



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo



Diseño de Sistemas Digitales.
Reporte de práctica: “Máquina de Estados”

Alumnos:

Hernández López Ángel Zait

Lara Reyes Fernando

Morelos Ordóñez Pedro Luis

Profesor. Mujica Ascencio César.

Introducción.

Una máquina de estados, o diagrama de estados es una representación gráfica sobre el comportamiento de un sistema, que cuenta con entradas y salidas. Donde las salidas dependen de las señales de entradas y además de las señales de los estados anteriores. En este tipo de diagramas, un estado se representa con un círculo, y las transiciones entre estados se indican con flechas que a su vez se conectan a los estados y toda máquina de estados tiene un estado de inicio y otro estado de fin.

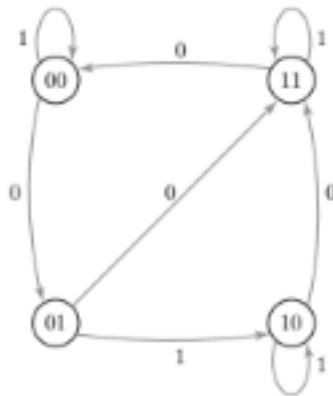


Figura 1

En la figura 1 se muestra un ejemplo de un diagrama de estados, donde a cada estado se le está asignando un nombre, en este caso es un número binario, y a cada transición, un peso o valor para poderse mover de un estado a otro, es decir, si es que estamos en el estado 00, y tenemos un valor de entrada con un valor de 1, entonces, el siguiente estado, o el estado al que nos moveremos, es al estado cero; pero si tenemos un valor de entrada 0, nos moveremos al estado 01 y ahora estaremos posicionados en el estado 01.

Máquina de Mealy.

La “Máquina de Mealy” es una máquina de estados, el cual las salidas están en función de las transiciones. Dado el estado actual q , si llega un valor a la entrada el circuito de lógica/combinacional calcula el estado siguiente y la salida. Cuando llega un estado de subida o bajada del reloj (dependiendo la configuración) se obtiene el siguiente estado. Entonces, podemos decir que esta máquina se expresa de la siguiente forma:

$$MMe = (Q, Ent, Sal, tran, res, q_0)$$

Donde:

Q : es el conjunto de estados,

Ent : es el alfabeto de entrada,

Sal : es el alfabeto de salida,

$tran : Q \times Ent \rightarrow Q$, es la función de transición,
 $res : Q \times Ent \rightarrow Sal$, es la función de respuesta,
 $q_0 \in Q$: es el estado inicial.

Haciendo referencia a la figura 1, si es que queremos pasar de un estado a otro, debemos tener en cuenta que debe cumplir con la sentencia de la transición, es decir, que si estamos en el estado 11 necesitamos un 0 para pasar al estado 00, si es que se cumple esto, las variables de entrada serán las transiciones y a su vez las salidas, es decir, que necesitamos ese 0 para poder pasar al estado siguiente y a su vez, puede que se despliegue un uno a la salida, indicando que es correcta la variable de entrada y se está haciendo la transición.

Máquina de Moore.

La particularidad de este tipo de máquinas, es que en los estados, están las señales de salida que es lo contrario a la máquina de Mealy. Este tipo de máquinas es usado para generar secuencias de conteo ya que requiere menos circuitos combinacionales. Por lo que su estructura se puede expresar de la siguiente forma:

$$MMo = (Q, Ent, Sal, tran, res, q_0)$$

Donde:

Q : es el conjunto de estados,
 Ent : es el alfabeto de entrada,
 Sal : es el alfabeto de salida,
 $tran : Q \times Ent \rightarrow Q$, es la función de transición,
 $res : Q \rightarrow Sal$, es la función de respuesta,
 $q_0 \in Q$: es el estado inicial.

Tomando de nueva cuenta la figura 1, al momento de que en la secuencia se quede en un estado, este tendrá como salida el valor del estado. Por ejemplo, si tenemos dos leds, que representan la salida del estado en el que estamos, al momento de estar en el estado 11 la salida será que ambos leds están encendidos, si es el caso de que se tengan conectados el led en ánodo común.

Desarrollo.

Detector de cadenas

Para el desarrollo del uso de la máquina de Mealy se pidió un detector de cadenas, que cada vez que un bit de la cadena sea correcta, avanzará al siguiente estado, hasta llegar al estado final, que detectará que la cadena ingresada es correcta, y seguirá detectando más cadenas y las irá contando, el conteo en esta práctica se limitó a 15 cadenas, el cual se desplegará en un display de siete segmentos en código hexadecimal. La máquina de estados de este problema se representa de la siguiente forma en la figura 2.

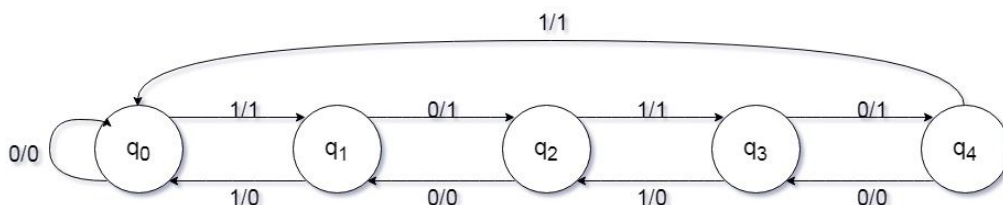


Figura 2

Como podemos observar, la cadena que detecta la máquina de estados es el 10101 que es el número 21 en decimal. Si es correcto el bit, este pasará al siguiente estado y desplegará un uno, el cual representa que es correcto ese bit, si no es así, no desplegará nada y se regresará al estado anterior. Al momento de llegar al estado q4, volverá al estado inicial (q0) y a su vez, ese uno se mostrará en un led y se sumará ese '1' para poder seguir el conteo de cuantas cadenas a detectado esa máquina de estas.

Para la representación de los estados en código VHDL se utilizó el comando type, para crear una variable de tipo estados, que nos representará dentro del código el movimiento de ellos pasando de uno a otro para visualizar los números del dado.

Dado

En el caso de la máquina de Moore, se pidió un dado que fuera del cero al seis con ayuda de máquinas de estados, por ello el uso a este tipo de máquina, que ayuda a hacer una secuencia numérica de una manera más sencilla. Esta consiste en siete estados y catorce transiciones, los cuales en cada estado tiene como salida el número en decimal del dado. Es decir, si está en el estado cero, tendrá el valor de cero en decimal, si está en el estado uno tendrá el valor de uno en decimal y así con los demás estados como se muestra en la figura 3.

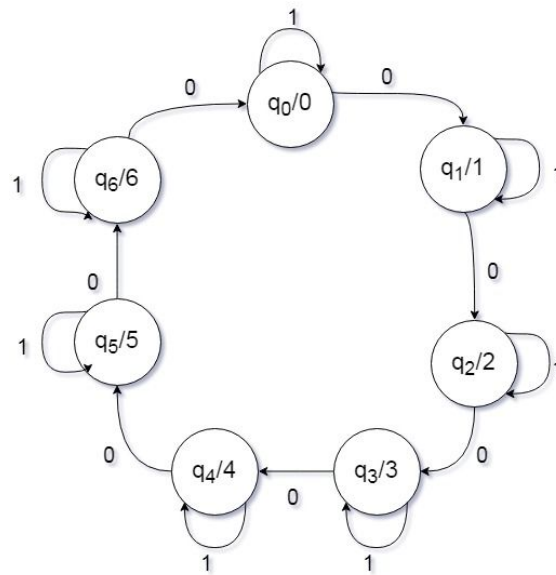


Figura 3

La máquina de estados se estará moviendo de estado a estado con ayuda de un pulso de reloj, y se detendrá hasta que el parámetro de entrada sea accionado. Este parámetro de entrada, que es la selección del estado, se representará físicamente con un push button, que al momento que detecte que está presionado el botón, este se quedará en el último estado en el que la máquina haya quedado.

Para cada estado (como se muestra en la figura 2) se le asigna un número, pero primero se representará con código binario de 3 bits, es decir, el valor de cero estará representado con el código binario 000, el valor de uno como 001, y así respectivamente a su código binario correspondiente.

Ese código binario, se mandará a un decodificador, el cual convertirá los 3 bits en 7 bits, esto para que la señal de salida se mande a un display de 7 segmentos para visualizar el número que se ha seleccionado aleatoriamente y a su vez se visualice como va avanzando el dado estado por estado.

Para la representación de los estados en código VHDL se utilizó el comando type, para crear una variable de tipo estados, que nos representará dentro del código el movimiento de ellos pasando de uno a otro para visualizar los números del dado.

Conclusiones.

En esta práctica se pudo ver un uso diferente a las máquinas de estado. Dependiendo la máquina de estados que se desee, esta puede tener salida en los estados (Moore) o bien que el dato de salida pueda ir en las transiciones (Mealy). Se tuvo varios problemas con la máquina de Mealy, ya que queríamos hacer que por cada bit correcto (transición) se fuera desplazando un bit, que indica que es correcto y a su vez que fuera contando cuantas cadenas correctas ha detectado y que con el botón de limpiado reiniciará el conteo. Para ambos contadores, fue fácil

implementar los estados con la ayuda del atributo type, que nos ayudó a definir un tipo de dato estado, para hacer más fácil el reconocimiento de transiciones entre ellas. La ventaja de la creación de máquina de estados es que el diseño no lleva mucho tiempo y que con el atributo type, se simplifica el hacer este tipo de máquinas.

Bibliografía.

- M. Morris Mano. (2003). Diseño Digital. México: Pearson.
- https://bloganalisis1.files.wordpress.com/2011/01/apuntesdsd10_mealy_moore.pdf
- <http://delta.cs.cinvestav.mx/~gmorales/ta/node49.html>
- <http://delta.cs.cinvestav.mx/~gmorales/ta/node50.html>