

FUNDAMENTOS DE LOS COMPUTADORES

FASE 5 –

UNIDAD DE CONTROL Y
CONSTRUCCIÓN
DE LA
CALCULADORA

Iván Soler Sánchez

05/01/2023

Grupo ARA

INTRODUCCIÓN

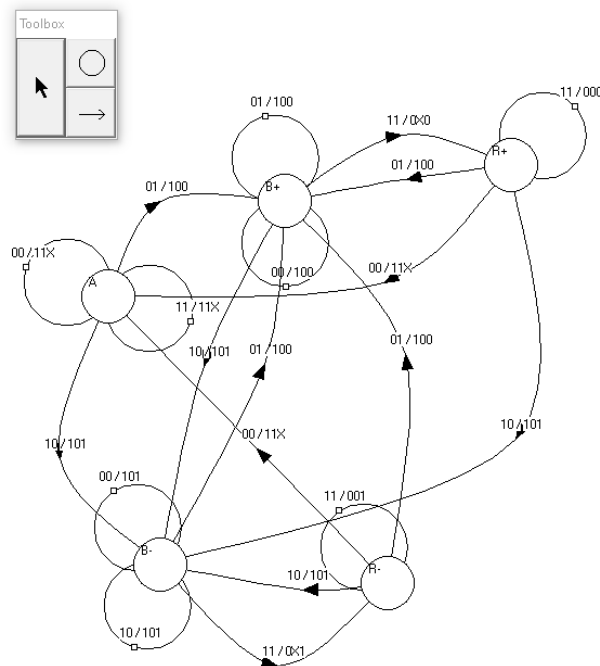
Esta última práctica de la asignatura consiste en poner fin al proyecto de la calculadora. Para esto requeriremos de los archivos Logisim de la práctica anterior, sin ellos no podremos completar y hacer funcionar los de esta práctica. Esta última fase contiene 2 ejercicios:

El primero se trata de construir el autómata de Mealy para gestionar la entrada del teclado y generar las salidas correspondientes a estas.

El segundo ejercicio consiste en responder unas cuantas preguntas teóricas sobre el funcionamiento de algunos elementos de los módulos suministrados en esta práctica.

PRIMER EJERCICIO

Este consta de 6 partes, la primera de ellas, dibujar el diagrama de estados:



ENTRADAS

- **Reloj:** Es la señal que propiciará cada cambio en el autómata y se relaciona con la pulsación de cualquier tecla numérica o las teclas: "+", "-" o "=" proporcionada desde el módulo *ModBus*.
- **Tipo:** Esta entrada de dos bits, proporcionada desde el módulo *ModBus*, indica el tipo de tecla pulsada:
 - 00 = tecla numérica
 - 01 = tecla "+"
 - 10 = tecla "-"
 - 11 = tecla "="
- **Reset:** Esta entrada no está incluida como entrada del diseño secuencial (no formará parte de nuestro autómata) pero la usaremos para reiniciar los biestables.

SALIDAS

- **T/R'** = bit que indica qué dato debe mostrar el visualizador:
 - 0: muestra el resultado del sumador
 - 1: muestra el valor almacenado en el registro asociado al teclado
- **A/B'** = bit que indica qué dato se está introduciendo
 - 0: el segundo dato (B)
 - 1: el primer dato (A)
- **Op** = indica qué operación se está realizando
 - 0: suma
 - 1: resta

Este diagrama ha sido realizado por el programa Boole Deusto, dicho programa nos brindará una gran ayuda más adelante.

Para abarcar todas las posibles entradas del usuario requeriremos de 5 estados:

- Esperando A
- Esperando B+
- Esperando B
- Resultado +
- Resultado -

Como tenemos 5 estados necesitaremos 3 biestables.

En la segunda y tercera parte de este primer ejercicio tendremos que realizar la tabla de estados sin codificar y codificada:

Sin Codificar

		00	01	10	11
A	Esp A	A/11X	B ⁺ /100	B ⁻ /101	A/11X
B ⁺	Esp B⁺	B ⁺ /100	B ⁺ /100	B ⁻ /101	R ⁺ /0x0
B ⁻	Esp B⁻	B ⁻ /101	B ⁺ /100	B ⁻ /101	R ⁻ /0x1
R ⁺	Res +	A/11X	B ⁺ /100	B ⁻ /101	R ⁺ /000
R ⁻	Res -	A/11X	B ⁺ /100	B ⁻ /101	R ⁻ /001

5 estados
↓
3 biestables

Codificada

q ₂	q ₁	q ₀	00	01	10	11
0	0	0	000/11X	010/100	001/101	000/11X
0	0	1	010/100	010/100	001/101	100/0x0
0	1	0	001/101	010/100	001/101	011/0x1
0	1	1	000/11X	010/100	001/101	011/001
1	0	0	000/11X	010/100	001/101	100/000

Seguidamente tendremos que obtener la tabla de excitación de los biestables para el tipo JK.

Excitation Table

E1	q0	q1	q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0	D2	D1	D0	S2	S1	Q0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	x	0	x	0	0	1	1	X
0	0	0	0	1	0	0	1	0	x	0	x	0	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	x	x	0	0	x	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	x	x	1	x	1	0	0	0	1	X
0	0	1	0	0	0	0	0	x	1	0	x	0	x	0	0	1	1	X

Excitation Table

E1	q0	q1	q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0	D2	D1	D0	S2	S1	Q0	
0	1	0	0	0	0	1	0	0	x	1	x	0	x	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1	0	0	x	1	x	x	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0	1	0	0	x	x	0	0	x	0	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0	x	x	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	x	1	1	x	0	x	0	1	0	1	0

Excitation Table

E1	q0	q1	q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0	D2	D1	D0	S2	S1	Q0		
1	0	0	0	0	0	1	0	x	0	x	1	x	0	0	1	1	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	x	0	x	x	0	0	1	1	0	1	
1	0	0	1	0	0	0	1	0	x	x	1	1	x	0	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1	0	x	x	1	x	0	0	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	x	1	0	x	1	x	0	0	1	1	0	0

Excitation Table

E1	q0	q1	q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0	D2	D1	D0	S2	S1	Q0	
1	1	0	0	0	0	0	0	x	0	x	0	x	0	0	0	1	1	X
1	1	0	0	1	0	1	1	0	x	1	x	x	0	0	1	1	0	X
1	1	0	1	0	1	0	0	1	x	x	1	0	x	1	0	0	0	X
1	1	0	1	1	0	1	1	0	x	x	0	x	0	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0	0	x	0	0	x	0	x	1	0	0	0	0

Esta tabla ha sido proporcionada por el programa Boole Deusto, programa mencionado previamente.

Como he mencionado antes necesitaremos 3 biestables, J0K0, J1K1, J2K2.

El quinto paso será obtener las ecuaciones de entradas de los biestables y las salidas:

50

$q_2 q_1 q_0$	$x_1 x_0$	00	01	11	10
000		0	0	0	1
001		X	X	X	X
010		0	0	0	1
011		X	X	X	X
100		0	0	0	1

$$J = (\overline{q_2} \cdot \overline{q_1} \cdot \overline{q_0} \cdot X_1 \cdot \overline{X_0}) + (\overline{q_2} \cdot q_1 \cdot \overline{q_0} \cdot X_1 \cdot \overline{X_0}) + (\overline{q_2} \cdot \overline{q_1} \cdot q_0 \cdot X_1 \cdot \overline{X_0})$$

K0

$q_2 q_1 q_0$	$x_1 x_0$	00	01	11	10
000		X	X	X	X
001		0	1	0	0
010		X	X	X	1
011		1	1	0	0
100		X	X	X	X

$$K_0 = \overline{q_2} \cdot (\overline{q_1} \cdot q_0 \cdot \overline{X_1}) + (\overline{q_2} \cdot \overline{q_1} \cdot q_0 \cdot X_1 \cdot X_0)$$

J1

$q_2 q_1 q_0$	$x_1 x_0$	00	01	11	10
000		0	1	0	0
001		0	1	1	0
010		X	X	X	X
011		X	X	X	X
100		0	1	0	0

$$J_1 = (\overline{X_1} \cdot X_0 \cdot q_2) + (\overline{X_1} \cdot \overline{q_2} \cdot \overline{q_1} \cdot q_0)$$

K1

$q_2 q_1 q_0$	$x_1 x_0$	00	01	11	10
000		X	X	X	X
001		X	X	X	X
010		0	0	1	1
011		1	0	0	1
100		X	X	X	X

$$K_1 = (\overline{X_2} \cdot \overline{q_1} \cdot q_0) + (X_1 \cdot \overline{q_2} \cdot q_1 \cdot \overline{q_0}) + (\overline{q_2} \cdot q_1 \cdot X_1 \cdot X_0)$$

(52)

	00	01	11	10
000	0	0	0	0
001	0	0	0	0
010	0	0	0	0
011	0	0	0	0
100	X	X	X	X

$S_2 = (\bar{q}_2 q_1 \bar{q}_0 \cdot X_1 X_2)$

(K2)

	00	01	11	10
000	X	X	X	X
001	X	X	X	X
010	X	X	X	X
011	X	X	X	X
100	1	1	0	1

$K_2 = (\bar{X}_1 q_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0) + (\bar{X}_2 q_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0)$

(T/R)

	00	01	11	10
000	1	1	1	1
001	1	1	0	1
010	1	1	0	1
011	1	1	0	1
100	1	1	0	1

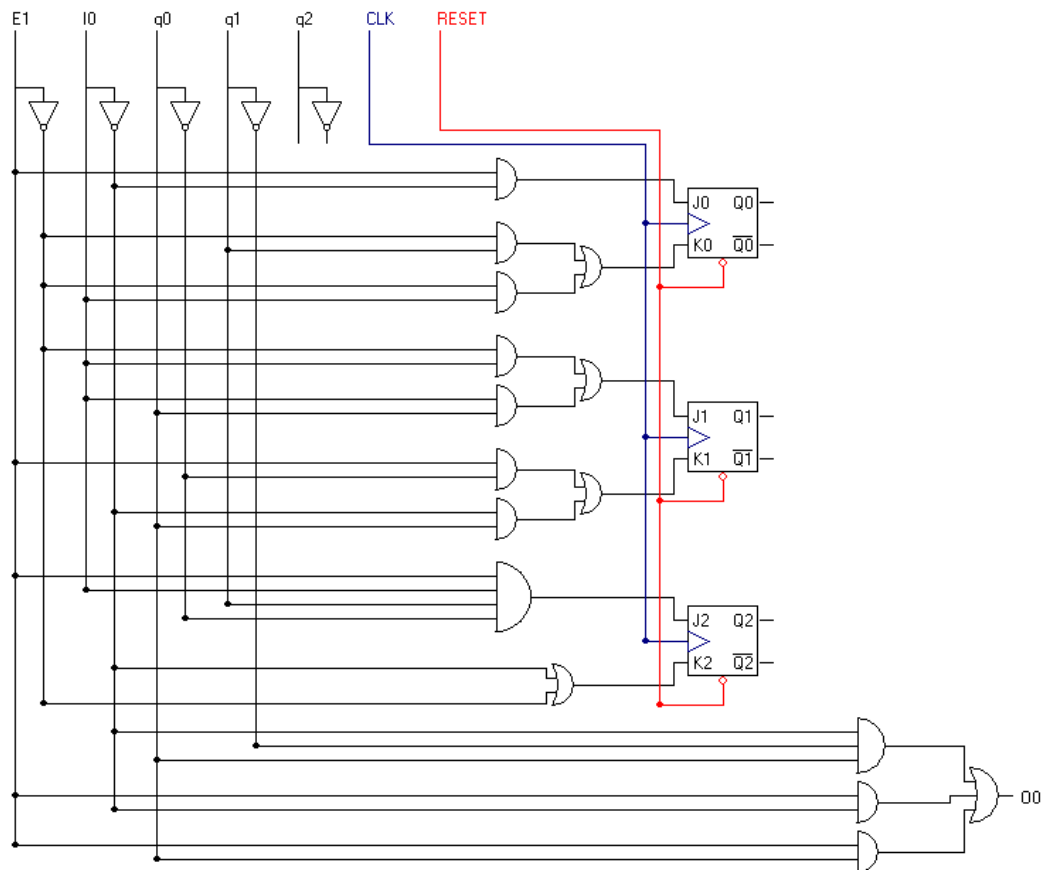
$T/R = (\bar{q}_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0) + (\bar{q}_2 \bar{X}_2) + (\bar{q}_2 X_2 \bar{X}_1) + (\bar{X}_2 q_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0) + (\bar{X}_0 q_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0)$

A/B'

	00	01	11	10
000	1	0	1	1
001	0	0	0	1
010	0	0	0	1
011	1	0	0	1
100	1	0	0	1

$$A/B' = (\bar{X}_0 q_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0) + (\bar{q}_2 X_1 \bar{X}_0) + (X_1 \bar{q}_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0) + (\cancel{X_1 \bar{X}_0} \bar{X}_0 \bar{q}_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0) + (\bar{X}_0 \bar{q}_2 \bar{q}_1 \bar{q}_0)$$

La última parte de este ejercicio consiste en implementar en el módulo “UnidadControl” de Logisim el circuito de este autómata que acabamos de desarrollar. Este también es generado por el programa Boole Deusto:



No obstante, el circuito obtenido tras mi desarrollo del autómata es incorrecto, debido a que q2 no está conectado al circuito y al implementarlo en el simulador, no funcionaba. He revisado varias veces mi desarrollo y no encuentro el error, hablándolo con varios compañeros creo que mi error puede estar en las salidas escogidas a la hora de hacer el diagrama de estados, no obstante, no consigo identificar el error.

SEGUNDO EJERCICIO

Tendremos que responder las siguientes preguntas:

- a) En el módulo *AluMod*, ¿qué función realizan las dos puertas básicas OR y AND y cómo la hacen?
 - b) En el módulo *AluMod*, ¿qué función realiza el MUX que está situado entre los registros A y B?
 - c) En el módulo *ModBus*, ¿qué función realiza el codificador de 4 entradas? ¿por qué crees que se ha situado un registro D a su salida?
 - d) En el módulo *ModBus*, ¿qué función realiza el MUX que está situado junto a la entrada TR?
-

a) La puerta básica OR realiza la suma de los términos TR` y AB, la puerta básica AND realiza la multiplicación de estos mismos términos.

b) El multiplexor situado entre los registros A y B dirige la entrada del teclado al display para que esta sea representada o dirigir la suma o resta de los datos del registro.

c) El codificador es usado para identificar la tecla pulsada, el registro es implementado ya que de no ser por este no tendríamos tiempo de observar el resultado ni de introducir otro número.

d) El multiplexor situado a la entrada TR o bien dirige los datos de AluIn al display dataout o bien deja pasar la dataAluOut.