

# Laboratorio n°4: Funcionamiento de una Unidad Aritmética Lógica mediante circuitos electrónicos

Benjamín Zúñiga (7 horas)

*Departamento de Ingeniería Informática*

*Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile*

benjamin.zuniga.j@usach.cl

**Resumen**—En el presente informe se detalla de forma cuidadosa el proceso de la construcción de un circuito dado, dicho circuito, el cual simula una ALU, será analizado a profundidad. También se analizan componentes esenciales como el componente 74HC283 y 74HC157, viendo como funcionan y para que sirven dichas componentes. La principal tarea en la cual se enfoca este proyecto de laboratorio es averiguar que operaciones permite realizar el circuito.

**Palabras claves**—Circuito, SimulIDE, ALU, Componente 74HC283 y Componente 74HC157.

## I. INTRODUCCIÓN

El cuarto laboratorio del ramo Arquitectura de computadores tiene como principal desafío construir y analizar un circuito dado, esto usando el simulador de circuitos electrónicos SimulIDE, esto abarca el comprender los componentes que constituyen una Unidad Aritmética Lógica [ALU]. En este laboratorio se tiene como reto ver como funciona una ALU y ver como esta se influencia de los interruptores del circuito. Se investigaran las operaciones que la ALU es capaz de realizar, como se puede incrementar el número de operaciones de la ALU dada y cuales son los roles que cumplen las componentes 74HC283 y 74HC157. Para sintetizar el presente informe se tienen los siguientes objetivos: construir el circuito, reconocer los componentes de la ALU y profundizar en su importancia, finalmente se desea entender como funcionan las operaciones que puede realizar la ALU planteada del laboratorio.

## II. ANTECEDENTES

### II-A. Marco Teórico

**1 - Circuito:** “El término circuito proviene de la palabra círculo. Un circuito es una colección de componentes reales, fuentes de energía y fuentes de señal, todos conectados de manera que la corriente pueda fluir en un círculo completo.” [1]

**2 - SimulIDE:** SimulIDE es un simulador de circuitos electrónicos en tiempo real, su diseño esta orientado para aficionados o estudiantes que deseen aprender y experimentar sobre circuitos electrónicos y microcontroladores simples. SimulIDE soporta simulaciones para PIC AVR y Arduino.[2]

**3 - ALU** La Unidad Aritmética Lógica (ALU) es un circuito digital el cual, como su propio nombre lo indica se encarga de realizar y calcular operaciones aritméticas tales como la suma, resta, multiplicación, etc. También se encarga de realizar las

operaciones lógicas and, or, not, etc. La ALU juega un papel muy importante para el procesador, ya que si este no contara con una ALU, no podría cumplir su función principal la cual es procesar múltiples datos e instrucciones.[3]

**4 - Componente 74HC283:** Esta componente corresponde a un sumador completo de dos números binarios, siendo estos de 4 bits cada uno, es decir, la componente 74HC283 tiene 4 entradas para el primer numero binario y 4 entradas para el segundo numero binario. Esta componente, según su datasheet, consta de 16 pines. Los pines 5, 3, 14, 12 corresponden a la entrada de 4 bits del primer número. Los pines 5, 3, 14, 12 son las entradas del primer número binario, los pines 6, 2, 15, 11 son las entradas del segundo número binario. El pin 7 indica la existencia o no existencia de un carry-in, el pin 9 la de un carry-out y finalmente los pines 4, 1, 13, 10 representan la suma de los dos números binarios.[4]

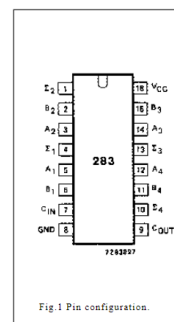


Fig. 1 Pin configuration.

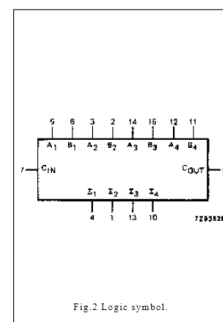


Fig. 2 Logic symbol.

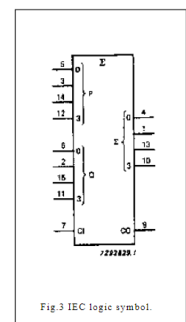


Fig. 3 IEC logic symbol.

Figura 1: Componente 74HC283.

**5 - Componente 74HC157:** Esta componente corresponde a un multiplexor de 2 canales, este selecciona 4 bits desde dos fuentes distintas, la selección de que bits tomar esta dado a través de una señal de control la cual indica que bits seleccionar como salida. Esta componente, según su datasheet, consta de los pines 2, 5, 11, 14 las cuales cuales serán las entradas de una fuente 0, mientras que los pines 3, 6, 10, 13 vienen de la fuente 1, El pin 15 se encarga de indicar que inputs estarán activos, el pin 1 selecciona de que fuente se toman los datos. Por último los pines 4, 7, 9, 12 serán las salidas del multiplexor.[5]

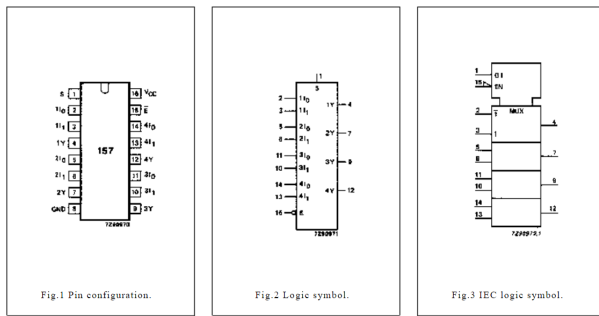


Figura 1: Componente 74HC157.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III-A. Materiales

Se utilizó el simulador de circuitos SimulIDE en la versión 1.0.0. El simulador fue descargado desde su página oficial para el sistema operativo Windows 64.

El dispositivo que se usó para la creación y análisis del circuito fue un notebook con los siguientes componentes: procesador Ryzen 7 3750h, tarjeta gráfica Nvidia 1650, 12 GB de RAM a 2400 MHz, en el sistema operativo Windows 11 de 64 bits.

Además, también se usó un segundo equipo, el cual fue un notebook con los siguientes componentes: procesador Intel Core i5-10300H, una tarjeta gráfica Nvidia Geforce GTX 1650, memoria RAM de 8GB a 2933 MHz, una unidad de estado sólido Intel de 512 GB y cuenta con el sistema operativo Windows 11 de 64 Bits.

#### III-B. Métodos

Primeramente se investigó sobre las componentes cual era la función que realizaban las componentes 74HC283 y 74HC157. Luego se descarga e instala el simulador SimulIDE en el dispositivo de cada integrante del grupo y se construye el circuito como se detallará a continuación.

Para la construcción de este circuito se identificaron y se añadieron todos los circuitos que se podían identificar en el circuito, estos se obtuvieron de la sección izquierda de SimulIDE.

Primeramente se incorporaron ocho interruptores de voltaje, estos nombrados desde la A a la H. Posterior a esto, se añadió la componente 74HC283, la cual se conectó directamente a los interruptores mencionados. A su vez se introdujeron algunas compuertas lógicas, siendo estas las compuertas AND, XOR, OR, NAND y NOR, estas se conectaron como se muestra en la figura 3.

Con los elementos puestos en el circuito, se incorporó el elemento 74HC157. Este elemento se conectó con las salidas del componente 74HC283 y a las compuertas lógicas, además se conectó a un interruptor llamado "Click Me".

Finalmente, se añadieron compuertas lógicas las cuales se conectaron a la salida del componente 74HC157, las cuales a su vez se conectaron con sus respectivos LEDs, se instalaron pantallas LED, dos de ellas conectadas al inicio del circuito y una al final, siendo las dos primeras conectadas a los interruptores de voltaje y la última conectada a las salidas de los componentes 74HC157.

### IV. RESULTADOS

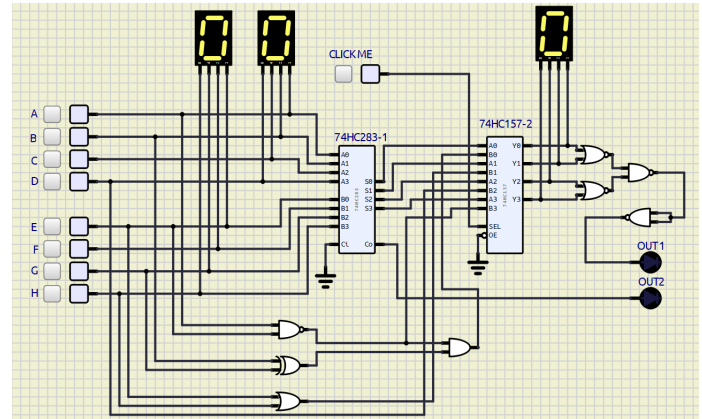


Figura 3: Circuito .

Al iniciar la simulación y dejar el botón "click me" desactivado, a medida uno empieza a apretar los botones a, b, c, etc. se puede observar como el circuito calcula la suma de números en formato hexadecimal, ya que los valores que muestran cada una de las pantallas varía entre 0 y f o 0 y 15, donde desde izquierda a derecha, la primera pantalla muestra la suma de "e", "f", "g" y "h", donde "e" equivale a  $2^0$  o 1, "f" equivale a  $2^1$  o 2, "g" equivale a  $2^2$  o 4 y "h"  $2^3$  o 8. La segunda pantalla muestra la suma de "a", "b", "c" y "d", que a su vez son equivalentes a "e", "f", "g" y "h" respectivamente. La tercera pantalla muestra el resto de la suma de los valores de las dos primeras pantallas dividido en 16. Por otra parte el led out 1 se enciende cuando la suma de los valores es 0 o 16, mientras que el led out 2 se enciende cuando la suma de los valores es mayor a 16, por lo que se puede afirmar que el resultado final de la operación va a ser solo lo que muestra la tercera pantalla en caso de que el led out 2 este apagado y en caso de que este encendido el resultado va a ser 16 más el valor que muestra la tercera pantalla.

Ahora, cuando el botón "click me" está encendido se emite un voltaje que va directo a la entrada "sel" del multiplexor de la componente "74HC157" haciendo que cambien las entradas que se suman en la componente "74HC157" de las entradas a's a las entradas b's, haciendo así que el circuito uno pueda realizar una operación extra aparte de la suma detallada anteriormente, realizando así un total de 2 operaciones a entradas de 4 bits. Por otra parte considerando que el circuito representa una ALU, probablemente la operación que se realiza al activar el botón click me "sea lógica". Finalmente para que la ALU pudiera realizar más operaciones, debería ser necesario que la componente "74HC157" tuviera más índices de multiplexación, permitiendo así poder realizar una mayor cantidad de operaciones.

### V. CONCLUSIONES

Finalmente se puede concluir que el laboratorio N°4 sirvió para estudiar y comprender mejor los conceptos relacionados al procesador, como la ALU, como se puede implementar y que operaciones puede realizar, y que es un multiplexor y

como funciona. A diferencia de los anteriores laboratorios, este fue más complejo, debido a la cantidad de elementos que lo componían, y la cantidad de información que debió de ser buscada, como las *datasheet* de las componentes 74HC283 y 74HC157, aparte de que se requirió más tiempo para comprender el circuito, a comparación del circuito del laboratorio N°3. Si bien los resultados fueron satisfactorios y positivos en su mayoría, debido a que se logró en primer lugar, implementar el circuito y hacerlo funcionar, también se logró identificar sus componentes y entender como funcionaban, a la hora de entender el funcionamiento como tal del circuito, solo se logró identificar una de las operaciones que realiza el circuito, siendo esta la suma y al momento de hablar de la otra operación se tuvo que hacer más en base del conocimiento teórico que se poseía, por sobre al obtenido experimentalmente luego de hacer funcionar el circuito con el botón click me.

#### REFERENCIAS

- [1] K. Academy. (s.f) Circuit terminology. [Online]. Available: <https://www.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/circuit-elements/a/ee-circuit-terminology>
- [2] SimulIDE, “Electronic circuit simulator,” s.f. [Online]. Available: <https://www.simulide.com/2012/05/simulador-para-arduino.html>
- [3] K. Belloso, “Sistemas digitales ii. guía 3,” s.f. [Online]. Available: [https://www.udb.edu.sv/udb\\_files/recursos\\_guias/electronica-ingenieria/sistemas-digitales-ii/2019/i/guia-3.pdf](https://www.udb.edu.sv/udb_files/recursos_guias/electronica-ingenieria/sistemas-digitales-ii/2019/i/guia-3.pdf)
- [4] P. Semicoduncors, “74hc283 datasheet,” 1990. [Online]. Available: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/15580/PHILIPS/74HC283/246/1/74HC283.html>
- [5] —, “74hc157 datasheet,” 1990. [Online]. Available: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/15544/PHILIPS/74HC157D/247/1/74HC157D.html>