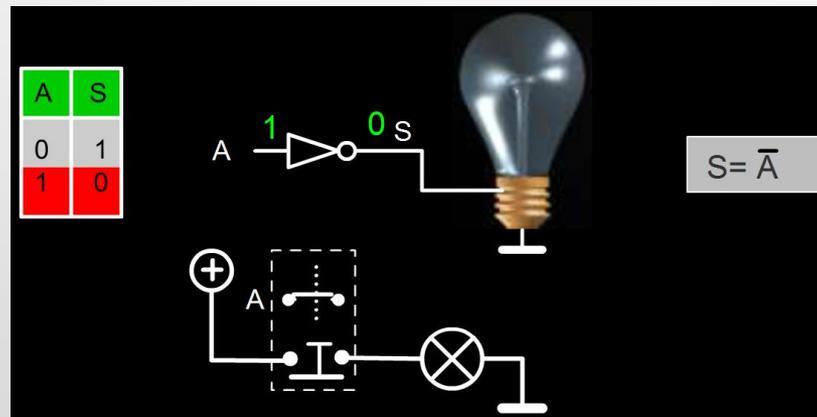
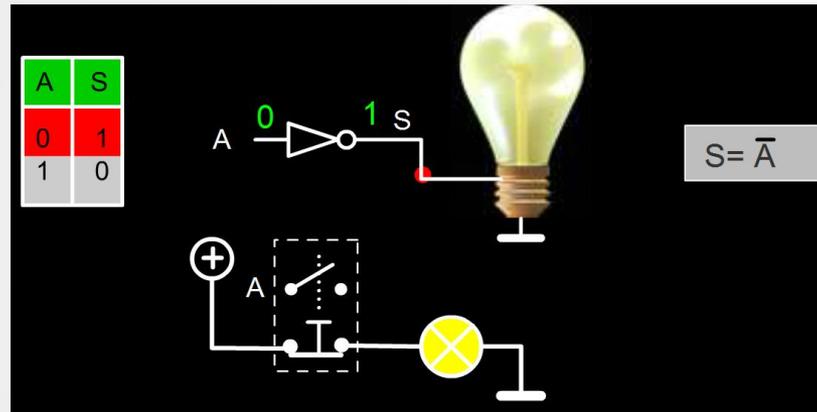
Compuerta AND



Compuerta OR

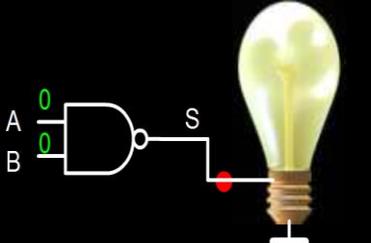


Inversor (NOT)



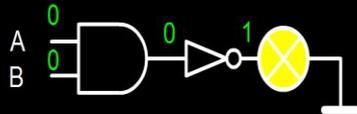
Compuerta NAND

B	A	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



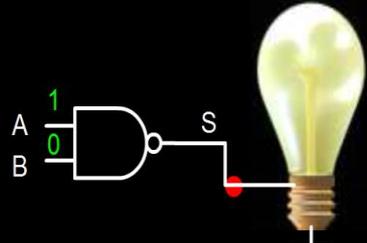
A NAND gate with inputs A and B. Input A is 0, input B is 0. The output S is connected to a light bulb, which is lit.

$S = \overline{A \cdot B}$



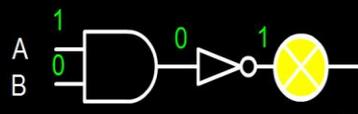
A NAND gate with inputs A and B. Input A is 0, input B is 0. The output is 0, which goes through an inverter to become 1, lighting the light bulb.

B	A	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



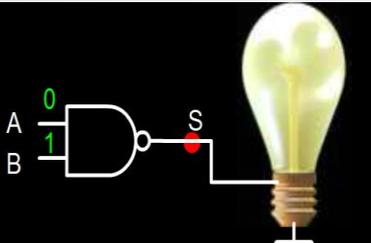
A NAND gate with inputs A and B. Input A is 1, input B is 0. The output S is connected to a light bulb, which is lit.

$S = \overline{A \cdot B}$



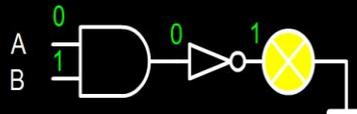
A NAND gate with inputs A and B. Input A is 1, input B is 0. The output is 0, which goes through an inverter to become 1, lighting the light bulb.

B	A	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



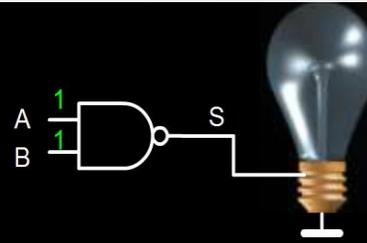
A NAND gate with inputs A and B. Input A is 0, input B is 1. The output S is connected to a light bulb, which is lit.

$S = \overline{A \cdot B}$



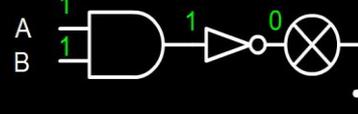
A NAND gate with inputs A and B. Input A is 0, input B is 1. The output is 0, which goes through an inverter to become 1, lighting the light bulb.

B	A	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A NAND gate with inputs A and B. Input A is 1, input B is 1. The output S is connected to a light bulb, which is not lit.

$S = \overline{A \cdot B}$



A NAND gate with inputs A and B. Input A is 1, input B is 1. The output is 1, which goes through an inverter to become 0, so the light bulb is not lit.

Compuerta NOR

B	A	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$S = \overline{A+B}$

$S = \overline{A+B}$

B	A	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$S = \overline{A+B}$

$S = \overline{A+B}$

B	A	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$S = \overline{A+B}$

$S = \overline{A+B}$

B	A	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$S = \overline{A+B}$

$S = \overline{A+B}$

Materia

- Proto-board
- Jumper's o cable para alambrear calibre 22
- Pila recargable de 5 volts
- Pila 9 volt's (Regulador 7805, Conector para pila de 9 volts)
- Par de cables caimán-caimán.
- Compuertas 7408, 7432, 7404, 7402, 7400, 7486.
- Led's
- Resistencias 330Ω $\frac{1}{4}$ Watts (naranja, naranja, café)

Material

