

0.1. Ejercicio 1

En este ejercicio se implementará un sistema de control para un tanque de agua, el cual cuenta con dos sensores, I y S los cuales indican si el tanque está lleno, justo en la mitad o vacío. Las condiciones de diseño serán las siguientes:

- Cuando está vacío ($I=0$, $S=0$) deben prenderse las dos bombas B_0 y B_1 .
- Cuando esté lleno ($I=1$, $S=1$) deben apagarse las bombas.
- Cuando esté por la mitad ($I=1$, $S=0$) se activará una sola bomba, pero deberán alternar entre sí cual trabaja.

Estas limitaciones se corresponden con la siguiente tabla de verdad:

I	S	B_1	B_2
0	0	1	1
0	1	x	x
1	0	Alternado	
1	1	0	0

A partir de aquí se diseñó la siguiente FSM.

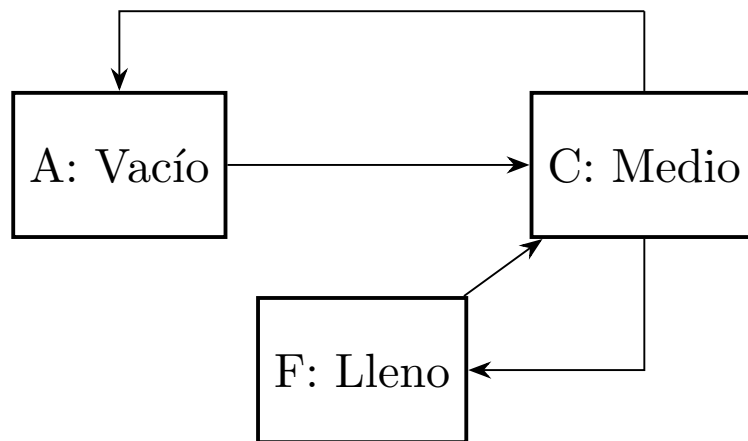


Figura 1: Finite state machine.

A partir de aquí se puede hacer una tabla de transiciones.

Estado Actual	Estado Futuro				Salida	
	I-S 0-0	I-S 0-1	I-S 1-0	I-S 1-1	Both	Toggle
A	x	x	B	x	1	0
B	A	x	x	C	0	1
C	x	x	B	x	0	

Tabla 1: Tabla de transiciones

A partir de la tabla (1) y la figura (9) se puede llegar a la siguiente tabla, donde y_i es la salida de los flip-flops e Y_i es la entrada.

Estado Actual	Codificación	Estado Futuro				Salida	
		$Y_2 - Y_1$	$Y_2 - Y_1$	$Y_2 - Y_1$	$Y_2 - Y_1$	Ambos	Toggle
		I-S	I-S	I-S	I-S		
		0-0	0-1	1-0	1-1		
A	00	x	x	01	x	1	0
B	01	00	x	x	11	0	1
C	10	x	x	01	x	0	0
D	11	x	x	x	x	x	x

Donde la variable ambos hace referencia a cuando se deben prender ambas bomba y la variable Toggle a cuando debe prenderse una solo e intercambiar.

De aquí se pasa a resolver los mapas de karnaugh para cada variable:

		IS			
		00	01	11	10
y2y1	00	X	X	X	1
	01	0	X	1	X
	11	X	X	X	X
	10	X	X	X	1

Figura 2: Tabla de Karnaugh Y1.

		IS			
		00	01	11	10
y2y1	00	X	X	X	0
	01	0	X	1	X
	11	X	X	X	X
	10	X	X	X	0

Figura 3: Tabla de Karnaugh Y2.

		y1	
		0	1
y2	0	1	0
	1	0	X

Figura 4: Tabla de Karnaugh Ambos.

		y1	
		0	1
y2	0	0	1
	1	0	X

Figura 5: Tabla de Karnaugh Toggle.

A partir de las tablas se derivan las siguientes expresiones:

$$Y_1 = I \quad Y_2 = S \quad (1)$$

$$Ambos = \overline{y_2 + y_1} \quad Toggle = y_1 \quad (2)$$

De aquí se obtienen los siguientes circuitos para la FSM:



Figura 6: Circuito FSM.

y agregando el siguiente circuito lógico permite implementar la función de toggle junto a la lógica de salida.



Figura 7: Circuito FSM.

A partir de estos circuitos se realizó el PCB del mismo:

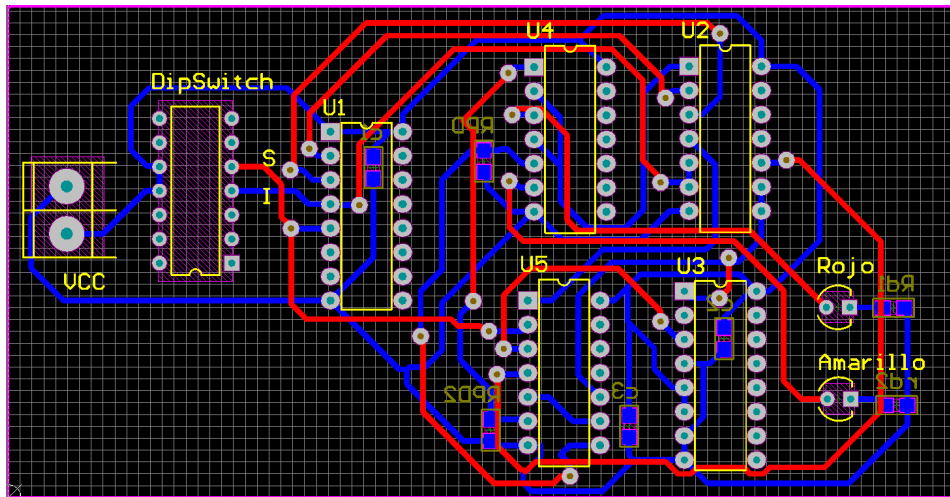


Figura 8: PCB.

Dicha placa se llevo a cabo con resultados positivos.

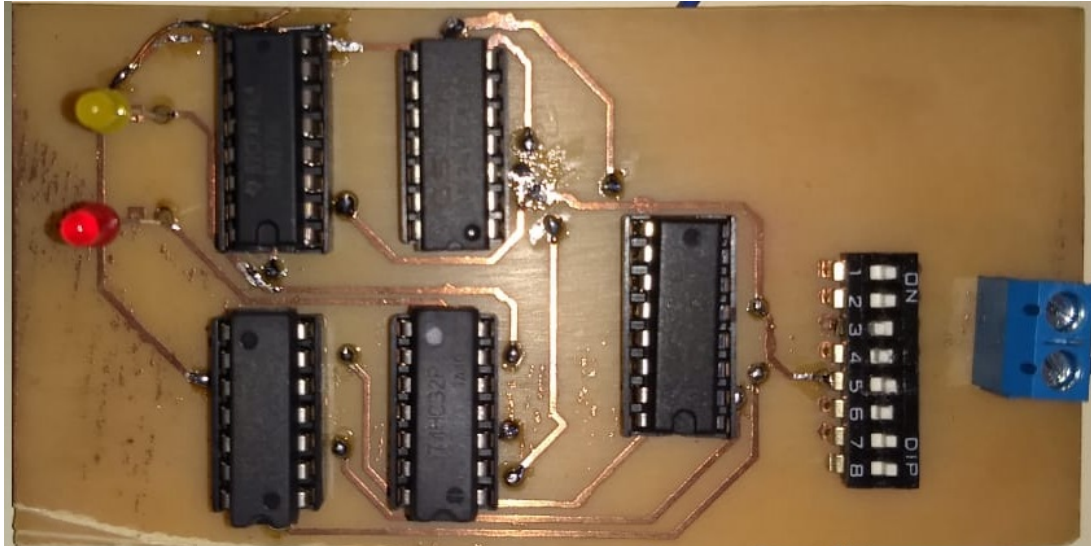


Figura 9: PCB implementado.

Luego se procedió a medir los niveles de tensión para las transiciones posibles:

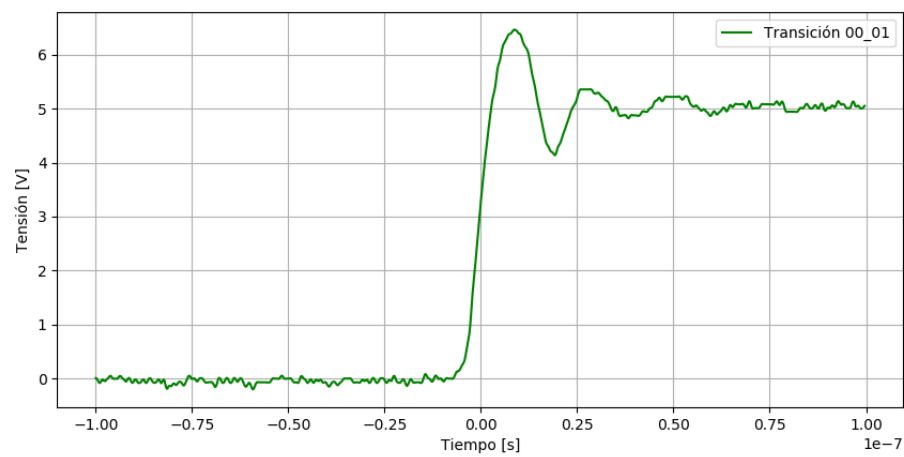


Figura 10: Transición 00-01.

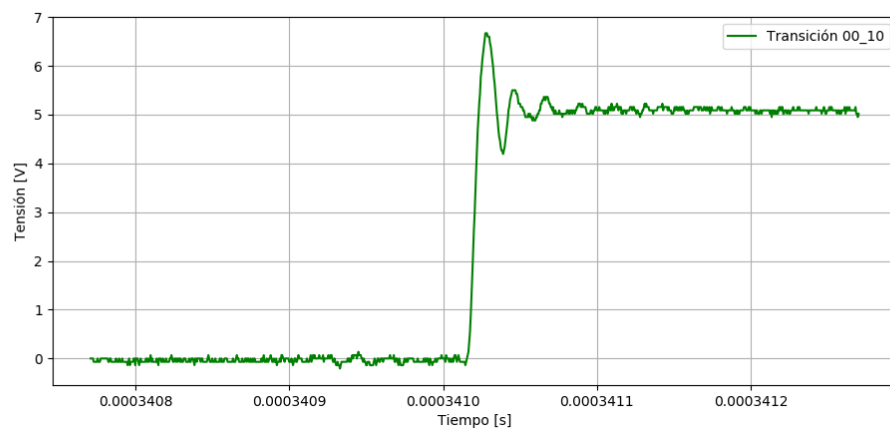


Figura 11: Transición 00-10.

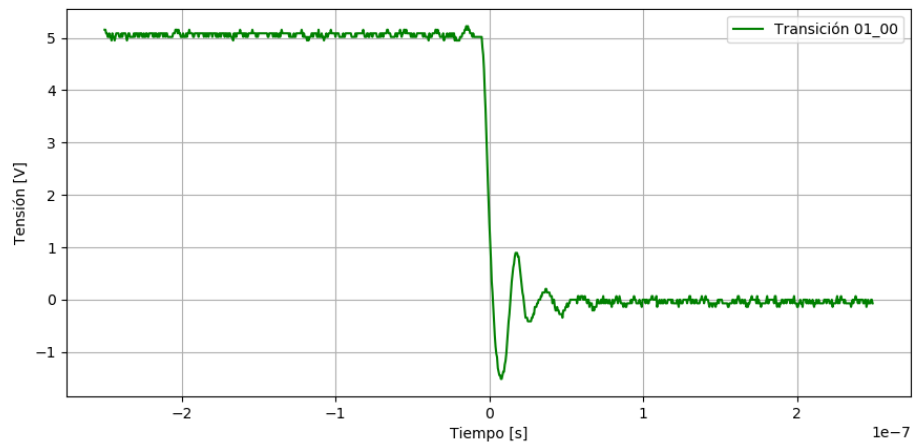


Figura 12: Transición 01-00.

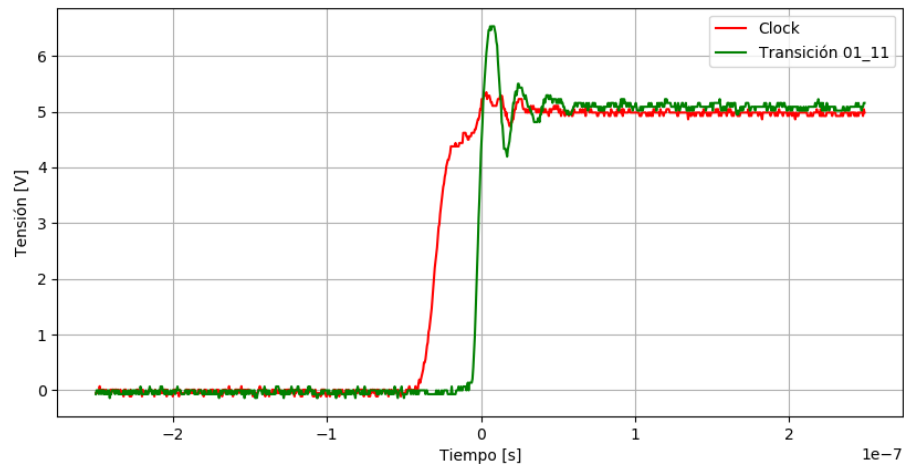


Figura 13: Transición 01-11.

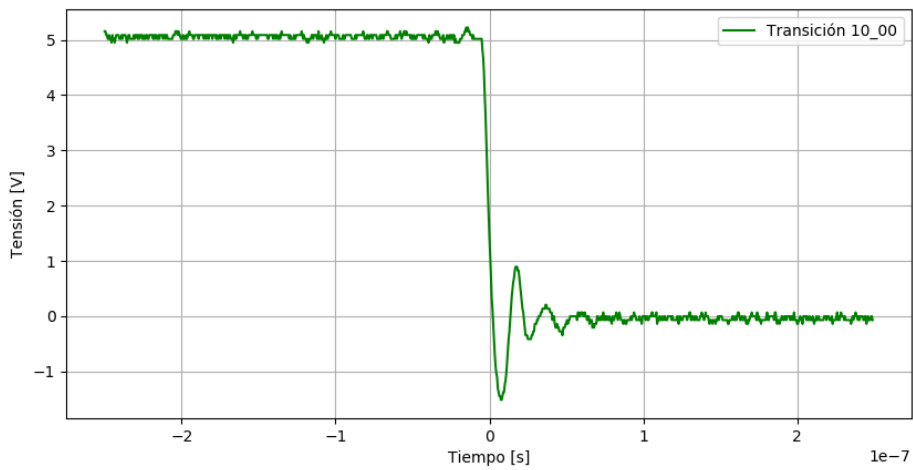


Figura 14: Transición 10-00.

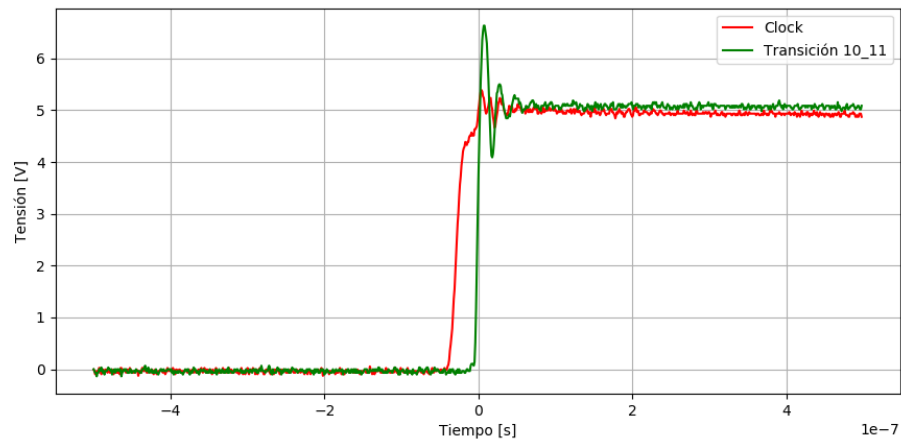


Figura 15: Transición 10-11.

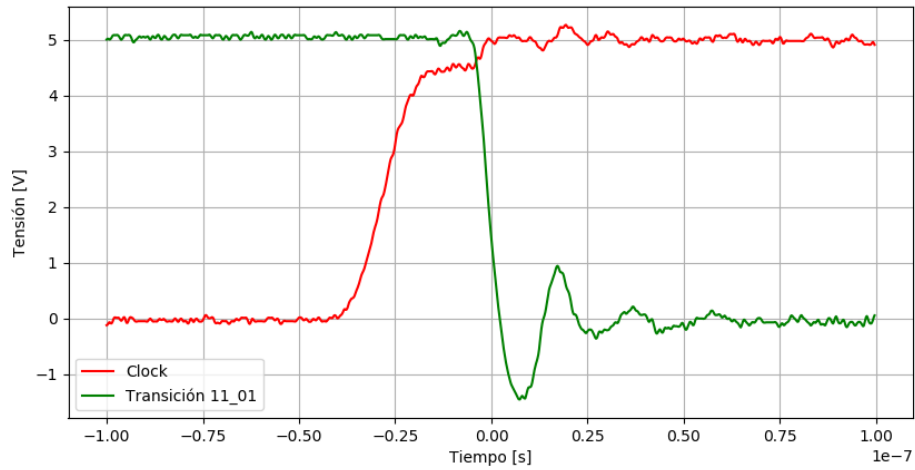


Figura 16: Transición 11-01.

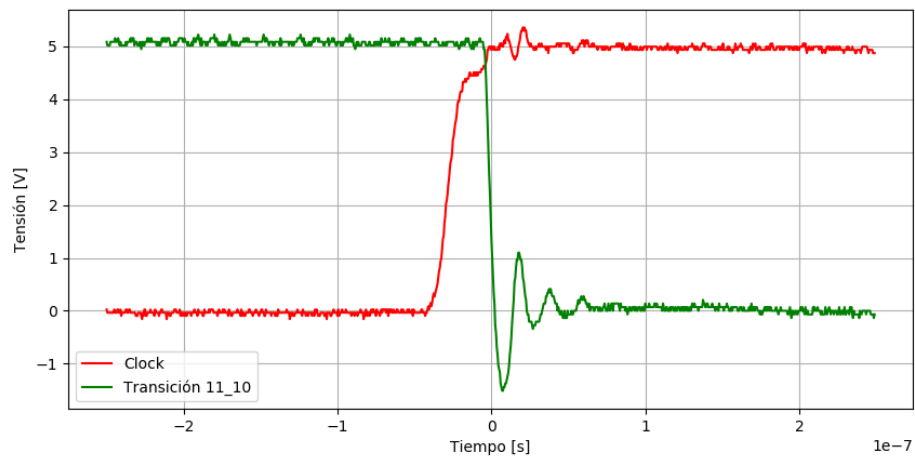


Figura 17: Transición 11-10.