

LA LOGICA DIGITAL EN EL DISEÑO DE CIRCUITOS PARA CONTROLAR CARGAS ELÉCTRICAS

CIRCUITO PARA CONTROLAR EL PARO Y ARRANQUE DE UN MOTOR ELÉCTRICO

José Alfredo Colín Ávila

Los circuitos de conmutación pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de señales que reciben, de manera general la lógica digital se divide en dos grandes áreas de estudio, la ***lógica combinatoria*** en la que no existe retroalimentación y la ***lógica secuencial*** que considera la retroalimentación de las señales de salida como señales de entrada, en esta última los señores F. J. Hill y G. E. Peterson hacen una clasificación de este tipo de circuitos, que llaman: circuitos en modalidad de reloj, circuitos en modalidad de pulso y circuitos en modalidad de nivel.

En la búsqueda de una metodología para diseñar y corroborar los desarrollos de lenguajes intuitivos como son los diagramas de escalera (lenguaje gráfico) y el de lista de instrucciones (Lenguaje tipo texto) usados ahora en Controladores Lógicos, es que se ha apoyado para ello en las herramientas que proporciona el diseño lógico a través de los circuitos en modalidad de pulso.

Este documento es el primero de una serie de 3 que de manera simple muestra como se usan estas herramientas, para diseñar circuitos para controlar cargas eléctricas cuya operación es del tipo todo o nada.

Ejercicio 1

Se tienen dos botones de contacto momentáneo Normalmente Abiertos (NA), que se denominarán **"A"** y **"P"** respectivamente, quienes controlan la operación de un motor eléctrico, de forma que cuando se pulsa el botón **"A"** el motor arranca y se detiene cuando se pulsa el botón **"P"**.

Cuando este problema se observa desde el punto de vista de la lógica digital, se aprecia que se puede ubicar en la modalidad de un circuito secuencial, y en particular como un circuito que es posible analizar en la modalidad de pulso, pues las señales **"P"** y **"A"** tienen este comportamiento, envían pulsos.

Es evidente que este circuito contiene dos estados, el primero cuando el motor está detenido, al que se le llamará q_0 , y el segundo cuando está en operación, al que se le llamará q_1 . Siempre que se tiene la señal **"P"** el circuito va al estado q_0 (motor detenido), y siempre que se tiene la señal **"A"** el circuito pasa al estado q_1 (motor en funcionamiento). Para el estado q_0 se asocia la salida **"Z₀"** quien toma el valor de **"0"** (señal de salida para detener el motor) y para el estado q_1 se asocia la

LA LOGICA DIGITAL EN EL DISEÑO DE CIRCUITOS PARA CONTROLAR CARGAS ELÉCTRICAS
CIRCUITO PARA CONTROLAR EL PARO Y ARRANQUE DE UN MOTOR ELÉCTRICO

salida Z_1 quien toma el valor de "1" (señal de salida para arrancar el motor). La forma de representar estas situaciones en los estados es q_i/Z_i .

Considerando lo expuesto en el párrafo anterior, el diagrama de estados es el que se muestra, en la **FIGURA 1** a continuación:

Donde $0/0$ es equivalente de escribir a $q_0/Z=0$; y $1/1$ es equivalente a $q_1/Z=1$

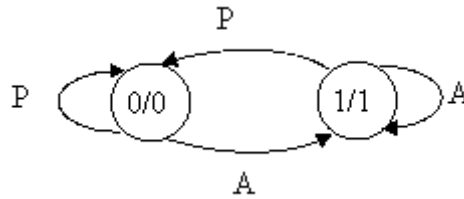


FIGURA 1 DIAGRAMA DE ESTADOS PARA CONTROLAR LA OPERACIÓN DE PARO Y ARRANQUE DE UN MOTOR ELÉCTRICO.

La tabla de estado asociada al diagrama de estado de la figura uno, se construye como se muestra en la **FIGURA 2**.

q^v	A	P	Z^v
0	1	0	0
1	1	0	1
	q^{v+1}		

FIGURA 2 TABLA DE ESTADOS CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA DE ESTADO DE LA FIGURA 1.

En esta tabla q^v es el estado presente, q^{v+1} es el estado siguiente y Z^v es la salida asociada al estado presente.

El desarrollo de este tipo de modalidad de circuitos secuenciales está basado en los Flip Flops R-S, de manera que la cantidad de estados siempre está asociado al número que proporciona 2^n , y donde n indica el número de Flip Flops requeridos, así para dos estados se requiere un Flip Flop, para cuatro estados se requiere de 2 Flip Flops y así sucesivamente.

En este caso se requiere de un solo Flip Flop, para continuar con el desarrollo debe de apoyarse en una tabla denominada de transición, **FIGURA 3**, que considera los estados presente y estados siguientes de la evolución del circuito, y para llenarla se debe basar en la tabla de excitación del Flip Flop de tipo R-S, **FIGURA 4**, la que nos permitirá asignar el valor que las entradas del circuito, que corresponderán a las variables de entrada **A**, y **P**, que requieren para que este transite entre los estados definidos por el diagrama de estado.

Q	S		R	
	A	P	A	P
0	1	0	0	X
1	X	0	0	1

FIGURA 3 TABLA DE TRANSICION DEL CIRCUITO.

Q	Q ^t	S	R
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

FIGURA 4 DIAGRAMA DE EXCITACION DE UN FF R-S.

Para el llenado de la tabla de transición se hace de la siguiente manera:

Se inicia considerando columnas para las señales **A** y **P** y para cada entrada del Flip - Flop, ver tabla de transición de la **FIGURA 3**, en estas columnas se anotan los valores que se deben tener en las entradas **S** y **R** del Flip Flop, para que logre transitar de un estado presente al estado siguiente que se pretende tenga el circuito. Así para cuando el estado **q^v** tiene el valor de **0**, al recibir la señal **A**, ver tabla de estado de la **FIGURA 2**, el circuito debe transitar al estado **1**, condición se tiene en segundo renglón de la tabla de excitación del Flip Flop, ver **FIGURA 4**, por lo que se debe escribir **1** y **0** en el renglón que corresponde a **Q=0** y que se cruza con las columnas que corresponden a **A** en cada una de las entradas **S** y **R**. Esto se interpreta así: para que el Flip Flop que está en el estado presente **0**, pase al estado siguiente que es **1**, debe escribirse un **1** en la entrada **S** y un **0** en la entrada **R**, en el lugar correspondiente a la variable **A**, ver tabla de transición de la **FIGURA 3**.

Cuando el circuito debe transitar del estado presente **0** al estado siguiente **0**, ver tabla de estado **FIGURA 2**, condición que correspondiente a la presencia de señal de la variable **P** y que corresponde al primer renglón en la tabla de excitación del Flip Flop, los valores que debe tener **S** y **R** deben ser **0** y **X** respectivamente, valores que se anotan en las posiciones que corresponden al estado **Q=0** en la columna de la variable **P**.

Al proseguir de esta forma se llena por completo la tabla de transición, una vez que se ha concluido esta etapa, se procede a obtener las expresiones booleanas aquí se puede usar los principios de operación de los mapas de Karnaugh. Las variables de salida son **S** y **R**, las variables de entrada son **A**, **P** y **Q**, donde **Q** es la salida del Flip Flop **R S**, en el término resultante estas últimas variables estarán asociadas por la operación lógica AND, como minterminos.

Para obtener la expresión para la entrada **S** del Flip Flop, se revisa las columnas correspondientes a **Q**, **A** y **P** y se aprecia que la variable **P** tiene en toda la columna el valor **0**, por lo que se debe eliminar y no estará presente en el término resultante, este estará compuesto entonces por **A** y **Q** solamente, Para la variable **A** se aprecia que si se considera el estado de no importa como **1**, toda la columna tendrá el valor **1**, al considerar a la variable **Q**, y usar el principio de reducción que se maneja en la técnica de los mapas de Karnaugh, **Q** se elimina. Por lo que la expresión booleana queda de la siguiente forma:

$$S = A$$

Si se hace el tratamiento similar para la entrada **R** del Flip Flop, la expresión resultante es:

$$R = P$$

El diagrama lógico se presenta en la **FIGURA 5**.

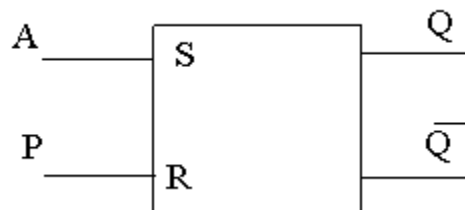


FIGURA 5 DIAGRAMA LÓGICO DEL CIRCUITO SOLUCIÓN DEL PROBLEMA PLANTEADO.

Esta es otra técnica para diseñar circuitos que pertenecen a la teoría de conmutación como es el caso de los diagramas de escalera y lista de instrucciones.

REFERENCIAS

Hill, Peterson Teoría de Conmutación y Diseño Lógico, Ed. Limusa