



ECITEC
Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Unidad Valle de las Palmas



ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ECITEC)

UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS

Circuitos Digitales (11900)

Manual de Practicas de Laboratorio

Ingeniero en Mecatrónica

Plan de Estudios 2009-2

Elaboró: M.C. Patricia Avitia Carlos

Fecha de revisión: 01/08/2016



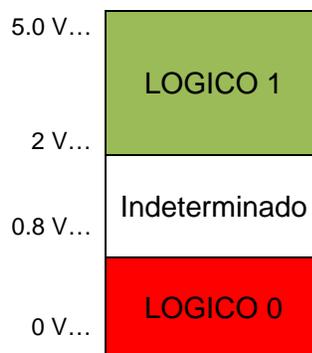
Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11900	Circuitos Digitales
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
1	Compuertas Lógicas Básicas		2

1 INTRODUCCIÓN

Para utilizar CI digitales es necesario realizar conexiones apropiadas a las terminales del circuito. Las más importantes son la alimentación de CD y la tierra. Estas conexiones son necesarias para que los circuitos del encapsulado funcionen de manera correcta. La terminal a la que se conecta el voltaje de alimentación está marcada como V_{CC} para los circuitos TTL y como V_{DD} para circuitos CMOS.

En circuitos VCC el rango de voltaje para los niveles lógicos es nominalmente de +5V. En los dispositivos estándar un valor 0 lógico es cualquier voltaje de 0 a 0.8V; un valor lógico de 1 es cualquier voltaje de 2 hasta 5V. Se dice que los voltajes que no se encuentren en esos rangos son indeterminados y no deben emplearse como entradas. Los fabricantes de CI no pueden garantizar la forma en que responderá el circuito cuando los niveles de entrada se encuentren en el rango indeterminado.



2 COMPETENCIA

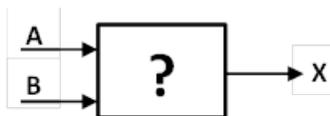
- Identificar el uso correcto de protoboard, cuidando las adecuadas conexiones a tierra y voltaje de alimentación con orden y disciplina.
- Conocer la polarización y activación de las compuertas básicas digitales, comprobando su funcionamiento adecuado y trabajando con responsabilidad.
- Representar una función a través de una expresión booleana, construyendo su circuito a través de compuertas lógicas básicas mostrando creatividad y orden.



Manual de prácticas de laboratorio

3 FUNDAMENTO

Una tabla de verdad es un medio para describir la manera en que la salida de un circuito lógico depende de los niveles lógicos que haya en la entrada del circuito.



Hay cuatro valores en la tabla de verdad de dos entradas, ocho en la tabla de tres entradas y 16 valores en la de cuatro. El número de combinaciones de entrada será igual a 2^N para una tabla de verdad con N entradas.

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

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

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorio con mesas básicas - Fuente de corriente directa - Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Protoboard - Cable UTP 24/22 - Resistencias de 330Ω - Circuitos Integrados AND (74LS08), OR, NOT (74LS04) - Dip Switch - LED's



Manual de prácticas de laboratorio

B

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Revise y conozca las Hojas de Especificaciones de las compuertas lógicas básicas para identificar la polarización adecuada de cada una de ellas.
2. Configure las compuertas lógicas AND, OR, NOT y NAND por separado, utilizando LED's en sus salidas como indicadores visuales (no olvide emplear resistencias de 330Ω en serie como limitadores de corriente). Muestre la conexión al docente y compruebe la tabla de verdad.
3. ¿Cómo responden los CI TTL a una entrada flotante? Compruebe entradas flotantes de una compuerta AND y una compuerta OR con multímetro y tabla de verdad.
4. Construya la siguiente expresión y compruebe su tabla de verdad.

$$q = \overline{RST} (\overline{R + S + T})$$

CÁLCULOS Y REPORTE

6 ANEXOS



Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11900	Circuitos Digitales
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
2	Compuertas Lógicas Básicas II		2

1 INTRODUCCIÓN

En 1854, George Boole publicó una obra titulada Investigación de las leyes del pensamiento, sobre las que se basan las teorías matemáticas de la lógica y la probabilidad. En esta publicación se formuló la idea de un “álgebra lógica”, que se conoce hoy en día como álgebra de Boole. El álgebra de Boole es una forma adecuada y sistemática de expresar y analizar las operaciones de los circuitos lógicos.

En la presente practica se desarrollarán circuitos lógicos que cumplen con funciones planteadas y cuyo diseño y construcción se ha basado en la aplicación de las Leyes y Reglas del Álgebra de Boole.

2 COMPETENCIA

- Diseñar un circuito que realice una función a través de una expresión booleana, simplificada a su mínima expresión y construyéndolo a través de compuertas lógicas básicas mostrando creatividad y orden.

3 FUNDAMENTO

Al igual que en otras áreas de las matemáticas, existen en el álgebra de Boole una serie de reglas y leyes bien determinadas que tienen que seguirse para aplicarla correctamente. Las leyes básicas del álgebra de Boole (las leyes conmutativas de la suma y la multiplicación, y las leyes asociativas de la suma y la multiplicación y la ley distributiva) son las mismas que las del álgebra ordinaria. Cada una de las leyes se ilustra con dos o tres variables, pero el número de variables no está limitado a esta cantidad (Floyd, 2006).

<i>Ley conmutativa de la suma para dos variables.</i>	$A + B = B + A$
<i>Ley conmutativa de la multiplicación para dos variables.</i>	$AB = BA$
<i>Ley asociativa de la suma para tres variables.</i>	$A + (B + C) = (A + B) + C$
<i>Ley asociativa de la multiplicación para tres variables.</i>	$A(BC) = (AB)C$
<i>Ley distributiva para tres variables</i>	$A(B + C) = AB + AC$
<i>Regla 1</i>	$A + 0 = A$
<i>Regla 2</i>	$A + 1 = 1$
<i>Regla 3</i>	$A \cdot 0 = 0$



Manual de prácticas de laboratorio

Regla 4	$A \cdot 1 = A$
Regla 5	$A + A = A$
Regla 6	$A + \bar{A} = 1$
Regla 7	$A \cdot A = A$
Regla 8	$A \cdot \bar{A} = 0$
Regla 9	$\bar{\bar{A}} = A$
Regla 10	$A + AB = A$
Regla 11	$A + \bar{A}B = A + B$
Regla 12	$(A + B)(A + C) = A + BC$

4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorio con mesas básicas - Fuente de corriente directa - Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Protoboard - Cable UTP 24/22 - Resistencias de 330Ω - Circuitos Integrados AND (74LS08), OR, NOT (74LS04), NAND (74LS00) - Dip Switch - LED's

B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Simplifique el circuito de la Figura 1, constrúyalo, determine la función lógica que realiza y compruebe su tabla de verdad.

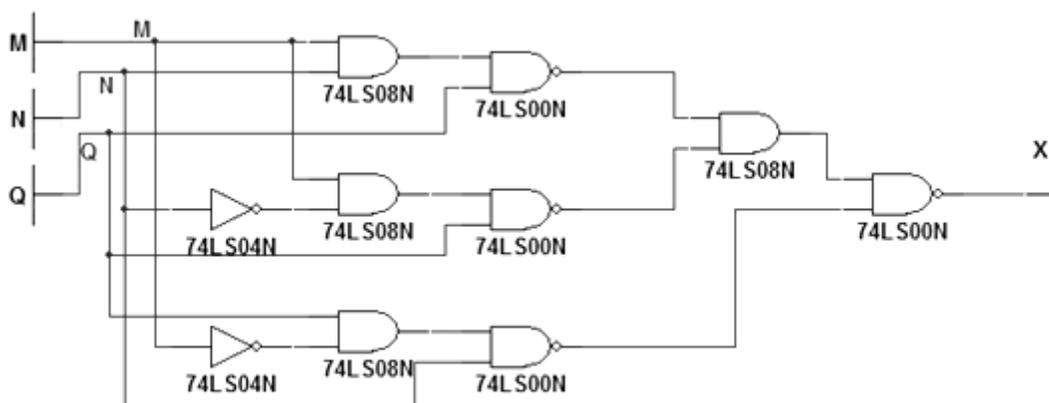


Figura 1

Manual de prácticas de laboratorio

2. La siguiente Figura 2 muestra el diagrama de una alarma para automóvil empleada para detectar condiciones no deseables. Los tres interruptores se emplean para indicar el estado en que se encuentra la puerta del lado del conductor, el encendido y los faros respectivamente (Tocci, Widmer, & Moss, 2007).

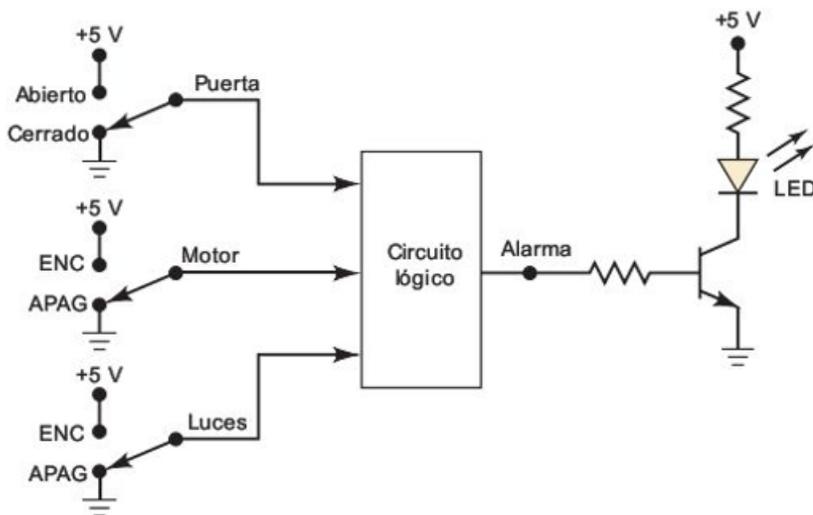


Figura 2

Diseñe y construya un circuito lógico con estos tres interruptores como entradas, de manera que la alarma se active cuando se presente cualquiera de las siguientes condiciones:

- ✓ Los faros están prendidos mientras el encendido está apagado.
- ✓ La puerta está abierta mientras el encendido está prendido.

Implante ahora el circuito utilizando únicamente compuertas NAND.

CÁLCULOS Y REPORTE

6 ANEXOS Y REFERENCIAS

- Floyd, T. L. (2006). *Fundamentos de sistemas digitales* (9na ed.). Madrid: Prentice Hall.
- Tocci, R. J., Widmer, N. S., & Moss, G. L. (2007). *Sistemas Digitales. Principios y Aplicaciones*. (10ma ed.). Ciudad México: Prentice Hall.



Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11900	Circuitos Digitales
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
3	Lógica Combinacional		2

1 INTRODUCCIÓN

Un circuito combinacional es un arreglo de compuertas lógicas con un conjunto de entradas y salidas. En cualquier momento, los valores binarios de las salidas son combinaciones binarias de las entradas. Se emplean en las computadoras digitales para generar decisiones de control binarias y para proporcionar los componentes digitales requeridos para el procesamiento de datos.

El diseño de un circuito combinatorio parte del planteamiento verbal del problema y termina con un diagrama lógico. El procedimiento es el siguiente:

1. Se establece el problema
2. Se asignan símbolos a las variables de entrada y salida.
3. Se extrae la tabla de verdad.
4. Se obtienen las funciones booleanas simplificadas.
5. Se traza el diagrama lógico

2 COMPETENCIA

- Representar una función a través de una expresión booleana, simplificada a su mínima expresión a través de mapas de Karnaugh y construyendo su circuito a través de compuertas lógicas básicas.
- Emplear circuitos combinacionales de mediana escala de integración para representar expresiones booleanas, resolución de operaciones aritméticas y otras aplicaciones, construyendo mediante su tabla funcional un circuito de manera eficiente.

3 FUNDAMENTO

MEDIO SUMADOR

El medio sumador es un circuito que suma solo 2 bits de entrada a fin de producir una salida con suma y acarreo. Se puede diseñar un circuito lógico especial para que tome dos bits de entrada, A y B, y para que produzca la suma S y el acarreo C_{SAL} . A este circuito se le denomina medio sumador. La tabla de verdad se presenta a continuación:

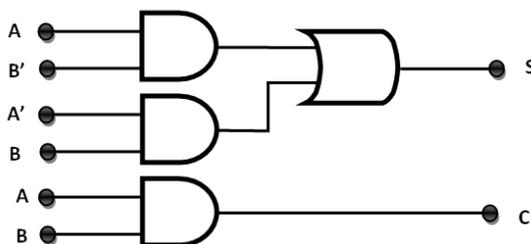


Manual de prácticas de laboratorio

A	B	C _{SAL}	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

$$S = A'B + AB' = A \oplus B$$

$$C = AB$$

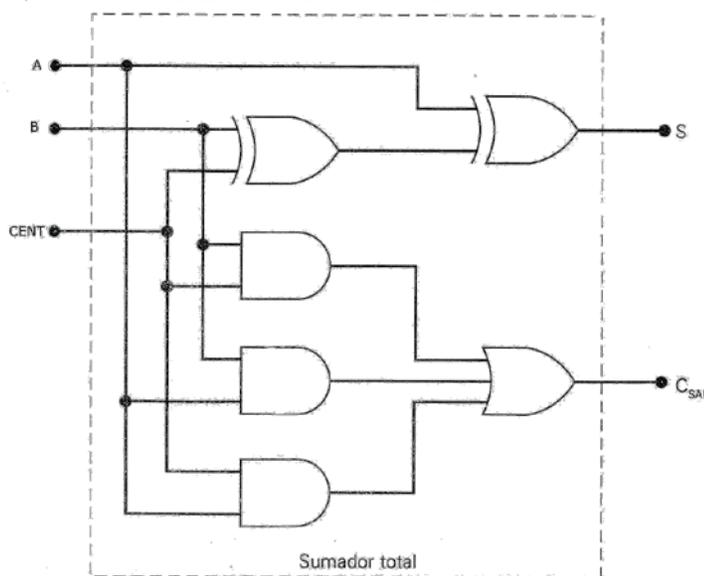


SUMADOR TOTAL

El sumador total es un circuito combinacional que forma la suma aritmética de tres bits. Tiene tres entradas y dos salidas. Dos de las variables de entrada, denotadas por A y B, representan los dos bits significativos que se sumarian. La tercera entrada, C_{ENT}, representa el acarreo de la posición significativa inmediata inferior.

$$S = A \oplus [B \oplus C_{ENT}]$$

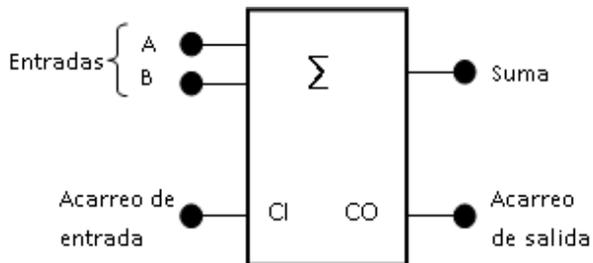
$$C_{SAL} = BC_{ENT} + AC_{ENT} + AB$$



La siguiente figura muestra el símbolo IEEE/ANSI para un sumador de 1 bit (sumador total). Se emplea el signo Σ para señalar la operación de adición.



Manual de prácticas de laboratorio



4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorio con mesas básicas - Fuente de corriente directa - Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Protoboard - Resistencias de 330Ω - Circuitos Integrados AND (74LS08), OR, NOT (74LS04), NAND (74LS00) - Dip Switch - LED's

B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Un numero binario de 4 bits ser representa como A3, A2, A1, A0. Diseñe un circuito lógico que produzca una salida ALTA siempre que el número binario sea mayor o igual que 0010 y menor que 100.
2. Implemente en su protoboard un circuito semisumador de un bit, utilizando compuertas lógicas básicas.
3. Diseñe, construya y pruebe un circuito sumador completo de un bit utilizando compuertas lógicas básicas.

CÁLCULOS Y REPORTE

6 ANEXOS



Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2016-2	11900	Circuitos Digitales
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
4	Lógica combinacional de mediana escala con PSoc		3

1 INTRODUCCIÓN

Los circuitos combinacionales transforman un conjunto de entradas en un conjunto de salidas de acuerdo con una o más funciones lógicas. Las salidas de un circuito combinacional son rigurosamente función de las entradas y se actualizan después de cualquier cambio en las entradas. De acuerdo con su escala de integración, los circuitos son clasificados como de Pequeña Escala (SSI), Mediana Escala (MSI), Gran Escala (LSI) y Muy Grande Escala (VLSI).

Los circuitos MSI son empleados en sumadores, multiplexores y decodificadores. Dada la complejidad de construcción de los mismos, en esta práctica de laboratorio se realizarán ejercicios en los cuales su diseño se realice a través de un microcontrolador, específicamente el modelo CY8CKIT-059 del fabricante Cypress.

2 COMPETENCIA

- Diseñar circuitos combinaciones para la realización de funciones de codificación/decodificación trabajando con creatividad y dedicación.
- Emplear un software de programación de circuitos para desarrollar aplicaciones de mediana escala de integración, trabajando con orden y disciplina.
- Identificar fallos comunes en la construcción física de aplicaciones digitales.

3 FUNDAMENTO

- **Multiplexores y Demultiplexores.**

Un multiplexor o selector de datos es un circuito lógico que acepta varias entradas de datos y permite solo a una de ellas alcanzar la salida. La dirección deseada de los datos de entrada hacia la salida es controlada por entradas de SELECCIÓN (conocidas también como entradas de DIRECCION).

Los multiplexores se emplean en la selección y dirección de datos, secuencia de operaciones, conversión de paralelo a serial, generación de ondas y generación de funciones lógicas.



Manual de prácticas de laboratorio

Por su parte, un demultiplexor toma una sola entrada y la distribuye en varias salidas. Este toma una fuente de datos de entrada y la distribuye selectivamente a uno de N canales de salida, igual que un interruptor de posiciones múltiples.

- **Programmable System on Chip (PSoc) CY8CKIT-059**

El PSoc de Cypress es una plataforma basada en microcontrolador de 8 bits muy versátil y de bajo costo que dispone de recursos analógicos (amplificadores operacionales, sensor de temperatura, conversor AD y DA, filtros, etc.) y digitales (temporizadores, contadores, moduladores de ancho de pulso (PWM), comunicación en serie, generadores de números pseudo-aleatorios, etc.) completamente configurables en el mismo encapsulado. La arquitectura del microcontrolador ofrece un máximo de 16 bloques digitales y un máximo de 12 bloques analógicos. Cada bloque tiene una serie de registros que determinan su funcionalidad y su conectividad con otros bloques, multiplexores, buses o puertos E/S.

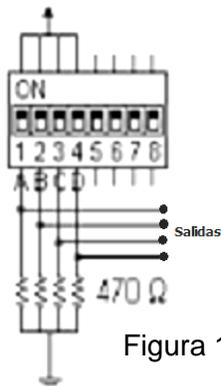
El kit proporciona acceso a todas las E/S del dispositivo PSoC® 5LP en un formato compatible con el tablero de prueba. Cuenta con un cabezal de micro-USB para crear prototipos con conectividad USB 2.0 a toda velocidad. El kit también está diseñado con un único factor de forma a presión, permitiendo a los usuarios separar el conector USB con el programador de KitProg y depurador del tablero para utilizarlos de forma independiente.

4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none">- Un salón con mesas básicas- Computadora con conexión a internet	<ul style="list-style-type: none">1 PSoc CY8CKIT-0591 cable micro USB
B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	
<p>1) Instalación del software PSoC Creator</p> <ul style="list-style-type: none">a. Ingrese a la página electrónica que a continuación se menciona y descargue el software PSoC Creator seleccionando CY8CKIT-059 Kit Setup. http://www.cypress.com/documentation/development-kitsboards/cy8ckit-059-psoc-5lp-prototyping-kit-onboard-programmer-andb. Instale el producto con su versión “<i>Complete</i>”.c. Si requiere instrucciones desglosadas para concretar este paso consulte el documento “Instalación de PSoC Creator”.	



Manual de prácticas de laboratorio



2) Creación de proyecto de prueba con el software PSoC Creator

- En PSoC Creator genere un nuevo proyecto en el cual utilice una compuerta AND y sus correspondientes entradas y salida. Para instrucciones detalladas sobre la creación de un proyecto puede consultar el documento “Creación de Proyecto con PSoC Creator”.
- Realice las conexiones necesarias al CY8CKIT-059 en su Protoboard. Para realizar las diferentes combinaciones de entrada deberá utilizar un DipSwitch (Figura 1).
- Verifique la salida correspondiente mediante el uso de un LED.

d. Realizar todas las combinaciones posibles para esta compuerta.

3) Diseño de Circuitos combinaciones con Cypress.

- Diseñe y construya un circuito decodificador que reciba como entrada un número BCD y despliegue el mismo en un display de 7 segmentos.

Sugerencia: Utilice en Cypress una Look Up Table (LUT) para generar las funciones.

- Diseñe y construya un circuito combinacional (demultiplexor) que contenga una entrada de dato D0, dos entradas de control C1, C0 y cuatro señales de salida llamadas Y0, Y1, Y2 y Y3 de manera que si la entrada de control es C1=0, C0=0, la salida Y0 tomará el valor de D0 y las demás salidas tomarán el valor de 0. Si la entrada de control es C1=0, C0=1, la salida Y1 tendrá el valor de D0 y las demás salidas el valor de 0. Si la entrada de control es C1=1, C0=0, la salida Y2 tomará el valor de D0 y las demás salidas el valor de 0. Si la entrada de control es C1=1, C0=1, la salida Y3 tendrá el valor de D0 y las demás salidas el valor de 0.

CÁLCULOS Y REPORTE

6 ANEXOS

Manuales de instalación y programación:

<http://www.cypress.com/file/157971/download>

<http://www.cypress.com/file/157966/download>



Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11900	Circuitos Digitales
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
5	Lógica secuencial: circuitos con Flip-Flop		3

1 INTRODUCCIÓN

Es conveniente considerar un sistema secuencial como medio que resuelve una secuencia de problemas combinatoriales, cada uno de los cuales dura un periodo de reloj. Un sistema sincronizado por reloj como el que se acaba de describir se llama **síncrono**. La alternativa, es lo que se llama operación **asíncrona**. Esto suele ser insatisfactorio para los sistemas digitales de alguna complejidad a causa de la dificultad de diseño y de mantenimiento.

Durante la presente práctica se diseñará un temporizador que funcionará como señal de reloj para la construcción de circuitos secuenciales a base de FlipFlop.

2 COMPETENCIA

- Diseñar circuitos secuenciales para la realización de funciones de aplicación trabajando con creatividad y dedicación.
- Corroborar el funcionamiento de los multivibradores biestables mediante la construcción ordenada y responsable de circuitos controlados por reloj.

3 FUNDAMENTO

- **El Flip-Flop**

El elemento básico de memoria es el flip-flop (denominado también báscula, multivibrador biestable o simplemente biestable). Este es un circuito, generalmente construido con compuertas lógicas, que es capaz de almacenar 1 bit de información durante el tiempo que sea necesario, manteniéndolo disponible para ser utilizado por otros circuitos. Solamente cambiara la información almacenada cuando sean aplicadas señales correctas de control.

La naturaleza y complejidad de las operaciones realizadas por un sistema digital requieren la provisión de algunos medios para sincronizar las muchas operaciones que realizan. Esta es la función del reloj maestro o principal, el cual provee un tren de impulsos cuidadosamente regulados.

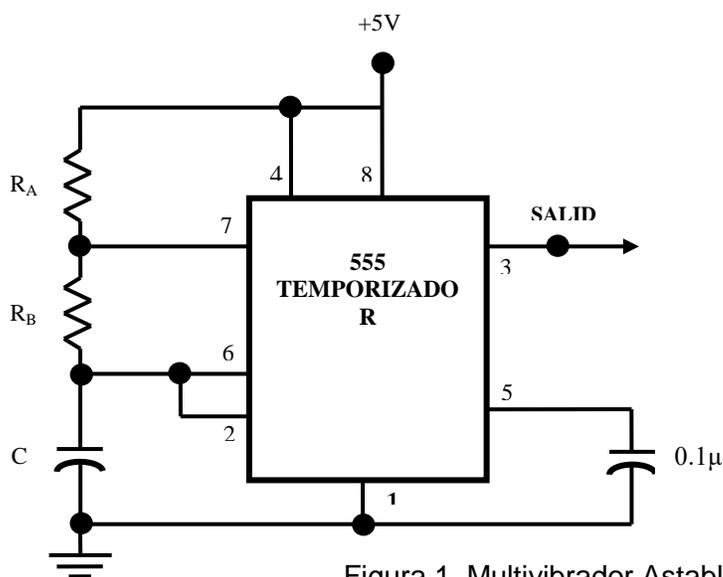
Manual de prácticas de laboratorio

Generalmente los flip-flops están dispuestos de manera que únicamente pueden cambiar de estado por la aplicación de un impulso de reloj. La manera de efectuarse este cambio depende de cuales sean sus entradas antes de que lleguen los impulsos de reloj.

- **Temporizador como multivibrador astable.**

Los FF tienen dos estados estables; por consiguiente puede decirse que son multivibradores biestables. Otro tipo de multivibrador es aquel que no tiene estados estables y se llama multivibrador astable. Este tipo de circuito lógico cambia su salida una y otra vez (oscila) entre dos estados inestables. El circuito es útil para generar señales de reloj para circuitos digitales síncronos. Existen varios tipos de multivibradores astables de uso común.

El temporizador 555 es un dispositivo compatible con TTL que puede operar con varios modos. La figura 1 muestra la forma en que deben conectarse los componentes externos para que el 555 opere como un oscilador. Su salida es un pulso repetitivo rectangular que oscila entre dos niveles lógicos; el tiempo que oscila dura en cada estado lógico dependiendo de los valores de R y C.



$$\begin{aligned} t_1 &= 0.693 R_B C \\ t_2 &= 0.693 (R_A + R_B) C \\ T &= t_1 + t_2 \\ \text{Frecuencia} &= 1/T \\ \text{Ciclo de trabajo} &= t_2/T \\ R_A &\geq 1\text{k}\Omega \\ R_A + R_B &\geq 6.6\text{ M}\Omega \\ C &\geq 500\text{ pF} \end{aligned}$$

Figura 1. Multivibrador Astable con CI 555.

4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)



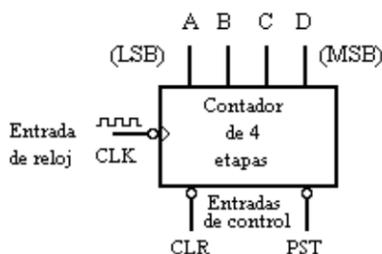
Manual de prácticas de laboratorio

A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
Fuente de CD Osciloscopio Multímetro	Protoboard Resistencias de 330Ω Circuitos Integrados varios FlipFlop: 74LS71(RS), 74LS76(JK), 74LS74(D)

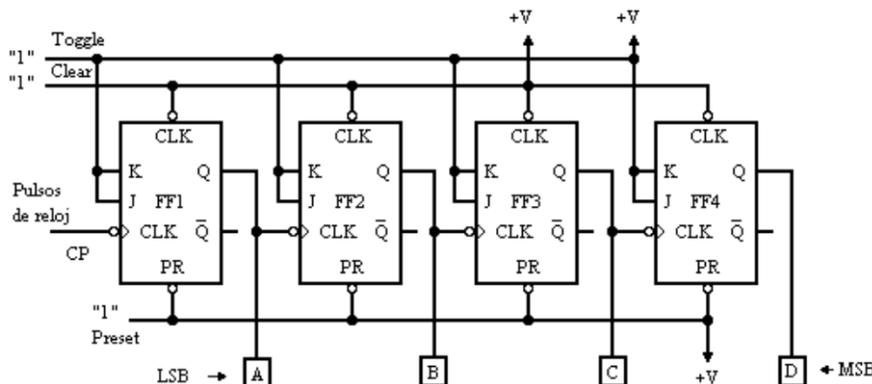
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- 1) Implemente en su Protoboard un circuito astable con el C.I. 555 (oscilador de onda cuadrada) para una frecuencia de 1 kHz. Compruebe que la frecuencia sea la adecuada, haciendo uso del osciloscopio.
- 2) Verifique experimentalmente el funcionamiento de los Flip-Flop RS, D y JK. Realice las conexiones necesarias en su Protoboard y compruebe las tablas de verdad.
- 3) Construir un contador asíncrono binario de 4 bits con Flip Flops JK. Las señales de salida A, B y C encienden un semáforo conformado por LED's (A=rojo, B=amarillo, C=verde) y la salida D activa un motor de DC. Ajuste el tiempo del circuito de reloj para que el motor dure encendido 5seg y las transiciones 1seg.

A) Diagrama de Bloques



B. Circuito lógico



CÁLCULOS Y REPORTE



Manual de prácticas de laboratorio

6 ANEXOS



Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11900	Circuitos Digitales
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
6	Divisor de frecuencia con Flip-Flop		2

1 INTRODUCCIÓN

Los Flip-Flop disparados por flanco (sincronizados por reloj) son dispositivos versátiles que pueden usarse en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo el conteo, el almacenamiento de datos binarios, la transferencia de datos binarios y muchas más. Varias de estas aplicaciones entran en la categoría de los circuitos secuenciales. En esta práctica se empleará un contador como divisor de frecuencia.

2 COMPETENCIA

- Emplear un software de programación de circuitos para desarrollar aplicaciones de mediana escala de integración, trabajando con orden y disciplina.

3 FUNDAMENTO

- **Divisor de frecuencia**

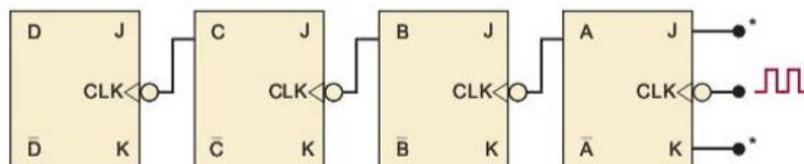
Muchas aplicaciones de cómputo requieren el empleo de divisores de frecuencia, los cuales pueden construirse a partir de un contador de rizo. En general, en cualquier contador la señal en la salida del último FF (es decir, el MSB) tendrá una frecuencia igual a la frecuencia del reloj de entrada dividida entre el número MOD del contador.

Así por ejemplo, si la señal de reloj en la Figura 1 es de 16kHz, la forma de onda de salida A es una onda cuadrada de 8kHz, en la salida B es de 4kHz, en la salida C es de 2kHz y en la salida D es de 1kHz.

Cada FF del contador divide la frecuencia de su entrada por 2. De esta forma, si agregáramos un quinto FF a la cadena, éste tendría una frecuencia igual a 1/32 de la frecuencia del reloj, y así en lo sucesivo. De manera específica, si se utilizan N flip-flops se producirá una frecuencia de salida del último FF, la cual equivale a $1/2^N$ de la frecuencia de entrada.



Manual de prácticas de laboratorio



* Se asume que todas las entradas J y K son 1.

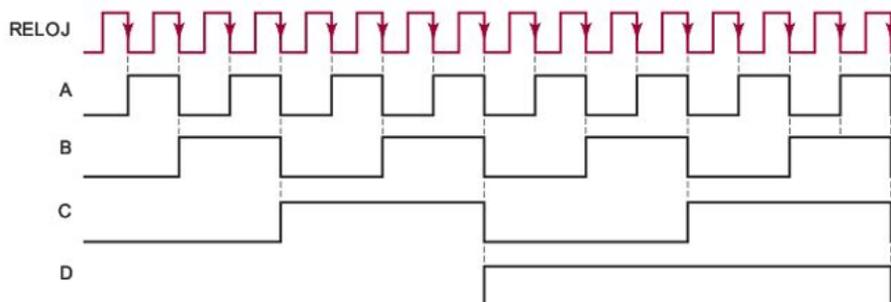


Figura 1

4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO

- Un salón con mesas básicas
- Computadora con conexión a internet

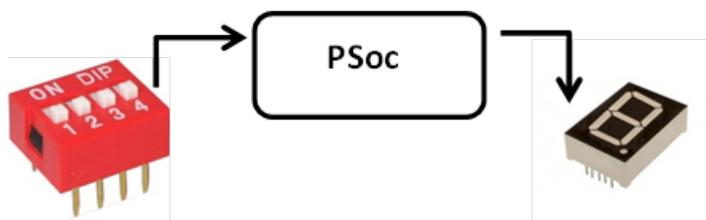
MATERIAL DE APOYO

- 1 PSoc CY8CKIT-059
- 1 Cable micro USB
- 1 Display 7 segmentos
- 1 Dip switch

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Utilizando PSoc de Cypress diseñe y construya un circuito secuencial que permita generar tres diferentes frecuencias de operación (0.5Hz, 1 Hz y 2Hz) para desplegar un conteo a la salida.

- o La salida es un display de 7 segmentos que contare con la velocidad de la frecuencia de selección.
- o La selección de frecuencia (entrada) la realizará por medio de un DipSwitch.
- o Las frecuencias son generadas al interior del PSoc empleando un circuito astable y divisores de frecuencia implementados con FlipFlop tipo T.





Manual de prácticas de laboratorio

CÁLCULOS Y REPORTE

6 ANEXOS Y REFERENCIAS

Tocci, R. J., Widmer, N. S., & Moss, G. L. (2007). *Sistemas Digitales. Principios y Aplicaciones*. (10ma ed.). Ciudad México: Prentice Hall.