

Máquinas de Estado

Frías Rashel, Guanoluisa Fernanda, Gallegos Jorge

mrfrias@espe.edu.ec, cfguanoluisa@espe.edu.ec, jgallegos@espe.edu.ec

Resumen – La utilización de máquinas de estado finitos son un buen instrumento para modelar circuitos digitales con memoria ya que representan el comportamiento de un sistema con entradas y salidas en donde las salidas dependen no solo de las señales de entradas actuales, sino también de las anteriores y sirven de intermediarios en esta relación de entradas y salidas, haciendo que el historial de señales de entrada determine para cada instante un estado para la máquina; de esta forma la salida depende únicamente del estado y las entradas actuales. En base a estos conceptos se pretende realizar el análisis de varios ejercicios que permiten el desarrollo y entendimiento de las tablas de transición para diferentes cadenas de entrada como la creación de los diagramas de estado que describen el comportamiento establecido de forma visual, además del planteamiento de dos problemas aplicados a máquinas de estado finitas.

Palabras clave: Máquinas de Estado, Tablas de Transición, Diagramas de estado.

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realizó el desarrollo de cinco ejercicios propuestos los mismos que fueron analizados, de modo que se pueda conseguir una tabla de transiciones o el diagrama de estados para cada uno.

II. PROCEDIMIENTO

1. Dibuje el diagrama de estados para la máquina de estado finito cuya tabla de estados es la siguiente. Partiendo del estado S0, calcula la salida para la cadena de entrada 1000110.

ESTADOS	TRANSICIÓN		SALIDA	
	ENTRADA		ENTRADA	
	0	1	0	1
S0	S0	S4	1	1
S1	S0	S3	0	1
S2	S0	S2	0	0
S3	S1	S1	1	1
S4	S1	S0	1	0

Figura 1 Tabla de Transición Ejercicio 1.

- Para poder realizar nuestro diagrama de estado debemos guiarnos de nuestra tabla de transición, dibujarla el diagrama e indicar cuál es la entrada del estado siguiente y su correspondiente salida.
- Para calcular la cadena de entrada nos apoyamos de la tabla de transición, empezamos en el estado inicial S0 (morado) en la columna “Transición” nos ubicamos en la subcolumna que tenga el dato que estamos ingresando “1” la celda que corresponda al estado inicial y la columna del dato representa el estado siguiente de nuestra cadena S4 (celeste).
- Luego, nos ubicamos en la Columna salida y de igual forma buscamos la subcolumna que tenga el dato que estamos ingresando, la celda correspondiente nos dará el valor de la salida actual de nuestra tabla.
- Como siguiente paso nos dirigimos al estado siguiente obtenido en la primera transición en nuestro ejemplos S4 (celeste), le asignamos el siguiente dato de entrada “0”, de la misma forma debemos ir a la columna Transición y debemos localizarnos en la subcolumna que tenga el dato que estamos ingresando en este caso ingresamos un “0”, de la misma forma este nos data el estado siguiente S1 (amarillo), por ultimo verificamos en la subcolumna de salida el dato que ingresamos y colocamos la salida del dato actual en la fila salida. Repetimos este procedimiento con todas las entradas de la cadena.
- Con el último estado al no tener una entrada tampoco sabemos que salida tendrá por lo tanto solo dejamos indicado el estado siguiente que la tabla nos devuelve.

ESTADOS	TRANSICIÓN		SALIDA	
	ENTRADA		ENTRADA	
	0	1	0	1
S0	S0	S4	1	1
S1	S0	S3	0	1
S2	S0	S2	0	0
S3	S1	S1	1	1
S4	S1	S0	1	0

Figura 2 Resolución Ejercicio 1

2. Dibuje el diagrama de estados para la máquina de estado finito cuya tabla de estados es la siguiente. Partiendo del estado inicial s_0 , calcula la salida para la cadena de entrada abbccc.

Estados	Transición			Salida		
	Entrada			Entrada		
	a	b	c	a	b	c
s_0	s_0	s_3	s_2	0	1	1
s_1	s_1	s_1	s_3	0	0	1
s_2	s_1	s_1	s_3	1	1	0
s_3	s_2	s_3	s_0	1	0	1

Figura 3 Tabla de Transición Ejercicio 2.

- Para el diagrama de este ejercicio se debe tener en cuentas las mismas consideraciones del primer ejercicio. Y para calcular la cadena de entrada abbccc debemos apoyarnos en la tabla de transición El primer estado es S_0 y cuando toma el valor de “a” su salida correspondiente es “0” y el estado siguiente es S_0 , nos posicionamos en la fila que tenga S_0 , cuando este estado toma el valor de b su salida correspondiente es “1” y el estado siguiente que genera es S_3 , repetimos el procedimiento con todos los estados hasta que llegamos al estado final el cual solo se deja indicado ya que no tenemos una entrada y por lo tanto no podemos calcular su salida solo sabemos que será el estado siguiente.

3. Halle la tabla de estados para la máquina de estado finito cuyo diagrama de estados es

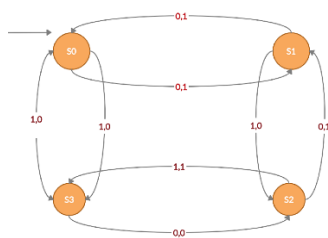


Figura 4 Diagrama de Estados ejercicio 3

- Para obtener la tabla de transiciones, se debe tener en cuenta cual es el estado de inicio. En este caso S_0 , será el primer estado entonces colocamos en el primer casillero de estados de nuestra tabla de transiciones

- A continuación, vemos que sucede con las flechas, tanto las que salen como las que ingresan ya que nos indicarán a que estado debemos dirigirnos.

- Para colocar los estados actuales debemos tener en cuenta los valores que están en el medio de las flechas ya que serán los estados actuales es decir los que irán en nuestra tabla.

4. Construya una máquina de estado finito que modele una máquina expendedora de bebidas que acepta monedas de 5, 10 y 20 centavos. La máquina acepta monedas hasta que se introducen 25 centavos y devuelve cualquier cantidad que supere los 25 céntimos. Entonces, el cliente puede pulsar los botones y elegir una bebida de cola (G), cerveza (C) o agua (A).

Para el desarrollo de esta máquina de estados se estableció en primer lugar la siguiente codificación para las monedas ingresadas:

MONEDAS			
M2	M1	M0	Valor
0	0	0	0 ctvs.
0	0	1	5 ctvs.
0	1	0	10 ctvs.
1	0	0	20 ctvs.

Figura 5 Codificación para las monedas

Cada moneda podrá ser ingresada siempre y cuando se entregue el flanco correspondiente al reloj para el desarrollo del circuito establecido.

Partiendo de esto se analizaron todos los posibles estados que intervienen en el funcionamiento de la máquina de bebidas:

A: Cero centavos: 000

B: Cinco centavos: 001

C: Diez centavos: 010

D: Quince centavos: 011

E: Veinte centavos: 100

F: Veinte y cinco o más centavos: 000 Siendo este punto el reinicio de la máquina y la entrega de la bebida.

Además, se tendrá a disposición dos displays de visualización para el cambio y la bebida que muestran C y B respectivamente dependiendo del valor de monedas que se haya ingresado.

SALIDAS	
C: ENCENDIDO 1	B: ENCENDIDO 1
Hay cambio	Hay bebida
C: APAGADO 0	B: APAGADO 0
No hay cambio	No hay bebida

Figura 6 Ejercicio Salidas

Sin embargo, además de la entrega de bebida el enunciado propone la selección entre una gaseosa,

Para poder establecer todos estos puntos se realizó una tabla de variables de estado presente y próximo junto con sus salidas determinadas:

5. Construya una máquina de estados finito que modele un circuito de riego automático como el mostrado en la figura. El circuito deberá accionar la bomba en las siguientes condiciones:

a. El circuito accionará la bomba solamente cuando la tierra esté seca, pero antes debe comprobar las siguientes condiciones:

i. Para evitar que la bomba se estropee por funcionar en vacío, nunca se accionará la bomba cuando el depósito de agua esté vacío.

ii. Si hay restricciones en el riego (época de verano), sólo se podrá regar de noche.

iii. En el resto del año (si no hay restricciones) se podrá regar de día y de noche (si la tierra está seca).

b. Para la implementación del circuito se dispone de las siguientes entradas:

S: Señal que indica si la tierra está seca: Tierra seca: **S=1**; Tierra húmeda: **S=0**

R: Señal que indica si hay restricciones en el riego (es verano): Hay restricciones: $R=1$ No hay restricciones: $R=0$

D: Señal que indica si es de día o de noche: Día: D=1;
Noche: D=0

V: Señal que indica si el depósito de agua está vacío:
Vacío: V=1; Hay agua: V=0

**c. Y la salida B, que accionará la bomba para regar:
Bomba funcionando: B=1; Bomba apagada B=0.**

- Para la realización de la tabla de transición de estos ejercicios partimos de la condición de que la bomba solo funcionará cuando la tierra esté seca. En este caso realizamos el análisis y se llegó a determinar que cuando la tierra este húmeda nuestra máquina de estados permanecerá en el mismo lugar y cuando esté seca se moverá al siguiente estado en este caso es si existe o no existe restricción.

- Para el caso del estado de la restricción se tomó en cuenta que cuando no hay restricción la maquina regresara al estado inicial y si existe restricción solo se regara cuando sea de noche o dependa de que tenga la variable D.

- Para el caso del estado D se consideró que cuando sea de noche el estado siguiente será si existe o no existe restricción, de eso dependerá si funciona o no la bomba. el otro valor que puede tomar D es cuando es de día. Para este caso se tomó en cuenta que la bomba solo funciona si el tanque está lleno para que no se estropee.

- Por último, el estado V representa si el tanque de agua está lleno o vacío, cuando el tanque está lleno el funcionamiento de la bomba dependerá de si el suelo está seco o húmedo. ara cuando el tanque este vacío se quedará en el mismo estado debido a que una de las condiciones establecidas es que la bomba no debe funcionar si el tanque está vacío.

1. *Diagrama de estados para la máquina de estado finito, y salida para la cadena de entrada 10001110.*



2. Diagrama de estados para la máquina de estado finito, y salida para la cadena de entrada abbec.

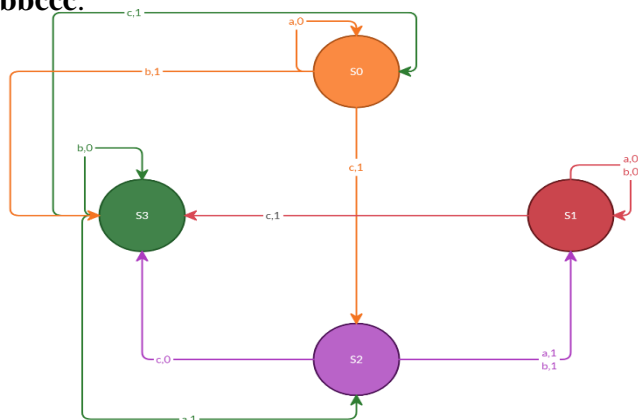


Figura 11 Diagrama de estado, ejercicio 2

Entrada	a	b	b	c	c	c	—
Estado	S0	S0	S3	S3	S0	S2	S3
Salida	0	1	0	1	1	0	—

Figura 12 Tabla con la Salida para abbec.

3. Tabla de estados para la máquina de estado finito con el diagrama de la figura 4.

Entrada	Transición		Salidas	
	Entradas	Entradas	Entradas	Entradas
S0	0	1	0	1
S1	S1	S3	1	0
S2	S0	S2	1	0
S3	S1	S3	1	1

Figura 13 Tabla de estados

4. Máquina de estado finito que modele una máquina expendedora de bebidas.

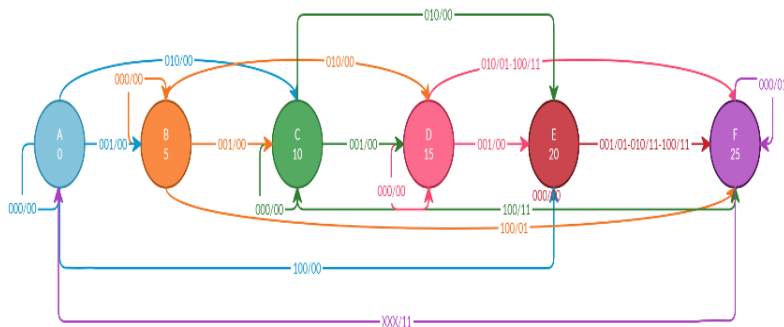


Figura 14 Diagrama de Estado, ejercicio 4

5. Máquina de estados finito que modele un circuito de riego automático.

ESTADO	TRANSICIÓN				SALIDA			
	ENTRADA				ENTRADA			
	000	001	010	100	000	001	010	100
A	A	B	C	E	00	00	00	00
B	B	C	D	F	00	00	00	01
C	C	D	E	F	00	00	00	01
D	D	E	F	F	00	00	01	11
E	E	F	F	F	00	01	11	11
F	A	A	A	A	01	11	11	11

Figura 15 Tabla de Transición, ejercicio 5

IV. CONCLUSIONES

- Las máquinas de estados facilitan la visualización de diferentes procesos sin generar conflicto alguno, se conoce el estado anterior y el estado próximo al que pasará la máquina, dando ocasión a tener una maquina más extensa ya que solo se agrega un nuevo estado conteniendo un proceso diferente.
- Analizando cada Diagrama de estado se entiende el funcionamiento de los ejercicios pues estos nos muestran el conjunto de estados por lo que el proceso evaluado en cada ejercicio esta atravesando.
- Cada ejercicio tiene una tabla diferente ya que las entradas y salidas son distintas y para armar la tabla de transiciones, se debe tener en cuentas el estado actual como otro tipo de entradas y en las salidas siempre se incluye el siguiente estado y las diferentes salidas que puedan existir.
- El ejemplo realizado en la aportación nos permite visualizar como el diseño de circuitos digitales se simplifica aún más teniendo en cuenta a las máquinas de estado, siendo otra opción para el diseño de circuitos digitales.

V. REFERENCIAS

- <https://www.tecbolivia.com/index.php/articulos-y-tutoriales-microcontroladores/13-introduccion-a-las-maquinas-de-estado-finito>
- https://bloganalisis1.files.wordpress.com/2011/01/apuntesdsd10_mealy_moore.pdf
- <https://espe28.monday.com/boards/673079331/>

Autores

Frías Cajas Melanie Rashel
Guanoluisa Analuisa Cynthia Fernanda
Gallegos Medrano Jorge Antonio
Estudiantes de pregrado
Ing. Telecomunicaciones