Diseño Digital Moderno

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

OBJETIVO

El alumno comprenderá la importancia de los sistemas digitales, por lo que al terminar la introducción deben ser capaz de contestar las siguientes preguntas: **Tarea 1.1**

❖¿Qué son los sistemas digitales?

❖Importancia de los sistemas digitales

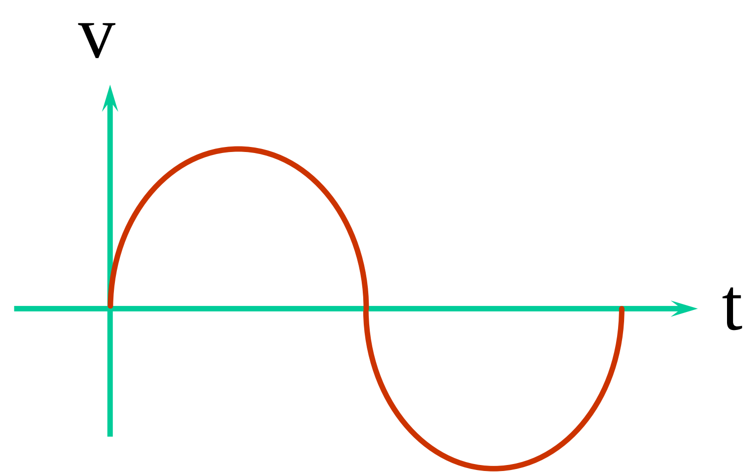
❖Ejemplos de sistemas digitales de uso cotidiano.

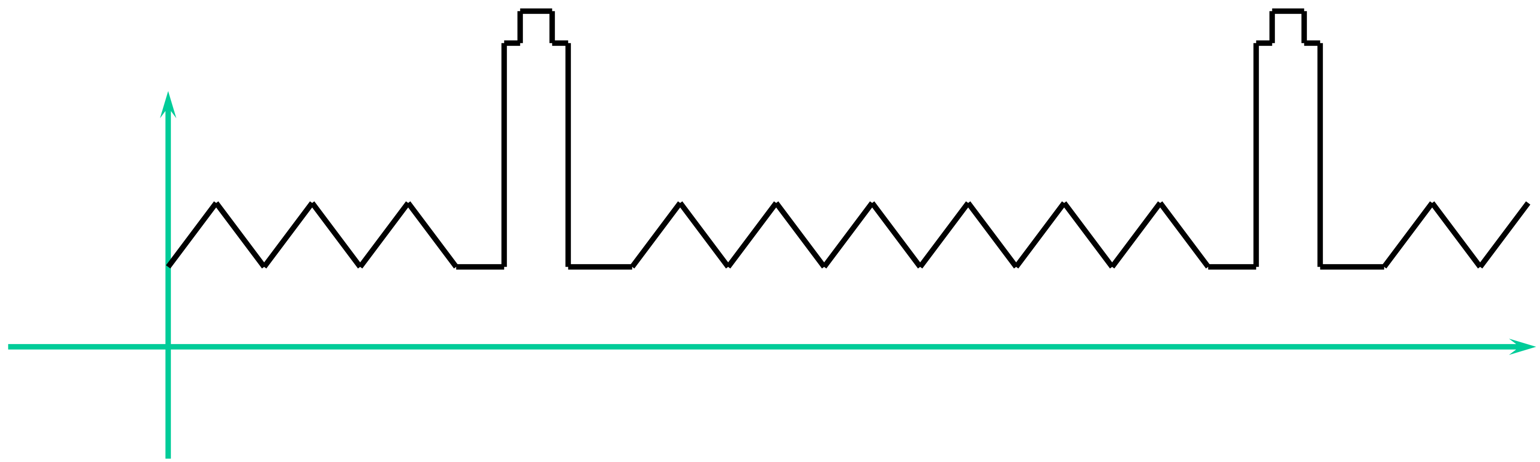
❖Herramientas modernas para el desarrollo de sistemas digitales.

Las **señales** comúnmente empleadas en sistemas digitales, se clasifican en dos tipos: **analógicas y digitales**.

Una ***señal analógica*** es la representación de alguna cantidad que puede variar continuamente en el tiempo. Por ejemplo:

1) Onda senoidal

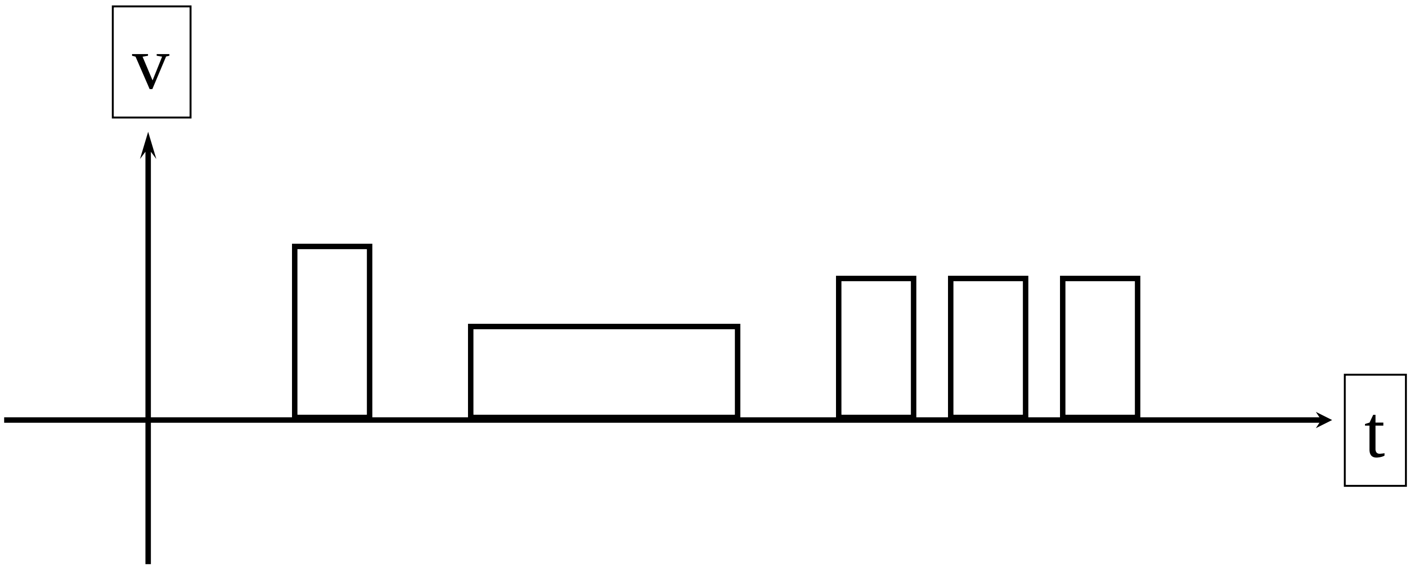




3) Señal de audio
4) Señal de temperatura
5) Velocímetro analógico

Así que, al haber **señales analógicas**, es equivalente a hablar de **señales continuas en el tiempo.**

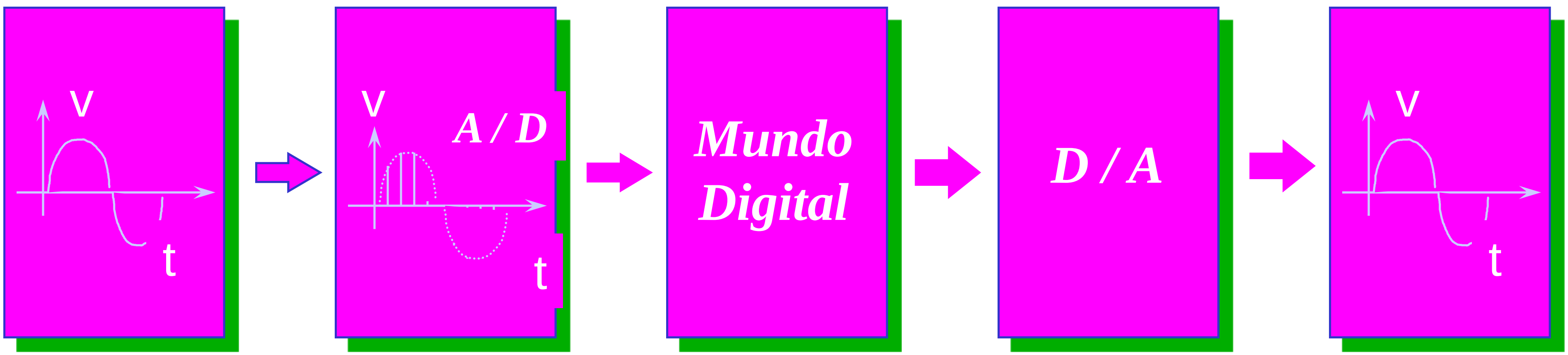
Una ***señal digital*** es la representación de alguna cantidad que **varía en forma discreta** (muestras de una señal continua). Por ejemplo:



Algunos dispositivos digitales son:

1. Reloj digital
2. Display digital
3. Calculadoras
4. Computadoras

Analógico



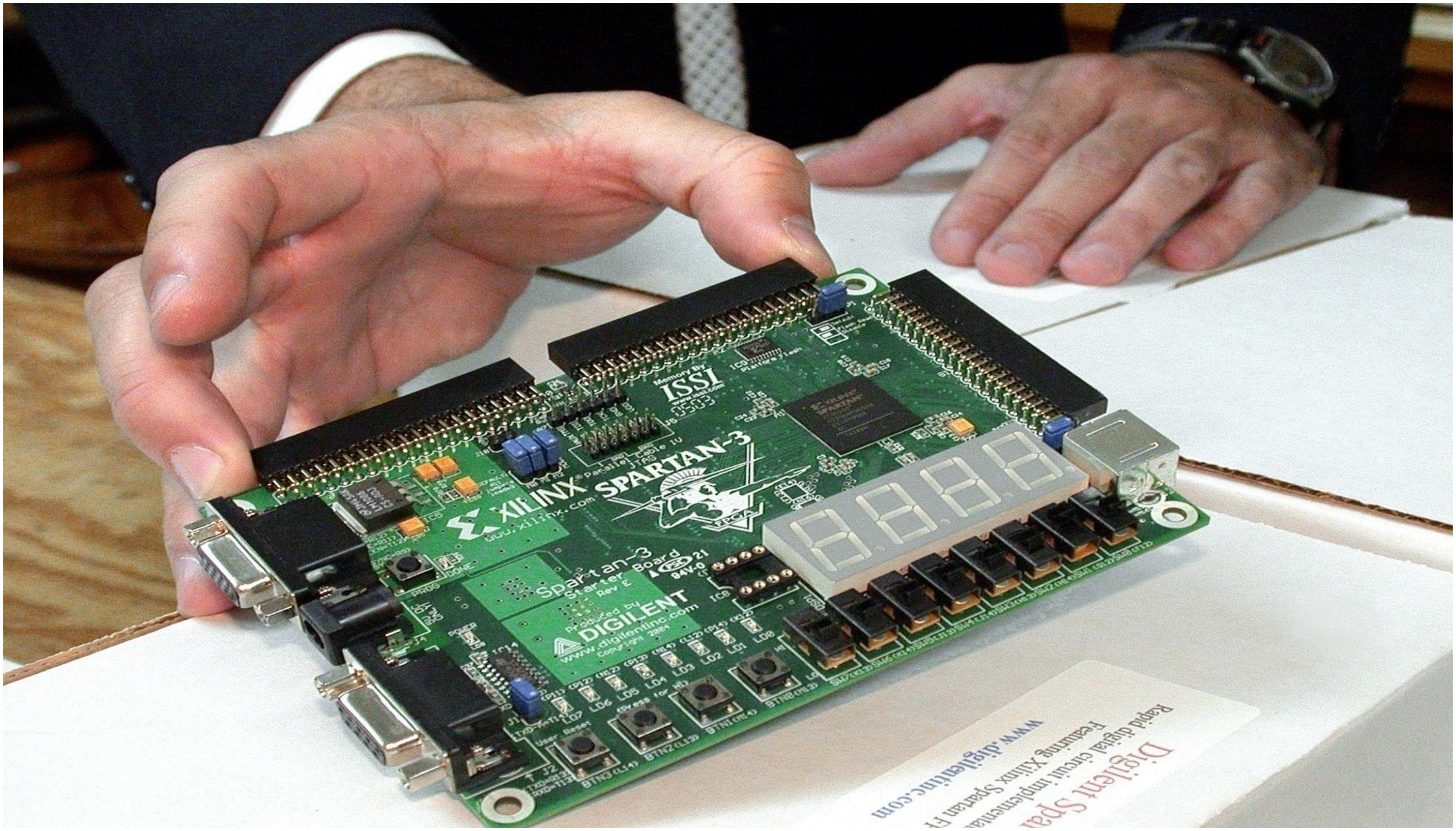
Electrónica analógica

Electrónica digital

Electrónica analógica

HERRAMIENTAS MODERNAS

TARJETA SPARTAN-3



M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Procedimiento de diseño

El diseño de cualquier sistema digital comienza con el enunciado del proyecto el cual indica las restricciones que se tendrán y termina con el diagrama del circuito lógico. Este procedimiento requiere cubrir los siguientes pasos:

Procedimiento de diseño

1.- Especificaciones del proyecto.

2.- Diagrama de bloques.

3.-Tabla de verdad.

4.- Función booleana.

5.-Diagrama lógico.

DIAGRAMA DE BLOQUES

En el diagrama de bloques se determinan las variables de entrada y las funciones de salida

TABLA DE VERDAD

Una tabla de verdad es un algoritmo gráfico. Representa el funcionamiento de un sistema digital con dos estados (0/1, prendido/apagado). Tiene dos columnas. **La primera** tiene las variables de entrada y todas sus posibles combinaciones. El número de combinaciones están dadas por:

$$\textbf{número de combinaciones} = (2)^{\textbf{número de variables de entrada}}$$

TABLA DE VERDAD

la segunda columna maneja la o las funciones cuyos valores indican el comportamiento del sistema ante las distintas combinaciones de entrada.

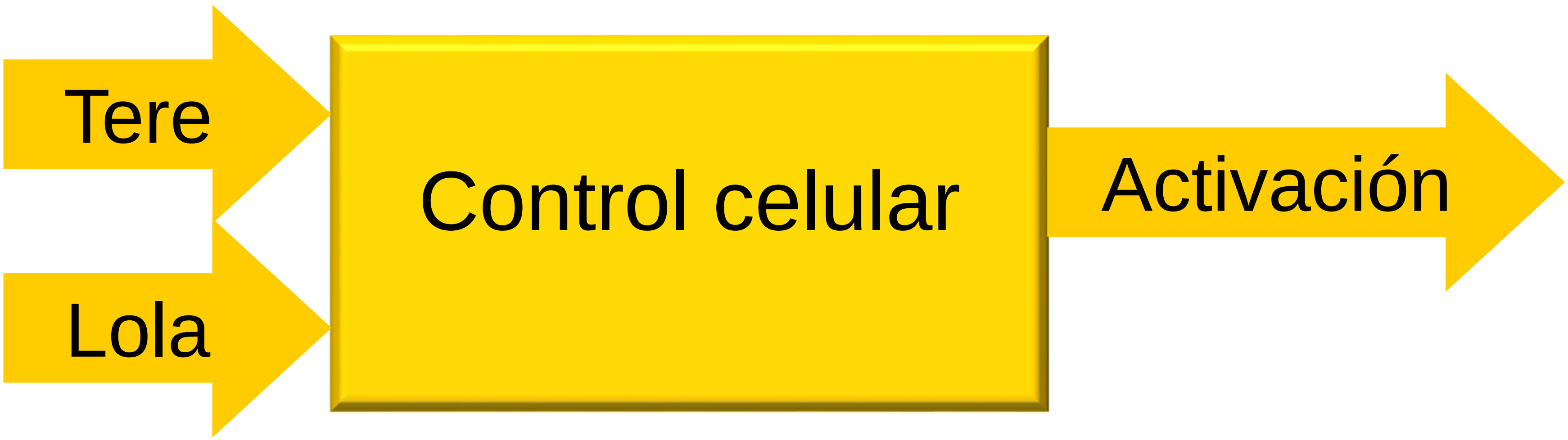
Ejemplo:

Indicar mediante una tabla de verdad el momento en que el celular de Robin se activa.

1.- Especificaciones:

Si Tere va al baile el celular de Robin se activa, pero Tere solo puede ir si lleva a su hermana Lola.

2.- Diagrama de Bloques



SOLUCIÓN

Tabla de verdad

	Entradas		Salida	
VARIABLES	Tere	Lola	Celular	FUNCIÓN
Combinaciones de las variables	0	0	0	Términos de la función
	0	1	0	
	1	0	0	
	1	1	1	

FUNCIONES BOOLEANAS

Se denomina función *booleana* a aquella función matemática cuyas variables son binarias y están unidas mediante uno o varios de los operadores del álgebra de Boole (+ · —) :

- ❖ Suma lógica (A+B)
- ❖ Producto lógico (A · B)
- ❖ Negación(—)

Jerarquía de los operadores

1°- NOT (inverso o complemento)

2°- AND (multiplicación)

3°- OR (suma)

Los paréntesis se resuelven de adentro hacia afuera.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Función booleana

- **Minitérminos:** están dados por producto de sumas y en cualquier tabla de verdad son las combinaciones de entrada que a su salida tienen un uno.

- **Maxitérminos**: están dados por suma de productos y en cualquier tabla de verdad son las combinaciones de entrada que a su salida tienen un cero.

Ejemplo:

Obtener la función booleana del ejemplo anterior

SOLUCIÓN

Tabla de verdad

VARIABLES	Tere	Lola	Celular	FUNCIÓN
	Entradas		Salida	
Combinaciones de las variables	0	0	0	Términos de la función
	0	1	0	
	1	0	0	
	1	1	1	

FUNCIONES BOOLEANAS

Tabla de verdad

Entradas		Salida
T	L	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Función con minitérminos:

$$C = T\,L$$

Función con maxitérminos:

$$C = (T+L)(T+\overline{L})(\overline{T}+L)$$

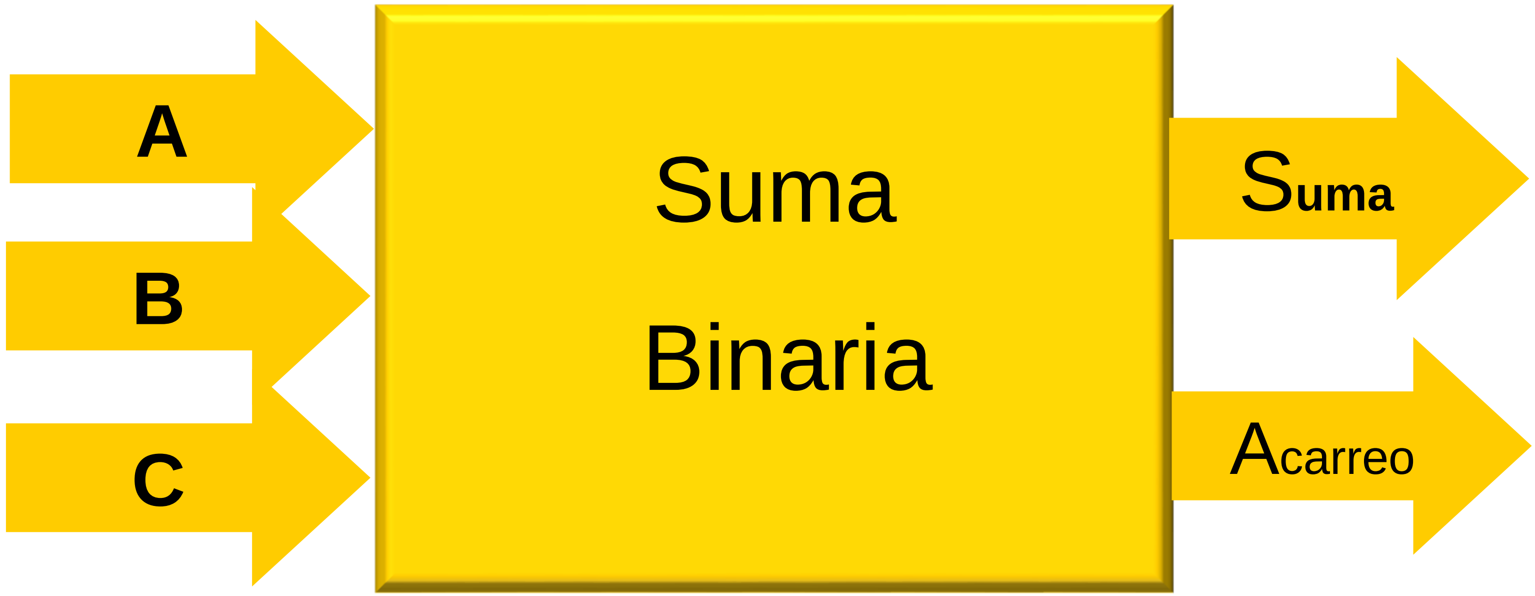
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Ejemplo:

1.- Especificaciones

Obtener la función booleana de la suma binaria de tres variables, cada una de un bit.

2.- Diagrama de Bloques



FUNCIONES BOOLEANAS

Variables A	B	C	Funciones Suma	Acarreo
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Expresando la función suma en minitérminos:

$$\text{Suma} = \overline{A}\,\overline{B}\,C + \overline{A}\,B\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,B\,C$$

Expresando la función Acarreo en maxitérminos:

$$\text{Acarreo} = (A+B+C)(A+B+\overline{C})(A+\overline{B}+C)(\overline{A}+B+C)$$

Tarea 1.2

I.- Obtener los minitérminos de la función acarreo y los maxitérminos de la función suma.

2.- Diseñar la tabla de verdad de un circuito el cual maneja tres entradas. Si a la entrada se tiene número impar de unos, a la salida se tendrá un voltaje bajo (cero lógico) y en caso contrario (número par de unos) a la entrada, la salida será un voltaje alto (uno lógico).

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

CIRCUITOS INTEGRADOS

La manipulación de información binaria se hace mediante circuitos integrados llamados Compuertas. Las compuertas son bloques de hardware que producen señales binarias “1” (con energía) ó “0” (sin energía) cuando se satisfacen los requisitos de entrada lógica. Cada compuerta tiene un símbolo gráfico diferente y su operación puede describirse por medio de una función algebraica.

CIRCUITOS INTEGRADOS

Un circuito integrado (chip) es un cristal semiconductor de silicio, que en su interior contiene componentes eléctricos tales como transistores, diodos, resistencias y capacitores, los diversos componentes están interconectados para formar un circuito electrónico montado en un empaque por lo general de plástico con sus conexiones de salida/entrada soldadas en forma externa para conformar el circuito integrado. Generalmente vienen en dos clases de presentación.

Circuitos Integrados

Figura a.Circuito integrado tipo hilera doble (DIP)

Figura b. Circuito integrado tipo plano

Niveles de integración C.I.

SSI Small Scaled Integration (pequeña escala de integración) (1 a 12 compuertas).

*MSI Medium Scaled Integration (mediana escala de integración) (*13 a 99 compuertas).

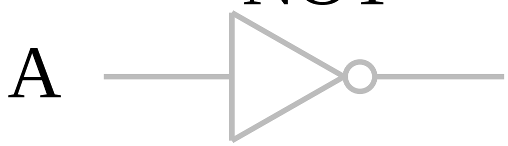
LSI Large Scaled Integration (gran escala de integración) (más de 100 y hasta 999 compuertas)

VLSI Very Large Scaled Integration (muy grande escala de integración) (más de 1000 y hasta 9999 compuertas)

ULSI Ultra Large Scaled Integration (gran escala de integración) (más de 10000 compuertas)

COMPUERTAS BÁSICAS

NOT

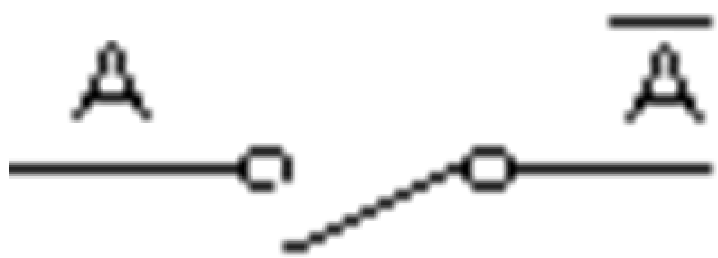


$F = \overline{A}$

Símbolo

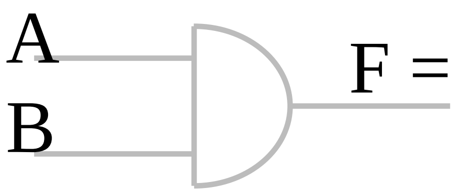
Tabla de verdad

A	F
0	1
1	0



COMPUERTAS BÁSICAS

AND



F = A B

Símbolo

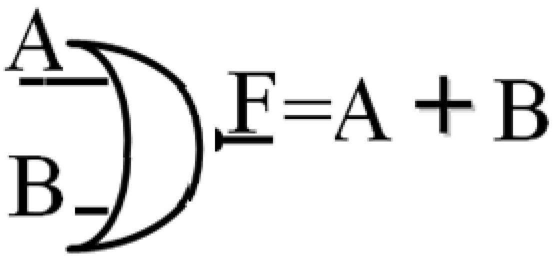
Tabla de verdad

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

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

COMPUERTAS BÁSICAS

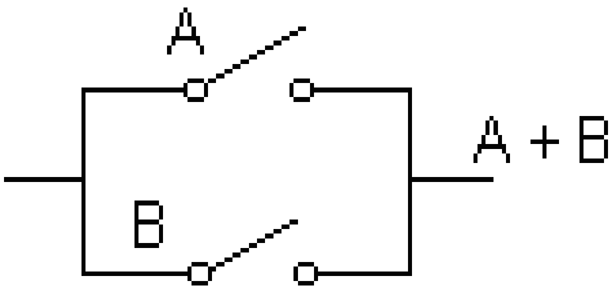
OR +



Símbolo

Tabla de verdad

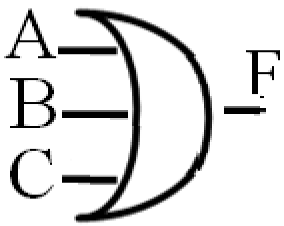
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



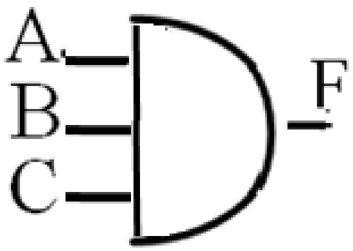
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

COMPUERTAS BÁSICAS

Compuertas AND y OR de tres variables



$F = A + B + C$

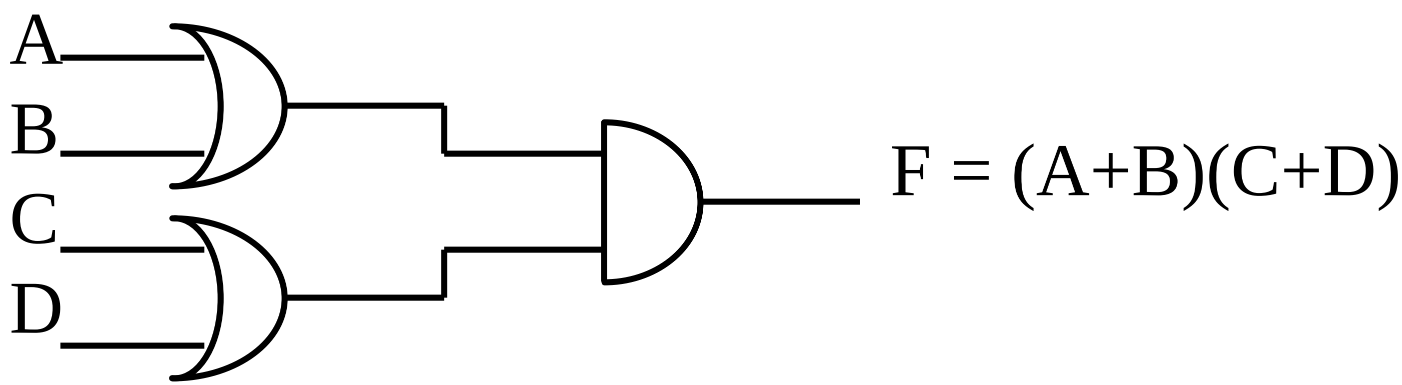


$F = A \bullet B \bullet C$

Tabla de verdad

A B C	F = A B C	F = A + B+ C
0 0 0	0	0
0 0 1	0	1
0 1 0	0	1
0 1 1	0	1
1 0 0	0	1
1 0 1	0	1
1 1 0	0	1
1 1 1	1	1

COMPUERTAS BÁSICAS

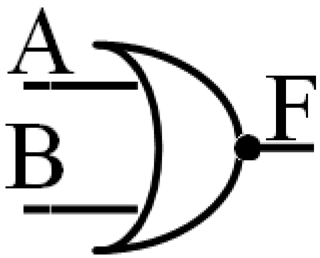


Gráfica de un sistema combinacional de 2° nivel

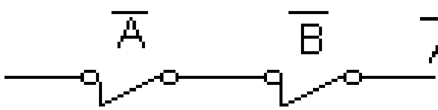
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Compuertas básicas complementarias

***NOR* +**



$F = \overline{A + B}$

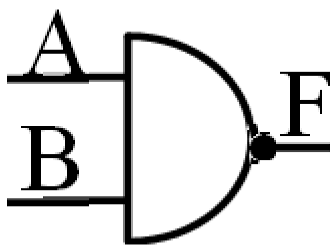


$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

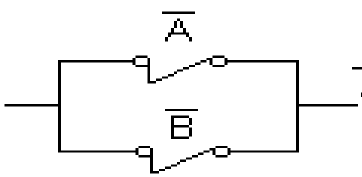
Tabla de verdad

AB	F
00	1
01	0
10	0
11	0

***NAND* •**



$F = \overline{AB}$



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

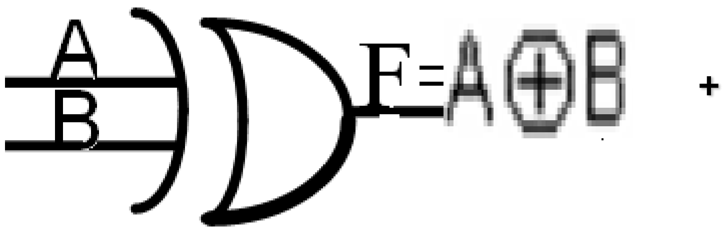
Tabla de verdad

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

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Compuertas complementarias

XOR



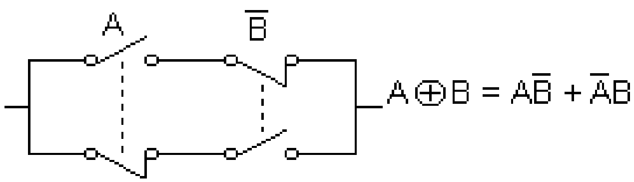
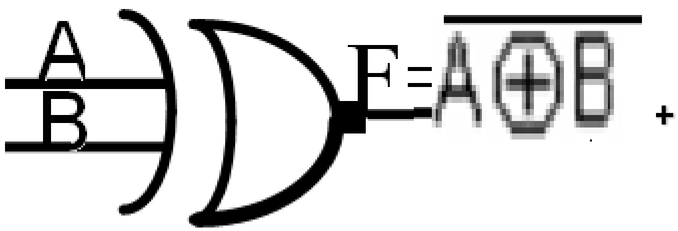


Tabla de verdad

AB	F
00	0
01	1
10	1
11	0

XNOR



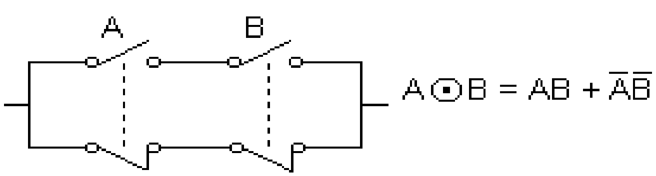


Tabla de verdad

A B	**F**
0 0	1
0 1	0
1 0	0
1 1	1

IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES BOOLEANAS

Implementar las siguientes funciones:

$F_1(A,B,C)= \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + ABC$

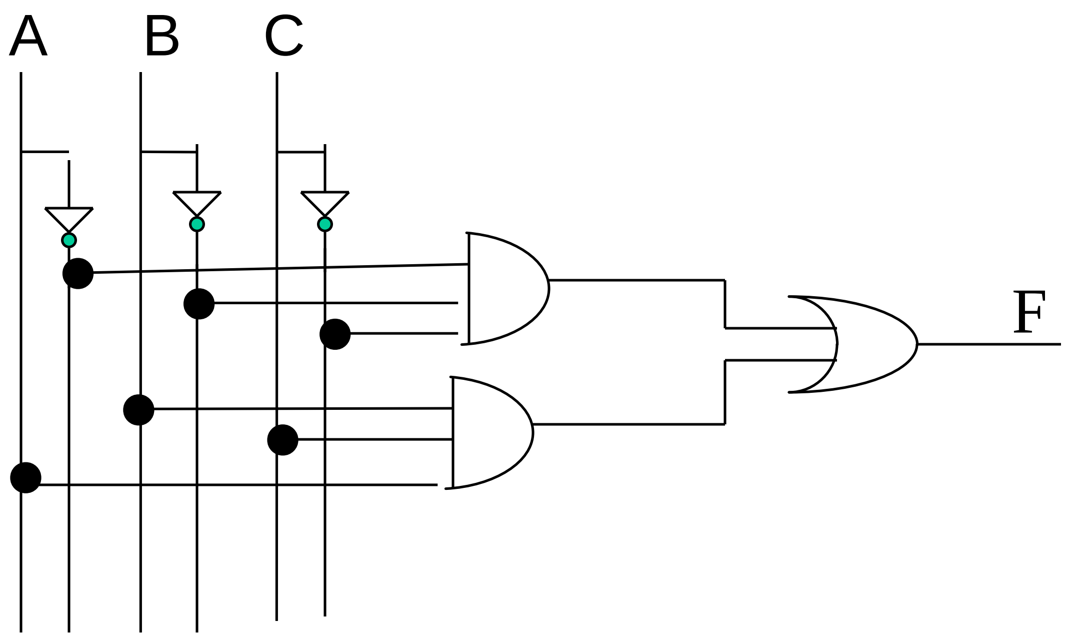
$F_2(X,Y,Z) = \pi (2,4,5)$

$F_3(A,F,Z) = \sum(2,4,5)$

IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES BOOLEANAS

$F(A,B,C)= \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + ABC$

Cto. Lógico:



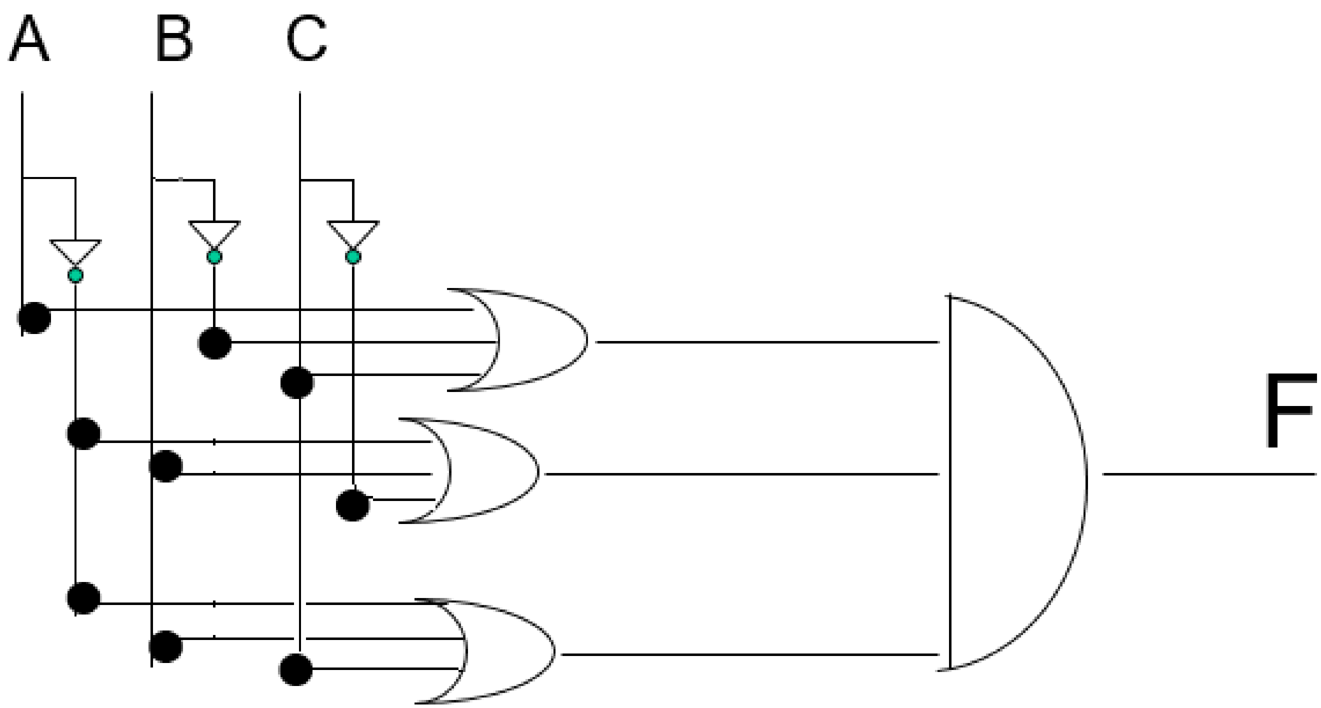
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES BOOLEANAS

$$F(A,B,C) = \Pi\,(2,4,5) = \quad \mathbf{010}, \quad \mathbf{100}, \quad \mathbf{101}$$

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

Cto. Lógico:



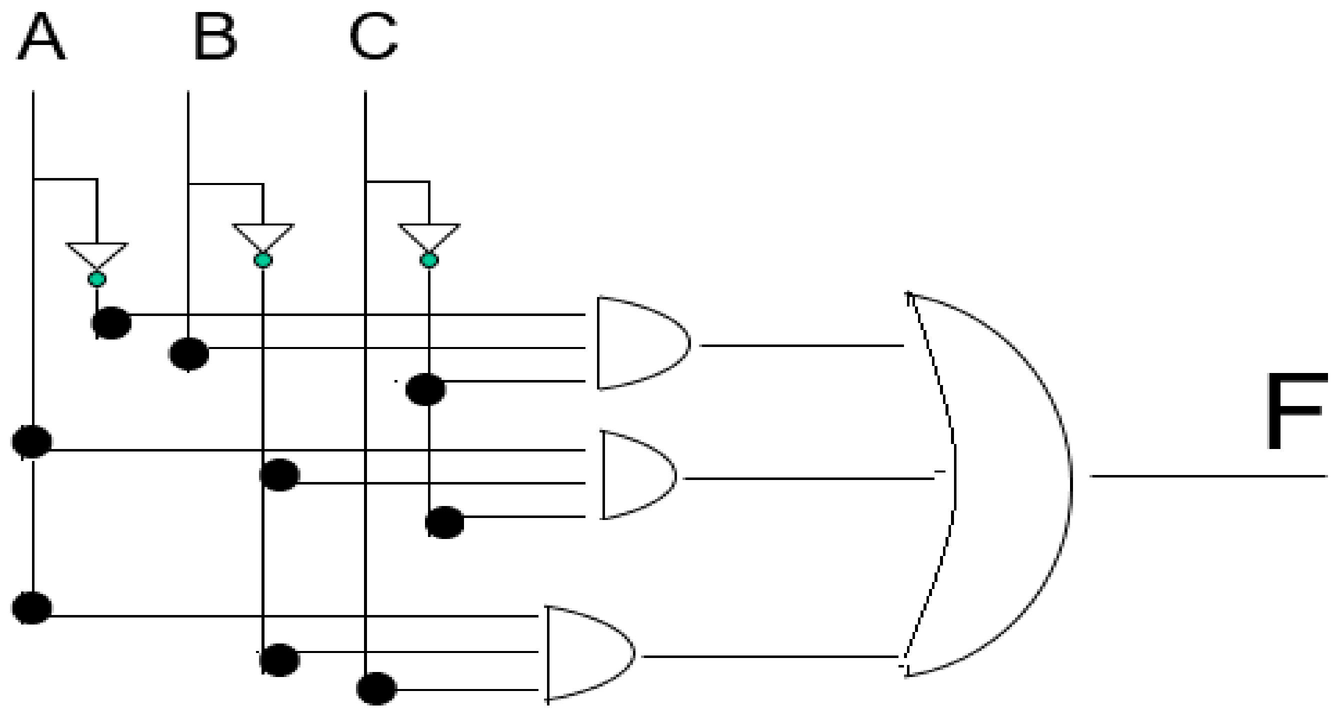
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONES BOOLEANAS

$$F(A,B,C) = \sum (2,4,5) = 010,\ 100,\ 101$$

$$\overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\,\overline{C} + A\overline{B}C$$

Cto. Lógico:



M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

FUNCIONES BOOLEANAS

TAREA 2.1

Dibujar el diagrama lógico de las siguientes funciones:

- $F_1\,(A,B,C) = A$
- $F_2\,(A,B,C) = AB + AC + ABC$
- $F_3\,(A,B,C) = ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}C + A\overline{B}\,\overline{C}$

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Ejemplo

Dibujar la tabla de verdad de las siguientes funciones:

- $F_1(A,B,C) = A$
- $F_2(A,B,C) = AB + AC + ABC$
- $F_3(A,B,C) = ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}C + A\overline{B}\overline{C}$

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

FUNCIONES BOOLEANAS

A	B	C	R_1	R_2	R_3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1

NOTA

Dos o más funciones son equivalentes si y solo si tienen la misma tabla de verdad

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

CIRCUITO LÓGICO

Tabla de verdad

Entradas		Salida
T	L	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Función con minitérminos:

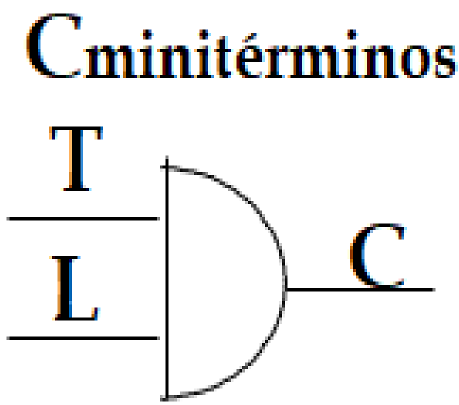
$$C = T\,L$$

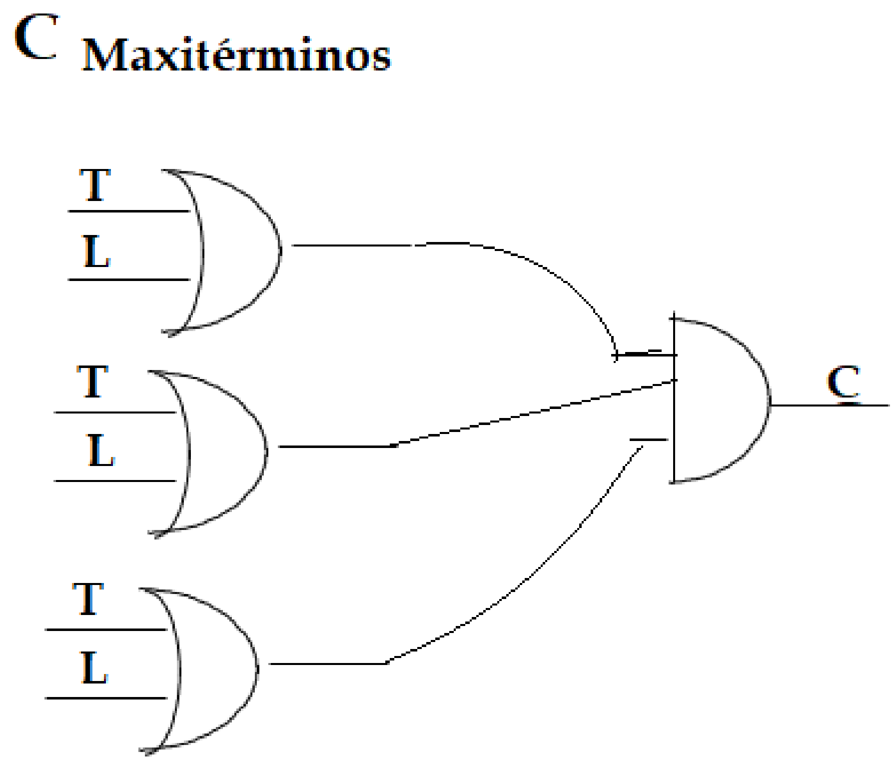
Función con maxitérminos:

$$C = (T+L)(T+\overline{L})(\overline{T}+L)$$

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

CIRCUITO LÓGICO





M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

EJERCICO

Ejemplo: 4 personas actúan como jueces en la selección de proyectos de una empresa. El voto de cada uno dentro de la empresa tienen cierto un peso. El voto del director D=40%, el voto del secretario S=30%, el voto del administrador A=20%, El voto del jefe de proyectos J=10%. Voto a favor de un proyecto significa un uno lógico, voto en contra significa un cero lógico.

Si el porcentaje a favor es mayor del 50% el proyecto se considera aceptado, si no es rechazado. Diseñar un circuito que muestre el resultado de dicha votación.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

DIAGRAMA DE BLOQUES .

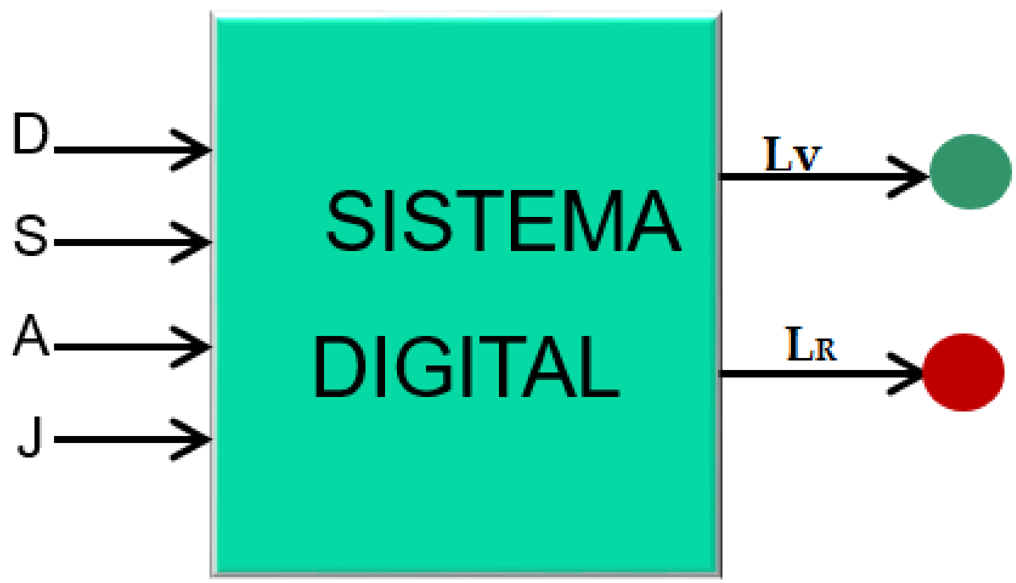


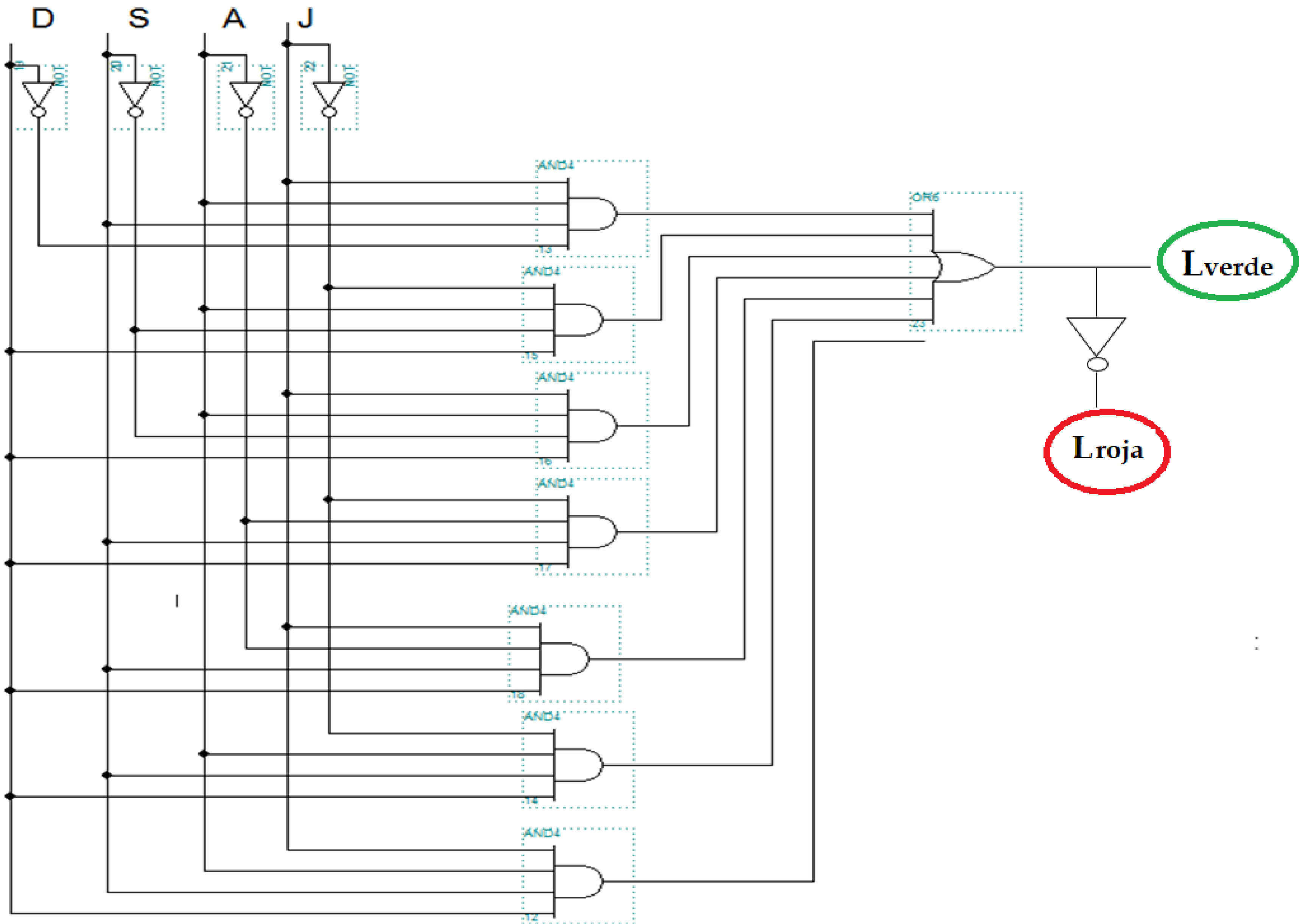
TABLA DE VERDAD .

40	30	20	10	
D	S	A	J	Lv
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1

40	30	20	10	
D	S	A	J	Lv
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

CIRCUITO LÓGICO



M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

TAREA 3

Especificaciones:

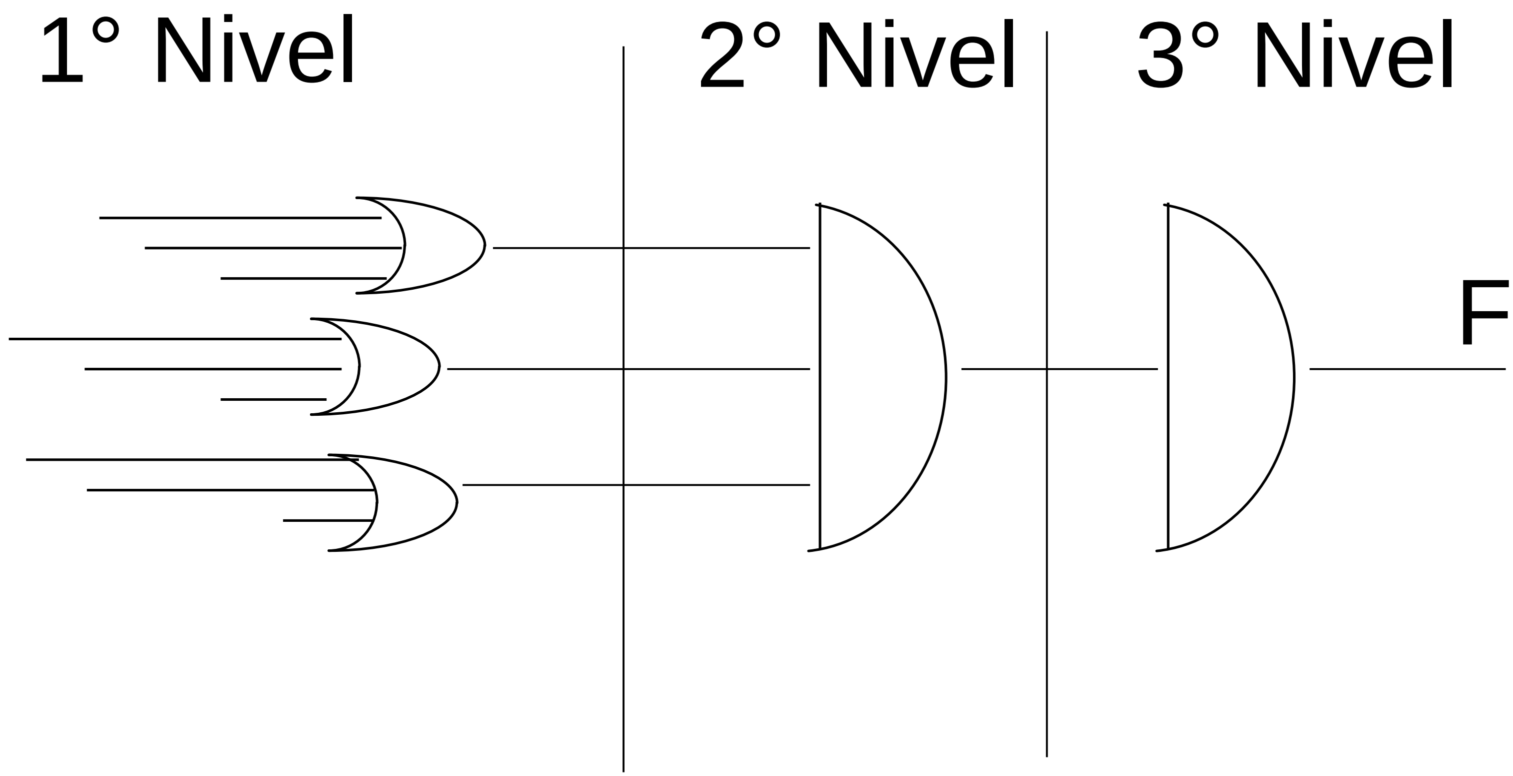
Cuando un conductor se pasa un alto y va a juicio, un juez y dos jurados deciden después de escuchar sus argumentos si paga o no la multa.

El voto del Juez vale: Jz=50%, el voto de cada uno de los jurados vale: Js=25%.

Diseñar un circuito lógico que muestre el resultado de dicha votación, sabiendo que el acusado paga la multa cuando el porcentaje sea mayor o igual del 60% .

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

Análisis en el tiempo de funciones BOOLEANAS



http://es.wikipedia.org/wiki/AND