

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 1 de 46

MANUAL DE PRÁCTICAS DE CONTROL LÓGICO INDUSTRIAL

PROGRAMA EDUCATIVO:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORÓ:

ING. CARLOS ALBERTO DECENA CHAN, M.I.M

Calkiní, Campeche, Agosto de 2016

Revisó	Aprobó	Autorizó
Presidente de Academia	Coordinador del PE	Dirección Académica

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 2 de 46

ÍNDICE

CONCEPTO	PÁGINAS
PRESENTACIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	3
SEGURIDAD	3
PRACTICA No. 1: COMPUERTAS LÓGICAS I.....	4
PRÁCTICA No. 2: COMPUERTAS LÓGICAS II.....	18
PRÁCTICA No. 3: SIMPLIFICACIÓN DE FUNCIONES LÓGICAS	22
PRÁCTICA No. 4: APLICACIÓN DE LAS COMPUERTAS LÓGICAS	29
PRÁCTICA No. 5: CIRCUITO 555 EN MODO ASTABLE Y EN MODO MONOESTABLE	33
PRÁCTICA No. 6: CONVERTIDORES A/D Y D/A.	39

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 3 de 46

PRESENTACIÓN

El presente manual permitirá que los estudiantes la capacidad de conocer, diseñar y aplicar los circuitos digitales para el control de los diferentes sistemas Industriales. Para ello se presentarán al estudiante los fundamentos matemáticos, leyes y principios de la electrónica digital reflejando su dominio en el desarrollo de las prácticas y el diseño de sistemas digitales.

OBJETIVO GENERAL

Conocer, diseñar y aplicar los circuitos digitales para el control de los diferentes sistemas Industriales.

SEGURIDAD

Revisar el manual de seguridad del Laboratorio de Ciencias Básicas del ITESCAM

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 4 de 46

PRACTICA No. 1: COMPUERTAS LÓGICAS I.

-INTRODUCCIÓN

Compuertas lógicas:

Una puerta lógica, o compuerta lógica, es un dispositivo electrónico con una función booleana. Suman, multiplican, niegan o afirman, incluyen o excluyen según sus propiedades lógicas. Se pueden aplicar a tecnología electrónica, eléctrica, mecánica, hidráulica y neumática. Son circuitos de conmutación integrados en un chip.

-OBJETIVO

El objetivo de esta práctica es familiarizar al alumno con el comportamiento de las compuertas lógicas OR, AND, NOT, XOR, NAND y NOR. Esto mediante la simulación de dichas compuertas utilizando el software Multisim.

-LUGAR

Salón de Clase.

-SEMANA DE EJECUCIÓN

Semana 3.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 5 de 46

- MATERIAL Y EQUIPO

Material:

Libreta de apuntes

Material del syllabus

Equipo:

1 Computadora personal por equipo

Software Multisim

-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

TABLA DE VERDAD COMPUERTA AND

Las puertas lógicas AND (o Y en castellano) son circuitos de varias entradas y una sola salida, caracterizadas porque necesitan disponer de un nivel 1 en todas las primeras para que también la salida adopte ese nivel. Basta con que una o varias entradas estén en el nivel 0 para que la salida suministre también dicho nivel. Todas las unidades AND o derivadas del AND, deben tener señal simultánea en todas sus entradas para disponer de señal de salida. Observando el funcionamiento de la unidad AND se comprende fácilmente que las entradas pueden ser aumentadas indefinidamente. Las compuertas AND pueden tener más de dos entradas y por definición, la salida es 1 si cualquier entrada es 1.

A	B	Salida
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

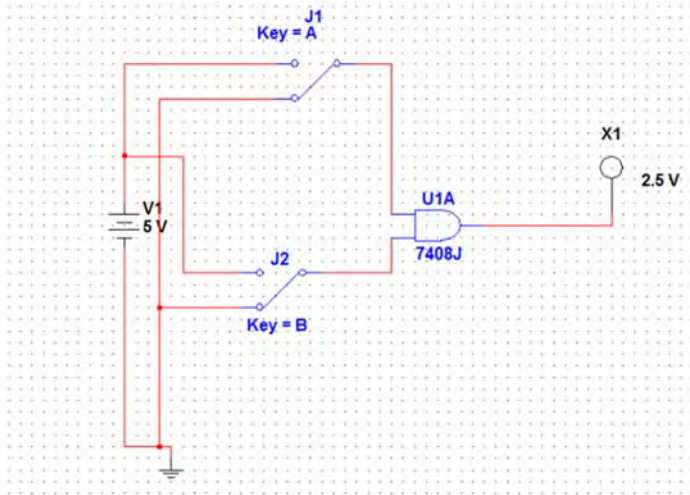
SIMULACIÓN EN MULTISIM PARA COMPROBAR LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA

AND

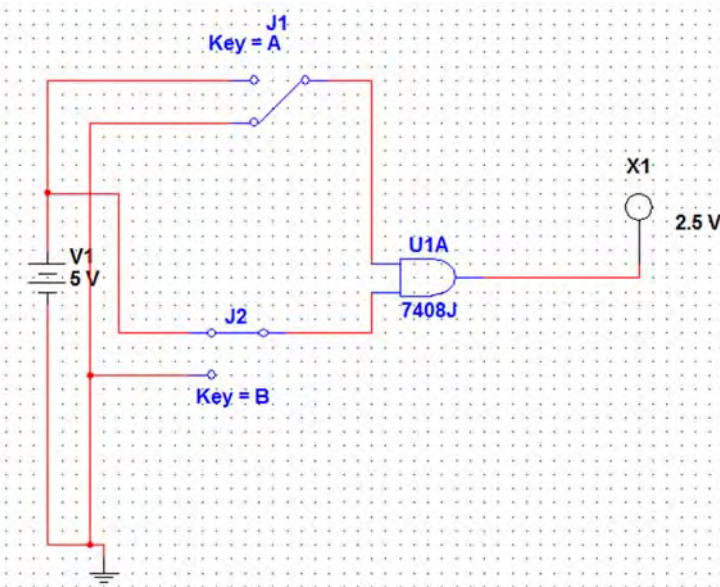
Empezamos simulando metiendo un 0 a la entrada A y otro a la B obteniendo en la salida un 0 por lo tanto el led no encenderá como se muestra en la imagen siguiente:

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 6 de 46

0,0 = 0

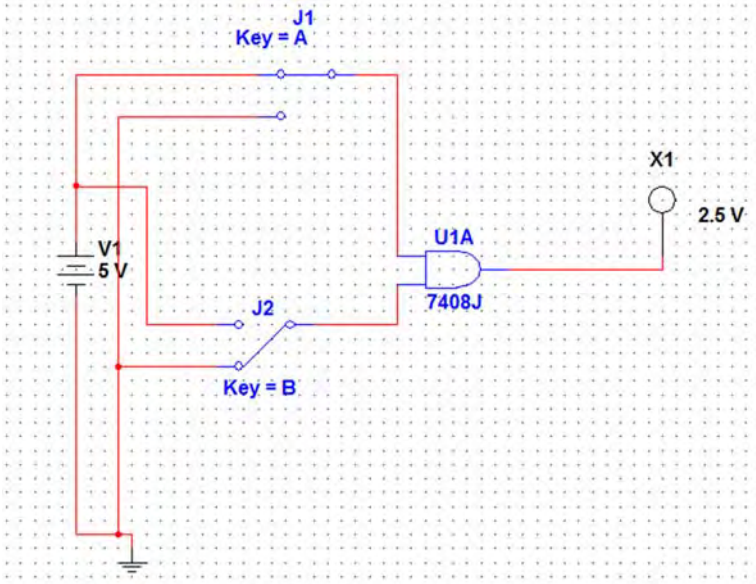


Aquí metemos un 0 en la A y un 1 en la B, obteniendo en la salida 0
0,1

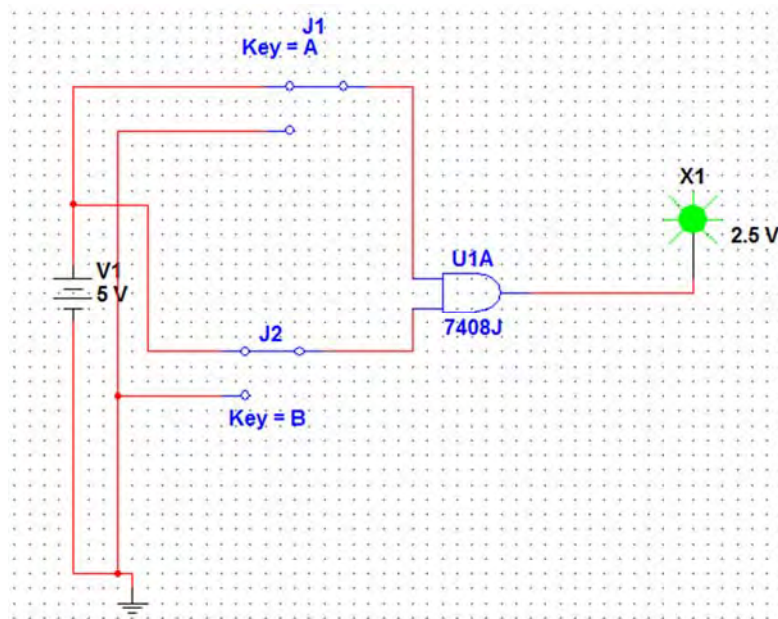


	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 7 de 46

Aquí metemos un 1 en la A y un 0 en la B, obteniendo en la salida 0
1,0



En la última comprobación se meterá un 1 a la A y a la B, en la salida ahora si obtendremos un 1 lo que indica que el led encenderá esto debido a que la compuerta AND multiplica sus entradas y como en ambas tenemos un $1 \times 1 = 1$ la salida será 1.



	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 8 de 46

COMPUERTA OR

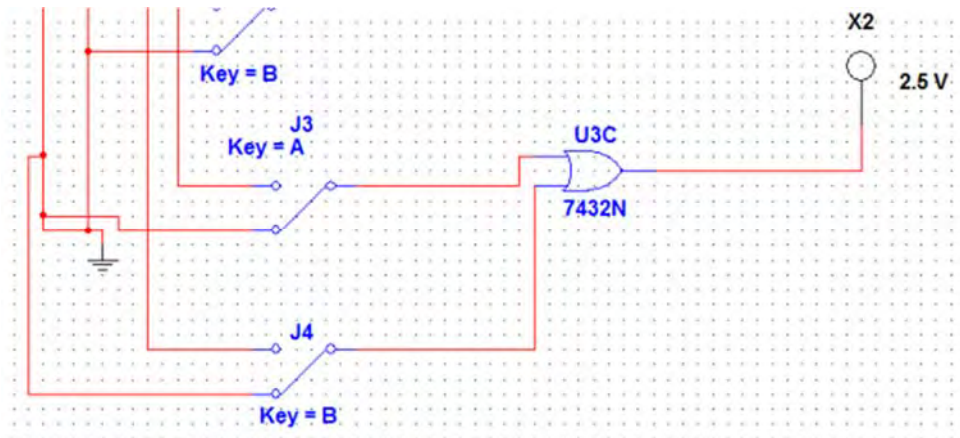
La función reunión, también llamada O, al traducir su nombre ingles OR, es la que solo necesita que exista una de sus entradas a nivel 1 para que la salida obtenga este mismo nivel. La expresión algebraica de esta función, suponiendo que disponga de dos entradas, es la siguiente: $s = a + b$. Es suficiente que tenga señal en cualquiera de sus entradas para que de señal de salida (OR). Las compuertas OR pueden tener más de dos entradas y por definición la salida es 1 si cualquier entrada es 1.

TABLA DE VERDAD COMPUERTA OR

A	B	Salida
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

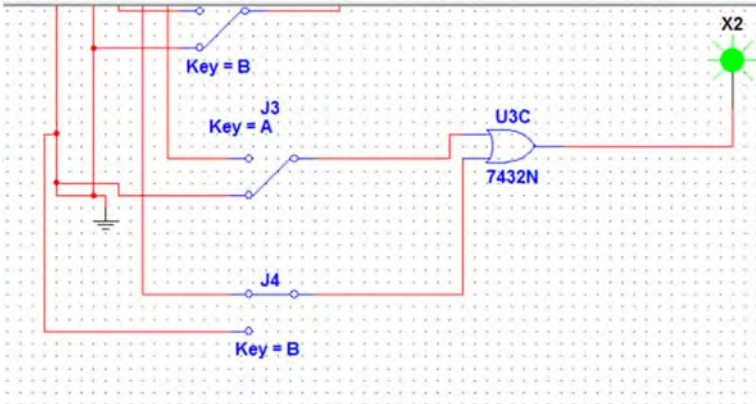
SIMULACIÓN EN MULTISIM PARA COMPROBAR LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA OR

0,0=0

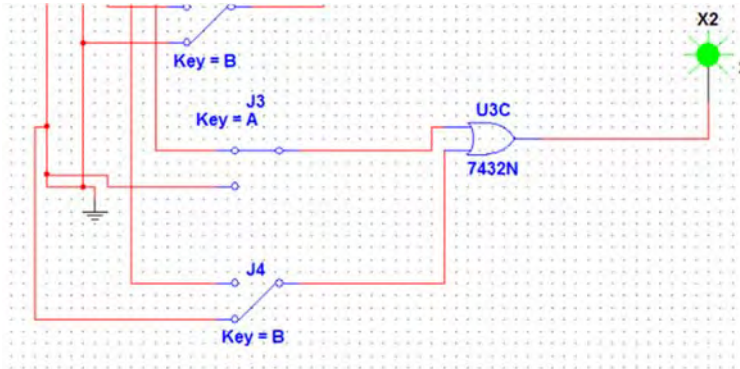


	Dirección Académica		Código: CPE-FO-02-03
			Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS		Página: 9 de 46

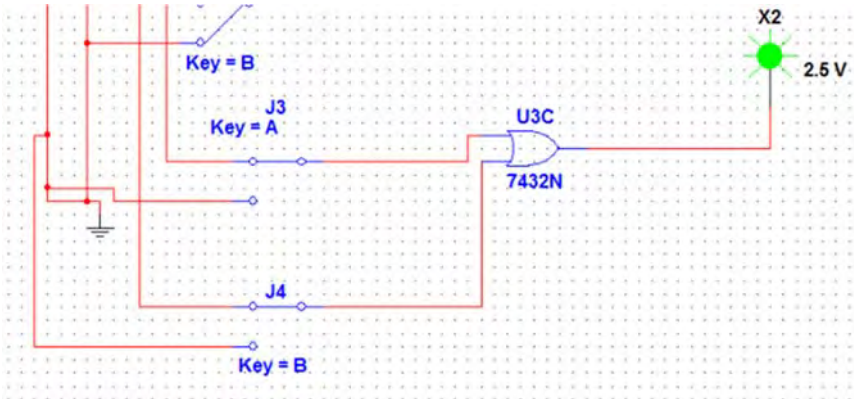
0,1=1



1,0=1



1,1=1



COMPUERTA NOT

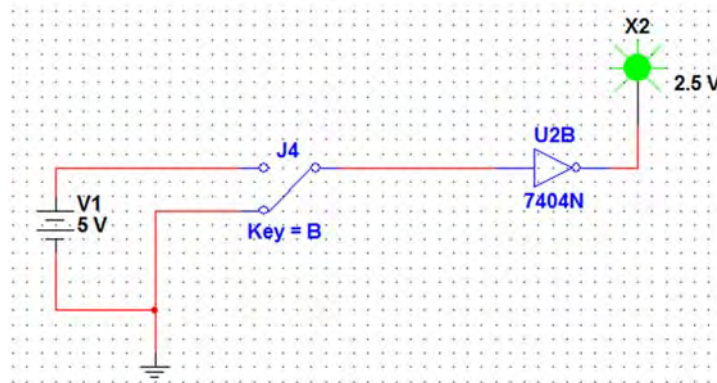
La compuerta NOT niega lo que llega a su entrada por ejemplo si llega un 0 en la salida obtendremos un 1.

TABLA DE VERDAD COMPUERTA NOT

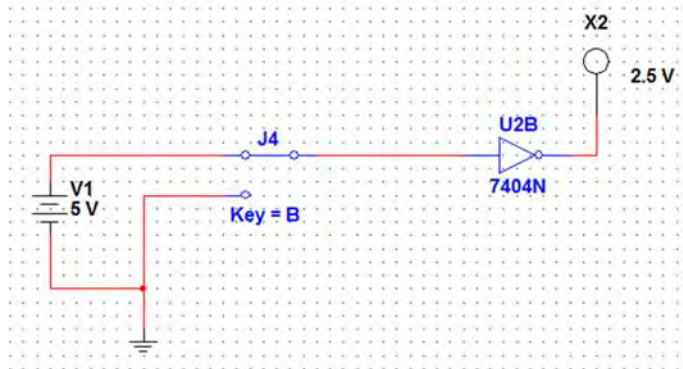
A	Salida
0	1
1	0

SIMULACIÓN EN MULTISIM PARA COMPROBAR LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA NOT

0=1



1=0



COMPUERTA XOR

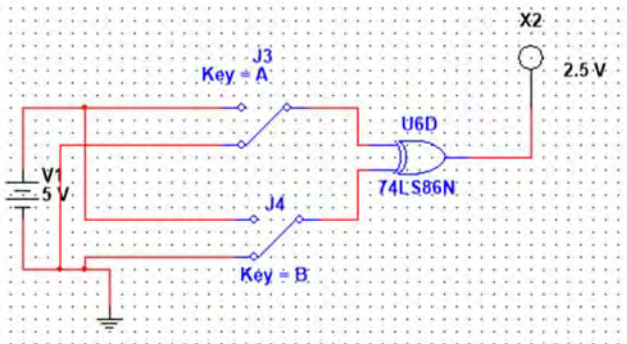
La función O exclusiva (“exclusive OR” según el idioma inglés) se caracteriza porque su salida está a nivel 1 siempre y cuando también lo estén un número impar de sus entradas. Para conseguir la función O exclusiva de 3 entradas pueden usarse funciones O exclusiva de dos entradas para acoplarse entre sí.

TABLA DE VERDAD COMPUERTA XOR

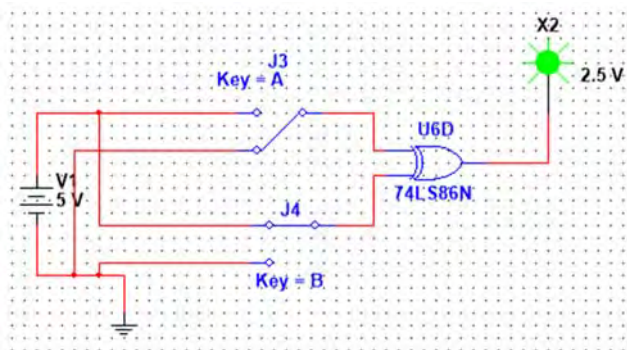
A	B	Salida
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

SIMULACIÓN EN MULTISIM PARA COMPROBAR LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA XOR

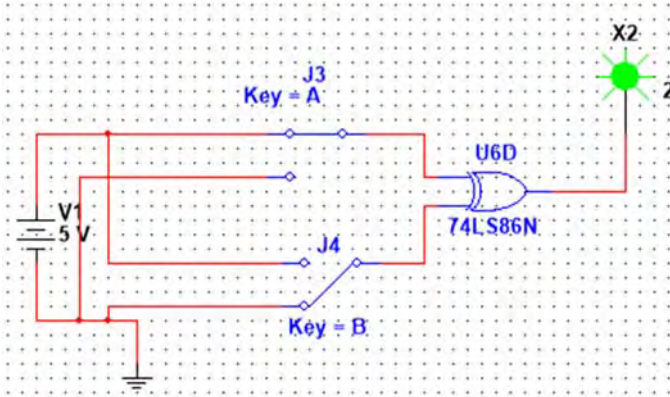
0,0=0



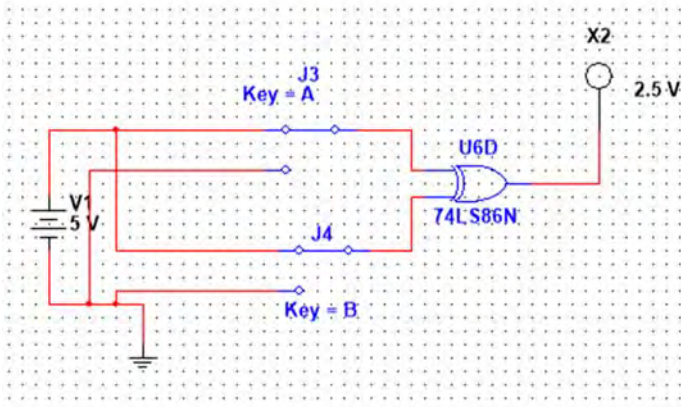
0,1=1



1,0=1



1,1=1



COMPUERTA NAND

Esta compuerta multiplica sus entradas y niega el resultado

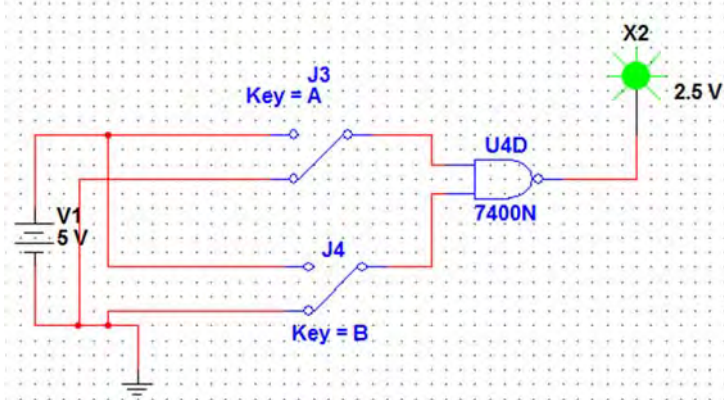
TABLA DE VERDAD COMPUERTA NAND

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

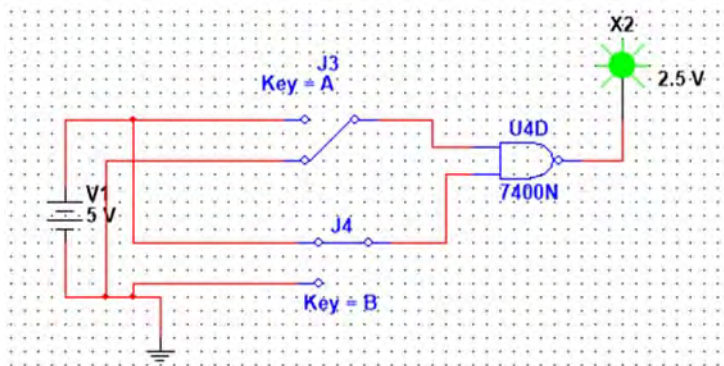
	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 13 de 46

SIMULACIÓN EN MULTISIM PARA COMPROBAR LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA NAND

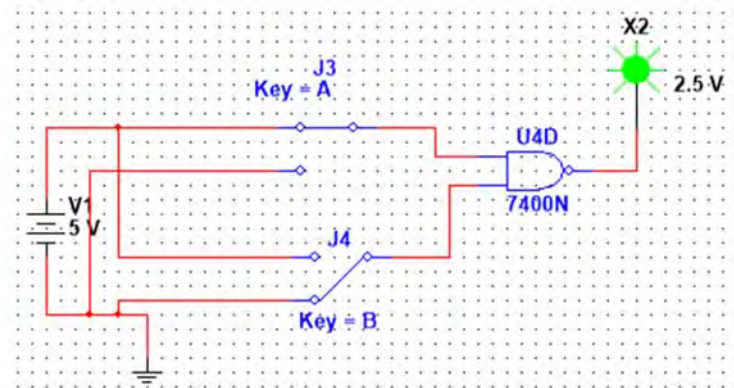
0,0=1



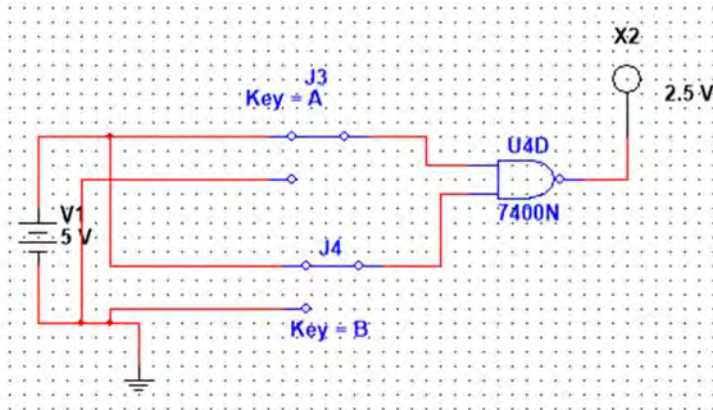
0,1=1



1,0=1



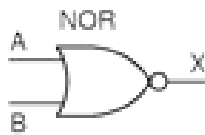
1,1=0



COMPUERTA NOR

Esta compuerta suma sus entradas y las niega al mismo tiempo está en especial es lo contrario a la compuerta OR

TABLA DE VERDAD COMPUERTA NOR



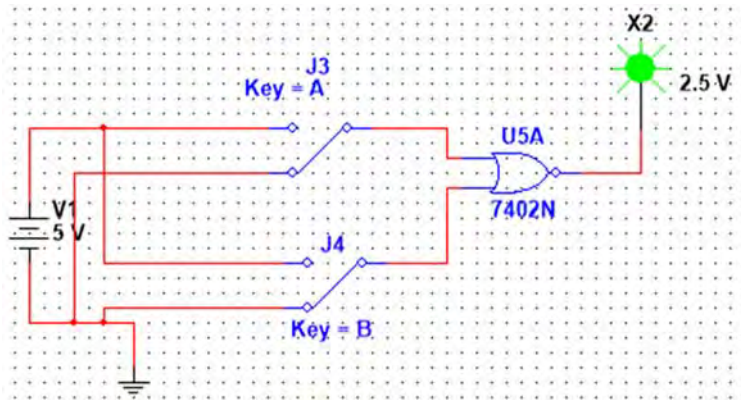
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 15 de 46

SIMULACIÓN EN MULTISIM PARA COMPROBAR LA TABLA DE VERDAD DE LA COMPUERTA NOR

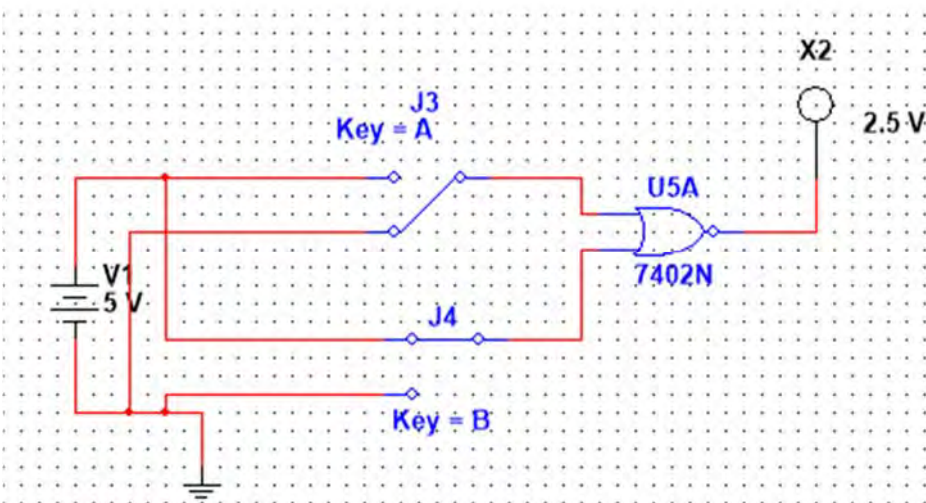
Aquí meteremos a las entradas A y B un 0 pero como esta compuerta las suma $0+0$ sería igual a 0 pero como también niega el resultado en la salida obtendríamos un 1.

0,0=1



Aquí meteremos a la entrada A un 0 y a la B un 1 pero como esta compuerta las suma $0+1$ sería igual a 1 pero como también niega el resultado en la salida obtendríamos un 0.

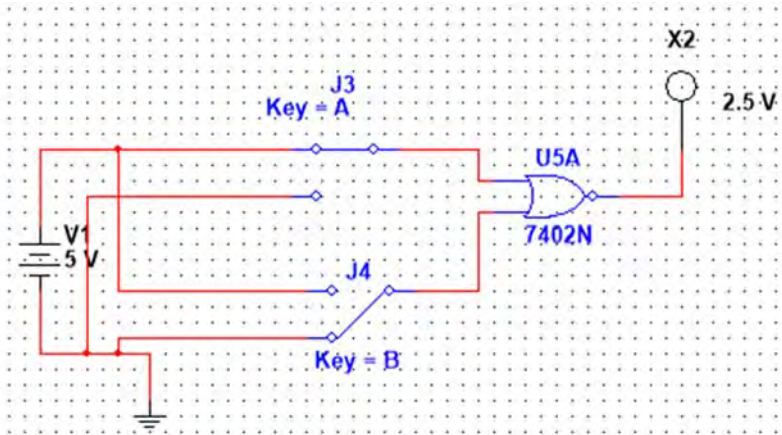
0,1=0



	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 16 de 46

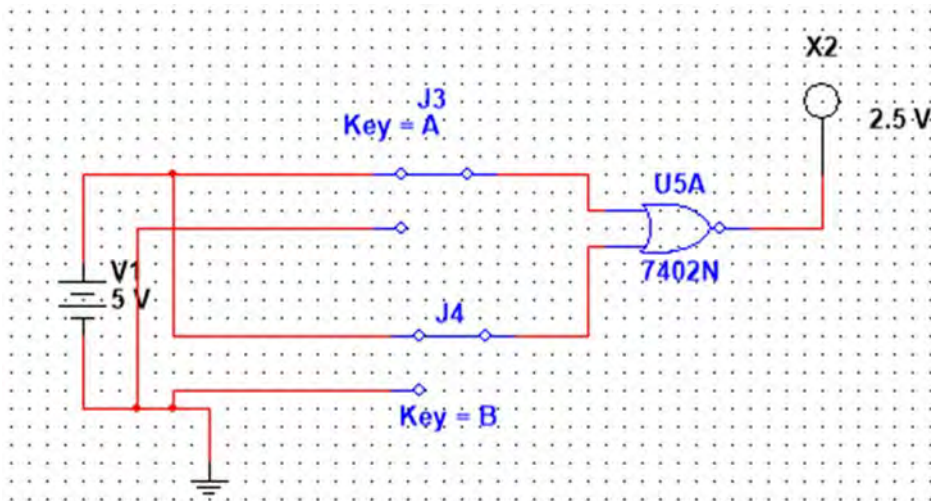
Aquí meteremos a la entrada A un 1 y a la B un 0 pero como esta compuerta las suma $1+0$ sería igual a 1 pero como también niega el resultado en la salida obtendríamos un 0.

1,0=0



Aquí meteremos a la entrada A un 1 y a la B un 1 pero como esta compuerta las suma $1+1$ sería igual a 1 pero como también niega el resultado en la salida obtendríamos un 0.

1,1=0



	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 17 de 46

-EVALUACIÓN Y RESULTADOS

- El reporte final de la práctica será entregado por equipos y deberá incluir portada con los siguientes datos:

Nombre de la materia

Lista de los integrantes del equipo en orden alfabético iniciando por el apellido paterno

Carrera

Grupo

Fecha.

- El reporte final de la práctica será entregado dos sesiones después de haberse realizado.
- Las prácticas impresas sólo sirven de guía y referencia, por lo que deberá ser anexada al reporte final.
- No se aceptan copias fotostáticas del reporte final.
- Redactar las conclusiones finales de la práctica (de manera individual).
- Una vez evaluado el reporte correspondiente, escanear y subir al Moodle en el apartado correspondiente.

-REFERENCIAS

1. Edminister, Joseph A. (1970); "Circuitos eléctricos"; Schawm McGraw Hill
2. Principios de Electrónica, 4ta Edición, Malvino, Albert Paul.
3. Thomas L. Floyd, 2006, FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES, Ed. Pearson.
4. Enrique Mandado, 1998, SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES, Ed. Marcombo.
5. A. E. Delgado Mira; R. Hernández Lázaro, PROBLEMAS DE ELECTRONICA DIGITAL, Ed. Sanz y Torres.
6. M. Morris Mano, LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES, Ed. Prentice Hall.
7. Curso de electrónica básica CEKIT.

-ANEXOS

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 18 de 46

PRÁCTICA No. 2: COMPUERTAS LÓGICAS II

-INTRODUCCIÓN

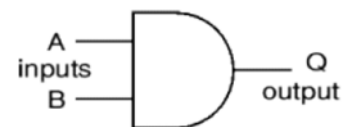
Las puertas lógicas procesan señales las cuales representan un valor verdadero o falso. Normalmente la tensión positiva de la fuente +Vs representa el valor verdadero y los 0 V el falso. Otros términos usados para los estados verdadero y falso se muestran en la tabla de la derecha. Es mejor que te familiarices con ellos. Las puertas lógicas son identificadas por su función lógica: NOT, AND, NAND, OR, NOR, EX-OR y EX-NOR. Las letras mayúsculas son normalmente usadas para dejar claro que el término se refiere a una puerta lógica. Nota que las puertas lógicas no son siempre necesarias porque una simple función lógica puede hacerse con interruptores o diodos:

- Interruptores en serie (función AND)
- Interruptores en paralelo (función OR)
- Combinando salidas de IC con diodos (función OR).

Logic states	
True	False
1	0
High	Low
+Vs	0V
On	Off

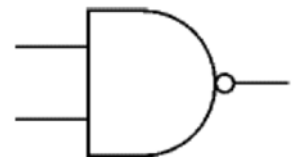
Entradas y Salidas

Las puertas tienen dos o más entradas, excepto las NOT que solo tienen una. Todas las puertas tienen solo una salida. Para etiquetar las entradas se usan las letras A, B, C y así sucesivamente, y Q es usada para la salida. En la figura se muestran las entradas a la izquierda y la salida a la derecha para una puerta de tipo AND.



El círculo de inversión

Algunos símbolos de puertas tienen un círculo sobre su salida lo cual significa que su función incluye la inversión de la misma. Esto es equivalente a conectar a la salida una puerta NOT. Por ejemplo el símbolo de la puerta NAND (not AND) se muestra a la derecha y es igual al de la AND pero agregando el círculo de inversión a la salida



	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 19 de 46

-OBJETIVO

Manipular circuitos integrados y reconocerlos físicamente.

Conocer la distribución de sus terminales e identificar la función que realiza cada uno al comprobar la hoja de especificaciones técnicas del circuito.

Implementar funciones básicas utilizando circuitos integrados.

-LUGAR

Laboratorio de Ciencias Básicas

-SEMANA DE EJECUCIÓN

Semana 4

- MATERIAL Y EQUIPO

Materiales

2 Resistencias de 4.7 k Ω a 1/4 W

1 Resistencias de 220 Ω a 1/4 W

1 Diodo LED

1 CI 7400 (4 puertas NAND de 2 entradas)

1 CI 7432 (4 puertas OR de 2 entradas)

1 Protoboard

Cable para conexiones

Equipos

1 Multímetro digital con cables

1 Pinza de corte

1 Pelador de cables

2 Pares de cables caimán-caimán

-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Tabla de verdad de una puerta NAND

1. Para comprobar experimentalmente la tabla de verdad de una puerta NAND, se montará en el protoboard el circuito de la figura 1.12.

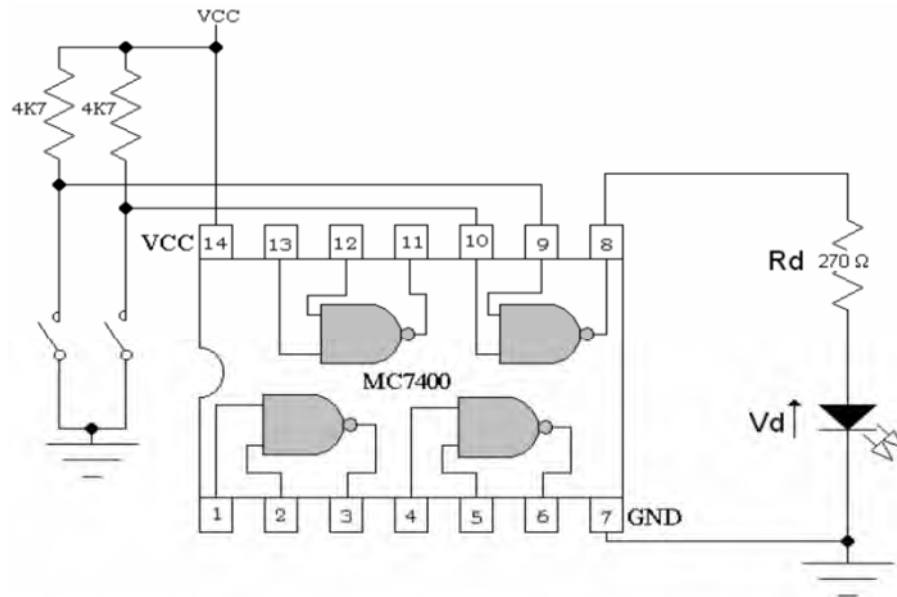


Figura 1.12 Montaje para comprobar la función NAND.

2. Variando las entradas se medirá con el voltímetro la tensión que existe a la salida de la puerta. A cada uno de los valores obtenidos se le asigna el nivel lógico correspondiente indicado por el diodo LED, de forma que se complete la Tabla 1

Tabla 1 Compuerta NAND

A	B	Voltaje Medido	Nivel Lógico

3. Si la corriente por el diodo es de 20 mA. y $V_d = 1.3 \text{ V}$ ¿Cuál sería el valor de "Rd"?

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 21 de 46

Tabla de verdad de una puerta OR

4. El montaje es igual al del apartado anterior, pero eligiendo en este caso una de las cuatro puertas OR del CI 7432. Completar la tabla de verdad de la puerta OR, Tabla 2.

Tabla 2 Compuerta OR

A	B	Voltaje Medido	Nivel Lógico

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

- El reporte final de la práctica será entregado por equipos y deberá incluir portada con los siguientes datos:

Nombre de la materia

Lista de los integrantes del equipo en orden alfabético iniciando por el apellido paterno

Carrera

Grupo

Fecha.

- El reporte final de la práctica será entregado dos sesiones después de haberse realizado.
- Las prácticas impresas sólo sirven de guía y referencia, por lo que deberá ser anexada al reporte final.
- No se aceptan copias fotostáticas del reporte final.
- Redactar las conclusiones finales de la práctica (de manera individual).
- Una vez evaluado el reporte correspondiente, escanear y subir al Moodle en el apartado correspondiente.

-REFERENCIAS

- Principios de Electrónica, 4ta Edición, Malvino, Albert Paul.
- Thomas L. Floyd, 2006, FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES, Ed. Pearson.
- Enrique Mandado, 1998, SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES, Ed. Marcombo.
- M. Morris Mano, LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES, Ed. Prentice Hall.

-ANEXOS

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 22 de 46

PRÁCTICA No. 3: SIMPLIFICACIÓN DE FUNCIONES LÓGICAS

-INTRODUCCIÓN

La simplificación de funciones permite, partiendo de la función origen, hallar la función lógica más elemental equivalente a la anterior. Dicha función equivalente debe verificar dos condiciones:

- Poseer el menor número de términos posible, y, a su vez,
- Los términos que conforman la nueva función deben incluir el menor número de variables posible.

MÉTODOS DE SIMPLIFICACIÓN

La simplificación puede llevarse a cabo recurriendo a tres procedimientos genéricos:

- Método directo: utilizando las propiedades y teoremas del Algebra de Boole.
- Método de Karnaugh: aplicando los denominados Mapas de Karnaugh.
- Método numérico de McCluskey.

Los próximos apartados exponen los tres procedimientos básicos de simplificación de funciones lógicas.

MÉTODO DIRECTO

Consiste en la aplicación de los teoremas y propiedades inherentes al Algebra de Boole.

Este método se utiliza para la simplificación de funciones sencillas de pocas variables. Su aplicación en funciones complejas de elevado número de variables es problemática debido a la dificultad de distinguir las circunstancias específicas favorables a la aplicación de una determinada propiedad o teorema.

Seguidamente se relacionan las propiedades y teoremas fundamentales a utilizar como herramienta de simplificación:

*Propiedades

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 23 de 46

–Elemento neutro:

$$a+0=a$$

$$a \cdot 1=a$$

–Elemento complementario:

$$\overline{\overline{a}}+a=1$$

$$\overline{\overline{a}} \cdot a=0$$

– Propiedad distributiva, respecto a la suma y producto lógico:

$$a \cdot (b+c)=ab+ac$$

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

*Teoremas

– Principio de conservación:

$$a + a = a$$

$$a \cdot a = a$$

– Ley de absorción:

$$a + ab = a$$

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

– Leyes de De Morgan:

$$a + b + c + \dots = \overline{\overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \overline{c} \dots}$$

$$\overline{a \cdot b \cdot c \dots} = \overline{a} + \overline{b} + \overline{c} + \dots$$

* Otras propiedades

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 24 de 46

– Propiedad reductiva:

$$a \cdot f(a, b, c, \dots) = a \cdot f(1, b, c, \dots)$$

$$a \cdot f(a, b, c, \dots) = a \cdot f(0, b, c, \dots)$$

Aplicando el principio de dualidad se demuestran las expresiones complementarias:

$$a + f(a, b, c, \dots) = a + f(0, b, c, \dots)$$

$$a + f(a, b, c, \dots) = a + f(1, b, c, \dots)$$

Para hacer efectiva la simplificación se van considerando las diversas propiedades y teoremas expuestos, aplicando aquellos que introduzcan una mayor eliminación de términos o de variables en la función a simplificar.

MÉTODO DE KARNAUGH

Este método de simplificación se utiliza primordialmente, al igual que el anterior, con funciones de reducido número de variables. Orientativamente para funciones de 2 a 5 variables.

El procedimiento es el que se detalla a continuación:

* Construir el Mapa de Karnaugh correspondiente al número de variables de la función a simplificar.

Los que siguen son los mapas de Karnaugh apropiados para funciones lógicas de 2, 3 y 4

* Mapa de Karnaugh para 2 variables:

Método directo

* Mapa de Karnaugh para 3 variables:

Mapa de Karnaugh para tres variables

* Mapa de Karnaugh para 4 variables:

Mapa de Karnaugh para 4 variables

* Supuesta la función expresada en forma de sumatorio de minterms, introducir tales minterms mediante un “1” en las correspondientes casillas del mapa de Karnaugh.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 25 de 46

* Agrupar en el mapa conjuntos de “1s” en número tal que, invariablemente, sea una potencia de 2 (1, 2, 4, 8, ...).

Hay que considerar que:

- Se empieza la simplificación realizando las agrupaciones de mayor número de términos, continuando progresivamente con las de menor número de minterms.
- Los bordes del mapa de Karnaugh se consideran adyacentes: el borde superior enlaza con el inferior, y los bordes laterales lo hacen entre sí.
- Aunque un minterm haya sido ya agrupado, puede tomarse de nuevo cuantas veces sea necesario para constituir otros grupos de simplificación. Cuanto superior sea el número de minterms agrupados, mayor será la simplificación lograda.
- Cada agrupación da lugar a un término en la función de salida. Para formar la expresión algébrica de cada término se tienen en cuenta las variables (o sus complementadas) que abarcan o engloban a la totalidad de la agrupación considerada.

* La función final simplificada coincidirá con la que se obtenga una vez realizadas algébricamente todas las agrupaciones de “1s” (minterms) detectadas en el mapa de Karnaugh.

Ejercicio de simplificación por el método de Karnaugh

Se trata de simplificar la siguiente función lógica expresada como sumatorio de minterms:

$$F = S(0, 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14)$$

La aplicación del método enunciado se concreta en los siguientes puntos:

* En primer lugar se traza el mapa de Karnaugh adecuado para la simplificación de funciones lógicas de 4 variables.

* Dado que la función está ya expresada como sumatorio de minterms, basta con trasladar los minterms al mapa, colocando un “1” en las correspondientes casillas del mapa (minterms 0, 2, 3, 4, 12, 13 y 14).

* A continuación se establecerán las agrupaciones de minterms adyacentes, considerando que los bordes del mapa son contiguos.

El procedimiento de agrupación consiste en asociar los minterms con casillas afectadas por un “1” que estén dispuestas conjuntamente. Cada grupo debe estar constituido por un número de casillas que sea potencia de la base binaria 2; esto es: 1, 2, 4, 8 ó 16 en el caso que nos ocupa.

En orden a conseguir una mayor simplificación, deben agruparse conjuntamente el mayor número posible de casillas. Hay que tener en cuenta que un mismo minterm puede intervenir en varias agrupaciones. Por ejemplo, el minterm 12 interviene en dos agrupaciones: (12, 13) y (12, 14).

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 26 de 46

* A partir de las agrupaciones realizadas sobre el mapa puede ya obtenerse la función de salida simplificada. Para ello hay que construir la expresión algebraica que corresponde a cada grupo asociado para su simplificación.

-OBJETIVO

Simplificar las funciones lógicas por medio del algebra de Boole y los mapas de Karnaugh.

-LUGAR

Salón de clases

-SEMANA DE EJECUCIÓN

Semana 6

- MATERIAL Y EQUIPO

Materiales
Material del Syllabus
Apuntes

Equipos
Computadora personal con Software Multisim

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 27 de 46

-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Control para alarma contra incendios:

Diseñe el circuito de control para una alarma contra incendios con las siguientes características:

- Tiene la opción de ser activada de forma manual desde un interruptor, el cual siempre dispara la alarma.
 - Adicionalmente tiene un sensor de humo y uno de temperatura, los cuales disparan la alarma solo si los dos están accionados.
 - El circuito debe estar optimizado con compuertas lógicas.
- a) Obtenga la tabla de verdad.
 - b) De la tabla de verdad obtener la función lógica por medio de los minterminos.
 - c) Optimizar la función inicial obtenida por medio del algebra de Boole.
 - d) Representar gráficamente el circuito con compuertas lógicas.
 - e) Optimizar la función inicial obtenida por medio de los mapas de Karnaugh.
 - f) Representar gráficamente el circuito con compuertas lógicas.

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

- El reporte final de la práctica será entregado por equipos y deberá incluir portada con los siguientes datos:

Nombre de la materia

Lista de los integrantes del equipo en orden alfabético iniciando por el apellido paterno

Carrera

Grupo

Fecha.

- El reporte final de la práctica será entregado dos sesiones después de haberse realizado.
- Las prácticas impresas sólo sirven de guía y referencia, por lo que deberá ser anexada al reporte final.
- No se aceptan copias fotostáticas del reporte final.
- Redactar las conclusiones finales de la práctica (de manera individual).
- Una vez evaluado el reporte correspondiente, escanear y subir al Moodle en el apartado correspondiente.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 28 de 46

-REFERENCIAS

1. Principios de Electrónica, 4ta Edición, Malvino, Albert Paul.
2. Thomas L. Floyd, 2006, FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES, Ed. Pearson.
3. Enrique Mandado, 1998, SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES, Ed. Marcombo.
4. M. Morris Mano, LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES, Ed. Prentice Hall.

-ANEXOS

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 29 de 46

PRÁCTICA No. 4: APLICACIÓN DE LAS COMPUERTAS LÓGICAS

-INTRODUCCIÓN

Para este proyecto vamos a utilizar una herramienta básica en electrónica, que son las compuertas lógicas, que utilizan el álgebra Booleana. Aunque el término parece complicado, se puede definir como un conjunto de reglas matemáticas similares al álgebra convencional, pero con la virtud de corresponder al comportamiento de circuitos basados en dispositivos de conmutación (por ejemplo: interruptores, relevadores, transistores) y podemos apoyarnos en sus tablas de verdad para comprenderlas.

En este proyecto sólo ocuparemos las compuertas AND, OR y NOT. A continuación, se describen sus funciones y desarrollo de la tabla de verdad, para poder comprenderlas mejor.

La compuerta NOT invierte el estado lógico del dato de entrada, esta compuerta sólo tiene una entrada y una salida. Si a la entrada hay un nivel alto a la salida se obtendrá un nivel bajo, su tabla de verdad es:

La compuerta AND tiene como mínimo dos entradas y su operación lógica es un producto entre ambas, pero no es un producto aritmético sino como el que se muestra en la tabla de verdad.

La compuerta OR, la operación lógica es una suma (no aritmética) entre ambas en donde basta que una de las entradas sea uno para que a la salida se obtenga un uno lógico, su tabla de verdad es:

El diagrama presenta el arranque, paro e inversión de giro aplicado en el movimiento de un motor. Un ejemplo para su uso, sería en el brazo mecánico de un robot, que al girar en ambas direcciones va a proporcionar cierto grado de libertad en el movimiento.

Este proyecto consta de dos circuitos: uno de arranque y otro de paro, los cuales están interconectados mediante una compuerta AND y dos inversores (74LS04), que funcionan como seguros de protección para evitar dañar el motor, en caso de presionar al mismo tiempo los interruptores SW2 y SW3.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 30 de 46

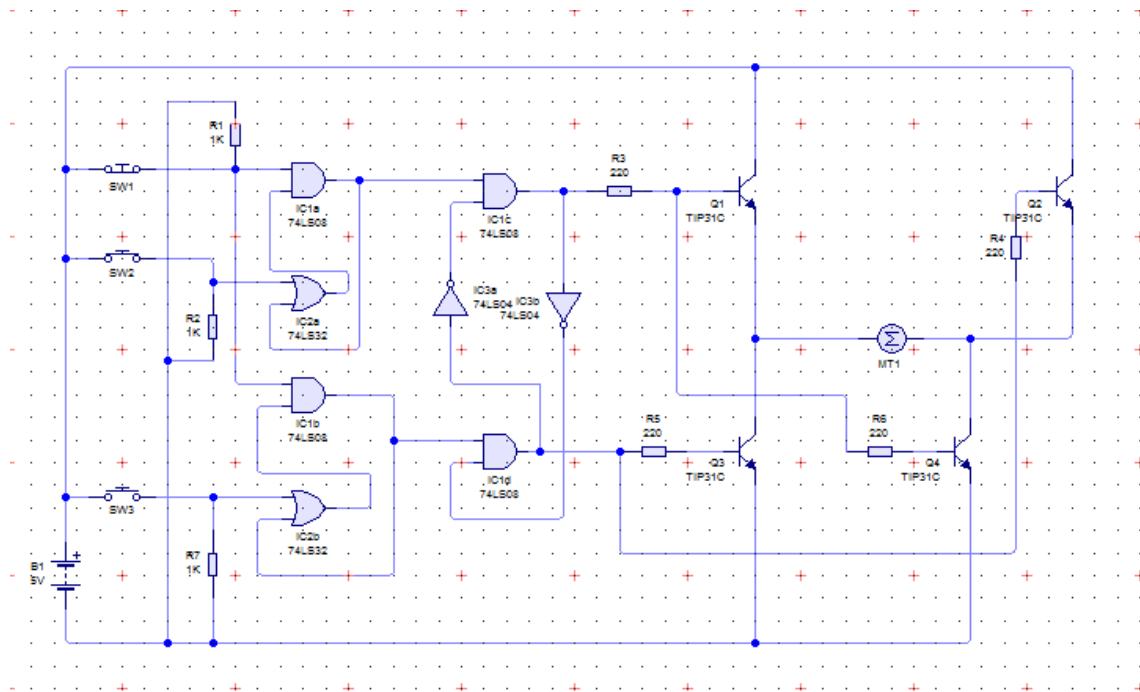


Figura. 1: Diagrama electrónico arranque, paro e inversión de giro de motor de CD.

-OBJETIVO

Diseñar e implemente un circuito electrónico, usando compuertas lógicas básicas para el control de un motor de corriente directa.

-LUGAR

Laboratorio de Ciencias Básicas

-SEMANA DE EJECUCIÓN

Semana 8

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 31 de 46

- MATERIAL Y EQUIPO

Materiales

- 1 push botón normalmente cerrado (AU-103N).
- 2 push botón normalmente abierto (AU-1012 o AU-101).
- 1 CI 74LS08 (Compuertas AND)
- 1 CI 74LS32 (Compuertas OR)
- 1 CI 74LS04 (Compuerta inversor NOT)
- 3 resistencias de 1 K Ω .
- 4 transistores TIP 41 o TIP120.
- 4 resistencias de 220 Ω .
- 1 motor de 12 Volts de C.C.

Equipos

- 1 Multímetro digital con puntas
- 1 Fuente de voltaje de 0 a 20 V

-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Descripción de funcionamiento del circuito:

La finalidad del proyecto es poder controlar el giro de un motor de manera electrónica con el uso de compuertas lógicas mediante interruptores.

La manera correcta de verificar el buen funcionamiento es que al presionar el SW2, el motor conectado gire en una dirección y al presionar el SW1 (sin soltar el primero) el motor se detendrá. Ahora, si se presiona el SW3, el motor deberá invertir el giro y de igual manera si oprimimos el SW1, el motor deberá parar.

El diagrama de la Figura 1 lo podemos comprobar utilizando con las tablas de verdad suponiendo entradas altas (1) o entrada baja (0) para ir determinando las salidas correspondientes en la secuencia del circuito y determinar que polaridad le entrega al motor y el sentido de giro a realizar.

La segunda parte es una etapa que amplifica la señal de control proveniente de los TTL por medio de dos transistores (Q1 y Q2) para el giro del motor hacia un sentido y de (Q3 y Q4) para amplificar la señal y hacer girar el motor en sentido opuesto.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 32 de 46

- Obtener la tabla de verdad a partir de la descripción anterior.
- Determinar la función por medio de los minitérminos.
- Simplificar dicha función para lograr la optimización.
- Obtener el diagrama de la función por medio de las compuertas lógicas.
- Comparar el diagrama obtenido con el diagrama de la figura 1.
- Ensamblar el circuito en un protoboard.
- Comprobar su correcto funcionamiento.

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

- El reporte final de la práctica será entregado por equipos y deberá incluir portada con los siguientes datos:

Nombre de la materia

Lista de los integrantes del equipo en orden alfabético iniciando por el apellido paterno

Carrera

Grupo

Fecha.

- El reporte final de la práctica será entregado dos sesiones después de haberse realizado.
- Las prácticas impresas sólo sirven de guía y referencia, por lo que deberá ser anexada al reporte final.
- No se aceptan copias fotostáticas del reporte final.
- Redactar las conclusiones finales de la práctica (de manera individual).
- Una vez evaluado el reporte correspondiente, escanear y subir al Moodle en el apartado correspondiente.

-REFERENCIAS

- Principios de Electrónica, 4ta Edición, Malvino, Albert Paul.
- Thomas L. Floyd, 2006, FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES, Ed. Pearson.
- Enrique Mandado, 1998, SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES, Ed. Marcombo.
- M. Morris Mano, LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES, Ed. Prentice Hall.

-ANEXOS

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 33 de 46

PRÁCTICA No. 5: CIRCUITO 555 EN MODO ASTABLE Y EN MODO MONOESTABLE

-INTRODUCCIÓN

El temporizador IC 555 es un circuito integrado (chip) que se utiliza en una variedad de aplicaciones y se aplica en la generación de pulsos y de oscilaciones. El 555 puede ser utilizado para proporcionar retardos de tiempo, como un oscilador, y como un circuito integrado flip-flop. Sus derivados proporcionan hasta cuatro circuitos de sincronización en un solo paquete. Introducido en 1971 por Signetics, el 555 sigue siendo de uso generalizado debido a su facilidad de uso, precio bajo y la estabilidad. Lo fabrican muchas empresas en bipolares y también en CMOS de baja potencia. A partir de 2003, se estimaba que mil millones de unidades se fabricaban cada año. El temporizador IC 555 es un circuito integrado (chip) que se utiliza en una variedad de aplicaciones y se aplica en la generación de pulsos y de oscilaciones. El 555 puede ser utilizado para proporcionar retardos de tiempo, como un oscilador, y como un circuito integrado flip-flop. Sus derivados proporcionan hasta cuatro circuitos de sincronización en un solo paquete. Introducido en 1971 por Signetics, el 555 sigue siendo de uso generalizado debido a su facilidad de uso, precio bajo y la estabilidad. Lo fabrican muchas empresas en bipolares y también en CMOS de baja potencia. A partir de 2003, se estimaba que mil millones de unidades se fabricaban cada año.

Multivibrador Astable

Este tipo de funcionamiento se caracteriza por una salida con forma de onda cuadrada (o rectangular) continua de ancho predefinido por el diseñador del circuito. El esquema de conexión es el que se muestra. La señal de salida tiene un nivel alto por un tiempo t_1 y un nivel bajo por un tiempo t_2 . La duración de estos tiempos depende de los valores de R_1 , R_2 y C , según las fórmulas siguientes:

$$t_1 = \ln(2) \cdot (R_1 + R_2) \cdot C$$

$$t_1 \approx 0,693 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C$$

y

$$t_2 = \ln(2) \cdot R_2 \cdot C$$

$$t_2 \approx 0,693 \cdot R_2 \cdot C$$

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 34 de 46

La frecuencia con que la señal de salida oscila está dada por la fórmula:

$$f \approx \frac{1}{0,693 \cdot C \cdot (R1 + 2 \cdot R2)}$$

el período es simplemente:

$$T = \frac{1}{f}$$

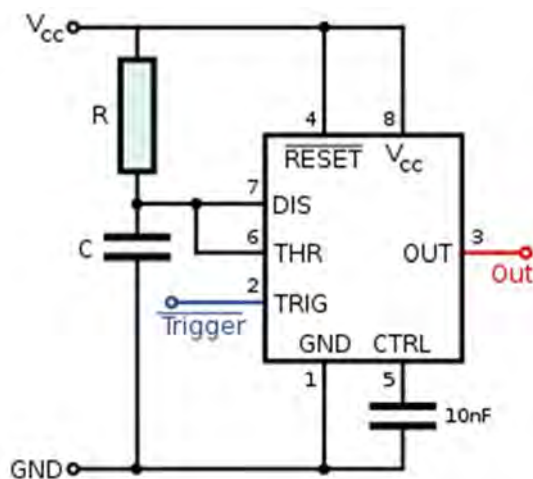
También decir que si lo que queremos es un generador con frecuencia variable, debemos variar la capacidad del condensador, ya que, si el cambio lo hacemos mediante los resistores R1 y/o R2, también cambia el ciclo de trabajo o ancho de pulso (D) de la señal de salida según la siguiente expresión:

$$D = \frac{R1 + R2}{(R1 + 2 \cdot R2)}$$

Hay que recordar que el período es el tiempo que dura la señal hasta que ésta se vuelve a repetir ($T_b - T_a$).

CORRECCIÓN: Para realizar un ciclo de trabajo igual al 50% se necesita colocar el resistor R1 entre la fuente de alimentación y la patilla 7; desde la patilla 7 hacia el condensador se coloca un diodo con el ánodo apuntando hacia el condensador, después de esto se coloca un diodo con el cátodo del lado del condensador seguido del resistor R2 y este en paralelo con el primer diodo, además de esto los valores de los resistores R1 y R2 tienen que ser de la misma magnitud.

Multivibrador monoestable



	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 35 de 46

Esquema de la aplicación de multivibrador monoestable del 555.

En este caso el circuito entrega un solo pulso de un ancho establecido por el diseñador.

El esquema de conexión es el que se muestra. La fórmula para calcular el tiempo de duración (tiempo en el que la salida está en nivel alto) es:

$$T = \ln(3) \cdot R \cdot C$$

$$T \approx 1,1 \cdot R \cdot C$$

Nótese que es necesario que la señal de disparo sea de nivel bajo y de muy corta duración para iniciar la señal de salida.

-OBJETIVO

El alumno construirá en su protoboard los dos circuitos modo astable y monoestable del timer 555, observará los pulsos generados por medio del osciloscopio, además de modificar el periodo de los pulsos cambiando los valores de las resistencias y capacitores.

-LUGAR

Laboratorio de Ciencias Básicas.

-SEMANA DE EJECUCIÓN

Semana 10

- MATERIAL Y EQUIPO

MATERIALES:

Modo monoestable

1 Protoboard

1 Timer 555

1 led cualquier color

1 push botón NO.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 36 de 46

1 potenciómetro de 500 kohm
 1 Capacitor electrolítico de 100 μF
 2 resistencias de 1 $k\Omega$
 1 resistencia 330 $k\Omega$
 Cables para conexión.

Modo astable

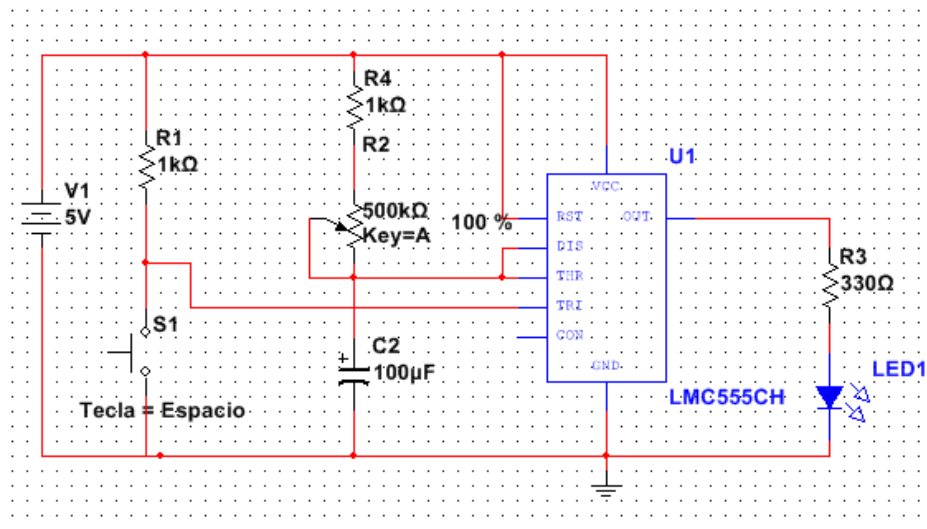
1 timer 555
 1 Capacitor electrolítico 10 μF
 1 Capacitor cerámico 10 nF
 1 Led cualquier color
 1 Resistencia de 330 $k\Omega$
 1 Resistencia de 1 $k\Omega$
 1 Potenciómetro de 100 $k\Omega$

EQUIPOS:

1 Multímetro digital con puntas
 1 Fuente de voltaje de 0 a 20 V
 1 Osciloscopio digital

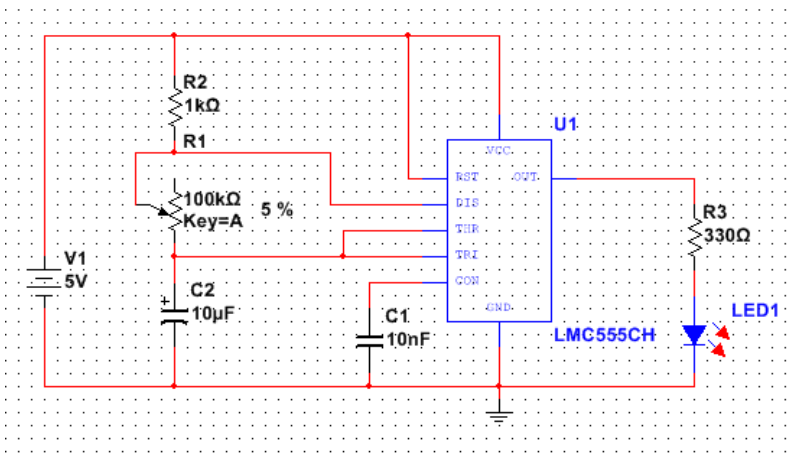
-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Armar el siguiente circuito modo monoestable con el timer 555 en el protoboard y realizar su simulación en el software de Multisim.



	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 37 de 46

- Una vez armado el circuito mono estable mostrado en la figura anterior, conectarlo a la fuente.
- Variar el valor del potenciómetro, observar el comportamiento de la señal de salida, medirla con un multímetro y tomar el tiempo, generar una tabla en donde se muestran las mediciones realizadas.
- Conectar el circuito al osciloscopio y observar la señal del pulso, tomar nota y fotografías.
- Armar el circuito modo astable del timer 555 que se muestra en la siguiente figura, y realizar la simulación en el software de Multisim.



- Una vez armado el circuito astable mostrado en la figura anterior, conectarlo a la fuente.
- Variar el valor del potenciómetro, observar el comportamiento de la señal de salida, medirla con un multímetro y tomar el tiempo, generar una tabla en donde se muestran las mediciones realizadas.
- Conectar el circuito al osciloscopio y observar la señal del pulso, tomar nota y fotografías.

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

- El reporte final de la práctica será entregado por equipos y deberá incluir portada con los siguientes datos:

Nombre de la materia

Lista de los integrantes del equipo en orden alfabético iniciando por el apellido paterno

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 38 de 46

Carrera

Grupo

Fecha.

- El reporte final de la práctica será entregado dos sesiones después de haberse realizado.
- Las prácticas impresas sólo sirven de guía y referencia, por lo que deberá ser anexada al reporte final.
- No se aceptan copias fotostáticas del reporte final.
- Redactar las conclusiones finales de la práctica (de manera individual).
- Una vez evaluado el reporte correspondiente, escanear y subir al Moodle en el apartado correspondiente.

-REFERENCIAS

1. Principios de Electrónica, 4ta Edición, Malvino, Albert Paul.
2. Thomas L. Floyd, 2006, FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES, Ed. Pearson.
3. Enrique Mandado, 1998, SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES, Ed. Marcombo.
4. M. Morris Mano, LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES, Ed. Prentice Hall.

-ANEXOS

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 39 de 46

PRÁCTICA No. 6: CONVERTIDORES A/D Y D/A.

-INTRODUCCIÓN

La conversión analógica-digital (CAD) o digitalización consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

Tipos

En electrónica existen dos maneras de representar el valor numérico de las cantidades: la analógica y la digital.

Cantidades analógicas: pueden variar gradualmente sobre un intervalo continuo de valores.

Cantidades digitales: pueden variar en valores discretos dentro de ciertos rangos especificados.

Por esta separación existen dos tipos de sistemas los cuales ocupan estos tipos de cantidades:

Sistema digital: es una combinación de dispositivos diseñada para manipular cantidades físicas o información que estén representadas en forma digital.

Sistema analógico: es una combinación de dispositivos diseñada para manipular cantidades físicas o información que estén representadas en forma analógica.

Ventajas de las técnicas digitales: Más fáciles de diseñar. Facilidad para almacenar información. Mayor exactitud y precisión. Programación de la operación. Menos vulnerabilidad al ruido. Mayor capacidad de integración.

Limitaciones de las técnicas digitales: El mundo real es fundamentalmente analógico. La necesidad de conversión entre formas analógicas y digitales de información aumenta complejidad, costos y tiempo de procesamiento.

Aproximaciones digitales de cantidades que son inherentemente analógicas.

Convertir las entradas analógicas del mundo real a la forma digital. Procesar la información digital. Convertir de nuevo las salidas digitales a la forma analógica del mundo real.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 40 de 46

En electrónica, dispositivo que convierte una entrada digital (generalmente binaria) a una señal analógica (generalmente voltaje o carga eléctrica). Los conversores digital-analógico son interfaces entre el mundo abstracto digital y la vida real analógica. La operación reversa es realizada por un conversor analógico-digital (ADC). Este tipo de conversores se utiliza en reproductores de sonido de todo tipo, dado que actualmente las señales de audio son almacenadas en forma digital (por ejemplo, MP3 y CDs), y para ser escuchadas a través de los altavoces, los datos se deben convertir a una señal analógica. Los conversores digital-analógico también se pueden encontrar en reproductores de CD, reproductores de música digital, tarjetas de sonidos de PC, etc.

Tipos

Convertidor DAC con multiplexor analógico y red lineal.

Inconvenientes: Gran número de resistencias, y multiplexor complejo

Convertidor DAC realizado con conmutadores analógico y resistencias ponderadas:

Inconvenientes: Resistencias de valores muy dispares.

DAC con red R-2R utilizando el método de suma de tensiones.

Convertidor DAC mediante conversión indirecta de frecuencia variable.

El generador de impulsos genera una onda cuadrada de reloj. El divisor programable digitalmente elimina ciertos pulsos del reloj. El filtro paso bajo recibe una cadena de impulsos (incompletos) que se repiten cíclicamente. Los impulsos tienen un nivel alto V_{ref} y un nivel bajo de valor cero. La salida del filtro (V_o) es prácticamente un nivel de continua, aunque existe un pequeño "rizado". El valor de V_o es proporcional a la entrada digital.

Convertidor DAC mediante conversión indirecta de ancho de impulso variable.

El comparador digital activa la entrada V_{ref} mientras el contador no supera a la entrada digital. Cuando el contador supera a la entrada digital, el Mux conmuta al nivel cero. En V_o se obtiene un nivel de continua proporcional a la entrada digital, con un pequeño "rizado".

-OBJETIVO

El objetivo de esta práctica es que el alumno diseñe, e implemente un circuito, haciendo su reducción aplicando convertidores. Además de Seleccionar y manipular dispositivos analógicos y digitales para la implementación de dispositivos.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 41 de 46

-LUGAR

Laboratorio de Ciencias Básicas.

-SEMANA DE EJECUCIÓN

Semana 12

- MATERIAL Y EQUIPO

MATERIALES:

- 1 Tarjeta Arduino puede ser el UNO, NANO, o el que tenga el alumno.
- 1 Tarjeta de datos para el Arduino.
- 1 protoboard
- 1 led rojo
- 1 potenciómetro
- 1 resistencia de 220 Ω

EQUIPOS:

- 1 Multímetro digital con puntas
- 1 Fuente de voltaje de 0 a 20 V
- 1 Computadora
- IDE del Arduino

-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

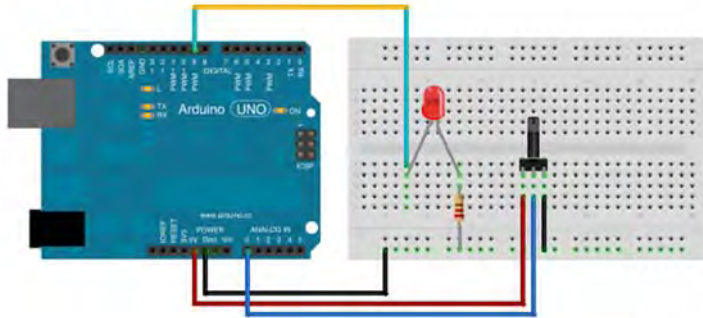
Controlando el brillo de un led con un potenciómetro

Este circuito, es una implementación de las entradas analógicas del microcontrolador ATmega 328 de la placa del Arduino.

En esta actividad se podrá observar la conversión de una señal analógica a digital, para su lectura del microcontrolador, sin embargo, se volverá a convertir en analógica para activar o iluminar un led.

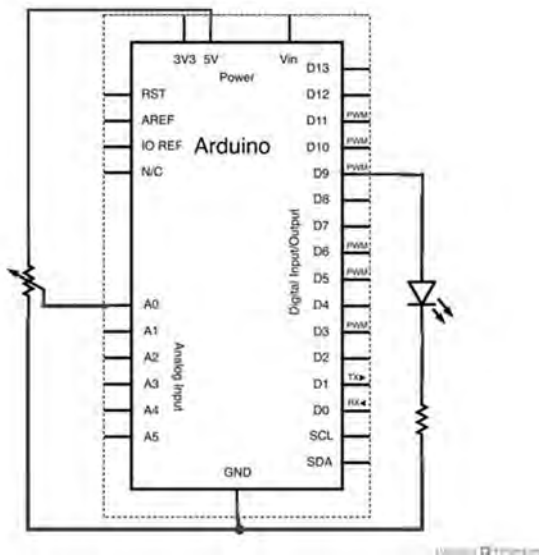
	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 42 de 46

Para la entrada, usaremos el circuito para sensar los valores analógicos que nos da un potenciómetro. Y para la salida, que también será analógica, el circuito para iluminar un led, por lo que ahora tenemos que poner el led en un pin con salida PWM, el 9 por ejemplo.



Made with  Fritzing.org

Diagrama



Código

En el código de este proyecto vamos a usar la función `analogRead()` para leer los valores que nos da el potenciómetro. Y vamos a usar la función `analogWrite()` para darle los valores PWM al led e iluminarlo así de acuerdo a los valores del potenciómetro.

Como los valores que obtenemos del potenciómetro están en el rango de 0 a 1023, que son los valores mínimo y máximo que nos devuelve la función `analogRead()` y al led sólo podemos darle valores entre 0 y 255, que son los valores PWM que podemos usar con la función `analogWrite()`,

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 43 de 46

tenemos que hacer una conversión entre estos valores. Para ello usaremos la función map() que nos permite ajustar un valor entre ambos rangos.

A esta función map() le tenemos que pasar 5 parámetros. El primero es el valor que queremos mapear. Después le damos el rango de valores entre los que está este valor y después el rango de valores entre los que queremos convertirlo o mapearlo. La función nos devolverá el valor equivalente, ajustado al nuevo rango.

Código:

```

/*
  En este proyecto leemos el valor de un potenciómetro
  y con este valor la damos el brillo a un led usando una señal
PWM
*/

// Declaramos las constantes que vamos a usar
const int pinSensor = 0;  // pin del sensor analogico, con un
potenciómetro
const int pinLed      = 9;  // pin con el led, tiene pwm

// Declaramos las variables que vamos a usar
int brilloLed          = 0;  // variable para guardar el valor
con el que se iluminara el led
int valorPotenciómetro = 0;  // variable para guardar el valor
leído del sensor

void setup() {
  // Inicializa el pin del boton como entrada
  pinMode(pinSensor, INPUT);
  // Inicializa el pin del led como salida, aunque no es
necesario
  pinMode(pinLed, OUTPUT);
  // Inicializa la comunicacion serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  // Lee el valor del sensor
  valorPotenciómetro = analogRead(pinSensor);
  // Transforma este valor en el valor que usaremos para el
led

  // Para ello usaremos la funcion map()
  brilloLed = map(valorPotenciómetro, 0, 1023, 0, 255);
  // Utilizamos este valor para iluminar el led
  analogWrite(pinLed, brilloLed);

  // manda los valores por el serial

```

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 44 de 46

```

Serial.print("Valor del Potenciometro = ");
Serial.print(valorPotenciometro);
Serial.print("    Brillo del Led = ");
Serial.println(brilloLed);
delay(100);
}

```

- Realizar el diagrama mostrado anteriormente en la tableta de pruebas.
- Conectar el cable de datos a la tarjeta del Arduino y posteriormente a la computadora. (Nota verificar que se instalen los drivers y el puerto COM).
- Abrir el IDE del Arduino (previamente instalado en la computadora).
- Copiar el código en el IDE del Arduino, verificar el funcionamiento del código compilando el programa. Sino marca error proseguir el siguiente paso, si marca error verificar el código para su corrección.
- Seleccionar la pestaña subir, para cargar el código en la tarjeta del Arduino.
- Una vez cargado el programa en la tarjeta, abrir el monitor serial.
- Variar el valor del potenciómetro.
- Observar los cambios de la variable de entrada analogRead, en las variables de salida y en la intensidad de brillo del led.

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

- El reporte final de la práctica será entregado por equipos y deberá incluir portada con los siguientes datos:

Nombre de la materia

Lista de los integrantes del equipo en orden alfabético iniciando por el apellido paterno

Carrera

Grupo

Fecha.

- El reporte final de la práctica será entregado dos sesiones después de haberse realizado.
- Las prácticas impresas sólo sirven de guía y referencia, por lo que deberá ser anexada al reporte final.
- No se aceptan copias fotostáticas del reporte final.
- Redactar las conclusiones finales de la práctica (de manera individual).
- Una vez evaluado el reporte correspondiente, escanear y subir al Moodle en el apartado correspondiente.

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 45 de 46

-REFERENCIAS

1. Principios de Electrónica, 4ta Edición, Malvino, Albert Paul.
2. Thomas L. Floyd, 2006, FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES, Ed. Pearson.
3. Enrique Mandado, 1998, SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES, Ed. Marcombo.
4. M. Morris Mano, LOGICA DIGITAL Y DISEÑO DE COMPUTADORES, Ed. Prentice Hall.

-ANEXOS

	Dirección Académica	Código: CPE-FO-02-03
		Revisión: 1
	MANUAL DE PRÁCTICAS	Página: 46 de 46