

LABORATORIO CONTROL RC



Estudiantes

Karol Daniela Alzate Mejía 1192735374
Daniel Alejandro Higueta Usuga 1152706601

Tutor

Fredy Alexander Rivera Vélez

Arquitectura de Computadores y Laboratorio
Universidad de Antioquia
Ingeniería de Sistemas
2019-2

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

# Equipo	Reposo	Izquierda	Derecha	Arriba	Abajo
16	010	000	101	011	111

SPEED CONTROL

El circuito de control de velocidad cuenta con 5 entrada y 3 salidas. Las tres primeras entradas indican la velocidad actual del avión y se indica con 3 dígitos CS2, CS1 Y CS0 respectivamente; la cuarta entrada es un botón representado con la letra U que significa UP, su funcionalidad es la de subir la velocidad, la quinta entrada es un botón representado con la letra D que significa DOWN, su funcionalidad es la de bajar la velocidad. Aplicando lo anteriormente dicho, dependiendo de las combinaciones que se obtengan de las cinco entradas obtendremos los dígitos NS2, NS1 Y NS0, que representan la siguiente velocidad al momento de que alguno de los botones, U o D, sean presionados.

Tabla de verdad

Las reglas de decisiones para la tabla de verdad fueron:

- Al momento de que la entrada U tuviera valor 1 y la entrada D tuviera valor 0, se tomaría el valor de la velocidad actual y se le agregaría 1 a la siguiente velocidad.
 - Hay una excepción a esta regla y es que, si el valor de la velocidad actual es 7, la velocidad siguiente seguirá siendo 7.
- Al momento de que la entrada D tuviera valor 1 y la entrada U tuviera valor 0, se tomaría el valor de la velocidad actual y se disminuiría en 1 la siguiente velocidad.
 - Hay una excepción a esta regla y es que, si el valor de la velocidad actual es 0, la velocidad siguiente seguirá siendo 0.
- Si ambos botones son presionados al mismo tiempo, es decir, si U y D tienen valor 1, la velocidad siguiente sería igual a la velocidad actual.
- Si ningún botón es presionado, es decir, U y D tienen valor 0, la velocidad siguiente sería igual a la velocidad actual.

CS2	CS1	CS0	U	D	NS2	NS1	NS0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

Mapas de Karnaugh

NS2

		C1			
		C1 C0			
U	D	00	01	11	10
	0	0	0	0	0
U	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
U	1	0	0	0	0
	0	0	0	1	0

C2=0

		C1			
		C1 C0			
U	D	00	01	11	10
	0	1	1	1	1
U	1	0	1	1	1
	0	1	1	1	1
U	1	1	1	1	1
	0	1	1	1	1

C2=1

$$F(CS2, CS1, CS0, U, D) = C1C0UD' + C2D' + C2U + C2C0 + C2C1$$

NS1

CS1

		CS1 CS0				
		00	01	11	10	
U D	00	0	0	1	1	D
	01	0	0	1	0	
U	11	0	0	1	1	
	10	0	1	0	1	
		CS0				
		CS2=0				

CS1

		CS1 CS0				
		00	01	11	10	
U D	00	0	0	1	1	D
	01	1	0	1	0	
U	11	0	0	1	1	
	10	0	1	1	1	
		CS0				
		CS2=1				

$$F(\text{CS2}, \text{CS1}, \text{CS0}, \text{U}, \text{D}) = \text{CS1}'\text{CS0UD}' + \text{CS2CS1}'\text{CS0}'\text{U}'\text{D} + \text{CS2CS1D}' + \text{CS1CS0}'\text{D}' + \text{CS1UD} + \text{CS1CS0U}'$$

NS0

CS1

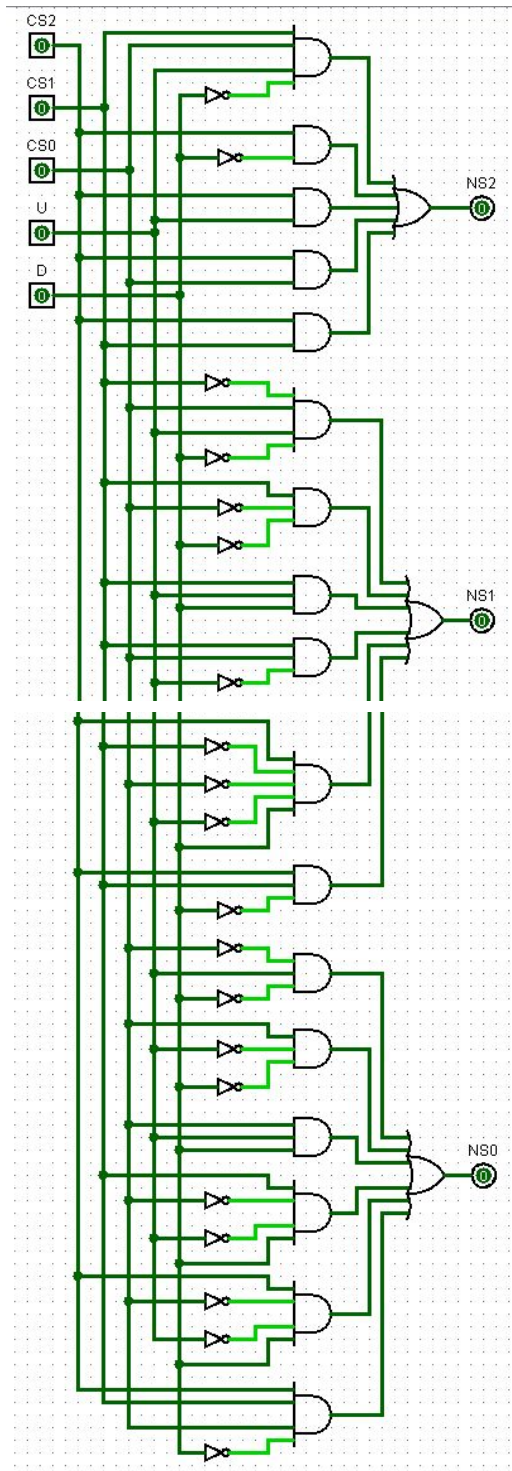
		CS1 CS0				
		00	01	11	10	
U D	00	0	1	1	0	D
	01	0	0	0	1	
U	11	0	1	1	0	
	10	1	0	0	1	
		CS0				
		CS2=0				

CS1

		CS1 CS0				
		00	01	11	10	
U D	00	0	1	1	0	D
	01	1	0	0	1	
U	11	0	1	1	0	
	10	1	0	1	1	
		CS0				
		CS2=1				

$$F(\text{CS2}, \text{CS1}, \text{CS0}, \text{U}, \text{D}) = \text{CS0U}'\text{D}' + \text{CS0}'\text{UD}' + \text{CS0UD} + \text{CS2CO}'\text{U}'\text{D} + \text{CS1CS0}'\text{U}'\text{D} + \text{CS2CS1CS0D}'$$

Circuito speed_control



Representación en display de siete segmentos

Para la representación de la velocidad se dispuso de un circuito llamado 3bit-to7seg que recibe tres entradas y genera siete salidas. Las tres entradas que se representarán con D2, D1 y D0 son los valores que se obtienen del circuito de speed_control con el fin de mostrar el resultado en un display de siete segmentos. Las siete salidas son a, b, c, d, e, f y g que son las variables que se usan para la representación en el display como se muestra en la siguiente figura:

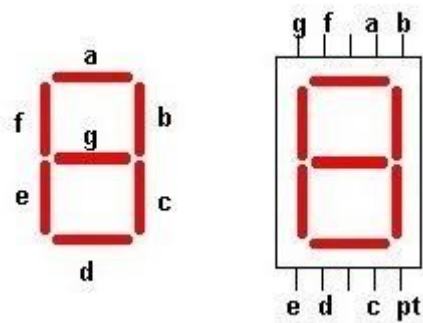


Tabla de verdad

Para la realización de la tabla de verdad se tuvo en cuenta la representación mostrada en la imagen anterior donde se especifica que, si alguna de las variables de salida tiene un 1 en ella, esa parte del display de siete segmentos se encenderá, si es 0, esta permanecerá apagada.

D2	D1	D0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Mapas de Karnaugh

Mapa para el código a siete segmentos:

		D1D0			
		00	01	11	10
D2	0	1	0	1	1
	1	0	1	1	1

Expresión Minimizada:

$$f(D_2, D_1, D_0) = D_2' D_0' + f D_1 + D_2 D_0$$

Mapa para el código b siete segmentos:

		D1D0			
		00	01	11	10
D2	0	1	1	1	1
	1	1	0	1	0

Expresión Minimizada:

$$f(D_2, D_1, D_0) = D_2' + D_1' D_0' + D_1 D_0$$

Mapa para el código c siete segmentos:

		D1D0			
D2		00	01	11	10
	0	1	1	1	0
	1	1	1	1	1

Expresión Minimizada:

$$f(D_2, D_1, D_0) = D'_1 + D_2 + D_0$$

Mapa para el código d siete segmentos:

		D1D0			
D2		00	01	11	10
	0	1	0	1	1
	1	0	1	0	1

Expresión Minimizada:

$$f(D_2, D_1, D_0) = D'_2 D'_0 + D'_2 D_1 + D_1 D'_0 + D_2 D'_1 D_0$$

Mapa para el código e siete segmentos:

		D1D0			
D2		00	01	11	10
	0	1	0	0	1
	1	0	0	0	1

Expresión Minimizada:

$$f(D_2, D_1, D_0) = D'_2 D'_0 + D_1 D'_0$$

Mapa para el código f siete segmentos:

		D1D0			
D2		00	01	11	10
	0	1	0	0	0
	1	1	1	0	1

Expresión Minimizada:

$$f(D_2, D_1, D_0) = D'_1 D'_0 + D_2 D'_1 + D_2 D'_0$$

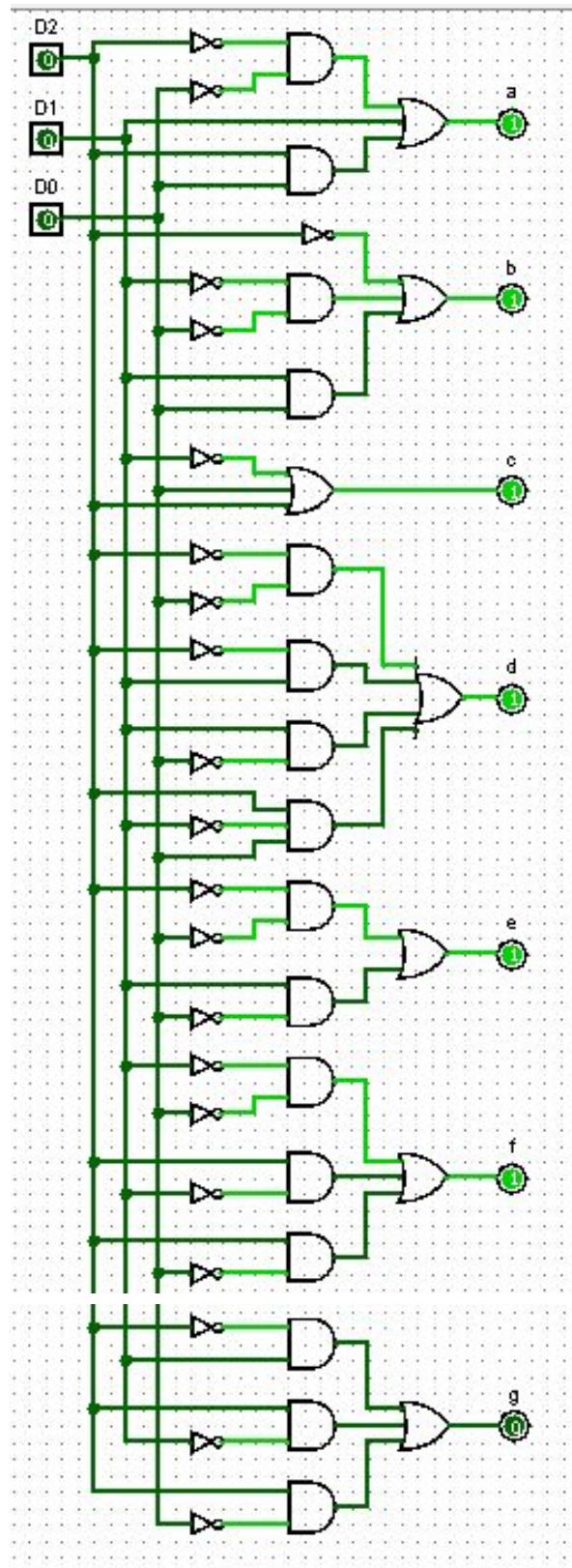
Mapa para el código g siete segmentos:

		D1D0			
D2		00	01	11	10
	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	1

Expresión Minimizada:

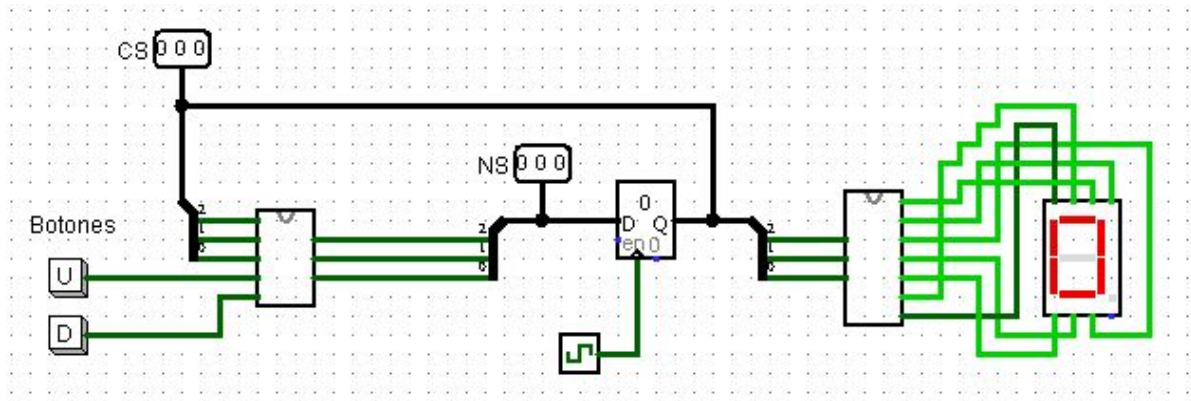
$$f(D_2, D_1, D_0) = D'_2 D_1 + D_2 D'_1 + D_2 D'_0$$

Circuito 3bit-to7seg



Circuito final de Speed Control

Como resultado tenemos un circuito secuencial en el que se muestra una velocidad nombrada como CS(Current Speed), encargada de, como indica su nombre, mostrar la velocidad actual y esta es la que se pasa al circuito de speed_control, y la otra velocidad llamada NS(Next Speed) que muestra el resultado del circuito, es decir, la velocidad siguiente; en el circuito se hace uso de un registro que ayuda a almacenar la velocidad siguiente mientras se realiza la simulación con un reloj, entonces, cada que pasa una cantidad específica de tiempo en el reloj, el registro almacena la velocidad y la manda al circuito 3bit-to7seg para mostrar la velocidad en el display.



ELEVADORES Y TIMÓN

Para los elevadores y timón que están ubicados en un mismo joystick se usó un joystick con dos salidas de dos bits ya que sólo se necesitaba saber cuatro valores de él, si estaba arriba, abajo, en la derecha o en la izquierda.

TIMÓN

La primera salida del joystick muestra los valores cuando este está a la derecha o a la izquierda por lo que esta salida representará la parte del timón.

Tabla de verdad

Cuando el joystick está a la derecha, el resultado que se obtiene es 11, si el joystick está a la izquierda, el resultado que se obtiene es 01 y, si el joystick está en reposo el valor que se obtiene es 10. Teniendo estos valores se crea un circuito que cambie los valores lanzados por el joystick por los valores que fueron asignados a nuestro equipo, creándose así el circuito T2bit-to3bit que recibe dos entradas, los bits que envía el joystick, representados con D1 y D0, para generar como salida los dígitos N2, N1 y N0 con los códigos que nos fueron asignados.

D1	D0	N2	N1	N0
0	0	x	x	x
0	1	0	0	0
1	0	0	1	0
1	1	1	0	1

Mapas de Karnaugh

N2

		D1	
D0	\	0	1
	0	x	0
	1	0	1

$$F(D1, D0) = D1D0$$

N1

		D1	
D0	\	0	1
	0	x	1
	1	0	0

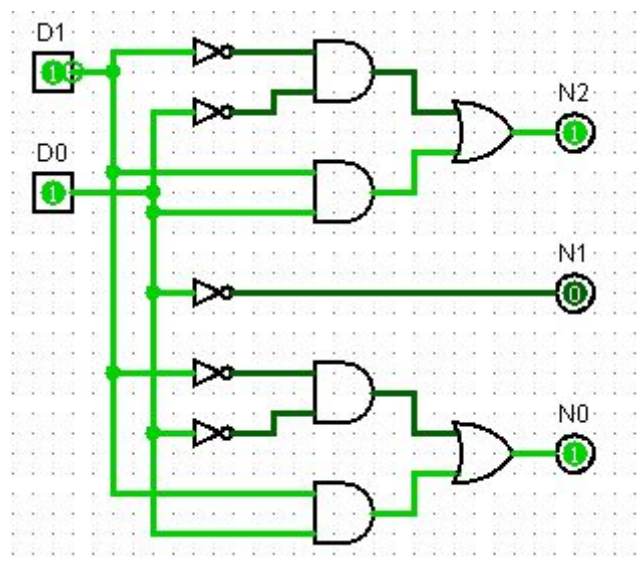
$$F(D1, D0) = D0'$$

N0

		D1	
D0	\	0	1
	0	x	0
	1	0	1

$$F(D1, D0) = D1D0$$

Circuito T2bit-to3bit



ELEVADORES

La segunda salida del joystick muestra los valores cuando este está arriba o abajo por lo que esta salida representará la parte de los elevadores.

Tabla de verdad

Cuando el joystick está hacia arriba, el resultado que se obtiene es 01, si el joystick está hacia abajo, el resultado que se obtiene es 11 y, si el joystick está en reposo el valor que se obtiene es 10. Teniendo estos valores se crea un circuito que cambie los valores lanzados por el joystick por los valores que fueron asignados a nuestro equipo, creándose así el circuito E2bit-to3bit que recibe dos entradas, los bits que envía el joystick, representados con D1 y D0, para generar como salida los dígitos N2, N1 y N0 con los códigos que nos fueron asignados.

D1	D0	N2	N1	N0
0	0	x	x	x
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	1

Mapas de Karnaugh

N2

	D1		
D0	\	0	1
	0	x	0
	1	0	1

$$F(D1, D0) = D1D0$$

N1

	D1		
D0	\	0	1
	0	x	1
	1	1	1

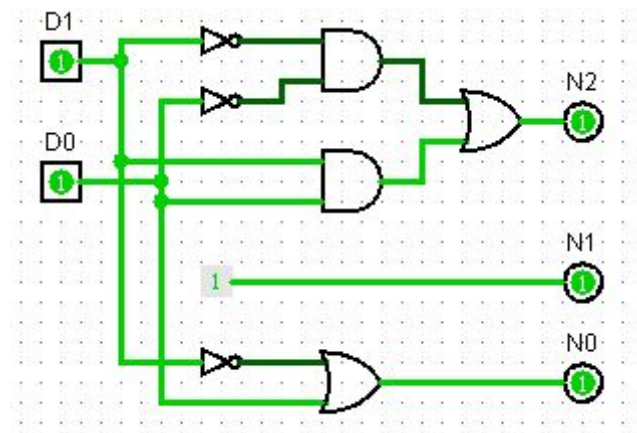
$$F(D1, D0) = 1$$

N0

	D1		
D0	\	0	1
	0	x	0
	1	1	1

$$F(D1, D0) = D0$$

Circuito E2bit-to3bit



Representación en matriz de LED de 5x4

Para representar los valores retornados por el circuito T2bit-to3bit y E2bit-to3bit, se utilizan dos matrices de LED 5x4 que mostrará los valores generados por cada circuito. En el caso de los elevadores, es decir del resultado del circuito E2bit-to3bit, se mostrará una U si el joystick está arriba, D si está abajo o S si está en reposo. Para el timón se usará otra matriz en la que se mostrará una R, si el joystick está a la derecha, S si está en reposo, o una L si el joystick está a la izquierda y se ilustrará de acuerdo a los valores que retorne el circuito T2bit-to3bit.

Para mostrar los resultados en las matrices se crea un circuito llamado 3bit-to20seg el cual recibe 3 entradas con los valores resultantes de T2bit-to3bit y E2bit-to3bit, representados con los dígitos N1, N2 y N0. La salida del circuito son 5 variables que se compondrán por 4

bits cada una, representando las filas de la matriz de LED de 5x4. La variable Row0, estará compuesta por los bits L00, L01, L02 y L03; Row1 estará compuesta por los bits L10, L11, L12 y L13; Row2 estará compuesta por los bits L20, L21, L22 y L23; Row 3 estará compuesta por los bits L30, L31, L32 y L33; Row 4 estará compuesta por los bits L40, L41, L42 y L43.

Nota: Las variables Row0, Row1, Row2, Row3 y Row 4 sólo están compuestas por los bits anteriormente mencionados con el fin de hacer más sencilla la representación en la matriz, pero estas variables no tienen una parte lógica, la parte lógica hace parte es de las variables que las componen como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla de verdad

N2	N1	N0	L00	L01	L02	L03	L10	L11	L12	L13	L20	L21	L22	L23	L30	L31	L32	L33	L40	L41	L42	L43
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0

Mapas de Karnaugh

L00

		N2			
N0	N1	00	01	11	10
	0	0	1	0	x
	1	x	1	1	1

$$F(N2, N1, N0) = N0 + N1'$$

L01

		N2			
N0	N1	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	0	1	1

$$F(N2, N1, N0) = N2 + N1N0'$$

L02

		N2			
N0	N1	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	0	0	1

$$F(N2, N1, N0) = N2N1' + N1N0'$$

L03

		N2			
N0	N1	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	1	0	0

$$F(N2, N1, N0) = N2'N1$$

L10

		N2			
N0	N1	00	01	11	10
	0	1	1	x	x
	1	x	1	1	1

$$F(N2, N1, N0) = 1$$

L11

		N2			
N0	N1	00	01	11	10
	0	0	0	x	x
	1	x	0	0	0

$$F(N2, N1, N0) = 0$$

L12

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	0	x	x
	1	x	0	1	0

$$F(N2, N1, N0) = N2N1$$

L13

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	0	x	x
	1	x	1	0	1

$$F(N2, N1, N0) = N2N1' + N2'N0$$

L20

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	1	1	x	x
	1	x	1	1	1

$$F(N2, N1, N0) = 1$$

L21

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	0	0	1

$$F(N2, N1, N0) = N2N1' + N1N0'$$

L22

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	0	0	1

$$F(N2, N1, N0) = N2N1' + N1N0'$$

L23

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	1	1	0

$$F(N2, N1, N0) = N1$$

L30

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	1	0	x	x
	1	x	1	1	1

$$F(N2, N1, N0) = N0 + N1'$$

L31

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	0	x	x
	1	x	0	0	0

$$F(N2, N1, N0) = 0$$

L32

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	0	x	x
	1	x	0	1	1

$$F(N2, N1, N0) = N2$$

L33

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	0	1	x	x
	1	x	1	0	0

$$F(N2, N1, N0) = N2'N1$$

L40

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	1	1	x	x
	1	x	1	1	1

$$F(N2, N1, N0) = 1$$

L41

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
	0	1	1	x	x
	1	x	1	1	0

$$F(N2, N1, N0) = N2' + N1$$

L42

		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
0		1	1	x	x
1		x	1	0	0

$$F(N2, N1, N0) = N2'$$

L43

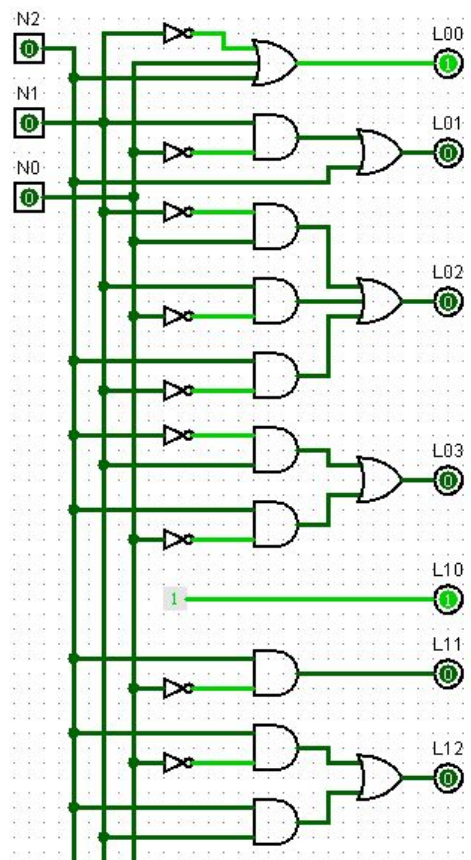
		N2			
		N2 N1			
N0	\	00	01	11	10
0		1	0	x	x
1		x	0	0	1

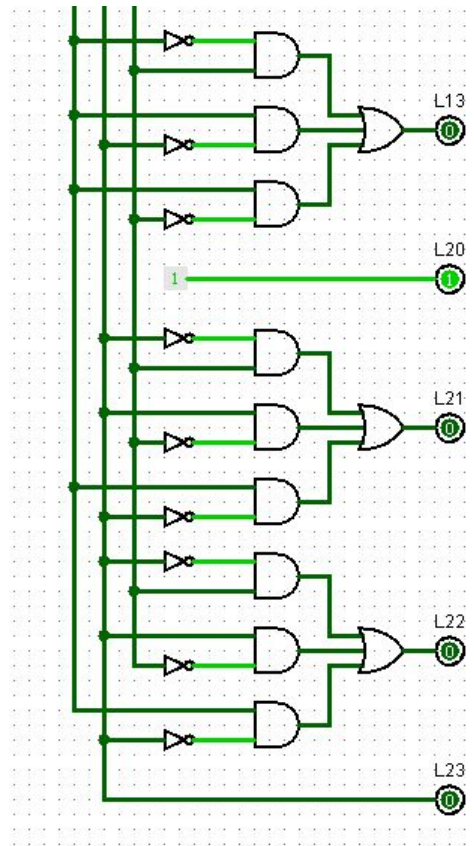
$$F(N2, N1, N0) = N2'N0 + N1'$$

Circuito 3bit-to20seg

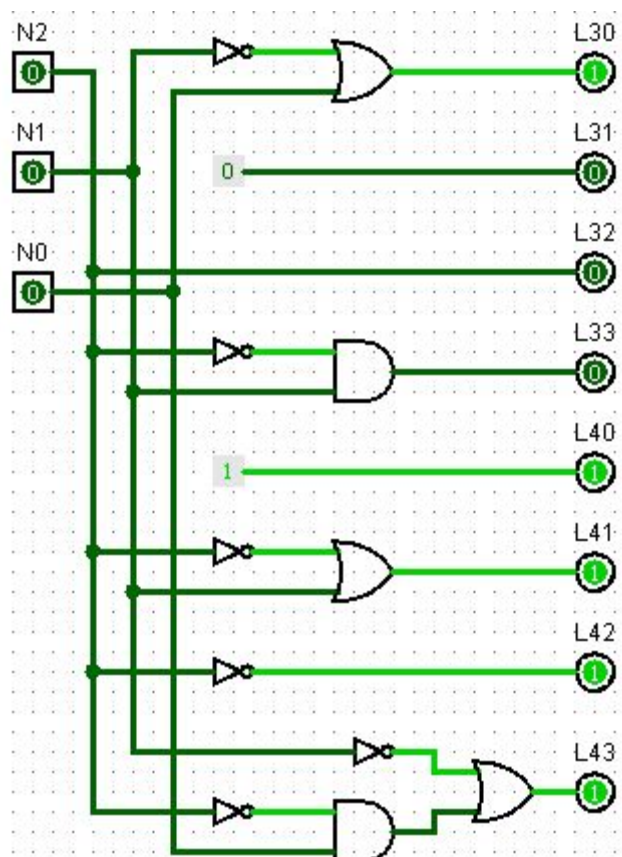
Ya que logisim sólo acepta 12 variables de salida por circuito, el circuito 3bit-to20seg se dividió en dos partes. La parte 1 es el circuito P2-2bit-to20seg que contiene las mismas variables de entrada presentadas en la tabla de verdad y las variables de salida L00, L01, L02, L03, L10, L11, L12, L13, L20, L21, L22 y L23. Para la segunda parte se usa el circuito P1-2bit-to20seg que tiene las variables de salida L30, L31, L32, L33, L40, L41, L42 y L43.

Circuito P2-2bit-to20seg

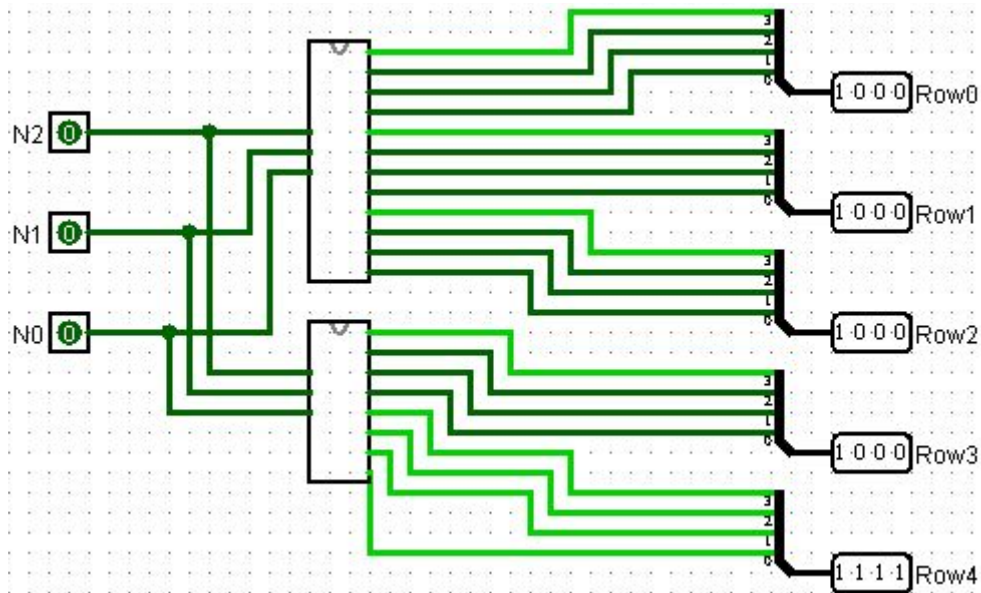




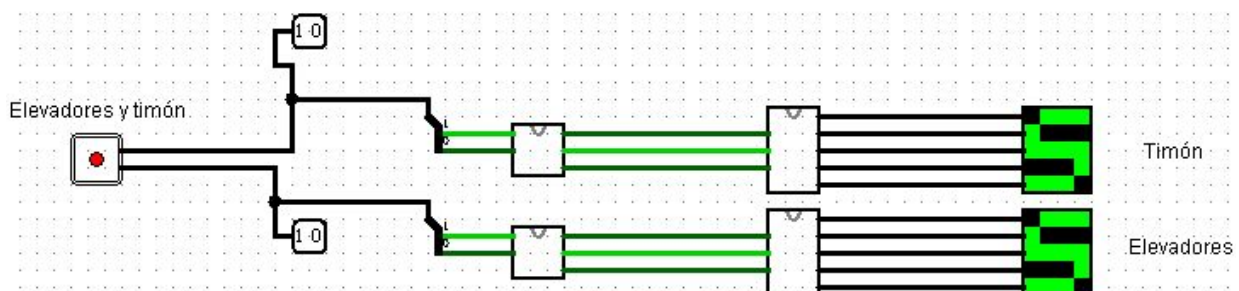
Circuito P1-2bit-to20seg



Juntando estos dos circuitos obtenemos el circuito 3bit-to20seg:



Resultado



ALERONES

Para los alerones se hace uso de otro joystick pero, a diferencia de como se realizó anteriormente, sólo nos interesa saber si el joystick se movió a la derecha o a la izquierda, por lo que para eso sólo necesitamos los valores de la primera salida del joystick.

ALERÓN IZQUIERDO

Nuevamente se necesita mostrar el resultado del joystick con los números que nos fueron asignados como equipo, pero ahora siguiendo otra lógica, y es que, si el joystick señala al lado izquierdo, este va a mostrar una U de Up, indicando que el alerón izquierdo se encuentra arriba, si está en reposo una S, y si el joystick señala a la derecha, aparecerá una D de Down indicando que el alerón izquierdo está abajo.

Tabla de verdad

Si el joystick va hacia el lado izquierdo, es decir que retorna 01, va a salir el código 011, si está quieto, el joystick retorna 10, por lo que debe salir el código 010 y por último, si el joystick está a la derecha, el joystick retorna 11 y debe salir el código 111. El circuito recibe el nombre de LA2bit-to3bit, tiene 2 entradas que son los dos bits que retorna el joystick y se nombran como D1 y D0, y 3 salidas, N2, N1 y N0 con los códigos que fueron asignados al equipo.

D1	D0	N2	N1	N0
0	0	x	x	x
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	1

Mapas de Karnaugh

N2

	D1		
D0	\	0	1
	0	x	0
	1	0	1

$$F(D1, D0) = D1D0$$

N1

	D1		
D0	\	0	1
	0	x	1
	1	1	1

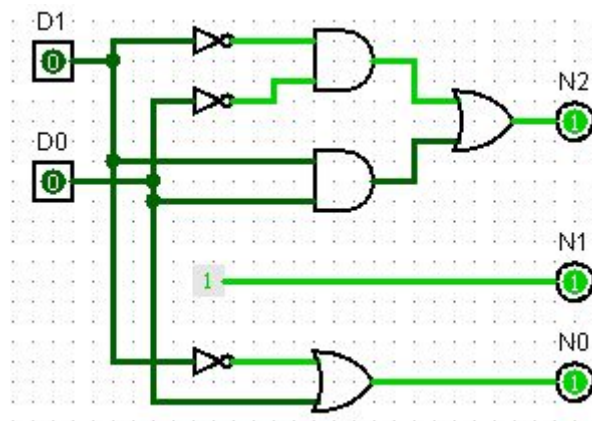
$$F(D1, D0) = 1$$

N0

	D1		
D0	\	0	1
	0	x	0
	1	1	1

$$F(D1, D0) = D0$$

Circuito LA2bit-to3bit



ALERÓN DERECHO

Tiene la misma lógica del alerón izquierdo, si el joystick está a la derecha, aparece U indicando que el alerón derecho está arriba, si está quieto S y si está a la izquierda aparece D indicando que el alerón derecho está abajo.

Tabla de verdad

Si el joystick va hacia el lado izquierdo, es decir que retorna 01, va a salir el código 111, si está quieto, el joystick retorna 10, por lo que debe salir el código 010 y por último, si el joystick está a la derecha, el joystick retorna 11 y debe salir el código 011. El circuito recibe el nombre de RA2bit-to3bit, tiene 2 entradas que son los dos bits que retorna el joystick y se nombran como D1 y D0, y 3 salidas, N2, N1 y N0 con los códigos que fueron asignados al equipo.

D1	D0	N2	N1	N0
0	0	x	x	x
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	1

Mapas de Karnaugh

N2

	D1		
D0	\	0	1
0		x	0
1		1	0

$$F(D1, D0) = D1'$$

N1

	D1		
D0	\	0	1
0		x	1
1		1	1

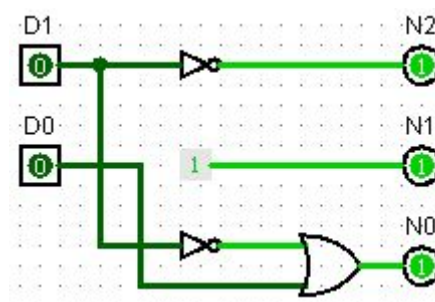
$$F(D1, D0) = 1$$

N0

	D1		
D0	\	0	1
0		x	0
1		1	1

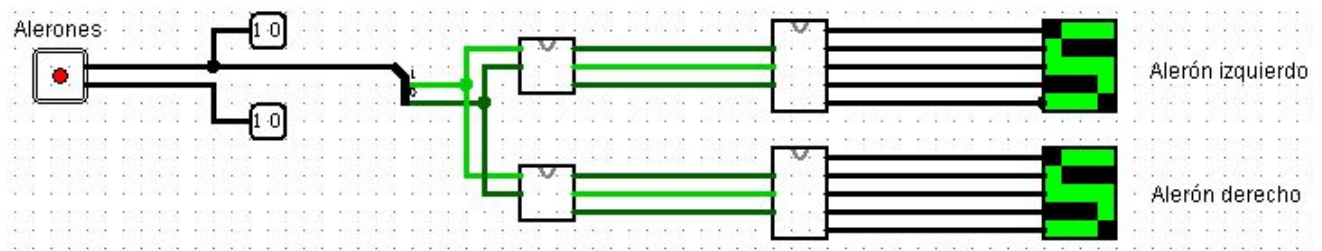
$$F(D1, D0) = D0$$

Circuito LA2bit-to3bit

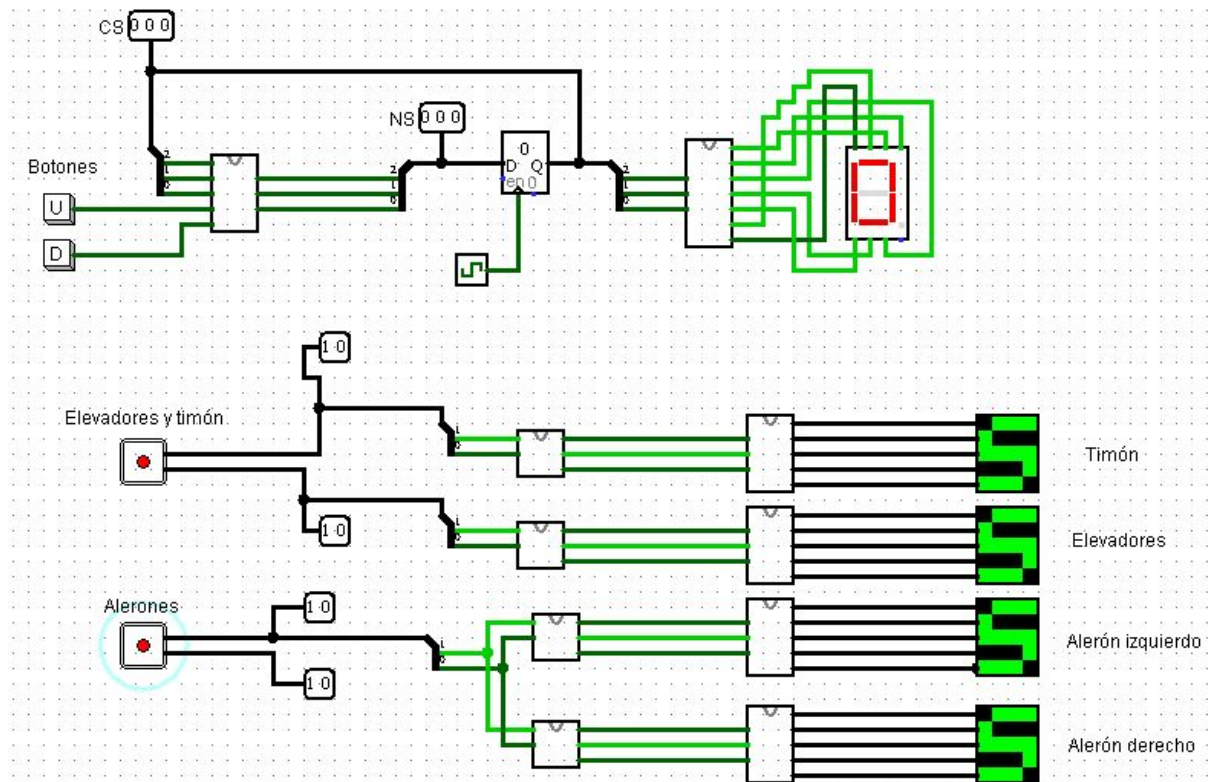


Resultado

Para la representación de los alerones tanto izquierdo como derecho, se hizo a través del circuito de 3bit-to20seg que era el encargado en los anteriores casos de mostrar los valores en la matriz de LED 5x4, por lo que también se usó para este circuito.



CIRCUITO COMPLETO



CONCLUSIONES

En la realización de la práctica se presentaron diferentes desafíos en cuanto a la manera en la que se iba a realizar y se encontró que usando las tablas de verdad y mapas de Karnaugh, se podía reducir mucho el tamaño de los circuitos que si se realizara la práctica con otros métodos.

Además, mientras se realizaba la práctica se notó que el circuito que se usó para los elevadores, E2bit-to3bit, servía también para la realización del alerón izquierdo ya que sus tablas de verdad y sus condiciones eran las mismas, mostrando también lo importante de analizar los mapas ya que esto hubiera sido útil para reutilizarlo en esa parte teniendo en cuenta que lanzaban los mismos resultados y así haber evitado la realización de otro circuito.