

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

22.12 - ELECTRÓNICA III

Trabajo Práctico N°3

Grupo 4

| | |
|------------------------|-------|
| BERTACHINI, Germán | 58750 |
| GALDEMAN, Agustín | 59827 |
| LAGUINGUE, Juan Martín | 57430 |

Profesores:
DEWALD, Kevin
WUNDES, Pablo



PRESENTADO EL 14 DE NOVIEMBRE DE 2019

Índice

| | |
|---------------------------------|----------|
| Ejercicio 1 | 2 |
| Introducción | 2 |
| Implementación | 3 |
| Ejercicio 2 | 4 |
| Introducción | 4 |
| Implementación | 5 |
| Asignación de estados | 6 |
| Mapas de Karnaugh | 6 |
| Circuito resultante | 6 |
| Simulación | 7 |
| Experimental | 7 |
| Ejercicio 3 | 8 |
| Implementación | 9 |

Ejercicio 1

Introducción

En este ejercicio se plantea una máquina de estados para controlar la carga de un tanque de agua mediante la utilización de dos bombas independientes.

La cátedra solicita una implementación mediante una máquina de Moore, la cual se caracteriza porque las salidas no dependan de las entradas. Estas últimas servirán para realizar cambios de estado y controlar el flujo general de la máquina. Por otro lado, cada estado tendrá asociado una salida. La implementación característica de una máquina de Moore se presenta a continuación:

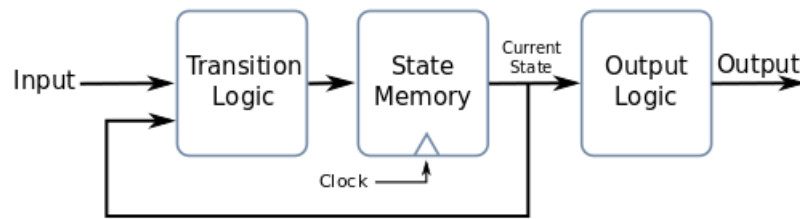


Figura 1: Máquina de Moore

Los sensores S e I ubicados en la parte superior e inferior del tanque respectivamente, actuarán como las entradas de la máquina de estado, su valor será 1 al detectar agua y 0 en caso contrario. Para la implementación se utilizarán cuatro estados los cuales indicarán el estado de funcionamiento de las bombas como se muestra en la tabla (??).

Para representar dichos estados son necesarios dos bits, como dichos bits representarán el estado de las bombas, los estados coincidirán con las salidas de la máquina de Moore.

| Estado | Q_1 | Q_0 |
|--------|-------|-------|
| A | 0 | 0 |
| B | 0 | 1 |
| C | 1 | 0 |
| D | 1 | 1 |

Tabla 1: Estados utilizados

Donde dichos estados representan:

- A: Ninguna bomba está encendida
- B: La bomba 0 está encendida
- C: La bomba 1 está encendida
- D: Ambas bombas están encendidas

A continuación, se representa el diagrama de estados y la tabla de transiciones de nuestra máquina.

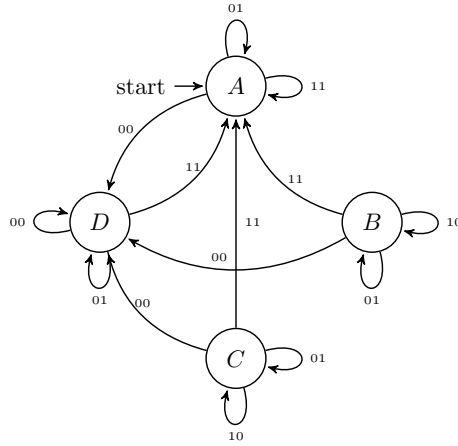


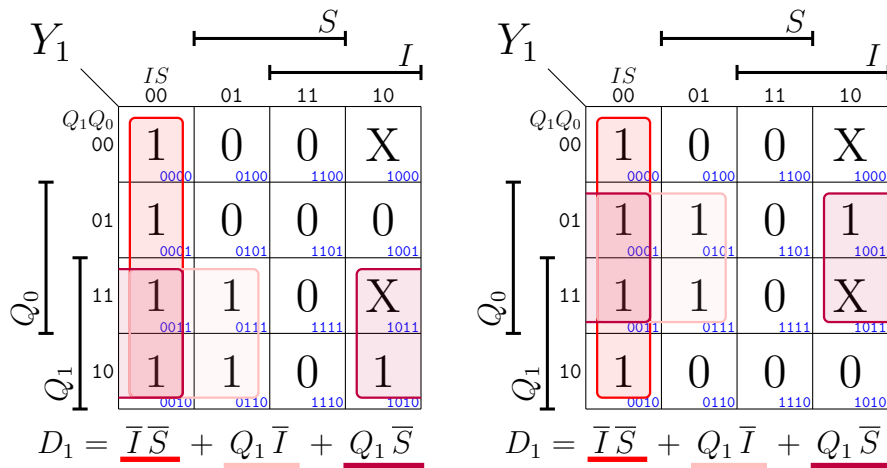
Figura 2: Diagrama de estados

| Estado Actual | S=0 | | S=1 | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| | I=0 | I=1 | I=0 | I=1 |
| A | D | A | X | A |
| B | D | B | B | A |
| C | D | C | C | A |
| D | D | D | X | A |

Tabla 2: Tabla de transiciones

Desarrollando las tablas obtenmos los siguientes Karnaugh:

Implementación



Dando como resultado los siguientes circuitos:

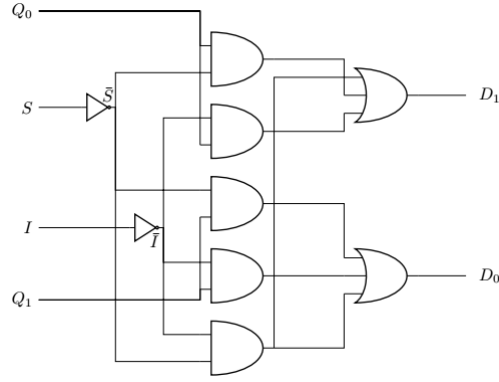


Figura 3: Transiciones Caso I

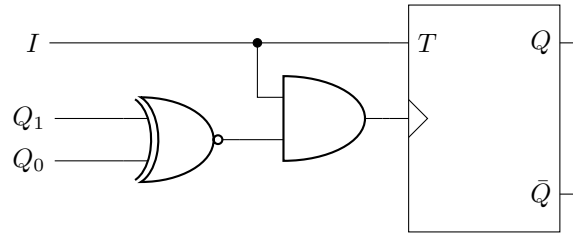


Figura 4: Transiciones Caso II

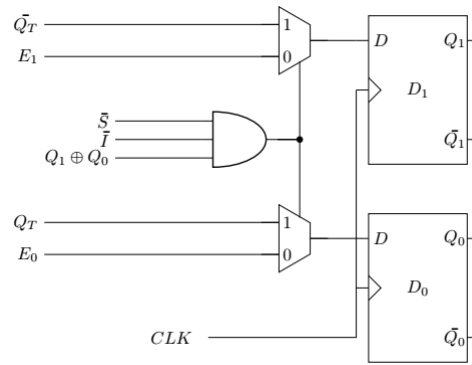


Figura 5: Diagrama de estados

Ejercicio 2

Introducción

En esta sección desarrollaremos el diseño de una máquina de estados de Mealy capaz de reconocer la secuencia 1-1-0-1, enviada de forma serial y una vez reconocida la secuencia, obtendremos una salida de encendido. Mientras que, en el caso contrario

tendremos una salida apagada.

La misma consiste en 4 estados, un default que va a ser el estado donde siempre va a volver en caso de error y 3 estados de transición. El estado default va a ser el estado inicial de la misma.

A continuación podemos observar el diagrama de la misma:

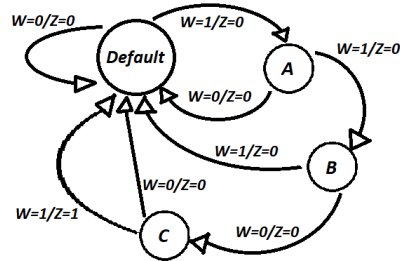


Figura 6: Diagrama de estados

En donde Z es la salida, W es la entrada y las flechas indican hacia donde se realiza la transición así como bajo qué valor de la entrada sucede la misma.

De la figura 6 podemos obtener la siguiente tabla de estados:

Tabla 3: Tabla de estados

| Estado Actual | Estado siguiente | | Salida | |
|---------------|------------------|---------|---------|---------|
| | $W = 0$ | $W = 1$ | $W = 0$ | $W = 1$ |
| Default | Default | A | 0 | 0 |
| A | Default | B | 0 | 0 |
| B | C | Default | 0 | 0 |
| C | Default | Default | 0 | 0 |

Implementación

Para implementar una máquina de Mealy utilizamos el siguiente circuito secuencial genérico:

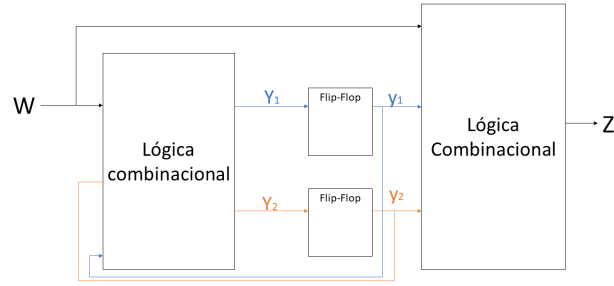


Figura 7: Circuito genérico

Asignación de estados

Por último, se realiza la asignación de los estados dando lugar a la siguiente tabla:

Tabla 4: Tabla de estados asignados

| Estado Actual | Asignado del estado actual y_2y_1 | Estado siguiente | | Salida | |
|---------------|--|------------------|----------|---------|---------|
| | | $W = 0$ | $W = 1$ | $W = 0$ | $W = 1$ |
| | | Y_2Y_1 | Y_2Y_1 | | |
| Default | 00 | 00 | 01 | 0 | 0 |
| A | 01 | 00 | 10 | 0 | 0 |
| B | 10 | 11 | 00 | 0 | 0 |
| C | 11 | 00 | 00 | 0 | 1 |

Mapas de Karnaugh

A partir de la tabla 4 se obtienen los siguientes mapas de Karnaugh:

$$Y_1$$

| | | | | | |
|-----|----------|-------|-----|-----|-----|
| | | y_1 | | | |
| | y_2y_1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| W | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | 000 | 010 | 110 | 100 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | 001 | 011 | 111 | 101 |

$$Y_1 = \underline{\overline{y_1} \overline{y_2} W + \overline{y_1} y_2 \overline{W}}$$

$$Y_2$$

| | | | | | |
|-----|----------|-------|-----|-----|-----|
| | | y_1 | | | |
| | y_2y_1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| W | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | 000 | 010 | 110 | 100 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 001 | 011 | 111 | 101 |

$$Y_2 = \underline{\overline{y_1} y_2 \overline{W} + y_1 \overline{y_2} W}$$

$$Z$$

| | | | | | |
|-----|----------|-------|-----|-----|-----|
| | | y_1 | | | |
| | y_2y_1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| W | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 000 | 010 | 110 | 100 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | 001 | 011 | 111 | 101 |

$$Z = \underline{y_1 y_2 W}$$

Circuito resultante

Para la realización del circuito utilizamos los Flip-Flop D debido a que poseen una relación directa con las variables de estado y_i y Y_i . Donde las variables $y_i = Q_i$, pero cabe mencionar que esto es equivalente para todos los distintos tipos de Flip-Flop y $Y_i = D_i$ que es exclusivo del mismo. Finalmente, a partir de los mapas de Karnaugh

anteriormente mostrados, surge el siguiente circuito:

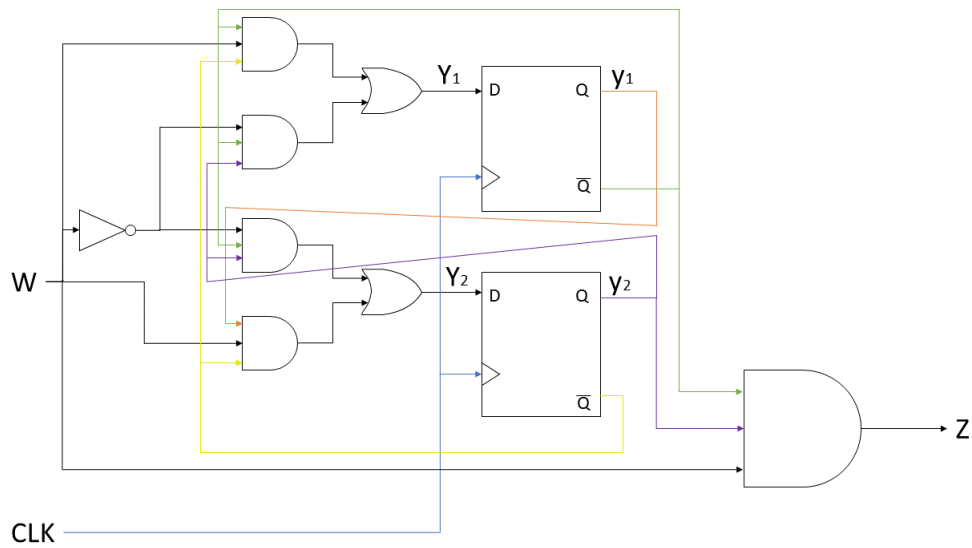


Figura 8: Circuito genérico

Simulación

Luego, se generó la correspondiente simulación en Verilog, el cual nos brinda el comportamiento ideal del mismo. Esto dio lugar al siguiente resultado:

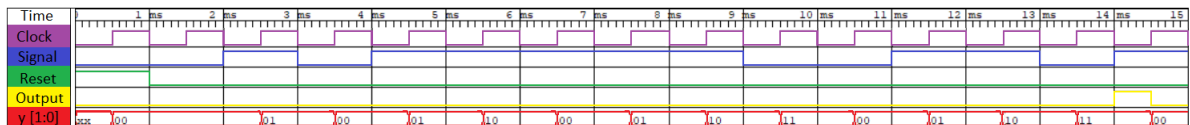


Figura 9: Circuito genérico

Experimental

Finalmente, se realizó la implementación en PBC de lo obtenido en las anteriores subsecciones dando a lugar los siguientes resultandos:

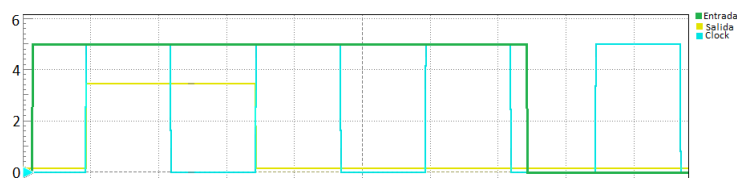


Figura 10: Lo visualizado en el osciloscopio

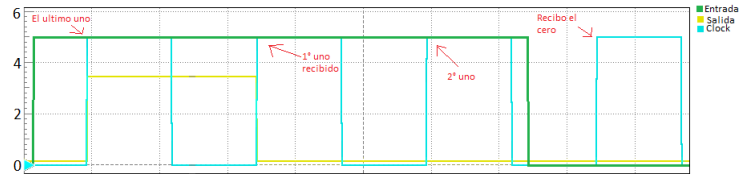


Figura 11: Lo obtenido explicado

Cabe mencionar que las imágenes fueron editadas para tener un mejor entendimiento y realizar una mejor exposición sobre las mismas. Además, todas las mediciones fueron obtenidas por medio del analog discovery.

Ejercicio 3

| Estado | Q_1 | Q_0 |
|--------|-------|-------|
| A | 0 | 0 |
| B | 0 | 1 |
| C | 1 | 0 |

Tabla 5: Estados utilizados

| Estado Actual | Entrada | | Salida S |
|---------------|---------|-----|-------------|
| | X=0 | X=1 | |
| A | A | B | 0 |
| B | A | C | 1 |
| C | A | C | 0 |

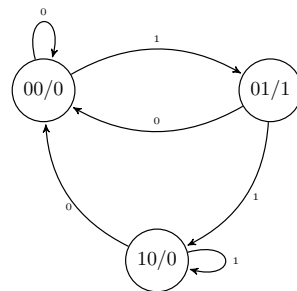


Figura 12: Diagrama de estados

Implementación

D_1

| | | | | | |
|-------------|---------|-----|-----|-----|--|
| | $Q_0 X$ | | X | | |
| | 00 | 01 | 11 | 10 | |
| Q_1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 000 | 010 | 110 | 100 | |
| \bar{Q}_1 | 0 | 1 | X | X | |
| | 001 | 011 | 111 | 101 | |

$$D_1 = \underline{Q_0 X} + \underline{Q_1 X}$$

D_0

| | | | | | |
|-------------|---------|-----|-----|-----|--|
| | $Q_0 X$ | | X | | |
| | 00 | 01 | 11 | 10 | |
| Q_1 | 0 | 0 | X | 0 | |
| | 000 | 010 | 110 | 100 | |
| \bar{Q}_1 | 1 | 0 | X | 0 | |
| | 001 | 011 | 111 | 101 | |

$$D_0 = \underline{\bar{Q}_1 \bar{Q}_0 X}$$

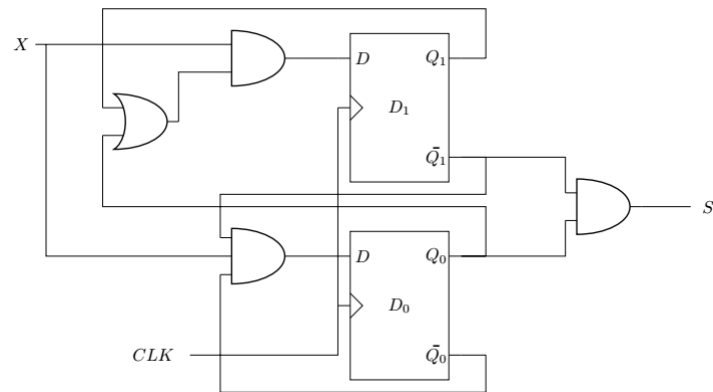


Figura 13: Transiciones Caso II