

# Laboratorio 3: Uso de compuertas lógicas a través de simulador electrónico SimulIDE

Reinaldo Pacheco Parra (8 horas) Jaime Riquelme Olguin (8 horas)

*Departamento de Ingeniería Informática*

*Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile*

reinaldo.pacheco@usach.cl, jaime.riquelme@usach.cl

**Resumen**—El presente informe detalla el proceso llevado a cabo para resolver los distintos enigmas planteados. Para lograrlo, se realizó la reconstrucción de los circuitos utilizando el simulador SimulIDE. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo, se describieron los fenómenos observados y se concluyó sobre cada uno de ellos.

**Palabras claves**—SimulIDE, Circuito, Enigma

## I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente laboratorio se lleva a cabo la construcción y análisis de 3 enigmas mediante un programa simulador de circuitos electrónicos en tiempo real llamado SimulIDE. Para ello, se utilizará el simulador el cual provee de múltiples componentes tanto eléctricas (fuentes de voltaje, transistores, interruptores) como lógicas ("AND", "OR", "XOR") y booleanas ("ON", "OFF") A través de estas componentes, se construyen 3 circuitos, los cuales serán estudiados y analizados para comprender el correcto funcionamiento de cada uno, el uso de los componentes y el funcionamiento de la simulación en general. En primer lugar, se verán algunos conceptos necesarios para comprender correctamente el laboratorio, luego se presentarán las componentes utilizadas en cada uno de los circuitos y su respectiva elaboración, después se presentará el análisis en base a las operaciones y funcionamiento obtenidos, para finalizar mediante una conclusión la experiencia realizada. Los principales objetivos de este laboratorio son: construir los circuitos dentro del simulador, analizar y verificar su correcto funcionamiento para aplicar mejoras en ellos en caso de ser necesario.

## II. ANTECEDENTES

### II-A. Marco Teorico

1) **SimulIDE** :SimulIDE es un simulador de circuitos electrónicos en tiempo real que ofrece diversas áreas de simulación, como PIC, AVR y Arduino. Es reconocido por su interfaz cómoda y sencilla, lo que facilita su uso. Además, proporciona la posibilidad de diseñar circuitos personalizados y programarlos utilizando un editor de código integrado. [1]

2) **Circuito** : Un circuito eléctrico es un sistema compuesto por varios elementos eléctricos que están interconectados. Posee uno o más caminos cerrados por los cuales puede fluir la corriente eléctrica. La corriente

eléctrica, a su vez, es el movimiento ordenado de cargas eléctricas libres a través de estos caminos. [2]

3) **Compuerta Lógica**: Una compuerta lógica es un dispositivo electrónico que opera con la lógica booleana, la cual está basada en dos estados: verdadero o falso, representados generalmente como 1 y 0. Las compuertas lógicas toman una o más señales de entrada y producen una única señal de salida basada en una operación lógica específica. (ver Tabla 1: Principales compuertas Lógicas) en donde se especifica la compuerta, el símbolo y la función de las principales compuertas lógicas usadas en la construcción de circuitos.[3]

4) **Enigma**: Un enigma es un asunto que resulta difícil de entender o descifrar, y que puede o no tener una respuesta o solución sencilla. A menudo, los enigmas son percibidos como acertijos más que como misterios eternos, lo que implica que, aunque pueden ser desafiantes, no son necesariamente irresolubles. Los enigmas pueden ser misteriosos y están caracterizados por ser tan difíciles de comprender que en ocasiones pueden parecer inexplicables. [4]

5) **Transistor**: Un transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que puede modificar una señal eléctrica de salida en respuesta a una señal de entrada. Su funcionamiento se basa en la amplificación, conmutación, oscilación o rectificación de esta señal. [5]

### II-B. Tablas

Compuerta	Símbolo	Función
AND	&	Salida es verdadera si todas las entradas son verdaderas
OR		Salida es verdadera si al menos una entrada es verdadera
NOT	~	Invierte el valor de la entrada
XOR	⊕	Salida es verdadera si solo una de las entradas es verdadera
NAND	&̅	Salida es falsa si todas las entradas son verdaderas
NOR	̅	Salida es falsa si al menos una entrada es verdadera

Tabla I: Principales compuertas lógicas

A continuación se presentan las componentes utilizadas en cada uno de los circuitos construidos.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### III-A. Materiales

Se utilizó el simulador SimulIDE versión 1.0.0 para la creación de los circuitos propuestos, que puede descargarse

Número	Componente
1	Fuente de Voltaje de 5 V
2	Interruptor switch de 1 polo
3	Buffer con salida invertida
4	Resistencia de 220 $\Omega$
5	Ampolleta Led
6	Conexión a Tierra

Tabla II: Lista de Componentes Circuito 1

Número	Componente
1	Fuente de Voltaje de 5 V
2	Fuente de Voltaje de 10 V
3	Interruptor switch de 1 polo
4	2 Resistencias de 220 $\Omega$
5	3 Ampolletas Led's
6	Buffer con salida invertida
7	Transistor BJT
8	Conexión a Tierra

Tabla III: Lista de Componentes Circuito 2

desde su *página oficial* El dispositivo que se utilizó para almacenar, procesar, crear y ejecutar los circuitos fue un Notebook NITRO 5 con procesador Intel® Core™ i5-10300H CPU @ 2.50 GHz 16 GB de RAM (15,8GB utilizables), sistema operativo de 64 bits, procesador x64 con una tarjeta gráfica NVIDIA® GeForce® GTX 1650 y la versión 22H2 de Windows 11.

Además, también se utilizó un segundo equipo, un ordenador de mesa con las siguientes características: procesador AMD Ryzen™ 5 5600X, tarjeta gráfica MSI GeForce® GTX 1660 Super OC, 16GB de RAM a 3600MHz, con un sistema operativo Windows 10 de 64 bits.

### III-B. Métodos

Se descarga e instala el simulador SimulIDE en el dispositivo y se construyen los circuitos de la siguiente forma.

**Circuito 1:** Se extraen los componentes especificados en la sección izquierda del simulador. Inicialmente se agrega la fuente de voltaje de 5 V, la cual es conectada a un interruptor switch de 1 polo, este a su vez es conectado a un buffer personalizado con la opción de “salida invertida”, luego, se conecta la resistencia con 220 Unidades Ohm, finalmente, a la salida del resistor se conecta una ampolleta LED con conexión a tierra. Se inicia la simulación del programa y se describe el funcionamiento del circuito.

Luego, se conectan en serie 2 LEDs adicionales y se efectúa la simulación nuevamente.

**Circuito 2:** Se extraen los componentes especificados en la sección izquierda del simulador. Inicialmente se agrega la fuente de voltaje de 5 V la cual es conectada a un interruptor switch de 1 polo, el cual es conectado al buffer personalizado con la opción de “salida invertida”, luego, se conecta la resistencia de 220 Ohm. Luego, se agrega un transistor BJT el cual es conectado a la salida de la resistencia, este transistor cuenta con dos salidas, una de las salidas tiene conexión a tierra, y la otra, está conectada a 3 LEDs en serie. Estas ampolletas, en serie, se conectan a una

Número	Componente
1	Fuente de Voltaje (.Entrada A")
2	Fuente de Voltaje (.Entrada B")
3	2 Compuertas XOR
4	2 Compuertas AND
5	1 Compuerta OR
6	1 Ampolleta Led "S"
7	1 Ampolleta Led C out"

Tabla IV: Lista de Componentes Circuito 3

resistencia de 220 Ohm, la cual a su salida está conectada a una fuente de voltaje de 10 V.

**Circuito 3:** Se extraen los componentes especificados en la sección izquierda del simulador. Para simplificar la explicación se denominarán las compuertas lógicas “X OR A”; “X OR B”; “AND A”; “AND B”; y “OR”.

Se inicia ubicando 3 fuentes de voltaje nombradas como “Entrada A”, “Entrada B” y “Cin”. La Entrada A está conectada a “X OR A” y “AND A”. La Entrada B está conectada a “X OR A” y a “AND A”. La salida de “X OR A” se conecta a “X OR B” y a “AND B”.

La salida de “AND A” se conecta a la compuerta “OR”. La entrada Cin está conectada a “X OR B” y a la “AND B”.

A la salida de la compuerta “XOR B”, se conecta un LED con el nombre “S”. Mientras tanto, en la salida de “AND A” y “AND B”, se conecta la compuerta “OR”. Esta a su vez se conecta a una ampolleta LED con el nombre “S”. Ambos LEDs S y C out son conectados a tierra.

## IV. RESULTADOS

Los resultados de la experiencia consisten en el análisis de cada uno de los circuitos construidos, para ello, primero se responderán las preguntas planteadas

El propósito principal de este estudio es diseñar y analizar diversos circuitos utilizando el simulador SimulIDE. Los circuitos se diseñaron con el objetivo de entender y demostrar los principios fundamentales de la electrónica y la lógica booleana. Cada circuito se construyó con un propósito específico, que se detalla a continuación:

**Circuito 1:** Este circuito se diseñó para demostrar el funcionamiento de un buffer con salida invertida, que actúa como una compuerta lógica NOT. El objetivo era observar cómo este dispositivo, asociado a un interruptor tipo switch, regula el flujo de corriente.

**Circuito 2:** El propósito de este circuito era mostrar cómo se pueden conectar múltiples componentes, incluyendo fuentes de voltaje, resistencias, LEDs y un transistor BJT, para crear un circuito más complejo. Este circuito permitió analizar el comportamiento de los LEDs en serie y el papel del transistor en el control del flujo de corriente.

**Circuito 3:** Este circuito se diseñó para ilustrar el funcionamiento de varias compuertas lógicas, incluyendo XOR, AND y OR. El objetivo era entender cómo estas compuertas pueden combinarse para realizar operaciones lógicas más complejas.

En general, el objetivo de diseñar y analizar estos circuitos es mejorar nuestra comprensión de los principios fundamentales de la electrónica y la lógica booleana, y

adquirir experiencia práctica en el uso de un simulador de circuitos.

#### IV-A. Resultados Circuito 1

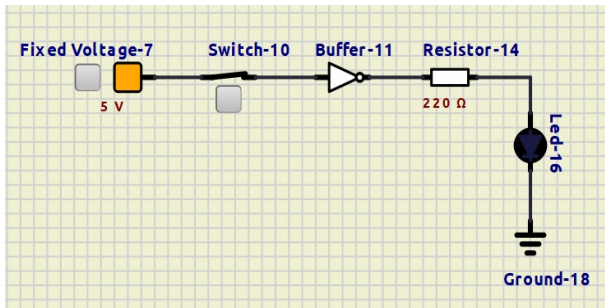


Figura 1: Circuito 1

En la Figura 1 se presenta un circuito que incorpora un buffer con salida invertida, que actúa como una compuerta lógica NOT. Este dispositivo, asociado a un interruptor tipo switch, regula el flujo de corriente. Cuando el interruptor está cerrado, la estructura NOT del buffer impide el paso de la corriente, evitando así que el LED se encienda. Sin embargo, cuando el interruptor se abre, la compuerta NOT entra en funcionamiento y permite la activación del LED.

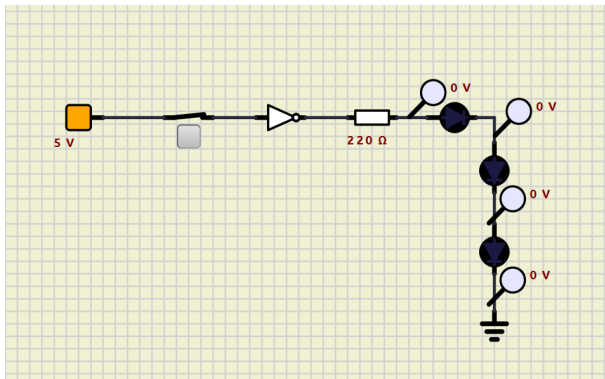


Figura 2: Circuito 1 con 3 LEDs en serie

La Figura 2 muestra un circuito equivalente al presentado en la Figura 1, con la adición de tres LEDs conectados en serie. Independientemente del estado del interruptor tipo switch y de la compuerta lógica NOT, los LEDs no se encienden. La razón es que la única fuente de voltaje disponible en el circuito es de 5V, lo cual es insuficiente para alimentar los LEDs en serie. Esto se debe a que la conexión en serie incrementa el voltaje requerido para activar los LEDs. En resumen, a pesar de la presencia de una fuente de voltaje, los LEDs permanecen apagados debido a la insuficiencia de energía provocada por su configuración en serie.

#### IV-B. Resultados Circuito 2

En la Figura 3, se presenta un segundo circuito en el que, en su estado inicial, no se observa corriente fluyendo hacia los LEDs sin el uso del interruptor. No obstante, al activarse este interruptor, la compuerta lógica NOT se transforma en

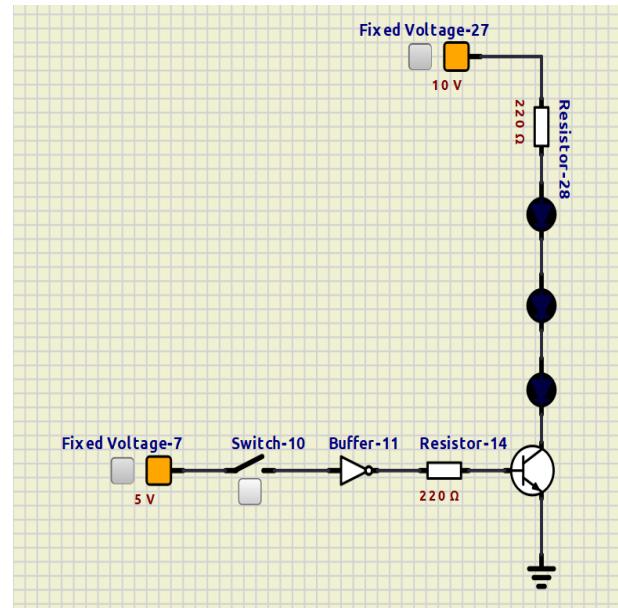


Figura 3: Circuito 2

una fuente de voltaje cercana a los 5V, lo que posibilita la activación del transistor. Aunque hay similitudes con el funcionamiento del circuito 1, en este escenario el transistor adopta el papel de interruptor. Cuando recibe corriente en su base, permite el flujo de corriente a través de los tres diodos LEDs amarillos, actuando como un interruptor de encendido. Al unir el transistor a la fuente de voltaje mediante el switch, la compuerta lógica NOT obstruye el paso de la corriente a través de la base del transistor, resultando en la interrupción de la corriente a través de los tres LEDs.

El transistor, como componente esencial del procesador, ejerce un papel crítico en la regulación de las variaciones de voltaje, tanto altas como bajas, en los circuitos del procesador. Esta función de control es vital para representar instrucciones en lenguaje binario, la base de toda la computación. Pero su importancia va más allá, ya que los transistores, mediante la modulación del flujo eléctrico, permiten la creación de compuertas lógicas. Estas compuertas lógicas son fundamentales para la ejecución de operaciones lógicas y aritméticas, aspectos centrales en cualquier proceso computacional.

#### IV-C. Resultados Circuito 3

En la Figura 4, se presenta el tercer circuito en donde se simula la suma de números binarios, teniendo a la Entrada A y Entrada B respectivamente como 1 si está prendido y 0 si está apagado. Al activar la entrada A, se prenderá la ampolleta S, luego al activar simultáneamente la Entrada A y la entrada B, se prenderá la ampolleta C out.

Al prender ambas entradas junto a la entrada Cin, se prenderán ambas ampolletas.

La ampolleta S y la ampolleta C out representan el valor de la suma. Si la ampolleta S está prendida, representa la suma de  $1+0 = 1$ ; al prender la ampolleta C out, esta representa la suma

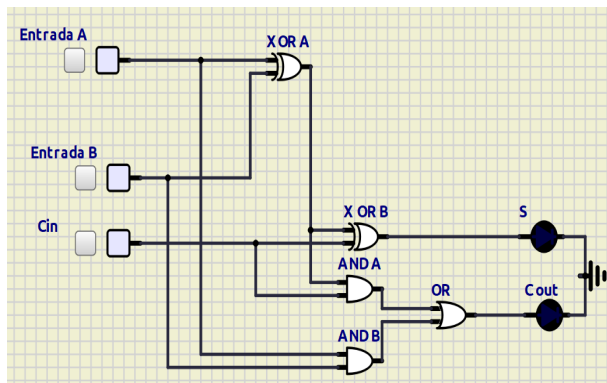


Figura 4: Circuito 3

de  $1 + 1 = 0$  con acarreo de 1. Luego, al activar la entrada Cin, se efectúa el acarreo al prender ambas ampolletas.

Al prender las entradas, las ampolletas se queman, por lo que para evitar esto se podría agregar una resistencia antes de cada una de ellas, lo cual reduciría el flujo de voltaje que pasa a través del circuito y evitaría que se quemen.

## V. CONCLUSIONES

En conclusión, podemos afirmar que la experiencia llevada a cabo en este laboratorio fue un éxito, cumpliendo con todos los objetivos previamente propuestos. Los tres enigmas electrónicos se resolvieron de manera efectiva utilizando el simulador SimulIDE. Dichos objetivos fueron efectivamente desarrollados en los programas designados y se demostró su correcto funcionamiento, realizando mejoras en caso de que se requieran, como lo fue el circuito 3. Además, este proceso nos permitió enriquecer nuestros conocimientos sobre los simuladores de circuitos y reafirmar la relevancia de cada componente individual. Asimismo, nos recordó la importancia de las diversas compuertas lógicas a la hora de realizar operaciones, ya que, al comienzo de la experiencia uno de los principales desafíos fue recordar el correcto funcionamiento de estos.

## REFERENCIAS

- [1] R. B. Luca Dinale. (2023) Los mejores simuladores arduino (online y offline) de 2023. [Online] <https://all3dp.com/es/2/mejor-simulador-arduino-online-offline/>. Visitada el 21 de Junio del 2023.
- [2] O. Planas. (2021) ¿qué es un circuito eléctrico? tipos y componentes. <https://solar-energia.net/electricidad/circuito-electrico>. Visitado el 26 de Junio del 2023.
- [3] R. F. R. D. y. J. E. R. Harold David Motta Sanchez, “Libro compuertas lógicas - alu,” [Online] <https://www.calameo.com/read/0056726091a76f8bba999>, 2018, visitada el 21 de Junio del 2023.
- [4] E. Equipo editorial. (2022) Enigma. Última edición: 8 de abril de 2022. Consultado: 25 de junio de 2023. [Online]. Available: <https://concepto.de/enigma/>
- [5] ——. (2021) Transistor. Última edición: 5 de agosto de 2021. Consultado: 25 de junio de 2023. [Online]. Available: <https://concepto.de/transistor/>