

Implementación de circuitos lógicos y compuertas

Gabriel González-Rodríguez, Emmanuel Naranjo-Blanco, David Rodríguez-Camacho
gabrielgr01@estudiantec.cr naranjo760emm@estudiantec.cr davo4006@estudiantec.cr

Área académica de Ingeniería Mecatrónica
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Resumen—Las compuertas lógicas son los dispositivos digitales más básicos [1] y son el principal componente de los circuitos digitales. En este informe se expresa el proceso y los resultados obtenidos para un experimento con circuitos lógicos (digitales). En él se hizo uso de dos circuitos de medición distintos los cuales se simularon en la plataforma Tinkercad y de la cual se obtuvieron sus salidas (Tablas de verdad) de forma experimental. Estos resultados se comparan con los obtenidos teóricamente y se llega a la conclusión de que ambos circuitos tienen el mismo comportamiento lógico, a pesar de poseer arreglos de compuertas lógicas distintos.

Palabras clave—Circuitos integrados digitales, Compuertas lógicas, Tablas de verdad.

I. OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos de la práctica.

- Familiarizarse con la interpretación de hojas de datos de CI's digitales.
- Conocer métodos básicos de entradas y salidas de información binaria.
- Aplicar métodos de seguimiento a un circuito lógico.

II. INTRODUCCIÓN

En el presente laboratorio se realizará un seguimiento de dos circuitos lógicos, que se armaron en una protoboard utilizando distintos circuitos integrados en la plataforma Thinkercad. De estos se obtuvo su respectiva función lógica experimental y en las siguientes secciones se analizarán los resultados y se compararán con su tabla de verdad correspondiente. Aunque este experimento de Implementación de circuitos y compuertas lógicas se realizó en simulado, se presenta la información necesaria para armar los circuitos físicamente.

De acuerdo con Tocci, “una tabla de verdad es una herramienta para describir la forma en que la salida de un circuito lógico depende de los niveles lógicos presentes en las entradas del circuito” [2]. A partir de la lógica booleana, es posible crear circuitos compuestos que tomen decisiones lógicas consistentes e inteligentes. Las tres operaciones booleanas básicas consisten en OR, AND y NOT; a partir de estas se puede construir todas las demás operaciones como la NAND, NOR, XOR y XNOR. En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran las tablas de verdad que define estas operaciones básicas; el símbolo del circuito para la compuerta de dos entradas y su expresión booleana [2].

En el laboratorio se utilizaron compuertas CMOS, sin embargo, en la práctica presencial se podrían utilizar los CIs de la familia TTL SN74LS04N, SN74LS08N y SN74LS32N.

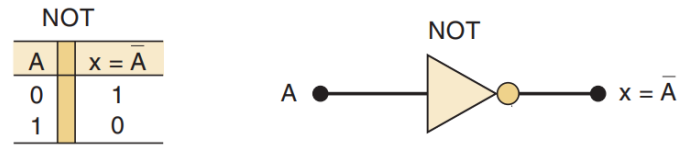


Figura 1. Compuerta NOT [2].

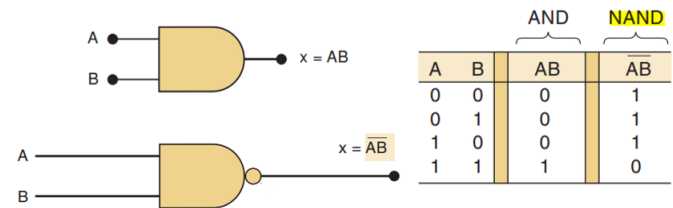


Figura 2. Compuerta AND [2].

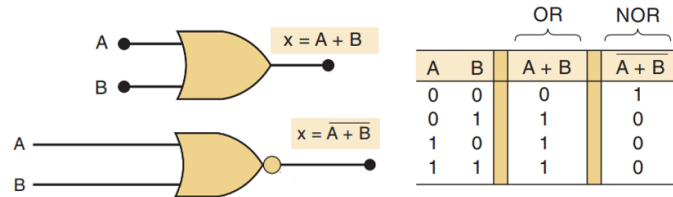


Figura 3. Compuerta OR [2].

Se utilizarán únicamente compuertas NOT, AND y OR respectivamente. El diagrama de distribución de pines se muestran en la Figura 4.

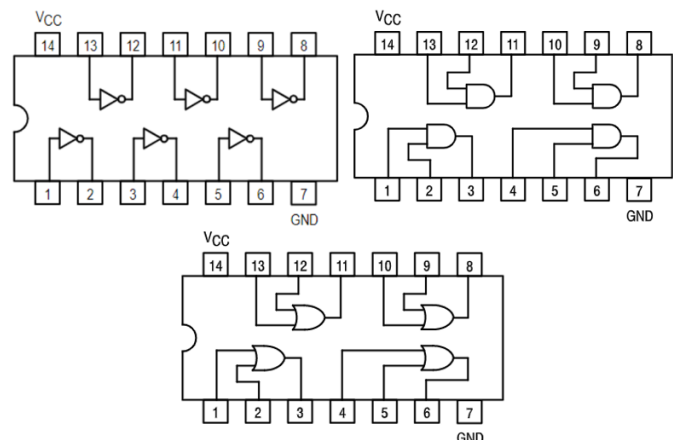


Figura 4. Conexión de las compuertas en los CIs.

Un Dip-Switch es un interruptor deslizable en formato encapsulado que puede tener uno de dos valores: cerrado (ON) o abierto (OFF). Normalmente cada encapsulado trae varios interruptores lo que permite crear varias configuraciones para controlar la lógica de entrada de un sistema digital [3]. Se recomienda la colocación de resistencias en serie con cada interruptor para controlar la tensión y asegurar la lógica correspondiente en las compuertas cuando se trata de un 1 o 0 lógico; de este modo, evitar tensiones que podrían ingresar en la zona indeterminada de la compuerta y afectar la salida del circuito. Esta resistencia puede tener un valor de 330 Ω , sin embargo, en este laboratorio se colocó una resistencia de 10 k Ω .

Además, los interruptores que no se están utilizando se recomienda conectarlos a tierra. De igual forma, en ningún caso, tanto en TTL como CMOS, se debe dejar entradas flotantes de la compuerta en uso. Para una entrada digital que no se planea utilizar es recomendable hacer una de las siguientes cosas: conectarla a tierra y que de esta forma tenga un potencial de 0V, conectarla a la fuente y que de esta forma tenga un potencial del valor de tensión de VDD, o conectarla a otra entrada y que tenga el mismo valor que esta. Cualquiera de estas opciones es válido dependiendo de la lógica que se necesite.

Por último, el uso de un led como salida digital permite conocer de manera visual el estado lógico de la salida del circuito. Si la salida corresponde a un 1, el LED se enciende, y si la salida corresponde a un 0, el LED se apaga. Cabe destacar que, junto con este debe colocarse un transistor o una resistencia en serie que controle el flujo de corriente y evitar que el circuito se sobrecaliente o deje de funcionar. Para esto, se recomienda analizar la hoja de datos del LED que se va a utilizar, donde se obtiene la tensión de umbral y la corriente máxima que el dispositivo puede manejar. A partir de esto se aplica Ley de Ohm para determinar la resistencia mínima, como se muestra en la ecuación 1. En este caso, la alimentación corresponde a un Arduino, cuya salida es 5 V o 0 V.

$$\frac{5 - V_{LED}}{I_{MAX}} \quad (1)$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la práctica, junto con su respectivo análisis.

III. CIRCUITOS DE MEDICIÓN

En la Figura 5 se muestra el diagrama del primer circuito de medición del experimento, que corresponde a un circuito lógico con tres entradas. En la Figura 6 se encuentra la implementación de este circuito en el simulador.

El diagrama del segundo circuito de medición para este experimento se puede observar en la Figura 7, y su implementación en el simulador en la Figura 8.

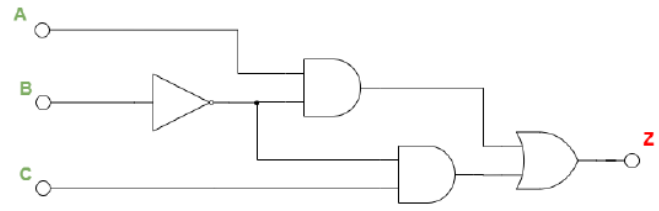


Figura 5. Diagrama del circuito de medición 1.

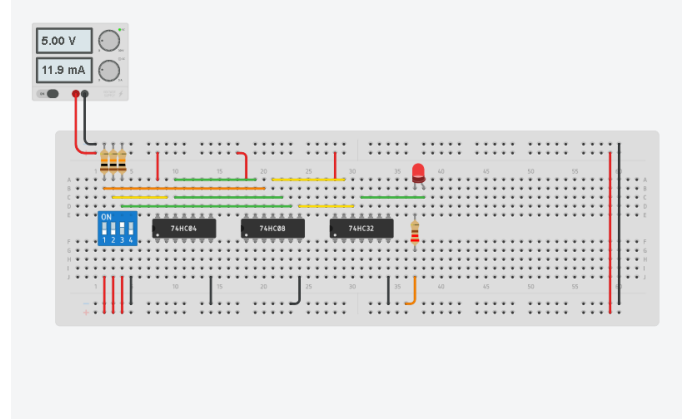


Figura 6. Circuito de medición 1.

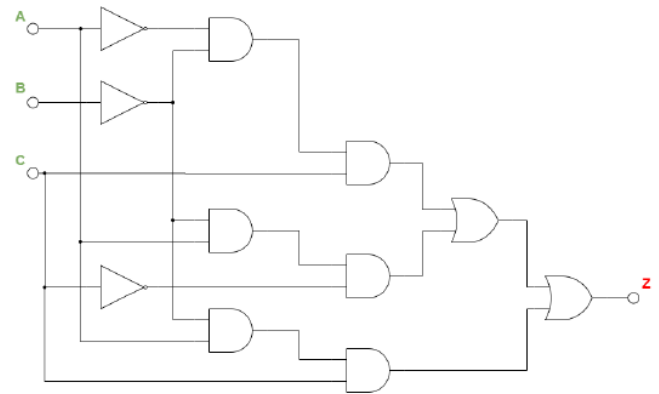


Figura 7. Diagrama del circuito de medición 2.

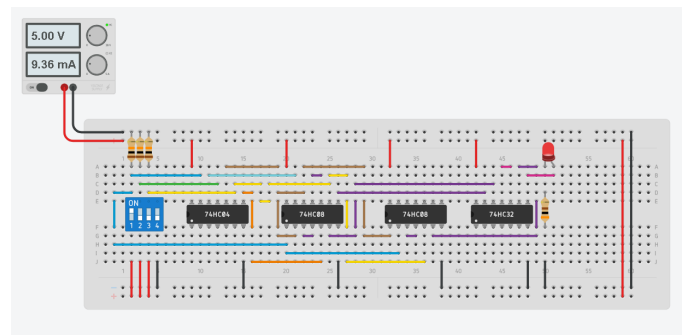


Figura 8. Circuito de medición 2.

IV. RESULTADOS

En la Tabla I se presentan tanto los resultados teóricos como experimentales, obtenidos para el circuito de medición

1. Dichas Tablas son idénticas puesto que los circuitos lograron la finalidad planteada en los esquemáticos de las Figuras 5.

Tabla I
TABLA DE VERDAD EXPERIMENTAL Y TEÓRICA PARA EL CIRCUITO DE MEDICIÓN 1.

A	B	C	Z Teórico	Z Experimental
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

En la Tabla II también se muestran los resultados teóricos y experimentales obtenidos ahora para el circuito de medición 2. Dichas Tablas son idénticas puesto que los circuitos lograron la finalidad planteada en los esquemáticos de las Figuras 7.

Tabla II
TABLA DE VERDAD EXPERIMENTAL Y TEÓRICA PARA EL CIRCUITO DE MEDICIÓN 2.

A	B	C	Z Teórico	Z Experimental
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

V. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al visualizar las Tablas experimentales I y II, se puede observar que ambos circuitos son equivalentes, es decir, sus tablas de verdad experimentales son iguales, las cuáles cumplen con sus tablas de verdad teóricas correspondientes, y siguen la función booleana simplificada con compuertas NOR:

$$F = (A \text{ NOR } C) \text{ NOR } B$$

Esta función lo que hace es devolver un 1 siempre y cuando las entradas A y/o C sean 1 y B sea 0; por la naturaleza de la compuerta NOR que solo devuelve un 1 cuando todas las entradas son 0, si A y/o C son 1 va a devolver un 0, y ese junto el 0 de B generan una salida de 1 en la función F.

La función anterior puede ver visualizada en la Figura 9, la cual corresponde al circuito simplificado de ambos circuitos de medición equivalentes.

Ambos circuitos de medición se componen solo de las tres compuertas básicas (NOT, AND y OR) y con estas tres compuertas se pueden modelar otras compuertas más complejas como la NOR y la NAND, por esto fue posible de simplificarlos a solo dos compuertas NOR.

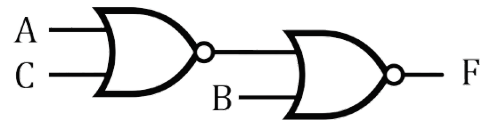


Figura 9. Circuito simplificado de ambos circuitos de medición.

VI. CONCLUSIONES

A partir de este presente trabajo, se lograron las siguientes conclusiones.

- Se logró reconocer de forma sencilla el comportamiento de los CI's por medio de sus hojas de datos. Así como sus respectivas distribución de pines.
- Se logró el uso del DIP-SWITCH como método de entrada para un sistema digital y así implementar una única fuente de alimentación. A su vez, se logró observar el comportamiento de la salida de cada circuito mediante un LED.
- Se lograron utilizar métodos de seguimiento para los circuitos lógicos del experimento.
- Se logró verificar tanto teórica como experimentalmente el funcionamiento de los circuitos lógicos del experimento.
- Se aplicaron los métodos de seguimiento a un circuito lógico mediante el álgebra de bool y la realización de las respectivas tablas de verdad de cada circuito.

REFERENCIAS

- [1] Wakerly, J. F. (2001). *Diseño digital*. (3a. ed.). Pearson educación.
- [2] Tocci, R. J., Widmer, N. S. & Moss, G. L. (2007). *Sistemas digitales: principios y aplicaciones*. (10a. ed.). Pearson Educación.
- [3] Garza, J., Martínez, G., Cantú, G. & Hernández, J. (2013). *Introducción a los sistemas electrónicos digitales*. Universidad Autónoma de Nueva León. <https://silos.tips/download/introduccion-a-los-sistemas-electronicos-digitales-3>