

# Universidad Técnica Federico Santa María

*“Construcción de un circuito secuencial para predecir la cantidad de victorias de cada competidor del TIAM utilizando la herramienta Logisim”*

Bayron Valenzuela, ROL: 202073580-8

Sofía Riquelme, ROL: 202073615-4

29 de Mayo de 2022

# 1. Resumen

En el presente informe se describe el desarrollo de la tarea 2 de arquitectura de computadores, donde se construyó un circuito secuencial que tiene el fin de predecir la cantidad de victorias de cada competidor del Torneo Internacional de Artes Marciales. Cada competidor es representado por un número, siendo en total 8 participantes. Las entradas son en 2 pines de 3 bits cada uno, los cuales corresponden al número de competidor, y la salida es un pin de 4 bits que corresponde a la cantidad de victorias. A través del uso de Mapas de Karnaugh se obtuvieron estos resultados, para luego construir el contador y tener así el circuito final. Todo esto se verificó luego con casos de prueba

# 2. Introducción

El objetivo de la tarea era entender cómo construir diversos bloques digitales estructurados, entre ellos un circuito secuencial, utilizando la herramienta Logisim. En primer lugar utilizamos el circuito combinacional de la tarea 1 para obtener si el jugador fijo ganaba contra el resto de los competidores, y luego construimos un comparador para utilizar su salida como entrada para el circuito secuencial que iba a ser el contador, de tal manera que si la salida del comparador es un 1, significa que el jugador fijo gana contra el otro competidor y el contador debe aumentar. Una vez implementado el comparador comenzamos a construir el contador, el cual es un circuito secuencial. Para el desarrollo de este, utilizamos una máquina de estados de tipo Mealy, para luego hacer las tablas de cambio de estado y construir así los mapas de karnaugh y obtener las ecuaciones de los Flip Flop. Una vez terminado eso, a través de ticks del clock y la entrada del comparador, el circuito imprime por pantalla la cantidad de victorias del jugador fijo.

# 3. Desarrollo

Como bien se mencionó previamente, primeramente se armó un comparador, se utilizó el comparador visto en clases<sup>1</sup> que se muestra en la figura 1, el cual va comparando bit a bit y da como output 1 si son iguales, 0 en caso contrario.

---

<sup>1</sup>Sarah Harris and David Harris. 2015. Digital Design and Computer Architecture: ARM Edition (1st. ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA. Figure 5.11, Page 247.

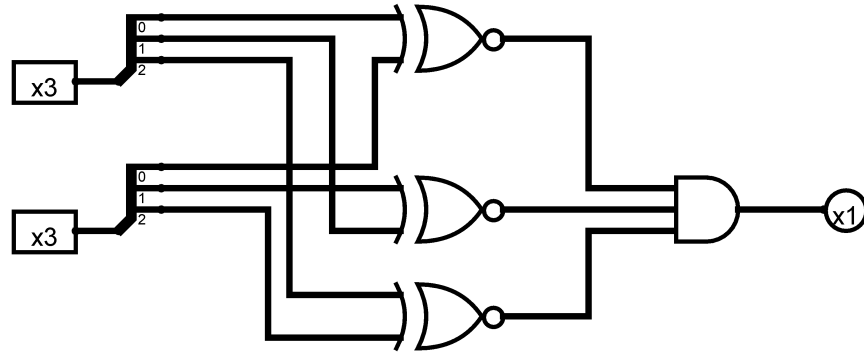


Figura 1: Comparador de 3 bits

Luego, empezamos a construir el contador. Se hizo una Mealy FSM para esto, la cual se ve en la figura 2, la cual nos dice que si nos dan de input un 1 avanzamos al siguiente estado (número en nuestro caso) y si ingresa un 0 no avanzamos (para simular que la batalla no fue ganada).

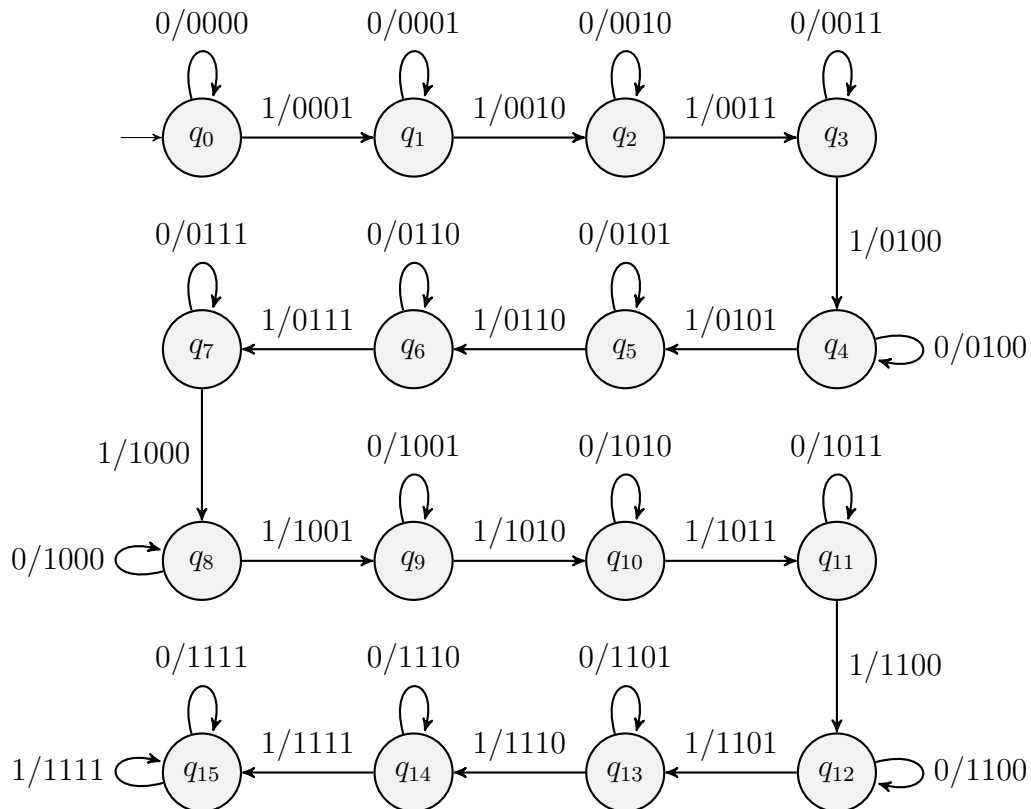


Figura 2: Mealy FSM para contador de 0 a 15

De la figura 2 surge la siguiente tabla de verdad:

$Q_n$	X=0	X=1	X=0	X=1
$q_0$	$q_0$	$q_1$	0000	0001
$q_1$	$q_1$	$q_2$	0001	0010
$q_2$	$q_2$	$q_3$	0010	0011
$q_3$	$q_3$	$q_4$	0011	0100
$q_4$	$q_4$	$q_5$	0100	0101
$q_5$	$q_5$	$q_6$	0101	0110
$q_6$	$q_6$	$q_7$	0110	0111
$q_7$	$q_7$	$q_8$	0111	1000
$q_8$	$q_8$	$q_9$	1000	1001
$q_9$	$q_9$	$q_{10}$	1001	1010
$q_{10}$	$q_{10}$	$q_{11}$	1010	1011
$q_{11}$	$q_{11}$	$q_{12}$	1011	1100
$q_{12}$	$q_{12}$	$q_{13}$	1100	1101
$q_{13}$	$q_{13}$	$q_{14}$	1101	1110
$q_{14}$	$q_{14}$	$q_{15}$	1110	1111
$q_{15}$	$q_{15}$	$q_{15}$	1111	1111

Figura 3: Tabla de verdad de contador de 0 a 15

$Q_n$	X=0	X=1	X=0	X=1
0000	0000	0001	0000	0001
0001	0001	0010	0001	0010
0010	0010	0011	0010	0011
0011	0011	0100	0011	0100
0100	0100	0101	0100	0101
0101	0101	0110	0101	0110
0110	0110	0111	0110	0111
0111	0111	1000	0111	1000
1000	1000	1001	1000	1001
1001	1001	1010	1001	1010
1010	1010	1011	1010	1011
1011	1011	1100	1011	1100
1100	1100	1101	1100	1101
1101	1101	1110	1101	1110
1110	1110	1111	1110	1111
1111	1111	1111	1111	1111

Figura 4: Tabla de verdad de contador de 0 a 15

A partir de las tablas de la figura 3 y 4 podemos armar los mapas de Karnaugh.

Mapa de Karnaugh para flip flop de A

$x = 0$					$x = 1$				
$DC$	$BA$				$DC$	$BA$			
	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	1	1	0	00	1	0	0	1
01	0	1	1	0	01	1	0	0	1
11	0	1	1	1	11	1	0	1	1
10	0	1	1	0	10	1	0	0	1

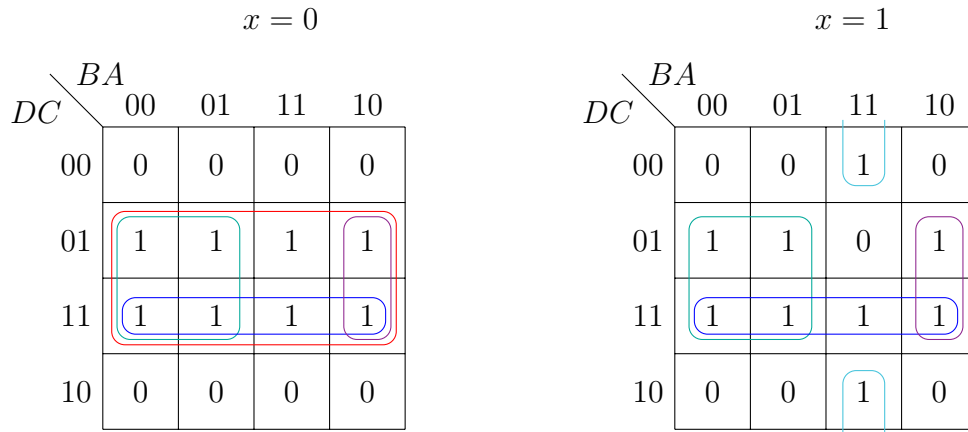
$$FF_d A = \bar{x}A + x\bar{A} + DCB$$

Mapa de Karnaugh para flip flop de B

$x = 0$					$x = 1$				
$DC$	$BA$				$DC$	$BA$			
	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	0	1	1	00	0	1	0	1
01	0	0	1	1	01	0	1	0	1
11	0	0	1	1	11	0	1	1	1
10	0	0	1	1	10	0	1	0	1

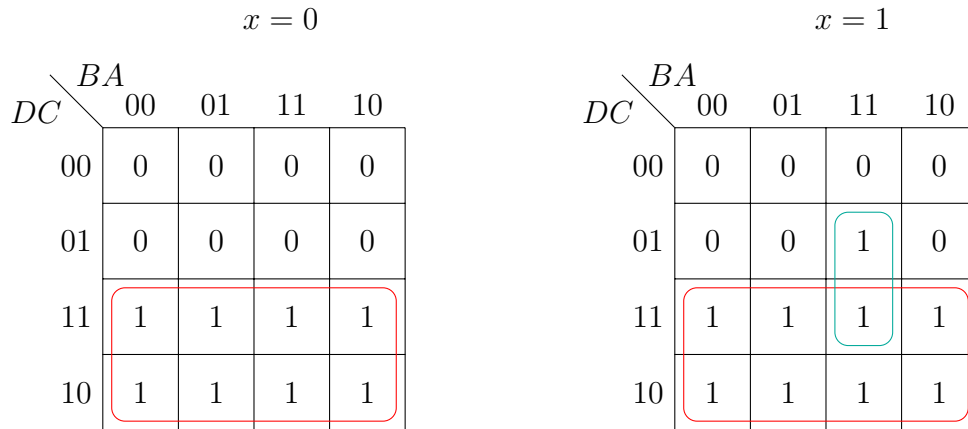
$$FF_d B = \bar{x}B + x\bar{B}A + B\bar{A} + DCB$$

# Mapa de Karnaugh para flip flop de C



$$FF_dC = \overline{x}C + DC + CB\overline{A} + \overline{B}C + x\overline{C}BA$$

# Mapa de Karnaugh para flip flop de D



$$FF_dD = D + xABC$$

Podemos ver que los mapas de Karnaugh para las salidas quedarían iguales a los de los flip flops, por lo que la entrada de los flip flop de salida sera la misma que la de los flip flop de A, B, C y D.

Luego viene la implementación de los flip flop, la cual se realizó mediante lo visto en clases y en el texto guía<sup>2</sup>:

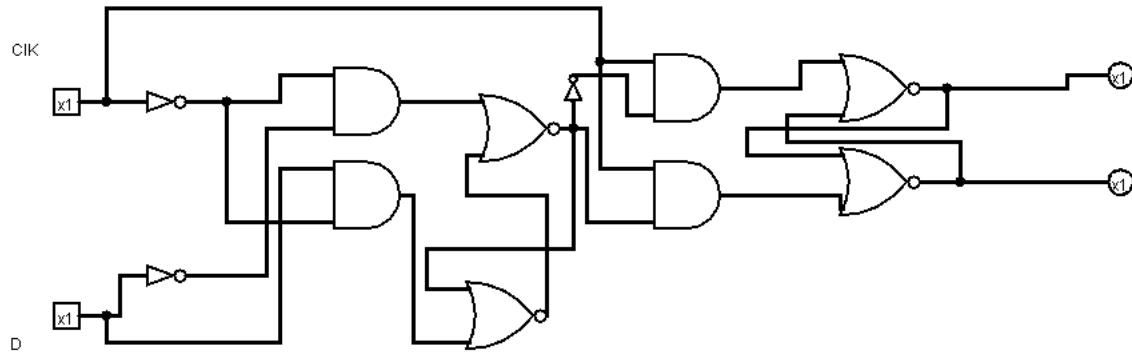
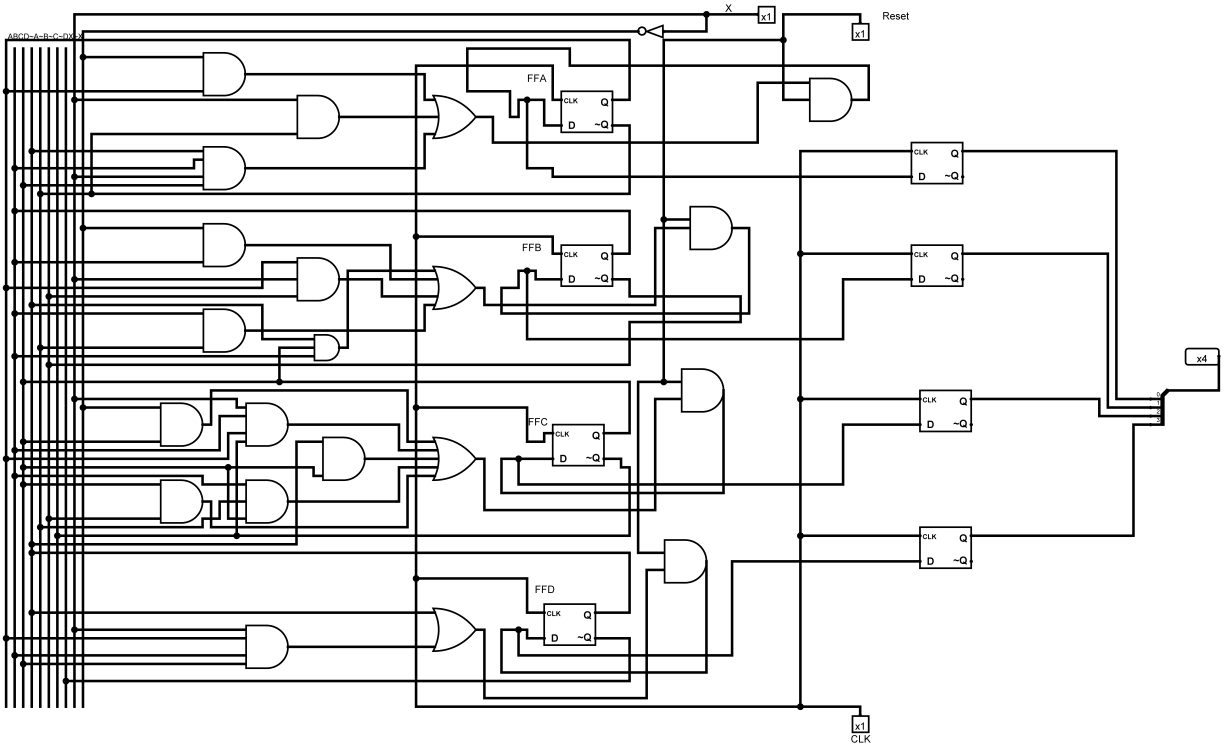


Figura 5: Implementación Flip Flop tipo D

---

<sup>2</sup>Sarah Harris and David Harris. 2015. Digital Design and Computer Architecture: ARM Edition (1st. ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA. Figure 3.7, Page 113.

Posteriormente, con las ecuaciones para los flip flops mostradas anteriormente, y con la implementación del flip flop tipo D, construimos el contador:



s

Figura 6: Contador de 4 bits

Una vez hecho el contador se pudo llegar al circuito final:



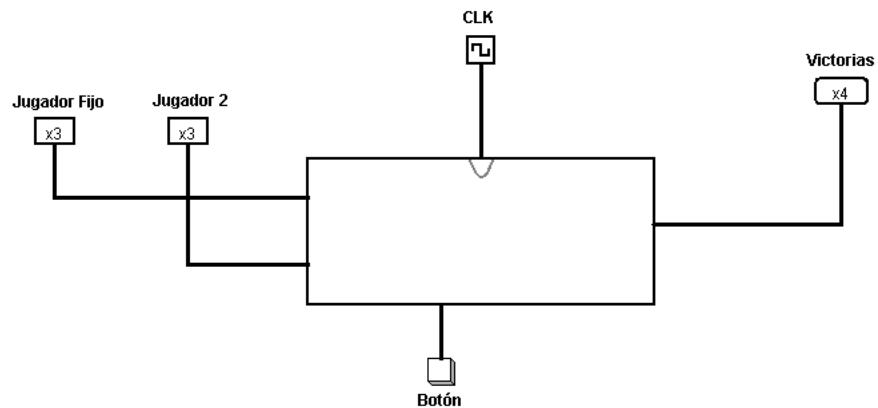


Figura 7: Circuito final

## 4. Resultados

Para comprobar que el circuito efectivamente funciona, probamos con los datos de ejemplo entregados en el enunciado de la tarea:

Competidor Fijo	Competidor de la ronda	Número de Victorias
Tike Myson	Chon Jena	0
Tike Myson	Sun Ku-Wong	1
Tike Myson	Sun Ku-Wong	2
Tike Myson	Black Sword	2
Chon Jena	Tike Myson	1
Chon Jena	Class Joe	2
Chon Jena	Moro Gajima	2
Chon Jena	Moro Gajima	2
Mey Risterio	Mr. Mansand	0

Tabla 1: Datos de ejemplo del enunciado de la tarea

A continuación se muestran los casos de prueba de la tabla 1 funcionando en el circuito:

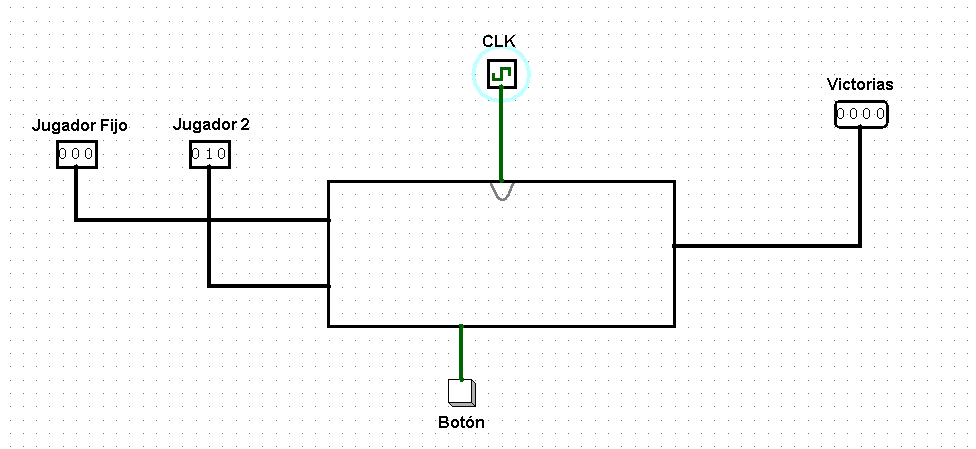


Figura 8: Iteración 1, Tike Myson contra Chon Jena

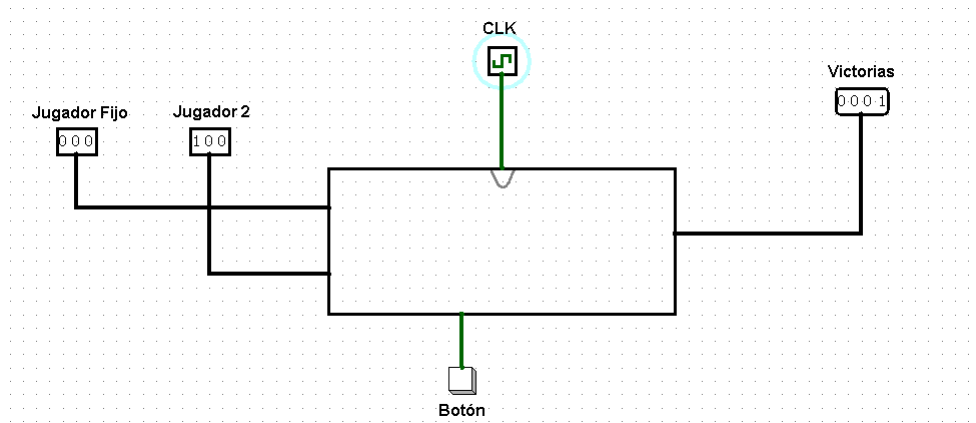


Figura 9: Iteración 2, Tike Myson contra Sun Ku-Wong

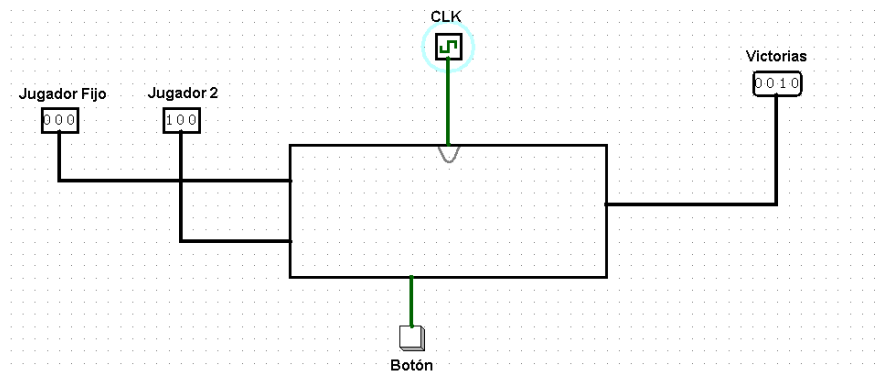


Figura 10: Iteración 3, Tike Myson contra Sun Ku-Wong

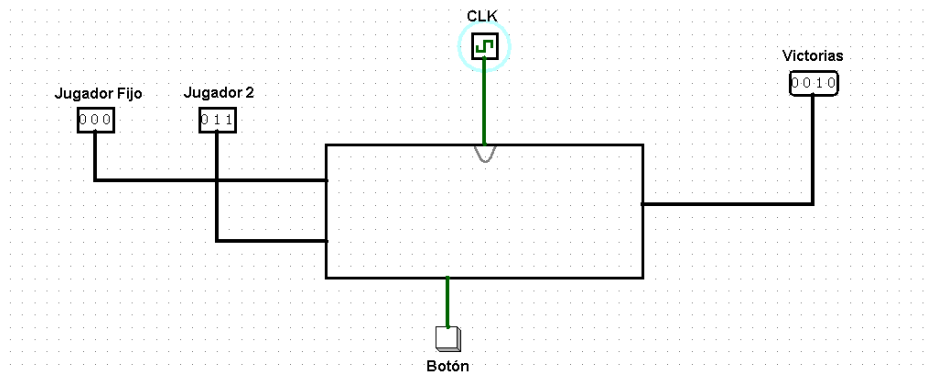


Figura 11: Iteración 4, Tike Myson contra Black Sword

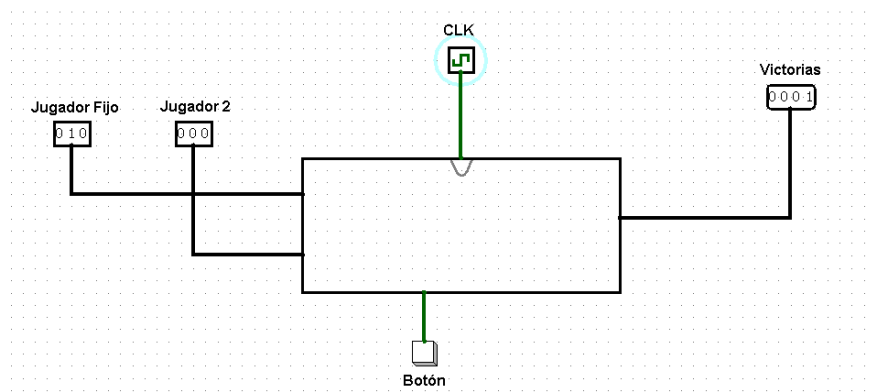


Figura 12: Iteración 5, Chon Jena contra Tike Myson

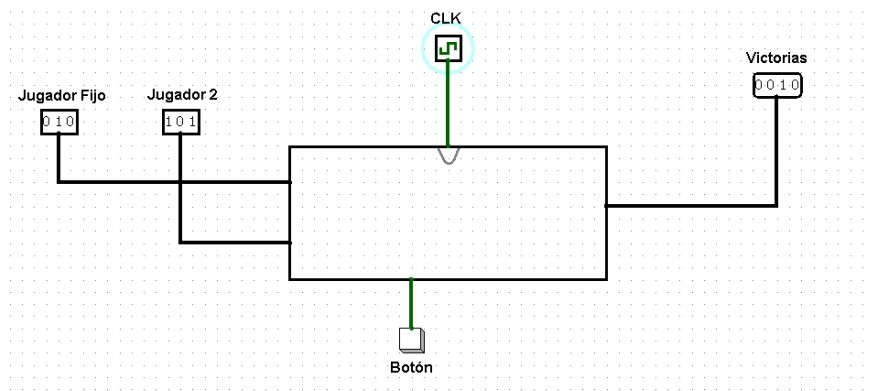


Figura 13: Iteración 6, Chon Jena contra Class Joe

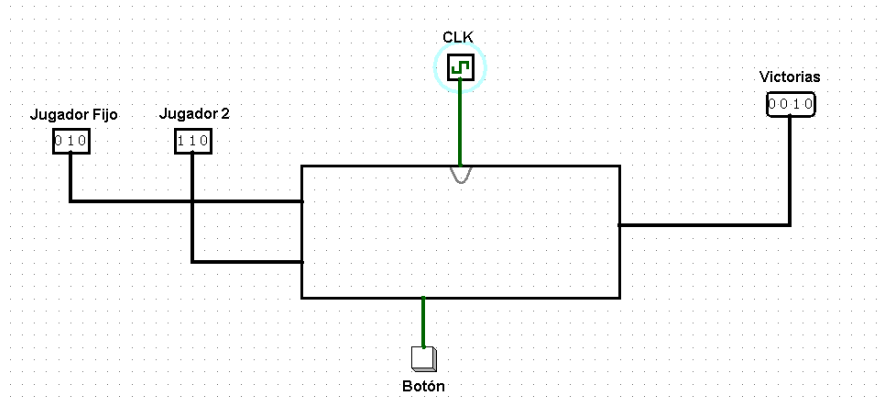


Figura 14: Iteración 7, Chon Jena contra Mr.Mansand

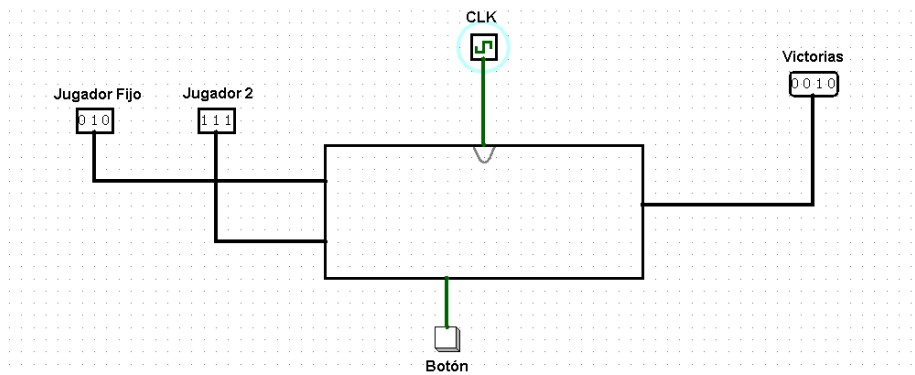


Figura 15: Iteración 8, Chon Jena contra Moro Gajima

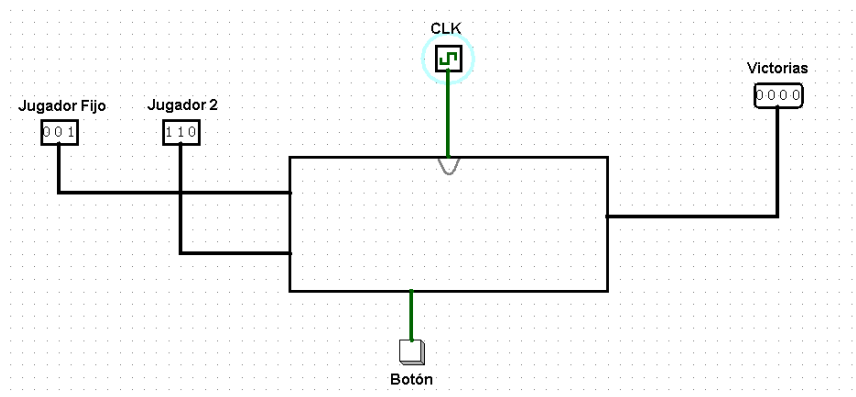


Figura 16: Iteración 9, Mey Risterio contra Mr.Mansand

## 5. Análisis

A continuación se discuten más en detalle los resultados presentados en la sección anterior:

- Prueba 1: Tike Myson vs Chon Jena  $\rightarrow$  Gana Chon Jena

Los números correspondientes a los competidores son 000 y 010 respectivamente, y la salida del circuito es 0, lo cual quiere decir que, como Tike Myson es nuestro jugador fijado y no ganó, la cantidad de victorias es 0, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 2: Tike Myson vs Sun Ku-Wong  $\rightarrow$  Gana Tike Myson

Los números correspondientes a los competidores son 000 y 100 respectivamente, y la salida del circuito es 1, lo cual quiere decir que, como Tike Myson es nuestro jugador fijado y ganó, la cantidad de victorias ahora es 1, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 3: Tike Myson vs Sun Ku-Wong  $\rightarrow$  Gana Tike Myson

Los números correspondientes a los competidores son 000 y 100 respectivamente, y la salida del circuito es 2, lo cual quiere decir que, como Tike Myson es nuestro jugador fijado y ganó, la cantidad de victorias ahora es 2 debido a que ya tenía una acumulada, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 4: Tike Myson vs Black Sword  $\rightarrow$  Gana Black Sword

Los números correspondientes a los competidores son 000 y 011 respectivamente, y la salida del circuito es 2, lo cual quiere decir que, como Tike Myson es nuestro jugador fijado y no ganó, la cantidad de victorias sigue siendo 2, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 5: Chon Jena vs Tike Myson  $\rightarrow$  Gana Chon Jena

Los números correspondientes a los competidores son 010 y 000 respectivamente, es importante notar que nuestro jugador fijo ahora cambió a Chon Jena, por lo que la cantidad de victorias se reinicia a 0, pero como Chon Jena gana la salida del circuito es 1, como bien indica el circuito, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 6: Chon Jena vs Class Joe  $\rightarrow$  Gana Chon Jena

Los números correspondientes a los competidores son 010 y 101 respectivamente, y la salida del circuito es 2, lo cual quiere decir que, como Chon Jena es nuestro jugador

fijado y ganó, la cantidad de victorias ahora es 2 debido a que ya tenía una acumulada, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 7: Chon Jena vs Mr. ManSand  $\rightarrow$  Gana Mr. ManSand

Los números correspondientes a los competidores son 010 y 110 respectivamente, y la salida del circuito es 2, lo cual quiere decir que, como Chon Jena es nuestro jugador fijado y no ganó, la cantidad de victorias ahora es 2 debido a que ya tenía una acumulada, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 8: Chon Jena vs Moro Gajima  $\rightarrow$  Gana Moro Gajima

Los números correspondientes a los competidores son 010 y 111 respectivamente, y la salida del circuito es 2, lo cual quiere decir que, como Chon Jena es nuestro jugador fijado y no ganó, la cantidad de victorias ahora es 2 debido a que ya tenía una acumulada, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

- Prueba 9: Mey Rysterio vs Mr. ManSand  $\rightarrow$  Gana Mr. ManSand

Los números correspondientes a los competidores son 001 y 110 respectivamente, es importante notar que nuestro jugador fijo ahora cambió a Mey Rysterio, por lo que la cantidad de victorias se reinicia a 0, además, como Mr. ManSand gana la salida del circuito es 0, como bien indica el circuito, por lo que el resultado del circuito es consistente con la realidad del caso.

## 6. Conclusión

Tomando en consideración todo lo expuesto anteriormente, se puede decir que el objetivo de la tarea fue logrado, dado que se logró entender la construcción de un circuito secuencial desde 0, con el uso de FMS de tipo Mealy, K-Maps, creación de flip-flop tipo D, y que el actual estado dependa de un estado anterior, como se pudo ver en la acumulación de victorias, todo esto utilizando la herramienta Logisim. Se obtuvieron buenos resultados en la tarea, ya que no falla en ningún caso de prueba. Dado lo anterior, podemos decir que la tarea fue realizada en un 100%.