

# PRÁCTICA 3

## SISTEMAS COMBINACIONALES

En esta práctica se plantean una serie de ejercicios y problemas que tienen como objetivo que el estudiante realice implementaciones que implican el uso de puertas lógicas para la implementación de circuitos combinacionales así como el uso de estos bloques para la implementación de funciones y de otros sistemas capaces de realizar tareas específicas.

Se deberá realizar una memoria de la práctica en la que aparezcan las operaciones y diseños realizados así como los resultados algebraicos, numéricos o gráficos obtenidos como solución a cada ejercicio. El método de presentación será a través del UACloud mediante la Entrega de Práctica que se habilitará para ello. El formato de presentación, para evitar problemas a la hora de la visualización, será preferentemente pdf. Se deben enviar junto con la memoria los diseños \*.circ utilizados para resolver cada uno de los apartados. Para que sea posible la entrega, todo ello debe ir incluido en un único paquete comprimido.

### REFERENCIAS

- **T.L. Floyd.** *Fundamentos de Sistemas Digitales*, 9ª Edición, Capítulo 6, “Funciones de la Lógica Combinacional”; secciones 6-1 a 6-3.
- **J. M Angulo & J. García.** *Sistemas Digitales y Tecnología de Computadores*. Capítulo 6. Elementos Aritméticos.
- **Transparencias** Tema 3 de Fundamentos de los Computadores “Sistemas Combinacionales”.

### OBJETIVOS

Una vez realizada la práctica debemos ser capaces de:

- Diseñar un sumador BCD a partir de sumadores binarios completos.
- Diseñar un sumador-restador con puertas lógicas.
- Diseñar un multiplicador básico a partir de la generación y posterior suma de los productos parciales.
- Expresar funciones lógicas por medio de un decodificador y/o de un multiplexor.
- Diseñar circuitos más complejos por medio de la modularización.

## ELEMENTOS NECESARIOS

Para el desarrollo de la práctica utilizaremos el programa de simulación Logisim 2.7.1, que nos permitirá construir y analizar circuitos lógicos y también comprobar experimentalmente que los resultados obtenidos son los esperados.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

### I. CIRCUITOS ARITMÉTICOS.

LogiSim incorpora en su Librería de Componentes Aritméticos diferentes elementos que nos permiten realizar las operaciones aritméticas de forma inmediata con el número de bits que deseemos. Es decir, para construir un sumador de 4 bits basta con que utilicemos un sumador y le indiquemos que los buses de datos de entrada son de 4 bits. La entrada y la salida de acarreo serán las de este sumador. No es necesario construirlo a partir de sumadores completos de 1 bit. Esto es aplicable a todos los operadores que incluye LogiSim.

1. Diseña un sumador BCD de 4 bits. Explica su funcionamiento. Impleméntalo con el circuito Sumador dotando a las entradas y salida de 4 bits y las puertas lógicas necesarias. Verifica el diseño efectuando las sumas de prueba que se indican. Muestra los operandos y los resultados con displays con entrada hexadecimal (Hex Digit Display).
  - a.  $0011 + 0110$
  - b.  $1000 + 0101$
  - c.  $1000 + 1001$
2. Diseña un sumador-restador de 4 bits en complemento a 2 basado en el circuito estudiado en clase. Explica la misión que tienen las puertas XOR el circuito y cómo actúa la señal CR. Indica el rango de funcionamiento. Impleméntalo con un sumador de 4 bits. Verifica el dispositivo efectuando las sumas de prueba que se indican. Muestra los resultados con visualizadores (ver) y comenta los resultados obtenidos en cada caso indicando si son correctos o no.
  - a.  $a - 5 + 7$
  - b.  $b - 2 - 6$
  - c.  $c - 8 + 4$
  - d.  $d - 7 - 5$
3. Diseña un multiplicador de dos números binarios: uno de 4 bits y el otro de 2 bits,  $A(A_3, A_2, A_1, A_0)$  y  $B(B_1, B_0)$ . Impleméntalo con circuitos Sumador de 4 bits y las puertas lógicas que sean necesarias. Verifica el funcionamiento con dos ejemplos.

### II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS

4. Se desea diseñar un circuito indicador de rango de temperaturas que disponga de dos salidas, una constituida por un led rojo y la otra por uno verde. El led verde se activará cuando la temperatura de entrada se encuentre en el rango  $[-3, +4]$  °C, y el rojo cuando se alcancen los 6 grados tanto positivos como negativos. La información sobre la temperatura la recibe el circuito codificada con cuatro bits binarios en complemento a 2.  
Escribe su tabla de verdad e implementa dicho circuito utilizando un solo decodificador en Logisim. Verifica su correcto funcionamiento.

5. Las acciones de una compañía están repartidas en cinco lotes según los siguientes porcentajes: A = 23%, B = 11%, C = 15%, D = 32% y E = 19%. Las decisiones se toman por mayoría y cada accionista dispone de un interruptor particular en la mesa de juntas de tal forma que si no se acciona (0 = voto en contra) y si se acciona (1 = voto a favor). Diseña e implementa con LogiSim un circuito que indique mediante el encendido de un Led "L" cuando se aprueban las propuestas presentadas en la junta de accionistas. Escribe su tabla de verdad y utiliza un multiplexor de 4 líneas de selección para la implementación.
6. Se dispone de dos señales digitales A y B. Cada una de ellas corresponde a un número en binario natural de dos bits ( $A=A_1A_0$  y  $B=B_1B_0$ ). Se desea construir un circuito combinacional que realice 4 funciones diferentes, según el valor que tomen dos señales de control  $G_1$  y  $G_0$ , tal y como se muestra en la siguiente tabla:

$G_1$	$G_0$	Función
0	0	Media redondeada por defecto
0	1	Número A
1	0	Número B
1	1	Media redondeada por exceso

Indica los bloques combinacionales que utilizarías para la implementación de este circuito teniendo en cuenta que el resultado como los datos se mostrarán en displays de 7 segmentos con entrada hexadecimal.

Realiza el diseño, impleméntalo en LogiSim y comprueba el correcto funcionamiento.