

CIDEAD.2º BACHILLERATO. Tecnología Industrial II

Tema 3.- Circuitos Secuenciales

Desarrollo del tema.-

- **1. Introducción.**
- **2. La tabla de las fases.**

CIDEAD.2º BACHILLERATO. Tecnología Industrial II

Tema 3.- Circuitos Secuenciales

1. Introducción.

Los circuitos **secuenciales** son aquellos que la señal digital de salida depende de los valores de la entrada y de la influencia exterior .

2. Los circuitos secuenciales. Sus aplicaciones.

Un circuito secuencial es capaz de memorizar el estado de las entradas y convertirlo en un estado propio del sistema. El valor de salida del sistema en un instante dado, no depende solamente de las señales INPUT , sino también de la información interna.

En un instante dado t , si las entradas son E_t , las variables internas son Q_t , el comportamiento de la salida será :

$S_t = f_1 (E_t , Q_t)$, es el valor de la salida en un instante dado

$S_{t+\Delta t} = f_2 (E_t , Q_t)$, es el valor de la salida en un instante posterior.

Las señales internas Q son señales lógicas que guardan información de las entradas anteriores. Para almacenar esta información, se necesitan una serie de **células o celdas de memoria** que reciben el nombre de **biestables** , pudiendo almacenar indefinidamente y en ausencia de estímulos exteriores, uno o dos estados estables, que representa una variable interna .

Los circuitos secuenciales pueden ser **asíncronos o síncronos**.

Un circuito **secuencial es asíncrono** cuando los **cambios** de estado tienen lugar cuando están **presentes las entradas adecuadas**.

Un circuito posee **sincronía** cuando los cambios de estado tienen lugar cuando junto a las **señales de entrada** , se produce la transición de una cierta señal compartida por todos los **biestables** del sistema, sincronizando el movimiento. Esta señal, recibe el nombre de reloj (clock) y es siempre simétrica.

Los microprocesadores y los circuitos de un PC, son secuenciales **síncronos** . Si un ordenador posee la velocidad de 1,8 Ghz , la frecuencia del reloj puede ejecutar 1800 millones de ciclos en un segundo.

4. La tabla de las fases.

La tabla de fases es una forma sencilla de representar el funcionamiento de un circuito digital para después implementarlo o transformarlo en puertas lógicas.

Se va a construir la tabla de fases para un dispositivo formado por una lámpara, que sirve de actuador, que se encuentra gobernada por dos pulsadores. El primer pulsador, el A, enciende la lámpara y así permanecerá encendida indefinidamente. El segundo pulsador, el B, apaga la lámpara manteniéndose apagada indefinidamente. Un pulsador se encontrará activo, en estado 1 y no activo

CIDEAD.2º BACHILLERATO. Tecnología Industrial II

Tema 3.- Circuitos Secuenciales

con el 0

Las combinaciones posibles serían de cuatro:

00	01	11	10	Salida
----	----	----	----	--------

Cuando los dos pulsadores se encuentran activados (11), no se podrá deducir nada respecto a la salida y se podría prescindir de esta combinación.

Los estados estables que se colocarían en las restantes filas serían :

Estado 1 .- Los dos pulsadores desactivados . La lámpara se encontraría apagada (0)

Estado 2 .- Pulsador A (de encendido) activado. La lámpara encendida.(1)

Estado 3.- Pulsador B (de apagado) activado. La lámpara se encontrará apagada (0)

Estado 4.- Ningún pulsador se encuentra activo. La lámpara se encontrará encendida (1)

Para pasar de un estado a otro, es necesario una transición. La transición se representa por el estado sin sombrear . En cada fila se representan las transiciones y el estado estable(sombreado). Cuando un estado no se puede conseguir, se representa mediante un guión .

De un estado estable 1 se puede pasar al estado 2, pulsando A o al 3, pulsando B . Esa sería la estructura de la primera fila de la tabla. Para construir la segunda fila, se parte del estado 4 hasta el estado 2. El estado 1 y 4, aunque la información de la entrada es (00) la salida es diferente debida a la memoria del circuito secuencial.

Al existir cuatro posibles estados, el número de filas de la tabla será de cuatro:

00	01	11	10	Salida
①	3	–	2	0
4	–	–	②	1
1	③	–	–	0
④	3	–	2	1

La tercera columna no afecta para nada al comportamiento del circuito(los dos pulsadores no pueden estar activados a la vez) .

Esta tabla de fases se puede reducir de la siguiente manera:

Como se aprecia, las filas una y cuatro, presentan la misma combinación de entradas, pero diferentes salidas ; Si $S_t = f_1 (E_t, Q_t)$ en donde se diferencia son en la variable Q_t ; en los estados uno y tres, poseen la misma combinación de entradas y la misma salida , por lo que la variable interna Q , se encuentra sin modificar.

La reducción de la tabla de fases será aquella que cada línea de la nueva tabla será una combinación diferente de las variables internas.

Se puede determinar que las líneas de la tabla de fases son reducibles si en las mismas filas y columnas aparecen los mismos números o si aparecen guiones.

Cuando en una línea exista una o dos transiciones y un guión , en la reducida aparecerá el valor de la transición . Si hay un estado estable y una transición, o estable y guión, se representará el

CIDEAD.2º BACHILLERATO. Tecnología Industrial II

Tema 3.- Circuitos Secuenciales

estado estable. En el caso de existir dos guiones, aparecerá un guión. La reducción de la tabla de fases será:

00	01	11	10	Salida
①	③	–	2	0
④	3	–	②	1

Una vez que se construye la tabla de fases, establecemos la tabla de verdad, que relaciona todas las variables del circuito:

	A	B	Q_t	$Q_{t+\Delta t}$	Salida
①	0	0	0	0	0
④	0	0	1	1	1
③	0	1	0	0	0
3	0	1	1	0	X
2	1	0	0	1	X
②	1	0	1	1	1

Para cada combinación de entradas, la variable interna que puede tomar dos valores, obteniéndose una salida y una variable interna nueva $Q_{t+\Delta t}$, dando un estado estable o una transición.

El estado estable 1 (primera fila), se produce por una combinación de entradas (00), permaneciendo la lámpara apagada 0.

Las transiciones (filas 4 y 5) presentan una salida indiferente X, por ser transitorias. Se producirá una variación en un tiempo muy corto evolucionando a un estado estable.

Si se toma como entradas los estados AB y como la variable interna Q, es posible obtener una reducción de Karnaugh

El mapa obtenido para $Q_{t+\Delta t}$ será :

AB \ Q_t	00	01	11	10
0	0	0	X	1
1	1	0	X	1

Y para la salida S_t será :

CIDEAD.2º BACHILLERATO. Tecnología Industrial II

Tema 3.- Circuitos Secuenciales

$Q_t \backslash AB$	00	01	11	10
0	0	0	X	X
1	1	X	X	1

Dado que los términos X son indiferentes y pueden ser sustituidos por 0 o por 1, según convenga, en la primera tabla, si las X = 0 , se obtiene :

$$Q_{t+\Delta t} = Q_t \cdot \overline{B} + A \cdot \overline{B} = \overline{B} (Q_t + A)$$

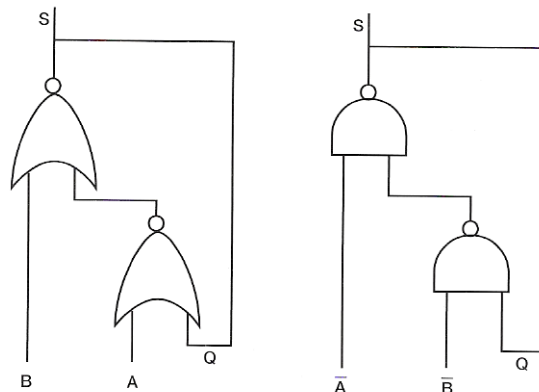
En el caso que los términos X fuesen 1 , se obtiene :

$$Q_{t+\Delta t} = A + Q_t \cdot B$$

Para el mapa de S_t será :

$$S_t = Q_t$$

Los circuitos utilizados son los siguientes:



$S_t = f_1 (E_t , Q_t)$; las salidas son función de las entradas y del estado interno.

$Q_{t + \Delta t} = f_2 (E_t , Q_t)$ El estado interno se actualiza en el instante de tiempo inmediatamente posterior donde las entradas E_1 , son A y B .

CIDEAD.2º BACHILLERATO. Tecnología Industrial II
Tema 3.- Circuitos Secuenciales