

INDICE

REPRESENTACIONES NUMÉRICAS

Representaciones analógicas

Representaciones digitales

SISTEMAS DIGITALES Y ANALÓGICOS

SISTEMAS DE NÚMEROS DIGITALES

Sistema Decimal

Sistema Binario

REPRESENTACIÓN DE CANTIDADES BINARIAS

CIRCUITOS DIGITALES INTEGRADOS

TRANSMISIÓN PARALELA Y SERIAL

CONVERSIONES DE BINARIO A DECIMAL

CONVERSIONES DE DECIMAL A BINARIO

CONVERSIONES DE DECIMALES

CONVERSIÓN DE HEXADECIMAL A DECIMAL

CONVERSIÓN DE BINARIO A HEXADECIMAL

COMPUERTAS

AND

NAND

OR

NOR

NOT

BUFFER

REPRESENTACIONES NUMÉRICAS

En la ciencia, la tecnología, la administración y muchos otros campos de la actividad humana, constantemente se manejan cantidades. Existen básicamente dos maneras de representar el valor numérico de las cantidades:

la analógica y la digital.

Representaciones analógicas. En la representación analógica, una cantidad se representa con un voltaje, corriente o movimiento de un indicador o medidor que es proporcional al valor de esa cantidad. Un ejemplo de esto es el velocímetro de un automóvil, en el cuál la deflexión de la aguja es proporcional a la velocidad a la que se desplaza el auto. La posición angular de la aguja representa el valor de la velocidad del automóvil, y la aguja sigue cualquier cambio que ocurra conforme el vehículo acelera o frena.

Otro ejemplo es el micrófono de audio. En este dispositivo se genera un voltaje de salida en proporción con la amplitud de las ondas sonoras que chocan con el micrófono. Las variaciones en el voltaje de salida siguen las mismas variaciones del sonido de entrada.

Las cantidades analógicas tienen una característica importante: *pueden variar gradualmente sobre un intervalo continuo de valores*. La velocidad del automóvil puede tener un valor entre cero y, digamos, 100 km/hr. En forma análoga, la salida del micrófono podría encontrarse en cualquier nivel dentro de un intervalo de cero a 10mV (por ejemplo: 1mV, 2.3724 mV, 9.9999mV).

Representaciones digitales. En la representación digital las cantidades no se representan por valores proporcionales, sino por símbolos denominados *dígitos*.

Como ejemplo tenemos el reloj (o cronómetro) digital, el cuál da la hora del día en forma de dígitos decimales que representan horas o minutos (y algunas veces segundos). Como sabemos, la hora varía de manera continua, pero la lectura del cronómetro digital no cambia continuamente: más bien, más bien los hace en etapas de uno por minuto (o por segundo). En otras palabras, esta representación digital de la hora varía en etapas discretas, comparada con la representación analógica de la hora que da un reloj de pulso, donde la lectura cuadrante varía de modo continuo.

La diferencia principal entre las cantidades analógicas y las digitales se puede enunciar en forma simple de la siguiente manera:

Analógico = continuo

Digital = discreto(paso por paso)

Debido a la naturaleza discreta de las representaciones digitales, no existe ambigüedad cuando se lee el valor de una cantidad digital, mientras que el valor de una cantidad analógica con frecuencia esta abierta a interpretación.

SISTEMAS DIGITALES Y ANALÓGICOS

Un **sistema digital** es una combinación de dispositivos diseñado para manipular cantidades físicas o información que estén representadas en forma digital; es decir, que sólo puedan tomar valores discretos. La mayoría de las veces estos dispositivos son electrónicos, pero también pueden ser mecánicos, magnéticos o neumáticos. Algunos de los sistemas digitales más conocidos incluyen las computadoras y las calculadoras digitales, equipo digital de audio y video y el sistema telefónico, el sistema digital, más grande del mundo.

Un **sistema analógico** contiene dispositivos que manipulan cantidades físicas representadas en forma analógica. En un sistema de este tipo, las cantidades varían sobre un intervalo continuo de valores. Por ejemplo, en un receptor de radio la amplitud de la señal de salida para una bocina puede tener cualquier valor entre cero y su límite máximo. Otros sistemas analógicos comunes son amplificadores de audio, equipos de cinta magnética para grabación y reproducción y el odómetro (cuenta kilómetros) de los automóviles.

SISTEMAS DE NÚMEROS DIGITALES

En la tecnología digital se utilizan muchos sistemas de números. Los más comunes son los sistemas decimal, binario, octal y hexadecimal. El sistema decimal es sin duda el más conocido por nosotros, ya que es una herramienta de uso cotidiano.

SISTEMA DECIMAL. El sistema decimal se compone de 10 numerales o símbolos: 0,1,2,3,4,5,6,7,8 y 9; al utilizar estos símbolos como dígitos podemos expresar cualquier cantidad. El sistema decimal también conocido como sistema *de base 10*, evolucionó en forma natural a partir del hecho de que el ser humano tiene 10 dedos. Incluso, la palabra dígito significa dedo en latín.

El sistema decimal es un sistema de valor posicional en el cual el valor de un dígito depende de su posición.

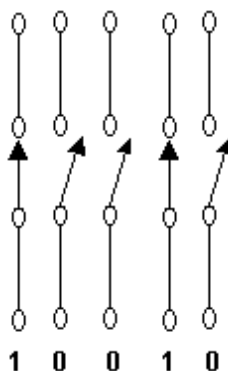
SISTEMA BINARIO. Casi todos los sistemas digitales utilizan el sistema numérico binario (base 2), debido a que es más fácil diseñar circuitos electrónicos sencillos y precisos que operen con sólo dos niveles de voltaje.

En el sistema binario sólo hay dos símbolos o posibles valores de dígitos, 0 y 1. No obstante, este sistema de base 2 se puede utilizar para representar cualquier cantidad que se denote en sistema decimal o cualquier otro sistema numérico.

En este sistema, el término dígito binario se abrevia a menudo como **bit**. En la representación el bit más significativo (MSB) es aquel que se ubica más a la izquierda del punto binario, que representan la parte fraccionaria. El bit menos significativo (LSB) es aquel que está más a la derecha y que tiene menor valor.

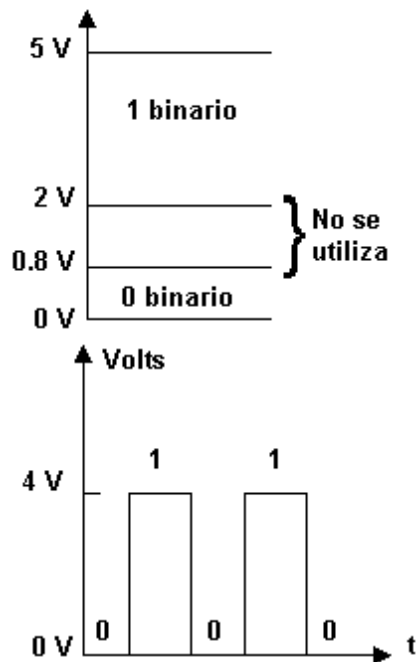
REPRESENTACIÓN DE CANTIDADES BINARIAS

En los sistemas digitales la información que se está procesando por lo general se presenta en forma binaria. Las cantidades binarias pueden representarse por medio de cualquier dispositivo que solamente tenga dos estados de operación o posibles condiciones. Por ejemplo, un interruptor sólo tiene dos estados: abierto o cerrado. Arbitrariamente, podemos hacer que un interruptor abierto represente el cero binario y que uno cerrado represente el 1 binario. Otros dispositivos pueden operar en dos condiciones, el foco puede estar encendido o apagado, el diodo, activado o desactivado, el relevador, energizado o desenergizado; y muchos otros.



Uso de interruptores

Otra diferencia entre los sistemas digitales y los analógicos es que en los sistemas digitales, el valor exacto de un voltaje no es importante; por ejemplo, un voltaje de 3.6 V es igual que uno de 4.3 V. En los sistemas analógicos, el valor exacto de un voltaje sí es importante.



(a) (b)

(a) Asignaciones comunes de voltaje en el sistema digital; (b) señal digital común.

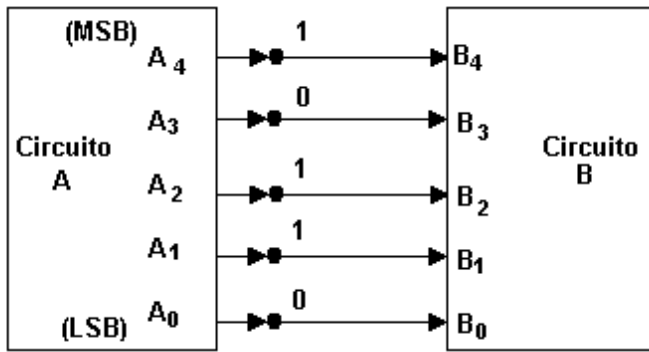
CIRCUITOS DIGITALES INTEGRADOS. Casi todos los circuitos que se utilizan en los sistemas digitales modernos son circuitos integrados (CI). Se utilizan diferentes tecnologías de fabricación de circuitos integraos para producir CI digitales; siendo los más comunes TTL, CMOS, NMOS y ECL. Cada uno difiere en el tipo de circuitos que se emplean para efectuar la operación lógica que desee. La tecnología TTL(lógica de transistor-transistor) se vale del transistor bipolar como elemento principal del circuito, en tanto que la CMOS (semiconductor metal óxido complementario) utiliza el transistor MOSFET como elemento principal del circuito.

TRANSMISIÓN PARALELA Y SERIAL

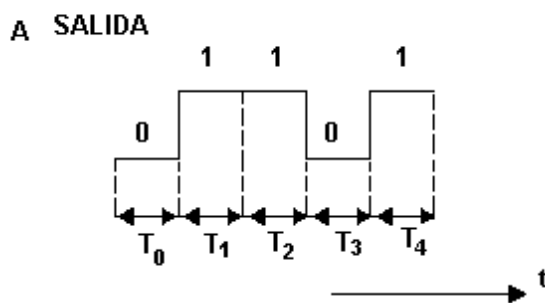
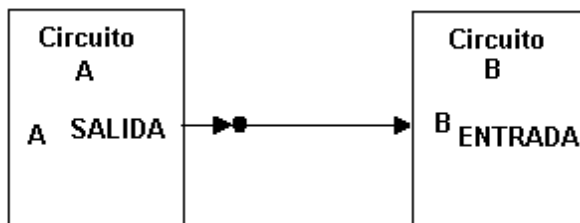
Una de las operaciones más comunes que se presentan en cualquier sistema digital es la transmisión de información de un lugar a otro. La información puede transmitirse a una distancia mínima de algunos milímetros sobre la misma tarjeta de circuito , o a varios kilómetros cuando el operador de una terminal de computadora se comunica con una computadora que esta en otra ciudad. La información que se transmite se encuentra en forma binaria y, por lo general, está representada por varios voltajes que aparecen en las salidas del circuito de transmisión que está representada por los voltajes que aparecen en las salidas del circuito de transmisión que están conectadas a las entradas del circuito de recepción. Hay dos métodos básicos empleados para la transmisión de información digital: *el paralelo y el serial*.

La transmisión paralela utiliza una línea por bit , y todos se transmiten en forma simultánea; (b) la transmisión serial emplea sólo una línea de señal; cada bit se transmite en forma consecutiva (uno por uno).

Así, la representación paralela es más rápida y la serial requiere menos líneas de señal.



Transmisión paralela



Transmisión serial

CONVERSIONES DE BINARIO A DECIMAL

Como ya vimos el sistema de numeración binario es un sistema posicional donde cada dígito binario (bit) tiene un valor basado en su posición relativa al LSB. Cualquier número binario puede convertirse a su equivalente decimal, simplemente sumando en el número binario las diversas posiciones que contenga un 1.

Ejemplo 1.

1 1 0 1 12 (binario)

$$2^4 + 2^3 + 0 + 2^1 + 2^0 = 16 + 8 + 2 + 1$$

= 2710 (decimal)

Ejemplo 2.

1 0 1 1 0 1 0 12 =

$$27 + 0 + 25 + 24 + 0 + 22 + 0 + 20 =$$

$$128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 18110$$

CONVERSIONES DE DECIMAL A BINARIO

Existen dos maneras de convertir un número decimal entero a su representación equivalente en el sistema binario. El primer método es inverso al proceso descrito en la sección anterior. El número decimal se expresa simplemente como una suma de potencias de 2 y luego los unos y los ceros se escriben en las posiciones adecuadas de los bits.

Ejemplo 1.

$$4510 = 32 + 8 + 4 + 1 = 25 + 0 + 23 + 22 + 0 + 20$$

$$= 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 121$$

Obsérvese que se coloca un cero en las posiciones 21 y 24, ya que todas las posiciones deben tomarse en cuenta.

Ejemplo 2.

$$7610 = 64 + 8 + 4 = 26 + 0 + 0 + 23 + 22 + 0 + 0$$

$$= 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 02$$

Otro método emplea la división repetida por 2. La conversión, que se ilustra a continuación para 2510 requiere dividir repetidamente el número decimal entre 2 y que se escriban los residuos después de cada división hasta que se obtenga un cociente de cero. Nótese que el resultado binario se obtiene al escribir el primer residuo como el LSB y el último como MSB.

Ejemplo1.

$$2510$$

$$25/2 = 12 + \text{residuo de } 1$$

$$12/2 = 6 + \text{residuo de } 0$$

$$6/2 = 3 + \text{residuo de } 0$$

$$3/2 = 1 + \text{residuo de } 1$$

$$1/2 = 0 + \text{residuo de } 1$$

MSB

$$2510 = 1\ 1\ 0\ 0\ 12$$

LSB

$$2510 = 110012$$

Ejemplo 2.

$37_{10} =$

$37/2 = 18.5$ residuo de 1 (LSB)

$18/2 = 9.0$ residuo de 0

$9/2 = 4.5$ residuo de 1

$4/2 = 2.0$ residuo de 0

$2/2 = 1.0$ residuo de 0

$1/2 = 0.5$ residuo de 1 (MSB)

Por tanto, $37_{10} = 100101_2$

CONVERSIONES DE DECIMALES

Para convertir decimales se multiplicara por 2 repetidamente el número decimal y que se escriban los residuos después de cada multiplicación tomando como residuo la cantidad a la izquierda del punto hasta que se obtenga un resultado de 1. El resultado binario se obtendrá al escribir el primer residuo como el MSB y el último como LSB, es decir, se tomara al revés.

Ejemplo 1.

Convertir a binario

$(0.6875)_{10}$

$0.6875 \times 2 = 1.375$ residuo de 1 (MSB) $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$

$0.375 \times 2 = 0.75$ residuo de 0

$0.75 \times 2 = 1.5$ residuo de 1

$0.5 \times 2 = 1.0$ residuo de 1 (LSB)

Para convertir binario a decimal se toma la cantidad a la izquierda del punto y se convierte a decimal como ya se ha visto. Después se tomara la cantidad a la derecha del punto, y se comenzara desde la última elevando el 2^{-1} y la siguiente 2^{-2} , así sucesivamente hasta llegar al punto. Después se toman las dos cantidades y se suman.

Ejemplo 2.

Convertir a decimal $(1111.1111)_2$

1 1 1 1 . 1 1 1 1

$2^3 2^2 2^1 2^0 = 8+4+2+1 = 15$ $2^{-4} 2^{-3} 2^{-2} 2^{-1}$

$$=0.5+0.25+0.125+0.0625 = .9375$$

$$15+.9375= 15.9375$$

SISTEMA DE NUMERACIÓN HEXADECIMAL

El sistema hexadecimal emplea la base 16. Así tiene 16 posibles símbolos digitales. Utiliza los dígitos del 0 al 9 más las letras A, B, C, D, E y F como sus símbolos digitales. Los dígitos hex (abreviatura de hexadecimal) de A a F son equivalentes a los valores decimales de 10 a 15.

Tabla de las relaciones entre los sistemas hexadecimal, decimal y binario.

Hexadecimal	Decimal	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
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

CONVERSIÓN DE HEXADECIMAL A DECIMAL

Un número hex se puede convertir a su equivalencia decimal utilizando el hecho de cada posición de los dígitos hex tiene un valor que es una potencia de 16. El LSD tiene un valor de $16^0 = 1$; el siguiente dígito en secuencia tiene un valor de $16^1 = 16$; el siguiente tiene un valor de $16^2 = 256$ y así sucesivamente. El proceso de conversión se demuestra en los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1.

Convertir a decimal

$$35616 = 3 \cdot 16^2 + 5 \cdot 16^1 + 6 \cdot 16^0$$

$$= 768 + 80 + 6$$

$$= 85410$$

Ejemplo 2.

Convertir a decimal

$$2AF_{16} = 2 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0$$

$$= 512 + 160 + 15$$

$$= 687_{10}$$

CONVERSIÓN DE DECIMAL A HEXADECIMAL

La conversión de decimal a hexadecimal se puede efectuar por medio de la división repetida entre 16.

Ejemplo 1.

Convierte 42310 a hexadecimal

$$423/16 = \mathbf{26} + \text{residuo de } 7$$

$$\mathbf{26}/16 = \mathbf{1} + \text{residuo de } 10$$

$$\mathbf{1}/16 = 0 + \text{residuo de } 1$$

$$423_{10} = 1A7_{16}$$

Ejemplo 2.

Convierte 21410 a hexadecimal

$$214/16 = \mathbf{13} + \text{residuo de } 6$$

$$\mathbf{13}/16 = 0 + \text{residuo de } 13$$

$$214_{10} = D6_{16}$$

CONVERSIÓN DE HEXADECIMAL A BINARIO

Cada dígito hexadecimal se convierte en su equivalente binario de 4 bits.

Ejemplo 1.

Convertir 9F216 a binario

$$9F2_{16} = 9 \ F \ 2$$

$$1001 \ 1111 \ 0010$$

$$= 100111110010_2$$

CONVERSIÓN DE BINARIO A HEXADECIMAL

Esta conversión es exactamente la operación inversa del proceso anterior. El número binario se agrupa en conjunto de 4 bits y cada grupo se convierte a su dígito hexadecimal equivalente. Cuando es necesario se

añaden ceros para completar un grupo de 4 bits.

Ejemplo 1.

Convertir 11101001102 a hexadecimal

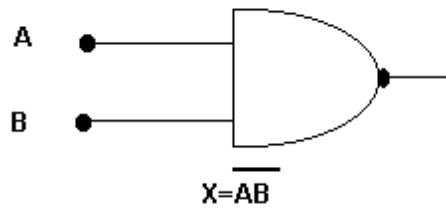
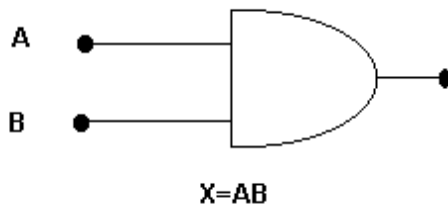
11101001102 = 0011 1010 0110

3 A 6

= 3A616

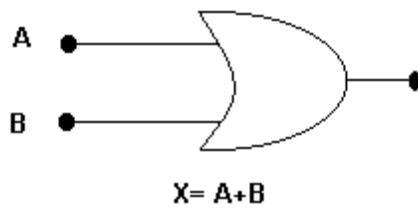
COMPUERTAS

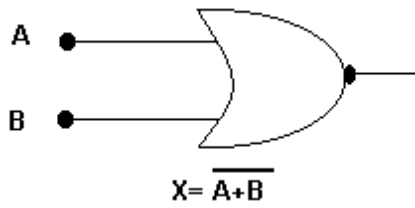
AND NAND



		AND	NAND
A	B	$X=AB$	$X'=\overline{AB}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

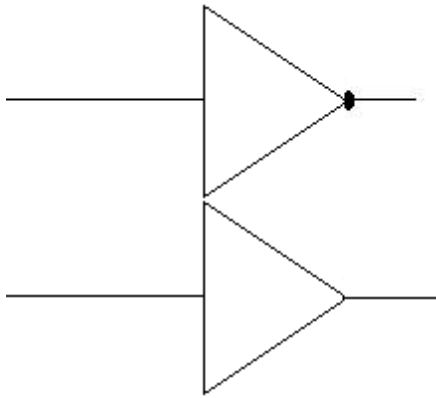
OR NOR





		OR	NOR
A	B	$X=A+B$	$X'=A+B$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

NOT SEGUIDOR O BUFFER



Hace que no decaiga la corriente

A	$X=A$
1	1
0	0

A	$X=A'$
1	0
0	1

AND OR

TRANSISTOR

El 0 y el 1 representan el estado de una variable de voltaje o bien lo que se conoce como su nivel lógico. También se emplean otros sinónimos como los de la siguiente tabla.

0 LÓGICO	1 LÓGICO
Falso	Verdadero

Desactivado	Activado
Bajo	Alto
No	Si
Interruptor	Interruptor
Abierto	Cerrado

Tabla de verdad para tres entradas con diferentes operaciones

A	B	C	OR	NOR	AND	NAND
0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0

TEOREMAS DE BOOLE

Postulado 2 (a) $x+0=x$ (b) $x.1=x$

Postulado 5 (a) $x+x'=1$ (b) $x.x'=0$

Teorema 1 (a) $x+x=x$ (b) $x.x=x$

Teorema 2 (a) $x+1=1$ (b) $x.0=0$

Teorema 3, involución $(x')'=x$

Postulado 3, conmutativo (a) $x+y=y+x$ (b) $xy=yx$

Teorema 4, asociativo (a) $x+(y+z)=(x+y)+z$ (b) $x(yx)=(xy)z$

Postulado 4, distributivo (a) $x(y+z)=xy+xz$ (b) $x+yz=(x+y)(x+z)$

Teorema 5, De Morgan (a) $(x+y)'=x'y'$ (b) $(xy)'=x'+y'$

Teorema 6, absorción (a) $x+xy=x$ (b) $x(x+y)=x$

Teorema 1(a): $x+x=x$

$x+x=(x+x).1$ del postulado: 2(b)

$= (x+x).(x+x')$ 5(a)

$$=x+xx' \text{ 4(b)}$$

$$=x+0 \text{ 5(b)}$$

$$=x \text{ 2(a)}$$

Teorema 1(b): $x.x=x$

$$x.x=xx+0 \text{ del postulado: 2(a)}$$

$$=xx+xx' \text{ 5(b)} =x(x+x') \text{ 4(a)}$$

$$=x.1 \text{ 5(a)}$$

$$=x \text{ 2(b)}$$

Nótese que el teorema 1(b) es el dual del teorema 1(a) y que cada paso de la prueba en parte (b) es el dual de la parte (a). Cualquier teorema dual puede derivarse similarmente de la prueba de un par correspondiente.

Teorema 2(a): $x+1=1$

$$X+1=1.(x+1) \text{ del postulado: 2(b)}$$

$$=(x+x')(x+1) \text{ 5(a)} =x+x'.1 \text{ 4(b)}$$

$$=x+x' \text{ 2(b)}$$

$$=1 \text{ 5(a)}$$

Teorema 2(b): $x.0=0$ por dualidad

Teorema 3: $(x')'=x$ Del postulado 5, se tiene $x+x'=1$ y $x.x'=0$, lo cual define el complemento de x . El complemento de x' es x y es también $(x')'$. Así como el complemento es único tendremos que $(x')=x$.

Los teoremas que comprenden dos o tres variables pueden ser probados algebraicamente de los postulados y de los teoremas ya probados. Tómese por ejemplo el teorema de absorción.

Teorema 6(a): $x+xy=x$

$$x+xy=x.1+xy \text{ del postulado: 2(b)}$$

$$=x(1+y) \text{ 4(a)} =x(y+1) \text{ 3(a)}$$

$$=x.1 \text{ del teorema 2(a)}$$

$$=x \text{ del postulado 2(b)}$$

Teorema 6(b): $x(x+y)=x$ por dualidad

FUNCIONES

$X= ABC+BC+AC$ (Como es una compuerta AND se multiplica)

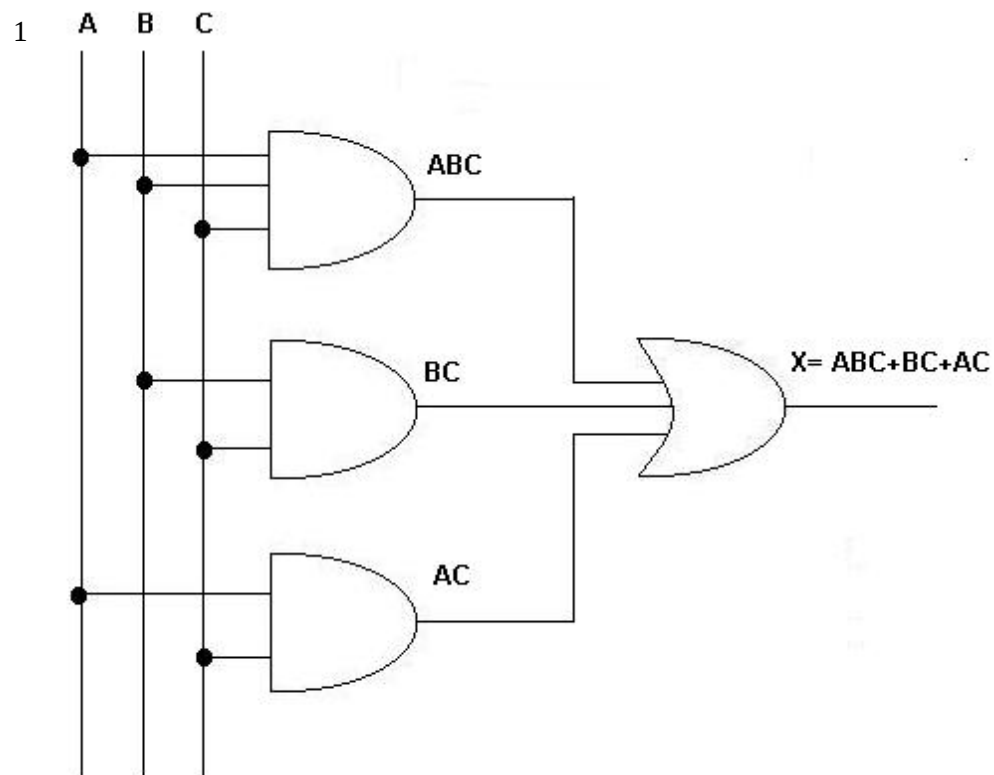


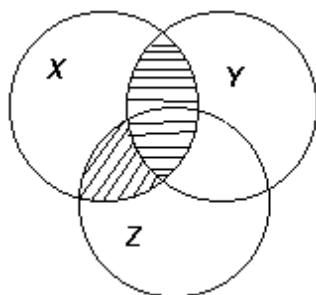
Diagrama de Ven

$$F1 = x + xy = x \quad F2 = x \cdot x = x$$

X'



$$F1 = x(y+z) = xy + xz$$



MAPAS DE KARNAUGH

PRACTICAS

Display de 7 segmentos

GLOSARIO

BCD. Código Binario Decimal.

LSB. (Low Significal Bit). Bit menos significativo

MSB(More Significal Bit) .Bit más significativo.

Compuerta AND.

Compuerta NAND.

Compuerta OR.

Compuerta NOR.

BIBLIOGRAFÍA

SISTEMAS DIGITALES

PRINCIPIOS Y APLICACIONES

RONALD J. TOCCI

PRENTICE HALL

X

b

a

c

d

e

f

g