

## PRÁCTICA 3

### Sistemas combinacionales

#### REFERENCIAS

- T.L. Floyd, Fundamentos de Sistemas Digitales, 7ª Edición, Capítulo 6, “Funciones de la Lógica Combinacional”, secciones 6-1 a 6-3.
- Transparencias Tema 3 “Circuitos Combinacionales”. Fundamentos de los Computadores.
- J. M Angulo & J. García, “Sistemas Digitales y Tecnología de Computadores”, Capítulo 6, “Elementos Aritméticos.
- Manual del *LogiSim 2.7.1*

#### Objetivos

Una vez finalizado este apartado 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

Programa de Simulación LogiSim utilizando:

- Diferentes tipos de puertas lógicas.
- Sumadores completos
- Decodificadores
- Multiplexores
- Indicadores (*ver*) y displays de 7 segmentos con entrada hexadecimal (*Hex Digit Display*).

## Parte 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 siguientes. Muestra los operandos y los resultados con displays con entrada hexadecimal (*Hex Digit Display*)

a-  $1000 + 0101$

b-  $1000 + 1001$

- 2) Diseña un sumador-restador de 4 bits en complemento a 2 basado en el circuito estudiado en clase. Explica la función de las puertas XOR y de la señal CR. Indica el rango de funcionamiento. Impleméntalo con el sumador de 4 bits (las puertas lógicas también pueden utilizarse de esta forma en LogiSim). Verifica el dispositivo efectuando las sumas de prueba siguientes. Muestra los resultados con visualizadores (*ver*) y comenta los resultados obtenidos en cada caso indicando si son correctos o no.

a-  $5+7$

b-  $2-6$

c-  $-8+4$

d-  $-7-5$

- 3) Diseña un multiplicador de dos números: uno de 4 bits y el otro de 2 bits, A(A3 A2 A1 A0) y B(B1,B0). Impleméntalo con circuitos Sumador de 4 bits y las puertas lógicas que sean necesarias. Verifica el funcionamiento con dos ejemplos a elegir.

## Parte II. Diseño e implementación de circuitos

- 4) Diseña e implementa la función "ser número primo" con números naturales expresados en binario natural de 4 bits. Utilizando un decodificador de 4 líneas de entrada y de las puertas lógicas necesarias. Verificar el funcionamiento con Logisim.
- 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 una lámpara "L" cuando se aprueban las propuestas presentadas en la junta de accionistas. Utiliza un multiplexor de 4 líneas de selección.
- 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 hacer 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

- a) Haz un listado de los dispositivos lógicos necesarios para realizar el circuito, teniendo en cuenta que las entradas y el resultado se mostrarán en displays de 7 segmentos con entrada hexadecimal (*Hex Digit Display*). Explica brevemente la función de cada dispositivo.
- b) Implementa el circuito con LogiSim y verifícalo.