Informe de trabajo

Ejercicio de entrega obligatoria TP4

Facultad de Ingeniería UNLP E0301 Introducción al Diseño Lógico Curso 2023 G1

 Caciani Toniolo, Melina 	02866/1
melicaciani@gmail.com	

- Chanquía, Joaquín

 02887/7

 joaquin.chanquia@alu.ing.unlp.edu.ar
- Ollier, Gabriel 02958/4
 gabyollier@hotmail.com

ENUNCIADO

Se tienen 9 LEDs cuyos ánodos estan conectados entre sí y dispuestos formando un triángulo como se muestra en la Figura 1.

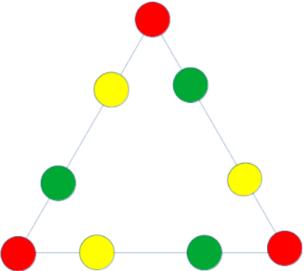


Figura 1: Disposición de los LEDs

Se quiere diseñar un dispositivo para controlar el encendido de los LEDs. El dispositivo tendra dos entradas lógicas, A y B y 9 salidas para controlar los LEDs. Además, hay una entrada de reloj y otra de reset, que actúa en bajo.

Cuando A y B son ambos 0, las salidas deben alternar el encendido de todos los LEDs a la vez.

Cuando A=0 y B=1, se deben encender los LEDs siguiendo la secuencia Rojo, Verde, Amarillo y repetirla.

Cuando A=1 y B=0, se deben encender los cuatro LEDS de un lado del triángulo, luego los cuatro del otro y después los cuatro del tercer lado en forma cíclica.

Cuando A=1 y B=1 se deben encender los tres primeros LEDS de un lado, luego los tres del otro y por último los tres primeros LEDs del tercer lado, también en forma Cíclica.

CUESTIONARIO

¿Cuántos estados son necesarios?

Son necesarios 11 estados para representar las combinaciones de leds necesarias, 2 para todos los leds prendidos y apagados, 3 para los leds separados por colores, 3 para cuando se prenden 4 de cada lado y 3 para cuando se prenden 3 de cada lado.

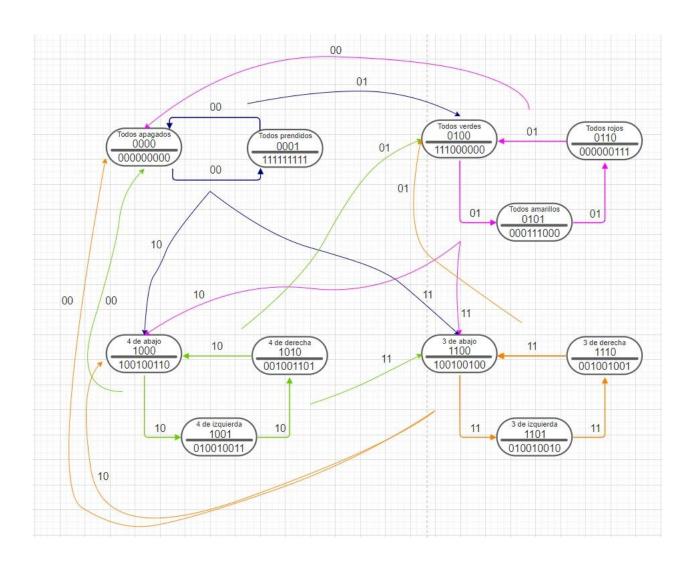
¿Cuántos FFs?

Se necesitan 4 flip-flops para representar 16 estados que es la siguiente potencia de 2 que la cantidad de estados (11).

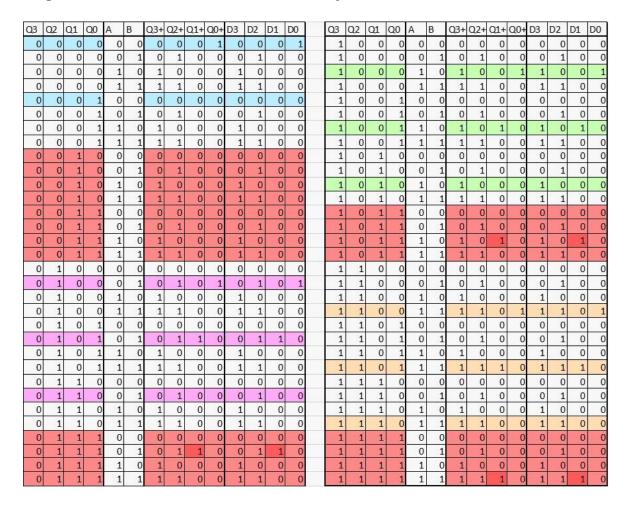
¿Cuántos estados indefinidos quedan?

Quedan 5 estados indefinidos.

Dibuje el diagrama de estados



Haga las tablas de transición de estados y de excitaciones



Rojo claro: Estados indefinidos

Rojo oscuro: Bits que no siguen un patron cambiados a 1 para simplificar los mapas de Karnaugh

Otros colores son los cambios de estado entre los que pertenecen a una misma entrada (los marcamos porque entre esos son los únicos que no siguen el patrón general del resto de la tabla)

Celeste: Alternado entre todos los LED prendidos o apagados (A=0,B=0)

Rosa: Secuencia Rojo, Verde, Amarillo (A=0,B=1)

Verde: Secuencia de 4 Leds por lado (A=1,B=0)

Naranja: Secuencia de 3 Leds por lado (A=1,B=1)

A/B 00 Q1/Q0 00 01 11 10 0 03/Q2 00 01 11 10 0 03/Q2 00 01 11 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						T		0								Q1+				ŢŢ		ŢŢ	Q0-					т
00 01/00	Λ/R							Ų,								Q1+							Ų0-					+
03/02 00 01 11 10 00 00 01 11 10 00 00 00 01 11 10 00 00 01 11 10 00 00 00 01 11 10 0		00	01/	00					7,0		01/	00					7,0	00	01/	00				7,0	00	01/00		-
10					01	11	10						01	11	10					-	11	10					11 1	LO
11 0 0 0 0 0 0 0 0 0			_	_		0	0							0	0			-4-,	_		_	0			-4-,		0	0
No No No No No No No No			01	0	0	0	0				01	0	0	0	0				01	0	0 0	0				01 0 0	0	0
A/B 01 01/Q0 01 11 10 03/Q2 00 01 11 10 01 10 0 0 0 0 01 10 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 1				0	0	0	0				11			0	0				11	0	0 0	0						0
01 01/Q0			10	0	0	0	0				10	0	0	0	0				10	0	0 0	0				10 0 0	0	0
03/02 00 01 11 10 0 00 0 0 1 11 10 00 0 0 0	-								A/B								A/B							A/B				
00				_																-		ш						_
1		Q3/	_							Q3/	_				10	}		Q3/	<u> </u>		_	_			Q3/		_	LO
11				_			_			-					1							_						0
A/B 11 Q1/Q0 Q3/Q2 Q0 01 11 10 Q3/Q2 Q3 Q0 Q1 11 10 Q3/Q2 Q3 Q1 Q1 Q1 Q1 Q3 Q2 Q3 Q1 Q1 Q3 Q2 Q1 Q1 Q1 Q3 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q3 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q3 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q3 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q3 Q3 Q2 Q1 Q1 Q1 Q2 Q3 Q3 Q3 Q4 Q1 Q4																												0
A/B 11 Q1/Q0 Q3/Q2 00 01 11 10 Q3/Q2 Q3/Q2 Q3/Q3 Q1 Q3/Q3 Q3/Q3 Q3/Q3 Q3/Q3 Q1 Q3/Q3 Q3/Q3 Q3/Q3 Q1 Q3/Q3 Q3/Q3 Q1 Q3/Q3 Q3/Q3 Q3/Q3 Q1 Q3/Q3 Q3					_		_		-	-	_				_				_					-				0
11 Q1/Q0	Λ/D		10	U	U	U	U		Λ/D		10	1	1	1	1		A/D		10	U	U	U		A/D		10 0 0	U	U
Q3/Q2 Q0 Q1 Q1 Q1 Q1 Q2 Q0 Q1 Q1 Q1 Q1 Q2 Q1 Q1 Q2 Q1 Q1	-	11	01/	O O					АуБ		01/	00					A/B	11	01/	00				АуБ	11	01/00		-
O					01	11	10						01	11	10	j					11	10					11 1	0
O1		_0/					1			40/	_				1			20/			_	_						0
11			_	_			1				_	_		_	1				_		_							0
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1			_		_	1	_				_	_			_				_									0
10 Q1/Q0			_	_	_	1	1								_				_		_							0
Q3/Q2 00 01 11 10 00 01 11 10 00 0 0 0 0 0 0	A/B								A/B							į	A/B							A/B				
No																1												
O1		Q3/		00	01	11	10			Q3/	Q2	00	01	11	10			Q3/	_	00 01	11	10			Q3/	-		LO
11				_			1				_								_									0
10						_					_								_									0
Reducida dejando solo A y B							-		-	-	_				-													0
B			10	1	1	1	1		_		10	0	0	0	0				10	0	1 1	0				10 1 0	0	0
Q3/Q2 Q 1 Q Q Q Q Q Q Q Q		В	0	1					Α	В	0	1												A/B	00	Q0		
01 0 0 0 11 0 0 0 11 0 0 0 11 0 0 0 11 0 0 0 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		0	0	0						0	0														Q3/	Q2 0 1		
11 0 0 0 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		1	1	1						1	0	1														00 0 0		
10 0 0 0 0 0 0 0 0 0																										01 0 0		
Q3+ = A																												
01 Q0 Q2+ = B Q3/Q2 0 1 Q1+ = /Q3.Q2.Q0./A.B + Q3.Q2.Q0.A.B + Q3./Q2.Q0.A/B Q1+ = /Q0.(Q2.B.(/Q3./A + Q3.A) + Q3./Q2.A/B) Q1+ = Q0.(Q2.B.(Q3 xnor A) + Q3.Q2.A/B) Q1+ = Q0.(Q2.B.(Q3 xnor A) + Q3.Q2.Q1.Q0./A.B + Q3.Q2./Q1./Q0.A.B + Q3.Q2.Q1.Q0.A/B Q0+ = /Q3./Q2./Q1./Q0./A.B + Q3.Q2.Q1.Q0.A.B + Q3.Q2.Q1.Q0.A/B Q0+ = /Q1./Q0.(Q2.B.(Q3./A + Q3.A) + Q2.B.(Q3./A + Q3.A))																										10 0 0		
Q2+ = B	Q3+	= A																						A/B				
00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	00	_																			-							
Q1+=/Q3.Q2.Q0./A.B+Q3.Q2.Q0.A.B+Q3./Q2.Q0.A./B Q1+=Q0.(Q2.B.(/Q3./A+Q3.A)+Q3./Q2.A./B) Q1+=Q0.(Q2.B.(/Q3./A+Q3.A)+Q3./Q2.A./B) Q1+=Q0.(Q2.B.(/Q3./A+Q3.A)+Q3./Q2.A./B) Q1+=Q0.(Q2.B.(/Q3./A+Q3.A)+Q3./Q2.A./B) Q1+=Q0.(Q2.B.(/Q3./A+Q3.A)+Q3.Q2./Q1./Q0.A.B+Q3.Q2./Q1./Q0.A.B+Q3./Q2./Q1./Q0.A./B Q0+=/Q3./Q2./Q1./Q0./A.B+Q3.Q2./Q1./Q0.A.B+Q3.Q2./Q1./Q0.A.B+Q3.Q2./Q1./Q0.A./B Q1+=Q1./Q0.(/Q2.B.(/Q3./A+Q3.A)+Q3.B.(/Q3./A+Q3.A)) Q3/Q2 0 1	Q2+	= B																			+				Q3/	-		
Q1+ = Q0.(Q2.B.(/Q3./A + Q3.A) + Q3./Q2.A/B) Q1+ = Q0.(Q2.B.(Q3 xnor A) + Q3./Q2.A/B) 11 0 0 Q1+ = Q0.(Q2.B.(Q3 xnor A) + Q3./Q2.A/B) A/B Q0+ = /Q3./Q2./Q1./Q0./A.B + /Q3.Q2./Q1./Q0.A.B + Q3./Q2./Q1./Q0.A.B + Q3./Q2./Q1./Q0.A./B Q0+ = /Q1./Q0.(/Q2.B.(/Q3./A + Q3.A) + Q2.B.(/Q3./A + Q3.A)) Q3/Q2 0 1	∩1+	= /0	3 03	00	/Δ R .	+ U3	02.0	Λ A R ±	03 /0)3 Ou	Δ /	2															_	
Q1+ = Q0. (Q2.B. (Q3 xnor A) + Q3./Q2.A./B) Q0+ = /Q3./Q2./Q1./Q0./A./B + /Q3.Q2./Q1./Q0.A.B + Q3./Q2./Q1./Q0.A./B Q0+ = /Q1./Q0./(Q2.B.(/Q3./A + Q3.A) + Q2.B.(/Q3./A + Q3.A)) Q3/Q2 0 1												,																
Q0+ = /Q1./Q0./A./B + /Q3.Q2./Q1./Q0./A.B + Q3.Q2./Q1./Q0.A.B + Q3.Q2./Q1./Q0.A./B				_						1																		
Q0+ = /Q3./Q2./Q1./Q0./A./B + /Q3.Q2./Q1./Q0./A.B + Q3.Q2./Q1./Q0.A.B + Q3.Q2./Q1./Q0.A./B		`	,	,		,	22.7		1															A/B				
Q0+ = /Q1./Q0.(/Q2./B.(/Q3./A + Q3.A) + Q2.B.(/Q3./A + Q3.A)) Q3/Q2 0 1	Q0+	= /0	3./Q	2./Q	1./Q0)./A.,	/B + /0	Q3.Q2.,	Q1./C	Q0./A	B + (Q3.Q2	2./Q1	./Q0	.A.B +	Q3./Q2	./Q1.	/Q0.	A./B					,,,,		Q0		
	Q0+	= /0	1./Q	0.(/C	2./B	+ Q2	2.B).(Q	3 xnor	A)																			
Q0+ = /Q1./Q0.(Q2 xnor B).(Q3 xnor A)	Q0+	= /0	1./Q	0.(Q2	2 xno	r B).(Q3 xn	or A)																				
11 0 1																												
10 0 0																										10 0 0		
A/B																								A/B				
10 Q0																												
																							1		Q3/	Q2 0 1		
03/02 0 1																												
00 0 0																					-							
00 0 0 01 0 0																										01 0 0		
00 0 0																										01 0 0 11 0 0		

Mapas de Karnaugh de los bits del nuevo estado.

Se muestran también los mapas de Karnaugh reducidos de Q3+, Q2+ y Q1+. Las expresiones que aparecen son las resultantes del estudio de los mapas de karnaugh, y luego su correspondiente reducción utilizando algebra de Boole.

Diseñe la lógica de transición. Escriba las funciones de salida y sintetícelas.

Q3	Q2	Q1	Q0	VA	VI	VD	AA	ΑI	AD	RA	RI	RD
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1

Tabla de verdad de las salidas, un 1 indica que la luz esta prendida y un 0 que está apagada. Como el enunciado pide que las luces sean activas en bajo, se niega el resultado de las funciones de salida.

La primera letra de la salida indica el color de la luz (V=Verde; A=Amarillo; R=Rojo) y la segunda la posición de esta (A=Abajo; I=Izquierda; D=Derecha). (Por ejemplo, la luz Verde de la Izquierda es VI)

Para el caso de las luces rojas definimos que la luz de abajo a la derecha es la que tomamos como que se encuentra abajo y la de abajo a la izquierda es la de la izquierda.

Para las salidas de los estados indefinidos pusimos en 1 los valores que simplificaban mejor los mapas de Karnaugh. Esto resultaría en que los primeros segundos al encenderse la máquina en caso de caer en alguno de estos estados se prenderían algunas luces de forma aleatoria, pero al siguiente ciclo de reloj se corregiría e iría al caso correspondiente.

VA	Q1/	Q0				,	VI	Q1/	Q0				VD	Q1/0	Q0			
Q3/	Q2	00	01	11	10	(Q3/	Q2	00	01	11	10	Q3/	Q2	00	01	11	10
	00	0	1	1	0			00	0	1	1	0		00	0	1	1	0
	01	1	0	0	0			01	1	0	0	0		01	1	0	0	0
	11	1	0	_	0			11	0	1	1	0		11	0	0	1	1
	10	1	0	0	0			10	0	1	1	0		10	0	0	1	1
AA	Q1/	Q0					AI	Q1/	Q0				AD	Q1/0	Q0			
Q3/	Q2	00	01	11	10	(Q3/0	Q2	00	01	11	10	Q3/	Q2	00	01	11	10
	00	0	1	1	0			00	0	1	1	0		00	0	1	1	0
	01	0	1	1	0			01	0	1	1	0		01	0	1	1	0
	11	1	0	0	0			11	0	1	1	0		11	0	0	1	1
	10	1	0	0	0			10	0	1	1	0		10	0	0	1	1
RA	Q1/	00					RI	Q1/	00				RD	Q1/0	00			
Q3/			01	11	10	- 1	Q3/(00	01	11	10	Q3/		_	01	11	10
ری/	00	0	1	1	1		Q3/ \	00	0	1	1	1	Q3/	00	0	1	1	10
	01	0	0	_	1			01	0	0	1	1		00	0	0	1	1
	11	1	0	_	0			11	0	1	1	0		11	0	0	1	1
	10	1	0	Ŭ	1			10	1	1	1	0		10	0	1	1	1

Mapas de Karnaugh de cada LED.

$$\begin{split} VA &= \overline{Q_{3}}\overline{Q_{2}}Q_{0} + Q_{2}\overline{Q_{0}} + Q_{3}\overline{Q_{1}}\overline{Q_{0}} & VI &= \overline{Q_{3}}\overline{Q_{2}}Q_{0} + Q_{3}Q_{1} + \overline{Q_{3}}Q_{2}\overline{Q_{1}}\overline{Q_{0}} \\ VA &= (\overline{Q_{3}} + \overline{Q_{2}})Q_{0} + (Q_{2} + Q_{3})(\overline{Q_{1}}\overline{Q_{0}}) & VI &= Q_{0}(\overline{Q_{3}} + \overline{Q_{2}}) + (Q_{3} + Q_{4} + Q_{3})Q_{2} \\ VA &= (\overline{Q_{3}} + \overline{Q_{2}})Q_{0} + (Q_{2} + Q_{3})(\overline{Q_{1}} + \overline{Q_{0}}) & VI &= Q_{0}(\overline{Q_{3}} + \overline{Q_{2}}) + (Q_{3} + Q_{1} + Q_{3})Q_{2} \\ VD &= \overline{Q_{3}}\overline{Q_{2}}Q_{0} + \overline{Q_{3}}\overline{Q_{2}}Q_{1}\overline{Q_{0}} + Q_{3}Q_{1} & RI &= \overline{Q_{3}}Q_{1} + Q_{3}Q_{0} + Q_{3}Q_{2}Q_{1} \\ VD &= \overline{Q_{3}}(\overline{Q_{2}}Q_{0} + Q_{2}Q_{1}\overline{Q_{0}}) + Q_{3}Q_{1} & RI &= \overline{Q_{3}}Q_{1} + (Q_{3} + \overline{Q_{2}})Q_{0} + Q_{3}Q_{1} + Q_{3}Q_{1} \\ VD &= \overline{Q_{3}}(\overline{Q_{2}}Q_{0} + Q_{2}Q_{1}\overline{Q_{0}}) + Q_{3}Q_{1} & RI &= \overline{Q_{3}}Q_{1} + Q_{2}Q_{0} & AD &= \overline{Q_{3}}Q_{1} + Q_{3}Q_{1} \\ RA &= Q_{3}\overline{Q_{1}}Q_{0} + \overline{Q_{3}}\overline{Q_{2}}Q_{0} + \overline{Q_{3}}Q_{1} + \overline{Q_{2}}Q_{1} & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}\overline{Q_{1}}Q_{0} & AI &= Q_{0} \\ RA &= Q_{3}(\overline{Q_{1}} + Q_{0}) + (Q_{3} + Q_{2})Q_{0} + Q_{4}(\overline{Q_{3}} + \overline{Q_{2}}) & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}\overline{Q_{1}}Q_{0} & AI &= Q_{0} \\ RA &= Q_{3}(\overline{Q_{1}} + Q_{0}) + (Q_{3} + Q_{2})Q_{0} + Q_{4}(\overline{Q_{3}}Q_{2}) & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}(\overline{Q_{1}} + \overline{Q_{2}}) & AI &= Q_{0} \\ RA &= Q_{3}(\overline{Q_{1}} + Q_{0}) + (Q_{3} + Q_{2})Q_{0} + Q_{4}(\overline{Q_{3}}Q_{2}) & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}(\overline{Q_{1}} + \overline{Q_{2}}) & AI &= Q_{0} \\ RA &= Q_{3}(\overline{Q_{1}} + Q_{0}) + (Q_{3} + Q_{2})Q_{0} + Q_{4}(\overline{Q_{3}}Q_{2}) & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}(\overline{Q_{1}} + \overline{Q_{2}}) & AI &= Q_{0} \\ RA &= Q_{3}(\overline{Q_{1}} + Q_{0}) + (Q_{3} + Q_{2})Q_{0} + Q_{4}(\overline{Q_{3}}Q_{2}) & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}(\overline{Q_{1}} + \overline{Q_{2}}) & AI &= Q_{0} \\ RA &= Q_{3}(\overline{Q_{1}} + Q_{0}) + (Q_{3} + Q_{2})Q_{0} + Q_{4}(\overline{Q_{3}}Q_{2}) & AA &= \overline{Q_{3}}Q_{0} + Q_{3}(\overline{Q_{1}} + \overline{Q_{2}}Q_{2}) & AA &=$$

Funciones de salida de cada LED, Utilizamos algebra de Boole y para simplificar los circuitos en Quartus utilizamos ley de Morgan para cambiar de /A./B a /(A + B).

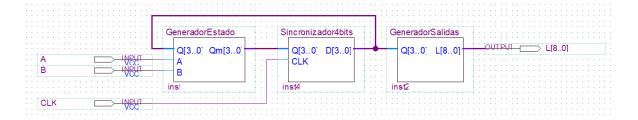
Implemente con FFs tipo D y simule en Quartus

La maquina de Moore final.

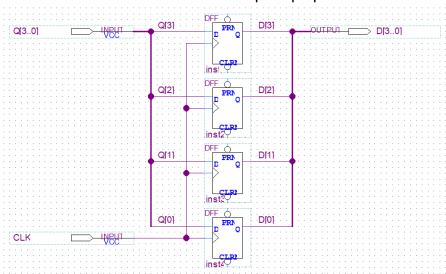
Q[3..0] es un bus que contiene el estado actual, Q[0] hace referencia al bit Q0 en las tablas de verdad y así con cada bit.

L[8..0] es un bus que tiene las salidas guardándose en este si un LED esta prendido o no así:

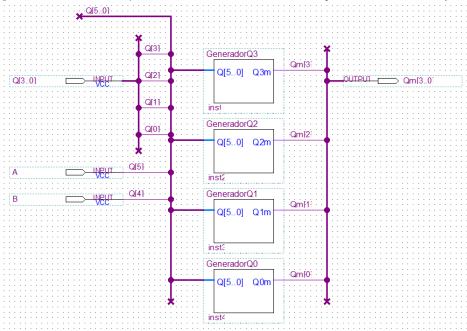
L[8]=VA; L[7]=VI; L[6]=VD; L[5]=AA; L[4]=AI; L[3]=AD; L[2]=RA; L[1]=RI; L[0]=RD;



El sincronizador4bits contiene los Flip-Flop tipo D:



El GeneradorEstado contiene la lógica para pasar de un estado a otro: Q[5..0] es un bus en el que están el estado anterior y las entradas A (en Q[5]) y B (EnQ[4])

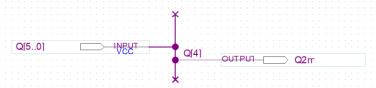


Cada caja contiene la lógica para el cambio de un bit especifico (el que dice en el nombre)

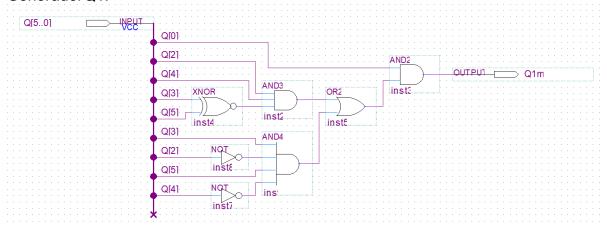
GeneradorQ3:



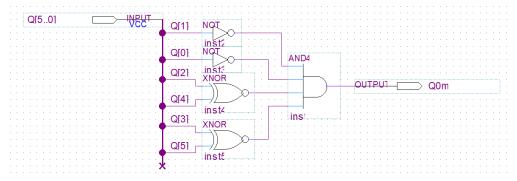
GeneradorQ2:



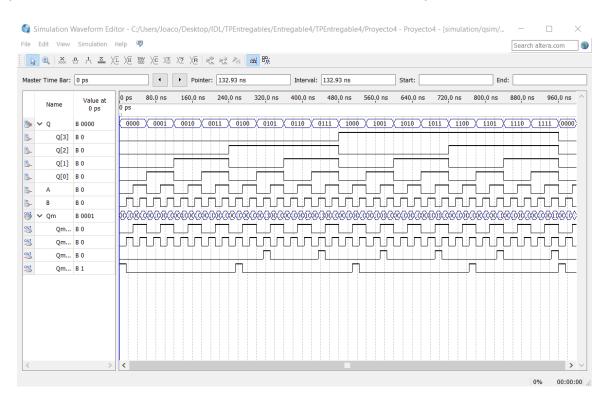
GeneradorQ1:



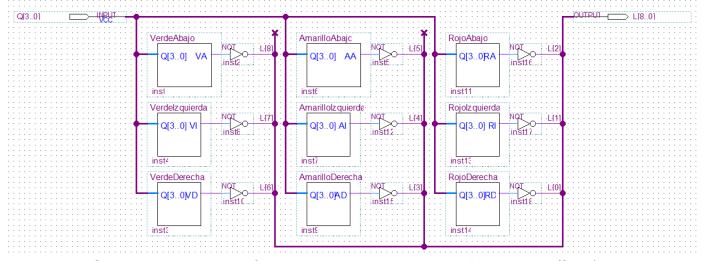
GeneradorQ0:



Utilizando Quartus simulamos el Generador Estado para ver su funcionamiento y comparando con la tabla de verdad de este nos dimos cuenta que funciona como debería:

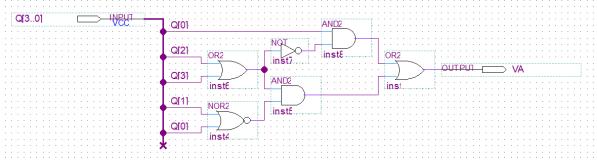


El GeneradorSalidas tiene la lógica que indica que LEDs deben ser prendidos en cada estado:

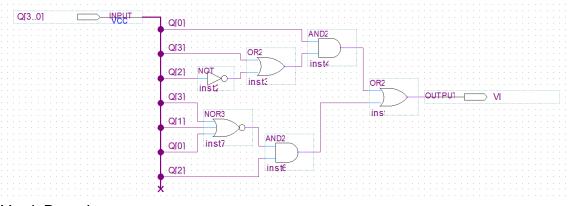


Cada caja contiene la lógica para que se prenda un LED en específico (el que aparece en el nombre):

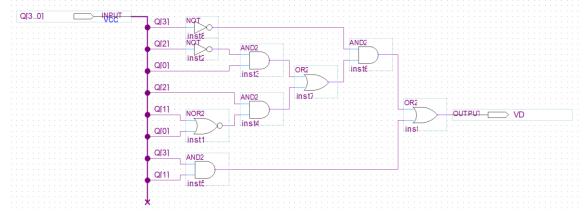
VerdeAbajo:



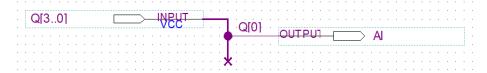
Verdelzquierda:



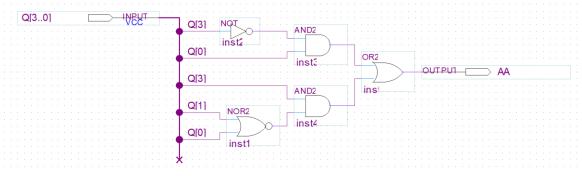
VerdeDerecha:



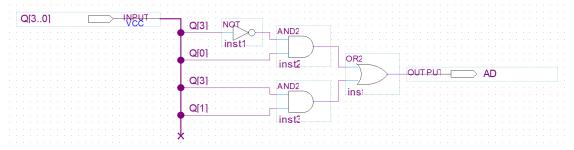
Amarillolzquierda:



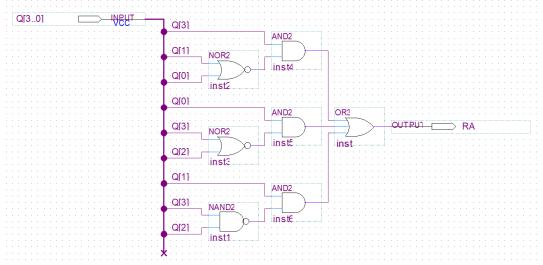
AmarilloAbajo:



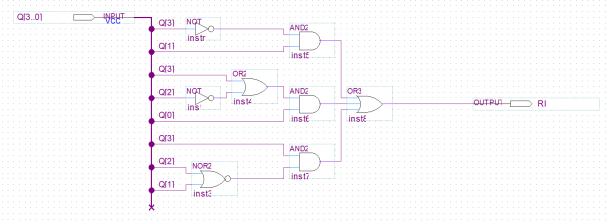
AmarilloDerecha:



RojoAbajo:

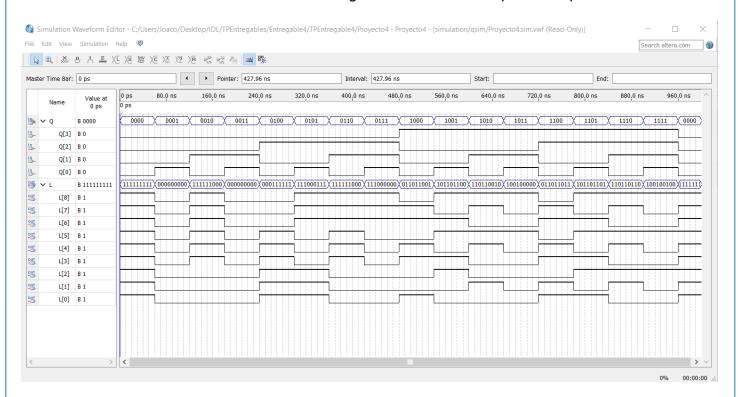


Rojolzquierda:

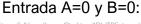


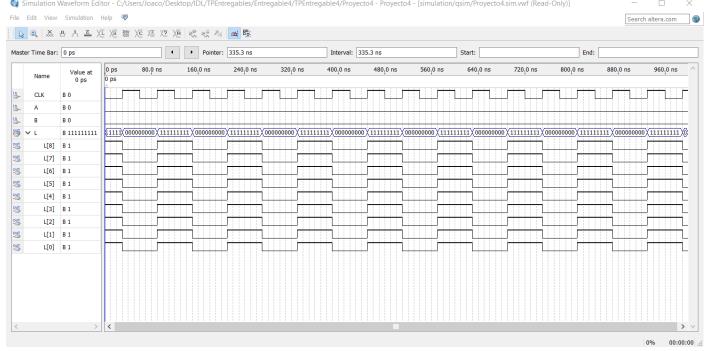
RojoDerecha: Q[3..0] Q[1] Q[2] NOT AND2 OUT PUT RD inst1 Q[0] inst2

Utilizando Quartus simulamos el generador de salidas para ver que funcione:

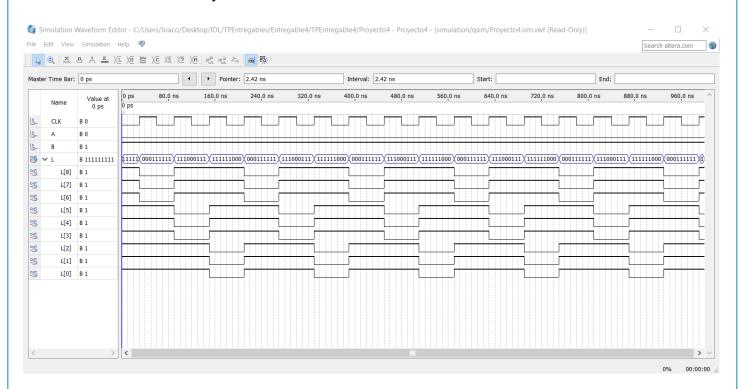


Por último tenemos las pruebas que hicimos para comprobar el funcionamiento de la máquina en su totalidad:

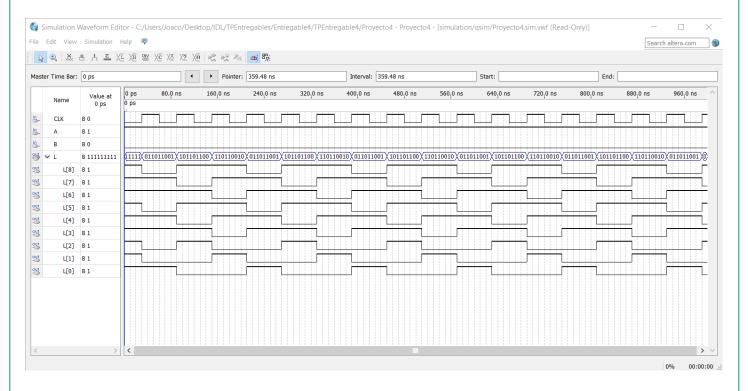




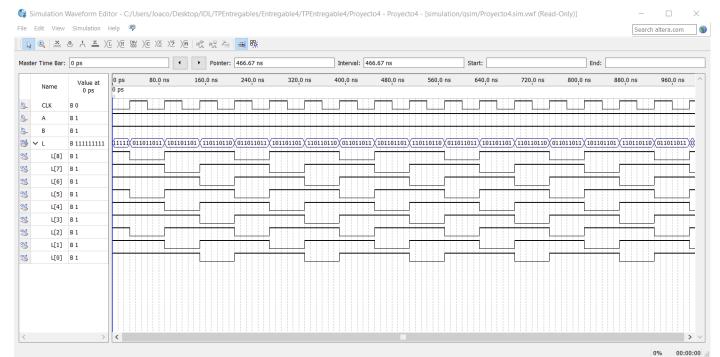
Entrada A=0 y B=1:



Entrada A=1 y B=0:



Entrada A=1 y B=1:



Y una prueba general en la que se usan las 4 combinaciones posibles de entrada para ver las transiciones:

