

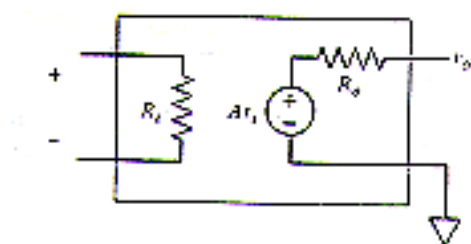
Introducción:

El amplificador operacional es un dispositivo lineal de propósito general el cual tiene capacidad de manejo de señal desde $f=0$ Hz hasta una frecuencia definida por el fabricante; tiene además límites de señal que van desde el orden de los nV, hasta unas docenas de voltio (especificación también definida por el fabricante). Los amplificadores operacionales caracterizan por su entrada diferencial y una ganancia muy alta, generalmente mayor que 105 equivalentes a 100 dB.

El A.O. es un amplificador de alta ganancia directamente acoplado, que en general se alimenta con fuentes positivas y negativas, la cual permite que tenga excursiones tanto por arriba como por debajo tierra (o el punto de referencia que se considere).

El nombre de amplificador operacional proviene de una de las utilidades básicas de este, como lo son realizar operaciones matemáticas en computadores analógicos.

1. Definición de Amplificador Operacional.



Un amp op es un amplificador diferencial que puede ser modelado por el circuito de dos puertos que aparece en la siguiente figura (1). Lo que lo caracteriza como un amplificador operacional es su elevada ganancia de voltaje una A de 100000 o superior. Por lo tanto, sólo se requieren aproximadamente 50 V en v_i para producir $v_o = 5$ V.

Figura No. 1

En la figura (2) aparece el símbolo correspondiente a un amplificador operacional. A diferencia del modelo, el amplificador operacional no está en realidad conectado a tierra. Sin embargo, sí está conectado a una fuente de voltaje positivo y negativo, estableciendo en efecto una tierra aproximadamente a mitad entre los suministros. Estos son típicamente de +15 V y -15 V, pero pueden ser de +5 V y -5V. Los terminales más y menos a la entrada del amplificador operacional indican la polaridad de v_i que hace positivo a v_o .

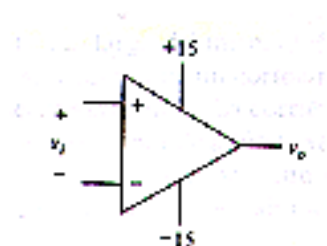


Figura No. 2

Las conexiones de la fuente de energía con frecuencia no aparecen en los símbolos de los amplificadores operacionales. Los voltajes exactos de funcionamiento no son importantes para la operación de los amplificadores operacionales, en tanto el voltaje de señal no exceda de los suministrados.

Un amplificador operacional ideal tendría ganancia infinita y ninguna corriente de entrada, y la salida v_0 no sería afectada por ninguna carga. Estas propiedades pueden resumirse como

$$A = \infty, R_{entr} = \infty, R_{sal} = 0$$

Un amp op ideal tiene otras propiedades, tales como un ancho de banda infinito, un intervalo de voltajes infinito a la entrada y la salida. Pero la propiedad más importante para simplificar las ideas de diseño es $A = \infty$. En la práctica esto no puede lograrse, pero el análisis basado en un modelo con ganancia infinita conduce a un acuerdo excelente en cuanto a la actuación real en la mayoría de los casos.

El Amplificador Operacional ideal se caracteriza por:

- Resistencia de entrada, (R_{en}), tiende a infinito.
- Resistencia de salida, (R_o), tiende a cero.
- Ganancia de tensión de lazo abierto, (A), tiende a infinito.
- Ancho de banda (BW), tiende a infinito.
- $V_o = 0$, cuando $V_+ = V_-$,

Ya que la resistencia de entrada, R_{en} , es infinita, la corriente en cada entrada, inversora y no inversora, es cero. Además el hecho de que la ganancia de lazo abierto sea infinita hace que la tensión entre las dos terminales sea cero, como es muestra a continuación:

$$V_+ - V_- = \frac{V_o}{A}$$

$$A \rightarrow \infty$$

$$V_+ - V_- = 0$$

$$V_+ = V_-$$

2. Configuración Básica de un sumador según un

Amplificador Operacional.

Es probable que el más útil de los circuitos de amp-op utilizados en computadoras analógicas sea el circuito amplificador sumador. La figura (3) muestra un circuito sumador de tres entradas, el cual brinda un medio para sumar (añadir) algebraicamente voltajes de tres entradas, cada uno multiplicado por un factor de ganancia constante.

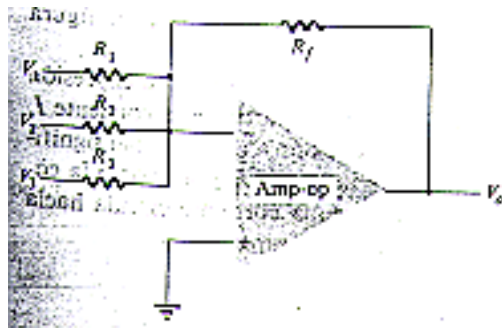


Figura No. 3

Amplificador Sumador

Si se utiliza el circuito equivalente virtual, el voltaje de salida puede expresarse en términos de entrada como:

$$V_o = (R_f/R_1)V_1 + (R_f/R_2)V_2 + (R_f/R_3)V_3$$

En otras palabras, cada entrada añade un voltaje a la salida conforme se obtiene de un circuito de ganancia constante inversor. Si se emplean más entradas, ellas añaden componentes adicionales a la salida.

Un ejemplo del amplificador sumador es el circuito que aparece en la figura (4).

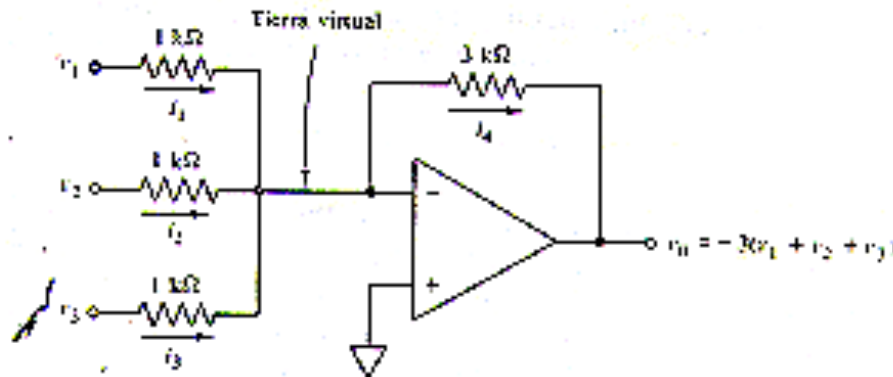


Figura No. 4

Este circuito puede usarse para combinar o mezclar señales de audio. Las fuentes V_1 , V_2 y V_3 determinan las corrientes i_1 , i_2 e i_3 a través de sus respectivas resistencias a tierra (se trata de una tierra virtual establecida por el corto virtual del amp-op). Cada corriente es proporcional a su correspondiente voltaje, por ejemplo, $i_1 = V_1/(1K)$. Aplicando la LKC, la corriente i_4 que pasa por el resistor de realimentación de $3K$ es la suma de estas corrientes:

$$I_4 = i_1 + i_2 + i_3 = (V_1 + V_2 + V_3)/1K.$$

Pero $V_o = 3K \cdot i_4$. Por lo tanto,

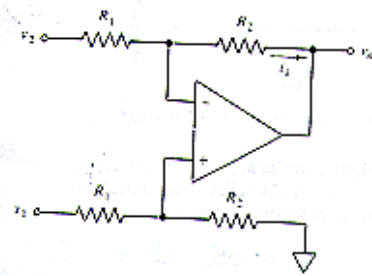
$$V_o = -3(V_1 + V_2 + V_3).$$

El voltaje de salida es la suma de los voltajes de entrada a los que se agrega alguna ganancia.

3. Configuración Básica de un Restador según un

Amplificador Operacional.

Algunas aplicaciones requieren que se amplifique la diferencia entre dos voltajes. Este es el caso de un sistema de control en el que el comparador toma la diferencia entre el voltaje de entrada y el voltaje de retroalimentación. Otro ejemplo es el que se encuentra en las aplicaciones de biomedicina, en las que se realiza una medición de la diferencia de voltaje entre dos puntos del cuerpo del paciente. En estos casos la configuración diferencial del amp-op que aparece en la figura (5) es la requerida. Si se pone a tierra V_1 , entonces V_2 contempla una configuración inversora. Si se pone a tierra V_2 (por medio de un divisor de voltaje), verá una configuración no inversora. Un análisis basado en el método de la superposición nos da el resultado:



$$V_o = (R_2/R_1)(V_1 - V_2).$$

Figura No. 5

Amplificador en Configuración Diferencial

El punto de importancia en este caso es que la salida depende solamente de la diferencia entre los voltajes de entrada. Si estos voltajes se mueven juntos arriba y abajo, no hay efecto que se observe a la salida. Esto se denomina *rechazo por modo común*.

4. Configuración Básica de un Inversor según un

Amplificador Operacional.

Un amplificador con ganancia infinita no es muy útil en si. La utilidad de los amp op procede de incluirlos en otros elementos que determinan la respuesta del circuito. En la figura (6) se utiliza un amplificador operacional junto con dos resistores para integrar un amplificador con ganancia -3 .

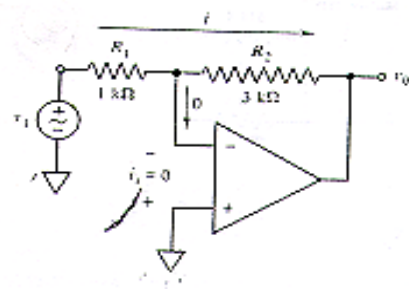


Figura No. 6

En todas las aplicaciones lineales del amp op la salida ésta conectada de alguna forma al terminal menos de entrada, por conducto de R_2 en este caso. Esto da como resultado una realimentación negativa. En estas condiciones el amplificador actúa logrando que el voltaje de entrada v_1 se hace negativo, llevando al terminal menos ligeramente debajo de tierra. Entonces v_i se hace positivo, volviendo a v_0 también positivo; lo bastante positivo para elevar el terminal menos de forma que V_i es cero de nuevo. Debido a que la ganancia (ideal) es infinita, ni siquiera un pequeño voltaje puede mantenerse en V_i .

Esto tiene la mayor importancia para comprender un circuito con amplificador operacional: *el voltaje entre los dos terminales de entrada del amplificador es cero*. Esto es un logro nada trivial porque se obtiene sin sacar ninguna corriente a la entrada del amp op. Por ejemplo, en el circuito de la figura (6) se podrían tener cero volts de tierra a la unión de R_1 y R_2 , poniendo simplemente en corto y a tierra dicha junta. Pero esto sacaría corriente a través del corto, perturbándose así la operación del circuito. El amplificador operacional no toma corriente (idealmente) por sus terminales de entrada.

La esencia de la operación del amp op se capta mediante un elemento imaginario llamado *cortocircuito virtual*. Este elemento tiene la propiedad de contar al mismo tiempo con cero volts a través del mismo y cero corriente a lo largo del mismo. (Véase figura 7).

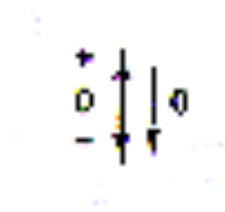


Figura No. 7

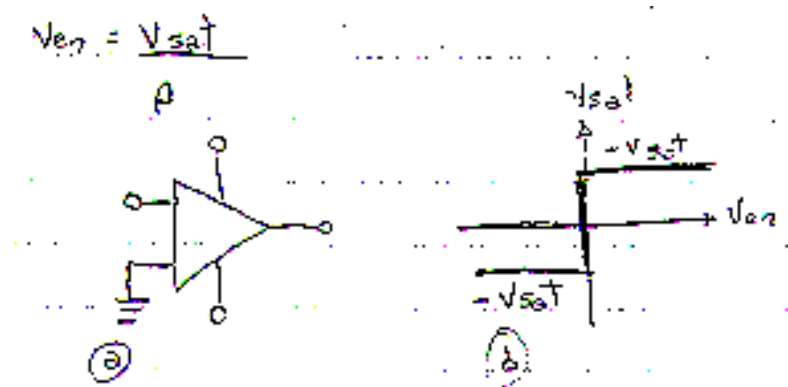
5. Configuración Básica de un Comparador según un

Amplificador Operacional.

Un comparador analiza una señal de voltaje en una entrada respecto a un voltaje de referencia en la otra entrada. El amplificador operacional de propósito general se utiliza como sustituto de los CI diseñados específicamente para aplicaciones de comparación.

Desafortunadamente, el voltaje de salida del amplificador operacional no cambia con mucha velocidad. Además su salida cambia, entre los límites fijados por los voltajes de saturación, $+V_{sat}$ y $-V_{sat}$, alrededor de ± 13 V. Por tanto, su salida no puede alimentar dispositivos, como los CI de lógica digital TTL, que requieren niveles de voltaje entre 0 y +5 V.

Tanto el amplificador operacional de propósito general como el comparador no operan con propiedad si hay ruido en cualquier entrada. Para resolver este problema, se aprenderá como con agregar retroalimentación positiva se resuelve el problema de ruido. Obsérvese que la retroalimentación positiva no elimina el ruido; pero, hace que el amplificador operacional responda menos a él.



La manera más simple de construir un comparador consiste en conectar un amplificador operacional sin resistores de retroalimentación, como se ve en la fig (a). Cuando la entrada inversora esta aterrizada, el más pequeño voltaje (de fracciones de Milivolts) es suficiente para saturarlos. Si A es la ganancia de voltaje diferencial del amp-op, el voltaje de entrada mínimo que produce saturación es:

- Amplificador operacional utilizado como comparador.

b) Característica de transferencia de un amplificador operacional.

6. Configuración de un Generador de Onda Cuadrada:

La onda cuadrada es una forma de onda periódica, producida por un oscilador (circuito generador de ondas). Los osciladores se aplican a los generadores de tono para música electrónica, relojes para computadores o marcadores de tiempo timers, portadoras para los sistemas de comunicación para los circuitos de energía.

Podemos modificar el disipador Schmitt para hacer un oscilador que genere una onda cuadrada..

7. Configuración de un Generador de Onda Sinusoidal:

La onda sinusoidal:

$$V(t) = V_m \sin t \text{ (a)}$$

La cual se representa en la figura (8). La amplitud de la senoidal es V_m , la cual es el máximo valor que la función alcanza. La frecuencia en radianes o frecuencia ondular, es , medida en radianes por segundo (rad/s).

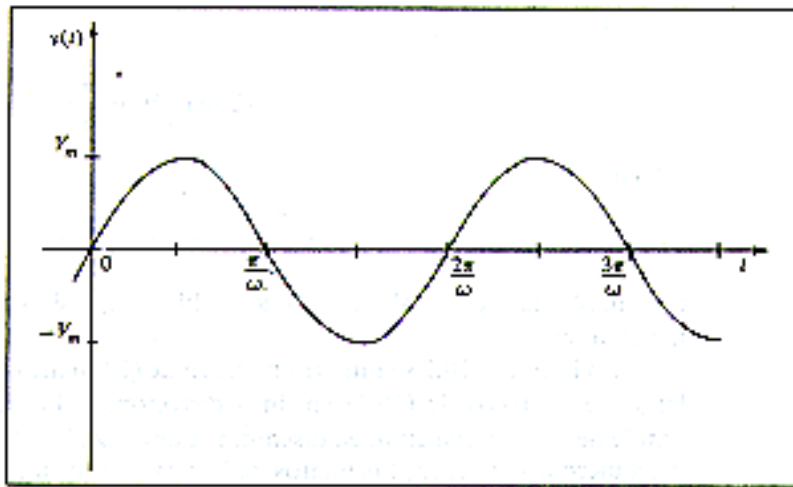


Figura No.8

Función Senoidal

La senoidal es una función periódica, definida en general por la propiedad:

$$v(t + T) = v(t) \text{ (b)}$$

donde T es el periodo. Esto es, la función pasa a través de un ciclo completo o periodo, a partir del cual se repite cada T segundos. En el caso de la senoidal, el periodo es:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (c)}$$

como se puede ver a partir de (a) y (b). Así en 1 seg. La función pasa a través de $1/T$ ciclos, o periodos. Su frecuencia es entonces:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \text{ (d)}$$

T 2

ciclos por segundo, o hertz (Hz). Este último término, es ahora la unidad estándar de la frecuencia. La relación entre frecuencia y frecuencia en radianes se ve en (d) que es

$$= 2\pi f \text{ (e)}$$

Una expresión senoidal más general está dada por

$$v(t) = V_m \sin(\omega t + \phi) \text{ (f)}$$

donde ϕ es el ángulo de fase, o simplemente la fase. Para ser consistentes, puesto que ωt está en radianes, debiera expresarse en radianes. Sin embargo, en ingeniería eléctrica a menudo es conveniente especificar ϕ en grados.

En la figura (9) se muestra un trazo de (f) mediante la línea continua, a lo largo de un trazo de (a) en línea discontinua. La curva en línea continua desplazada ϕ / ω segundos, o ϕ radianes a la izquierda. Por tanto, los puntos de la curva en línea continua, tales como sus picos, ocurren en ϕ / ω rad o ϕ / ω seg., antes que los puntos correspondientes de la línea discontinua.

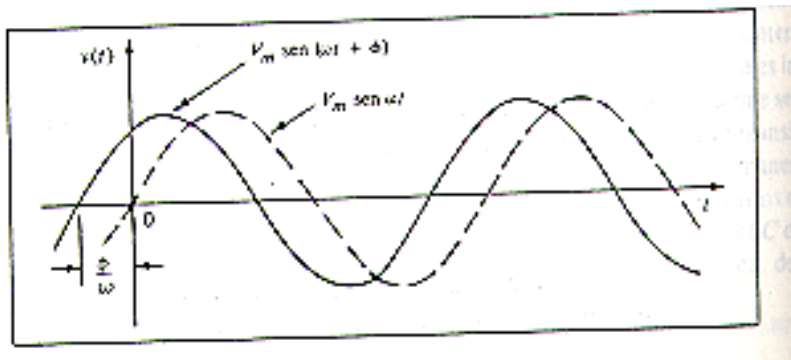


Figura No. 9

Dos senoidales con fases diferentes

A consecuencia de lo anterior, diremos que $V_m \sin(\omega t + \phi)$ adelantada a $V_m \sin \omega t$ en ϕ / ω rad. (o grados). En general la senoidal

$$= V_m \sin(\omega t + \phi)$$

adelanta a la senoidal

$$= V_{m2} \sin(\omega t + \phi_2)$$

en $\phi_1 - \phi_2$. Una expresión equivalente es $V_{m2} \sin(\omega t + \phi_2)$ se atrasa en $\phi_1 - \phi_2$.

Ejemplo:

$$= 4 \sin(2t + 30^\circ)$$

y

$$= 6 \sin(2t - 12^\circ)$$

Entonces $4 \sin(2t + 30^\circ)$ adelante a $6 \sin(2t - 12^\circ)$ en $30 - (-12) = 42^\circ$.

Hasta ahora se han considerado funciones seno y no funciones coseno al definir senoidales. No importa qué forma se utilice puesto que

$$\cos(t - \pi/2) = \sin t \text{ (g)}$$

O bien

$$\cos(t + \pi/2) = -\sin t \text{ (h)}$$

La única diferencia entre senos y cosenos es el ángulo de fase. Podemos escribir (f) como

$$v(t) = V_m \cos(t + \phi).$$

8. Configuración Básicas de las compuertas Lógicas según

transistor– transistor (TTL)

La compuerta original básica TTL fue una mejora ligera sobre la compuerta DLT. Conforme progresó la tecnología TTL, se agregaron mejoras adicionales al punto en que esta familia lógica llegó a ser el tipo de uso más amplio en el diseño de sistemas digitales. Hay muchas versiones de la compuerta básica TTL. Los nombres y características de cinco versiones aparecen en la siguiente tabla, junto con sus valores de retardo, de propagación, disipación de potencia y producto velocidad–potencia.

Nombre	Abreviatura	Retardo de propagación (ns)	Disipación de potencia (mW)	Producto potencia–velocidad (pJ)
TTL estándar	TTL	10	10	100
TTL baja potencia	LTTL	33	1	33
TTL alta potencia	HTTL	6	22	132
TTL Schottky	STTL	3	19	57
TTL schottky De baja potencia	LSTTL	9.5	2	19

La compuerta lógica estándar TTL fue la primera versión en la familia TTL. Esta compuerta básica se construyó entonces con resistores de diferentes valores para producir compuertas con disipación más baja o velocidad más alta. El retardo de propagación de una familia lógica saturada depende principalmente de dos factores: tiempo de almacenamiento y tiempo de las constantes RC. La reducción del tiempo de almacenamiento disminuye el retardo de propagación. La reducción de los valores de resistores en el circuito reduce las constantes de tiempo RC y disminuye el retardo de propagación. La velocidad de la compuerta es inversamente proporcional al retardo de propagación.

En la compuerta TTL de baja potencia los valores de los resistores son más altos que en la compuerta estándar para reducir la disipación de potencia, pero se aumenta el retardo de propagación. Con la compuerta TTL de alta velocidad, los valores de los resistores se bajan para reducir el retardo de propagación, pero se aumenta la disipación de potencia. La TTL Schottky es una última mejora en la tecnología que elimina el tiempo de almacenamiento de los transistores al evitar que vayan a saturación. Esta versión aumenta la velocidad de

operación sin un aumento excesivo en la disipación de potencia. La versión TTL Schottky de bala potencia sacrifica un poco de velocidad para reducir la disipación de potencia. Es casi igual a la compuerta TTL estándar en el retardo de propagación, pero sólo tiene una quinta parte en la disipación de potencia. Tiene el mejor producto de velocidad-potencia y, como consecuencia, ha llegado a ser la versión de más uso en los nuevos diseños.

Todas las versiones TTL están disponibles en paquetes SSI y en formas más complejas como funciones MSI y LSI. Las diferencias en las versiones TTL no están en las funciones digitales que realizan, sino en los valores de los resistores y el tipo de transistores que usa su compuerta básica. En cualquier caso, las compuertas TTL en todas las versiones están disponibles en tres tipos de configuraciones de salida.

- Salida de colector abierto.
- Salida de poste totem.
- Salida de tres estados (o triestado).

• *Salida de colector abierto:*

La compuerta de colector abierto se usan en tres aplicaciones principales: impulsar una lampara o un relevador, realizando lógica alamburada y para la construcción de un sistema de bus común. Una salida de colector abierto puede impulsar una lampara colocada en su salida a través de un resistor limitador. Cuando la salida es baja, el transistor saturado forma una trayectoria para la corriente que enciende la lampara. Cuando el transistor salida está apagado, la lampara se apaga ya que no hay trayectoria para la corriente.

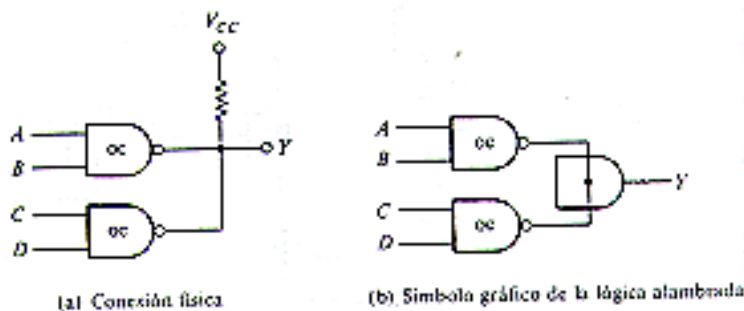


Figura No.10

La lógica alamburada lleva a cabo las compuertas TTL de colector abierto. El alamburado físico en (la figura 10) muestra como deben conectarse las salidas de un resistor común. El símbolo gráfico para dicha conexión se demuestra en (la figura 10.b).

Las compuertas de colector abierto pueden ligarse para formar un bus común. En cualquier momento, todas las salidas de compuerta ligada al bus, excepto una, deben mantenerse en su estado alto o bajo, dependiendo de si se desea transmitir un 1 o un 0 en el bus. Deben usarse circuitos de control para seleccionar la compuerta particular que impulsa al bus en cualquier momento dado.

• *Salida en poste totem:*

La impedancia de salida de una compuerta por lo común es una carga resistiva más una carga capacitiva. La carga capacitiva consta de la capacitancia del transistor de salida, y cualquier capacitancia dispersa de alamburado. Cuando la salida cambia del estado bajo al alto, el transistor de salida de la compuerta pasa de saturación de corte y la capacitancia total de carga.

La conexión de lógica de alamburada no se permiten en los circuitos de salida en poste totem. Cuando dos

postes totem se alambran juntos con la salida de una compuerta alta y la salida de la segunda compuerta en baja, la cantidad excesiva de corriente retirada puede producir suficiente calor para dañar los transistores en el circuito. Algunas compuertas TTL se construyen para soportar la cantidad de corriente que fluye bajo esta condición. En cualquier caso, la corriente de colector en la compuerta en baja puede ser lo suficientemente alta para mover el transistor dentro de la región activa y producir un voltaje de salida en la conexión alambrada mayor de 0.8 V, lo cual no es una señal binaria válida para compuertas TTL.

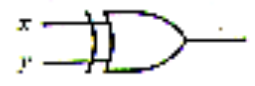
Compuerta TTL Schottky: Una reducción en el tiempo de almacenamiento resulta en una reducción del retardo de propagación. Esto se debe a que el tiempo necesario para que un transistor salga de saturación retarda el cambio del transistor desde la condición de encendido a la condición de apagado. La saturación puede eliminarse colocando un diodo Schottky entre la base y el colector de cada transistor saturado en el circuito. El diodo Schottky está formado por la junta de un metal y un semiconductor, en contraste con un diodo convencional que está formado por la junta de material semiconductor tipo p y tipo n. El voltaje a través de un diodo Schottky conductor es solo 0.4 V, en comparación con 0.7 V en un diodo convencional. La presencia de un diodo Schottky entre la base y el colector evita que el transistor pase a saturación. Uno de los transistores Schottky en una TTL disminuye el retardo de propagación sin sacrificar la disipación de potencia.

- *Salida de tres estados:*

Las salidas de dos compuertas TTL con estructura de poste en totem no pueden conectarse juntas como en salidas de colector abierto. Sin embargo, hay un tipo especial de compuerta de poste en totem que permite la conexión alambrada de las salidas para el propósito de formar un sistema de bus común. Cuando una compuerta TTL de salida de poste en totem tiene esa propiedad, se denomina compuerta de tres estados.

Una compuerta de tres estados exhibe tres estados de salida: (1) un estado de bajo nivel cuando el transistor inferior en el poste totem está encendido y el transistor superior está apagado; (2) un estado de alto nivel cuando el transistor superior en el poste totem está encendido y el transistor inferior está apagado; y (3) un tercer estado cuando ambos transistores en el poste totem están apagados. El tercer estado proporciona un circuito abierto o un estado de alta impedancia que permite una conexión alambrada directa de muchas salidas a una línea común. Las compuertas de tres estados eliminan la necesidad de compuertas de colector abierto en las configuraciones de bus.

9. Tablas de la verdad de cada una de las Compuertas

Nombre	Símbolo gráfico	Función algebraica	Tabla de verdad															
AND		$F = xy$	<table><tr><th>x</th><th>y</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x	y	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
x	y	F																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
OR		$F = x + y$	<table><tr><th>x</th><th>y</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x	y	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
x	y	F																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
Inversor		$F = x'$	<table><tr><th>x</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x	F	0	1	1	0									
x	F																	
0	1																	
1	0																	
Buffer		$F = x$	<table><tr><th>x</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x	F	0	0	1	1									
x	F																	
0	0																	
1	1																	
NAND		$F = (xy)'$	<table><tr><th>x</th><th>y</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x	y	F	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
x	y	F																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
NOR		$F = (x + y)'$	<table><tr><th>x</th><th>y</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x	y	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
x	y	F																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
Exclusivo-OR (XOR)		$F = xy' + x'y$ $= x \oplus y$	<table><tr><th>x</th><th>y</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x	y	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
x	y	F																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
Exclusivo-NOR o equivalente		$F = xy + x'y'$ $= x \odot y$	<table><tr><th>x</th><th>y</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x	y	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
x	y	F																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																

Lógicas:

10. Configuración básica de las compuertas lógicas según

I.C. (Circuito Integrado):

Los circuitos digitales se construyen en forma invariable con I.C.. Las compuertas digitales I.C. se clasifican no solo por su operación lógica, sino también por la familia de circuitos lógicos a las cuales pertenecen. Cada familia lógica tiene su propio circuito electrónico básico en el cual se desarrollan circuitos y funciones digitales más complejos. El circuito básico de cada familia es una compuerta NAND o bien una compuerta NOR. Los componentes electrónicos que se amplían en la construcción del circuito básico por lo general se utilizan para nombrar la familia lógica. En el comercio se han introducido muchas familias lógicas diferentes de I.C. digitales. Las que han alcanzado un amplio uso popular se listan a continuación.

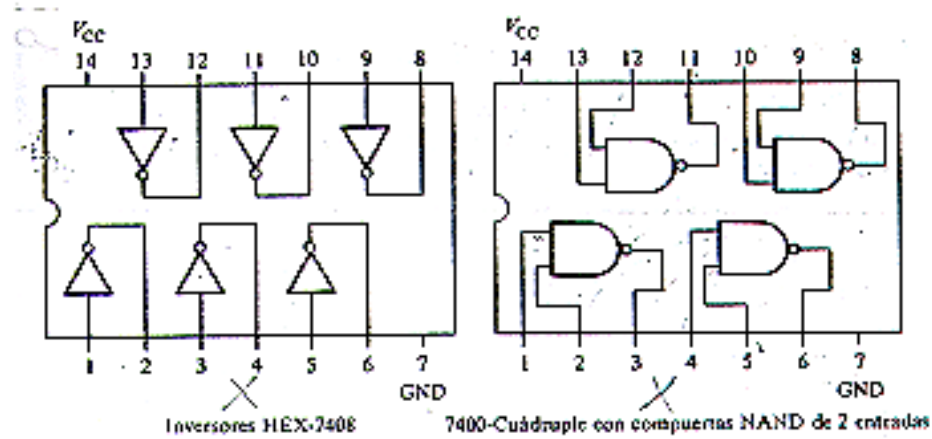
TTL	Lógica de transistor–transistor.
ECL	Lógica de emisor acoplado.
MOS	Semiconductor de óxido metálico.
CMOS	Semiconductor complementario de óxido metálico.
I2L	Lógica de inyección integrada.

La lógica TTL tiene una lista extensa de funciones digitales y hoy día es la familia lógica más popular. La lógica ECL se utiliza en sistemas que requieren operaciones de alta velocidad. Las MOS e I2L se usan en circuitos que requieren altas densidades de componentes y la CMOS se emplean en sistemas que necesitan bajos consumos de potencia.

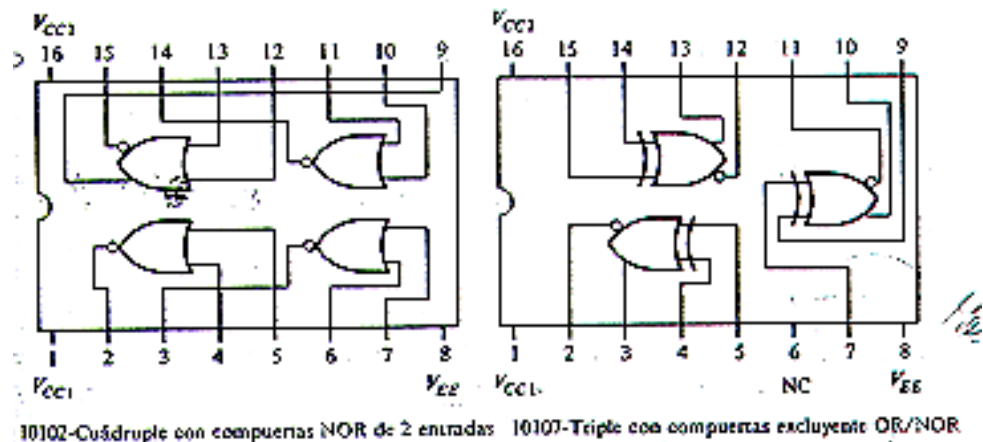
Debido a la alta densidad con la cual pueden fabricarse ellos transistores en MOS e I2L, estas dos familias son las que más se utilizan para las funciones LSI y también un gran número de dispositivos MSI y SSI. Los dispositivos SSI son los que incluyen un pequeño número de compuertas o flip–flops en un paquete IC. El límite de número de circuitos en los dispositivos SSI es el número de clavijas en el paquete. Por ejemplo, un paquete de 14 clavijas puede acomodar solo 4 compuertas de dos entradas, debido a que cada compuerta requiere 3 clavijas externas, dos para cada una de las entrada y una para la salida, con un total de 12 clavijas. Las dos clavijas restantes se necesitan para suministrar potencia a los circuitos.

Algunos circuitos típicos SSI se muestran en la figura (11). Cada IC se encapsula de 14 o 16 clavijas.

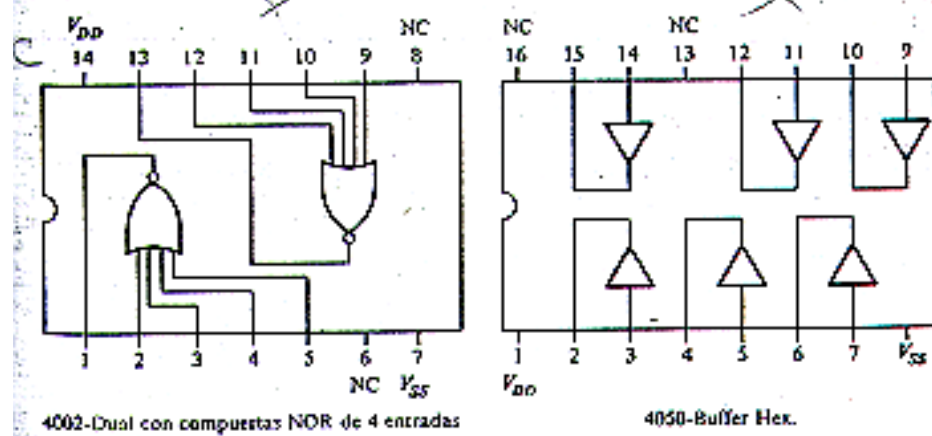
Los IC de la familia TTL por lo común se distinguen por designaciones numéricas como las series 5400 y 7400. La primera tiene amplios márgenes de temperatura de operación adecuados para uso militar y la segunda tiene márgenes más reducidos de temperatura adecuados para uso industrial.



(a) Compuertas TTL.

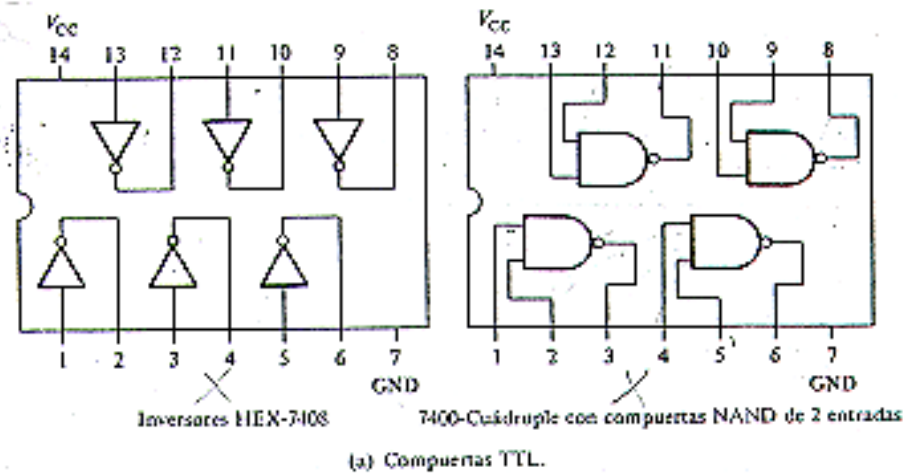


(b) Compuertas ECL.



(c) Compuertas CMOS.

4 Figura No. 11



En la figura (11-a) se muestran dos circuitos TTL SSI. La serie 7404 proporciona 6 (hex) inversores en un paquete. La serie 7400 proporciona 4 (cuádruple) puertas NAND de dos entradas. Las terminales marcadas Vcc y GND son las clavijas de suministro de potencia que requieren un voltaje de 5 Volts para la operación apropiada.

Figura No. 11-a

El tipo más común de ECL se designa como la serie 10000. En la figura (11-b) se muestran dos circuitos ECL. La serie 10102 proporciona compuertas NOR de dos entradas. Obsérvese que una compuerta ECL puede tener dos salidas una para la función NOR y otra para la función 0 (clavija 9 del 10102 IC). El 10107 IC proporciona 3 compuertas excluyentes OR. Aquí hay de nuevo dos salidas para cada compuerta; la otra salida de la función excluyente NOR o de equivalencia. Las compuertas ECL tienen 3 terminales para suministro de potencia. Vcc1 y Vcc2 por lo común se conecta a tierra y Vee a una suministro de 5.2 Volts.

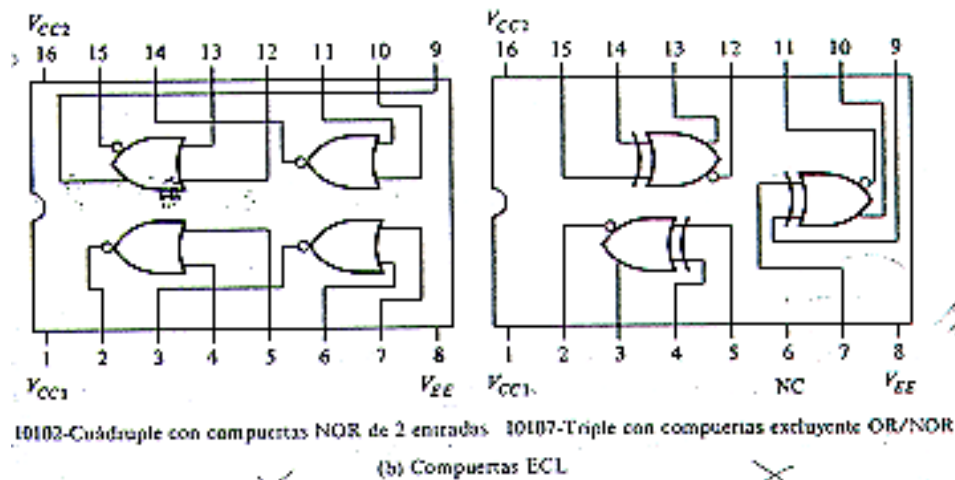


Figura No. 11-b

Los circuitos CMOS de la serie 4000 se muestran en la figura (11-c). Solo pueden acomodarse en el 4002 dos compuertas NOR de 4 entradas, debido a la limitación de clavijas. El tipo 4059 proporciona 6 compuertas buffer. Ambos ICs tienen dos terminales sin uso marcadas NC (no conexión). La terminal marcada Vdd requiere un voltaje en el suministro de potencia de 3 a 15 Volts, en tanto Vss por lo común se conecta a tierra.

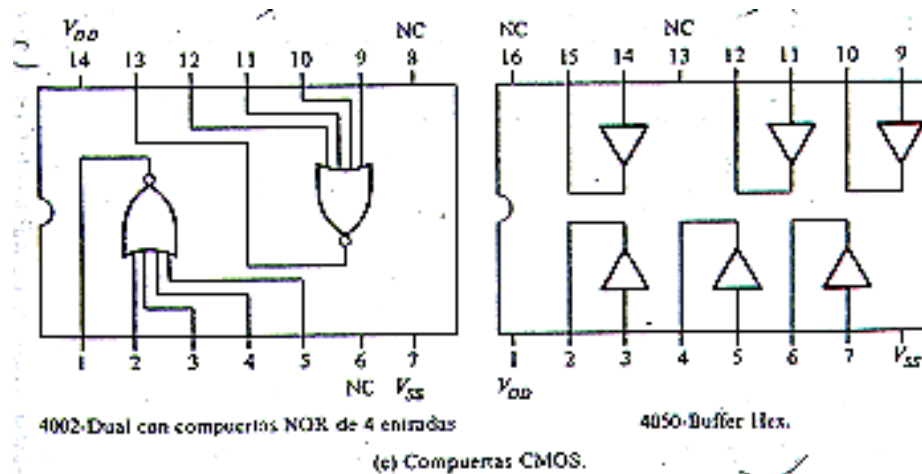


Figura No. 11-c

Características Especiales:

Las características de las familias IC de lógica digital por lo común se comparan por el análisis de circuito de la compuerta básica en cada familia. Los parámetros más importantes que se evalúan y comparan son las salidas en abanico (multiplicidad de conexiones en las salidas), disipación de potencia, retardo de propagación y margen de ruido.

- *El Abanico de Salida:* Especifican el número de cargas estándar que pueden impulsar la salida de una compuerta sin menoscabar su operación normal. Una carga estándar por lo común se define como la cantidad de corriente necesaria por una entrada de otra compuerta en la misma familia IC. Algunas veces el término cargado se usa en lugar de abanico de salida. La salida de una compuerta por lo general se conecta a las entradas de otras compuertas similares. Cada entrada consume una cierta cantidad de potencia de la entrada de la compuerta, de modo que cada conexión adicional se agrega a la carga de la compuerta. Las reglas de carga por lo común se listan para una familia de circuitos digitales estándar. Estas reglas especifican la máxima cantidad de carga permitida para cada salida de cada circuito. Las capacidades del abanico de salida de una compuerta pueden considerarse cuando se simplifican las funciones booleanas. Los amplificadores no inversores o buffers algunas veces se emplean para proporcionar capacidades adicionales de impulsión para cargas pesadas.
- *La Disipación de Potencia:* Es la potencia suministrada requerida para operar la compuerta. Este parámetro se expresa en miliwatts (mW) y representa la potencia real disipada en la compuerta. El número que representa este parámetro no incluye la potencia suministrada por otra compuerta; más bien, representa la potencia suministrada a la compuerta por el suministro de potencia. Un IC con cuatro compuertas requerirá, de sus suministro de potencia, 4 veces la potencia disipada por cada compuerta. En un sistema dado pueden haber muchos IC y, la potencia requerida por cada IC debe considerarse. La disipación total de potencia en un sistema, es la suma total de la potencia disipada en todos los IC.
- *El Retardo de Propagación:* Es el retardo de tiempo de transición promedio para que una señal se propague desde la entrada a la salida cuando la señal binaria cambia en valor. Las señales a través de una compuerta toman cierta cantidad de tiempo para propagarse desde las entradas a la salida. Este intervalo de tiempo se define como el retardo de propagación de la compuerta. El retardo de propagación se expresa en nanosegundos (ns) y, un ns es igual a 10^{-9} de un segundo.

• Configuración básica de las compuertas lógicas según

C.M.O.S.

Los circuitos MOS complementarios aprovechan el hecho de que tanto los dispositivos de canal n como de canal p pueden fabricarse en el mismo sustrato. Los circuitos CMOS constan de ambos tipos de dispositivos MOS interconectados para formar funciones lógicas.

La lógica CMOS por lo común se especifica para operación con suministro único, en el orden de 5–15–V, pero algunos circuitos pueden operarse a 3 V o 18 V. La operación CMOS en valores más altos de voltajes de suministros producen una disipación más grande de potencia. El tiempo de retardo de propagación disminuye y el margen de ruido mejora con un voltaje aumentado de suministro de potencia. El retardo de propagación del inversor es cercano a 25 ns. El margen de ruido por lo común es aproximadamente el 40% del valor del voltaje de suministro V_{dd} . Las ventajas del CMOS, esto es, baja disipación de potencia, excelente inmunidad al ruido, alta densidad de empaque y una extensa amplitud de voltaje de suministro, hacen que sea un buen candidato para una familia de uso popular estándar para circuitos digitales.

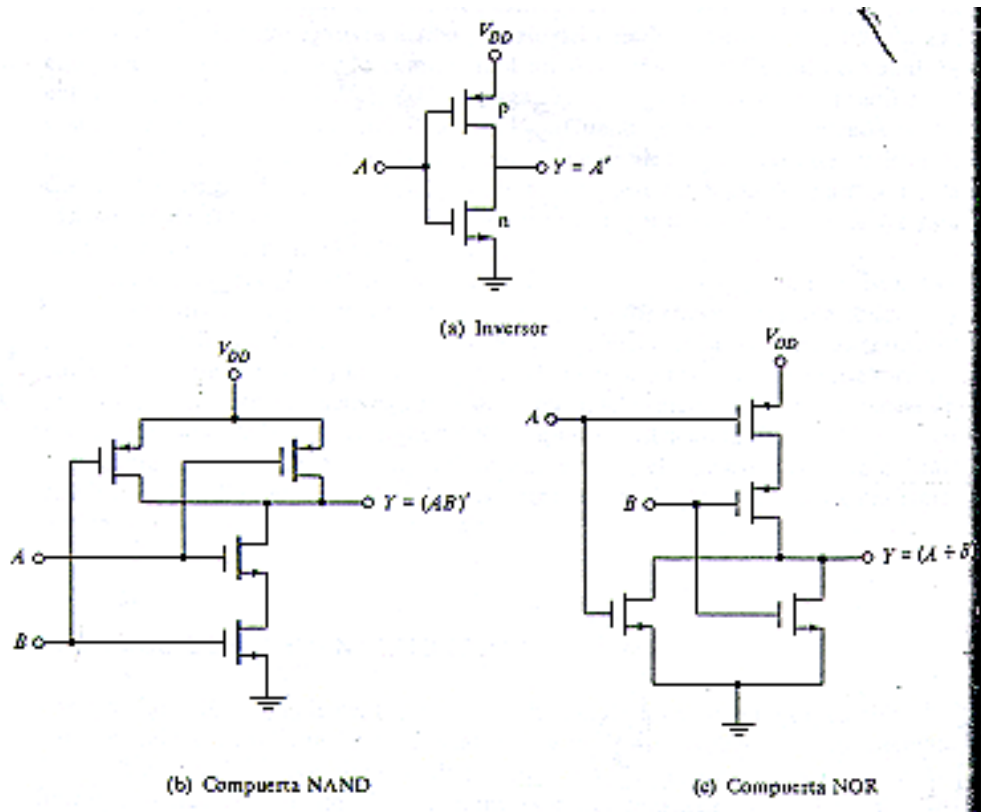
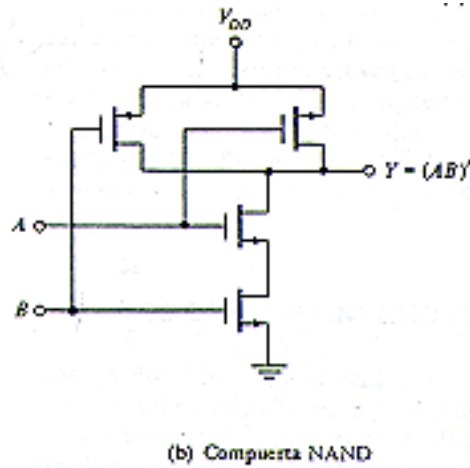


Figura No.12

En la figura (12) se muestran otras dos compuertas básicas CMOS. Una compuerta de dos entradas NAND consta de dos unidades de tipo p en paralelo y dos unidades tipo n en serie como se ilustra en la figura (12-b). Si todas las entradas están altas, ambos transistores de canal p se apagan y ambos transistores de canal n se encienden. La salida tiene una baja impedancia a tierra y produce un estado bajo. Si cualquier entrada baja, el transistor asociado de canal n se apaga y el transistor asociado de canal p se enciende. La salida se acopla a V_{dd} y pasa al estado alto. Las compuertas NAND de entradas múltiples pueden formarse colocando números

iguales de transistores del tipo p y tipo



n en paralelo y en serie, respectivamente, en un arreglo similar al que se muestra en la figura (12-b).

Figura No. 12-b

Una compuerta NOR de dos entradas consta de dos unidades tipo n en paralelo y dos unidades tipo p en serie como se muestra en la figura (12-c). Cuando todas las entradas están en baja, ambas unidades de canal p están encendidas y ambas unidades de canal n están apagadas. La salida se acopla a Vdd y pasa al estado alto. Si cualquier entrada esta en alta, el transistor de canal p asociado se apaga y el transistor de canal n asociado se enciende. Esto conecta la salida a tierra, causando una salida de nivel bajo.

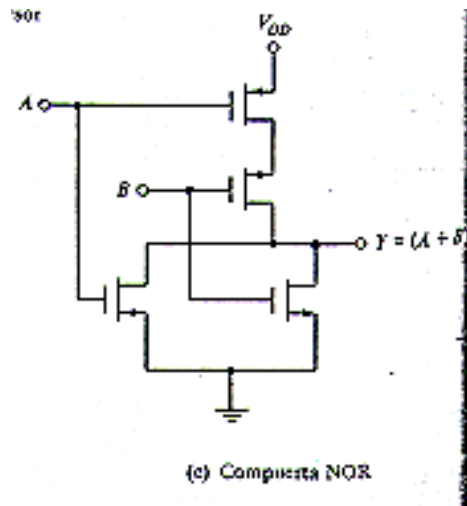


Figura No. 12-c

Conclusiones:

Una vez culminada la investigación podemos decir lo siguiente :

Que un amplificador operacional es un dispositivo lineal de propósito general el cual tiene capacidad de manejo de señales normales o definidas por fabricantes. Que pueden ser manejadas por configuraciones básicas de un amplificador operacional. Y por medio de Operaciones lógicas básicas.

Y que hoy en día su utilidad es indispensable, ya que es utilizado para la fabricación de productos eléctricos. Ya sean electrodomésticos, computadoras, televisores, lavadoras. Por que se emplean también en cada una de ellas para su diseño, las operaciones básicas lógicas. Y que sin ellas no tendríamos el avance tecnológico que tenemos hoy en día y que seguiremos disfrutando.

Bibliografía:

JOHNSON, HILBURN Y JOHNSON. Análisis Básico de Circuitos

Eléctricos Editorial Prentice Hall Inc. Mexico. 1991.

Mitsubishi Motors. Nociones de Electricidad y Electronica.

NATIONAL SCHOOLS. Electricidad y Refrigeración.

31

2

