



FACULTAD DE INGENIERÍA



Cartas ASM

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



Carta ASM es el algoritmo de una máquina de estados representado en forma gráfica.

Las cartas ASM son una forma de diagrama de flujo, con la diferencia que las Cartas ASM cambian de estado en cada pulso de reloj (son síncronas) y un diagrama de flujo cambia de proceso cuando termina la tarea correspondiente (son asíncronos)

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



NOTACIÓN DE LA CARTA ASM

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



REPRESENTACIÓN DE ESTADOS

El estado de una máquina de estados es la memoria de la historia pasada, suficiente para determinar las condiciones futuras.

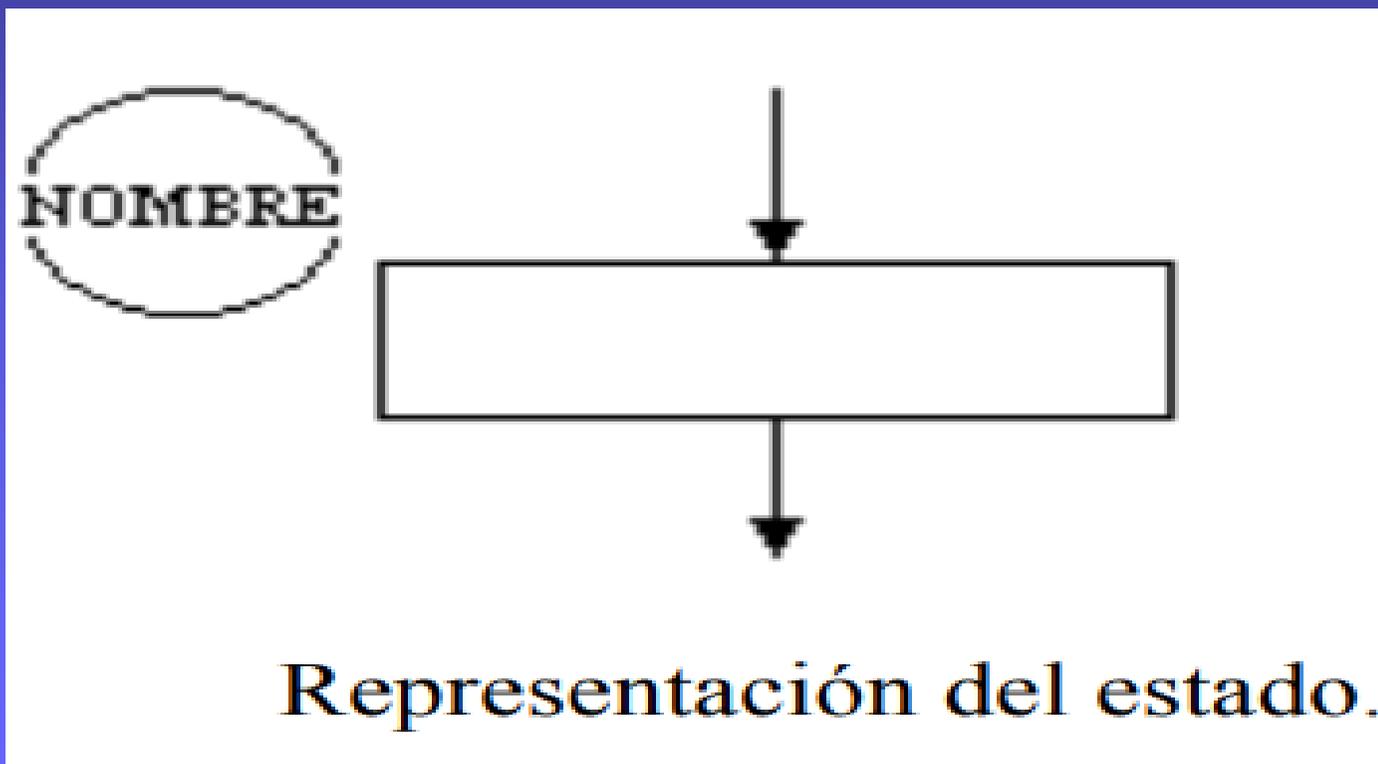
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



En la siguiente figura se muestra la representación del estado. Un estado se representa con un rectángulo y con su nombre simbólico en el extremo superior, encerrado en un círculo.





FACULTAD DE INGENIERÍA



REPRESENTACIÓN DE DECISIONES

Las decisiones permiten seleccionar el camino que el algoritmo de la máquina de estados debe tomar de acuerdo a la variable o variables de entrada evaluadas

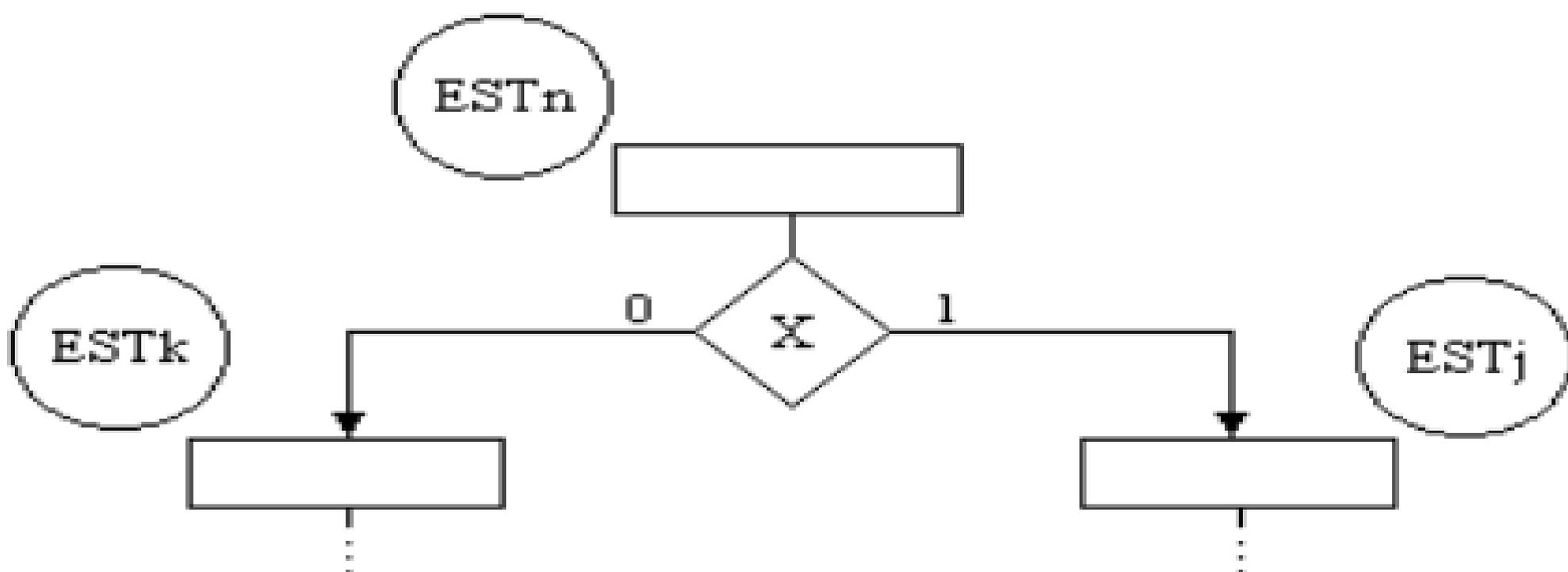
M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



Las decisiones se representan mediante un rombo con el nombre de la variable de entrada a sensor o una función que evalúe el conjunto variables de entrada.





FACULTAD DE INGENIERÍA



REPRESENTACIÓN DE SALIDAS

Salidas NO condicionales.

Sirven para indicar la activación de una variable de salida. Para representarlas, se escriben dentro del rectángulo de estado, únicamente los nombres de las variables de salida que se activan en ese estado

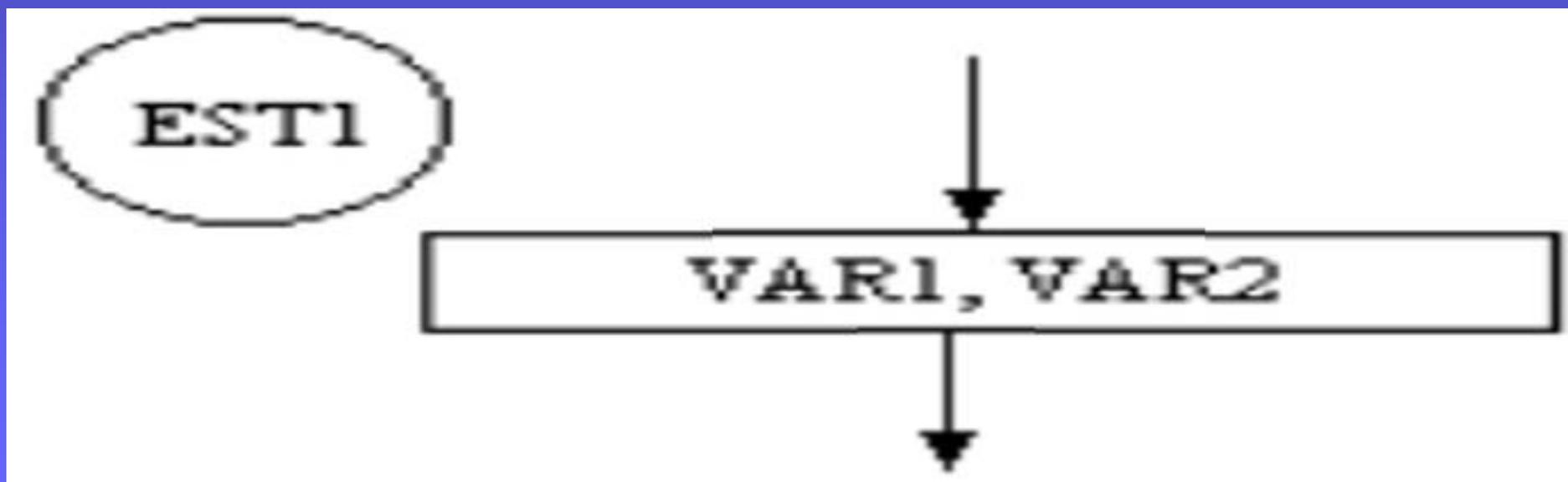


FACULTAD DE INGENIERÍA



Salidas NO condicionales.

Las salidas no condicionales no dependen de las variables de entrada, sólo dependen del estado actual. La siguiente figura muestra la activación de las salidas no condicionales VAR1 y VAR2 en el estado EST1.



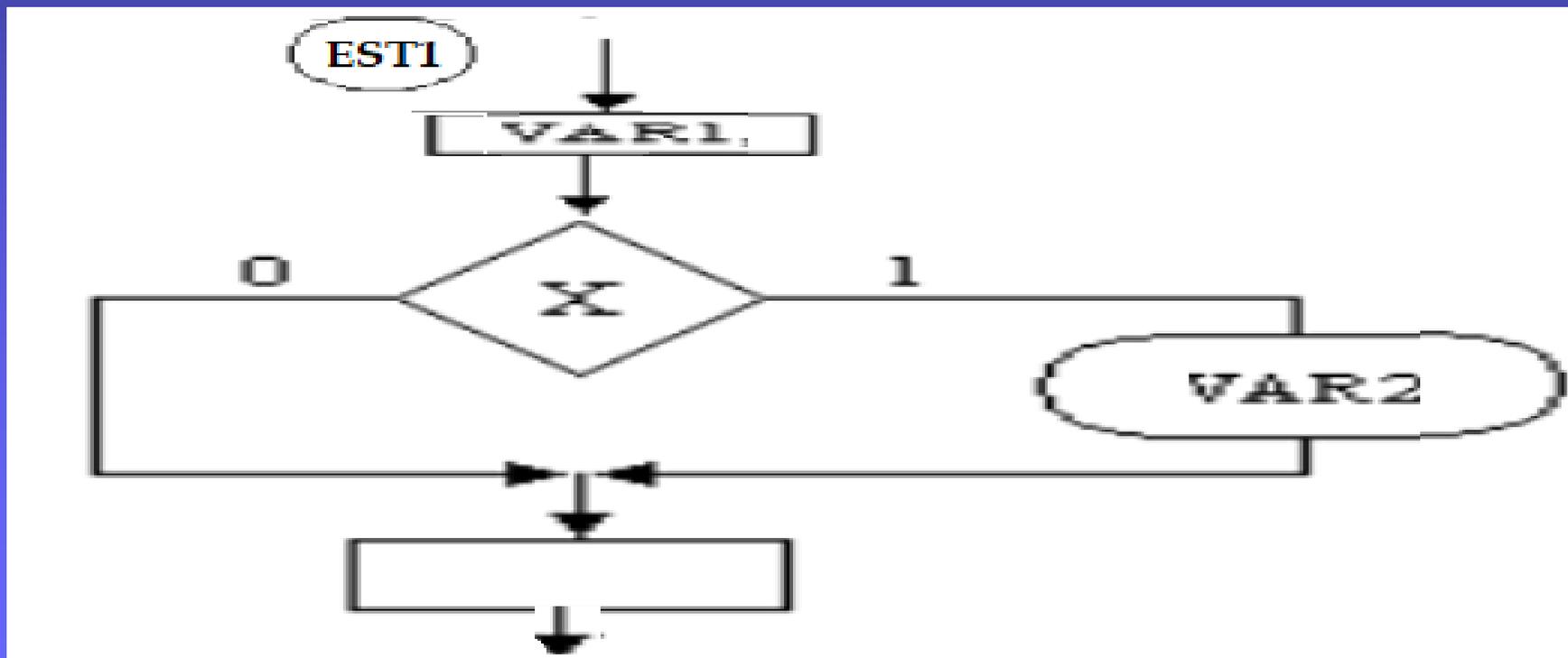


FACULTAD DE INGENIERÍA



Salidas condicionales.

Estas salidas se presentan solamente cuando ciertas condiciones de entrada existen. Se representan con un óvalo y los nombres de las salidas condicionales dentro de él.



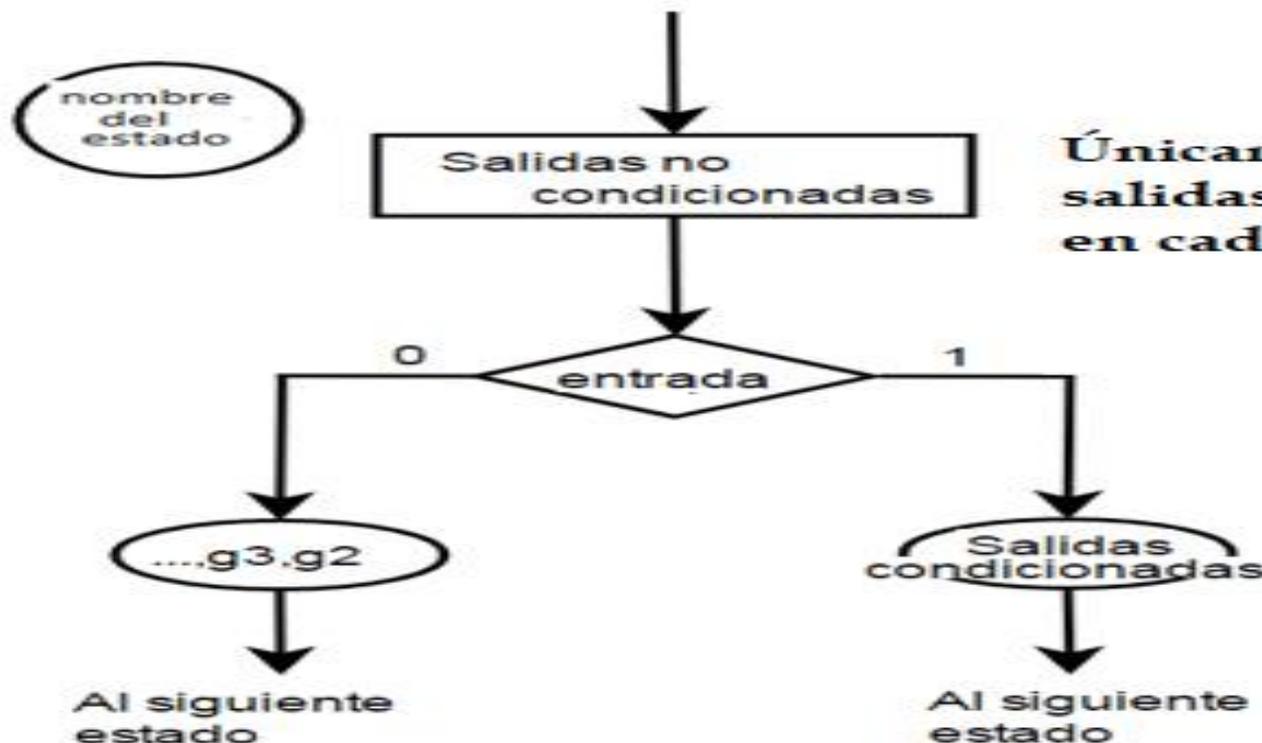


FACULTAD DE INGENIERÍA

Carta ASM



Las cartas ASM son una forma de diagrama de flujo, con la diferencia que las Cartas ASM cambian de estado en cada pulso de reloj (son síncronas) y un diagrama de flujo cambia a otro estado cuando termina la tarea correspondiente (son asíncronos)



Únicamente se anotan las salidas que sean activadas en cada estado



FACULTAD DE INGENIERÍA



EJEMPLOS DE CARTAS ASM

EJEMPLO 1

ESPECIFICACIONES

Diseñe un dispositivo que genere cierta secuencia binaria sólo cuando la variable INICIO sea igual a uno. Además esta secuencia dependerá del valor de la entrada X.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



Si $X=0$ la secuencia binaria que se genera es la siguiente: 11, 10, 01,

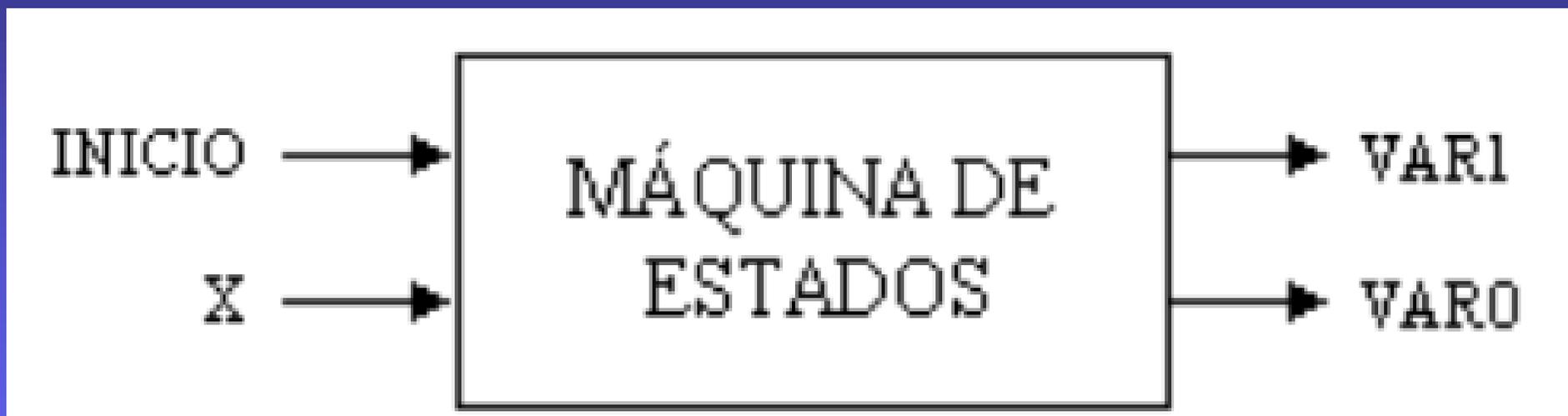
por el contrario, si $X=1$ la secuencia binaria es: 01, 10, 11.

Considere que cada pareja binaria se genera con un ciclo de reloj de diferencia.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez

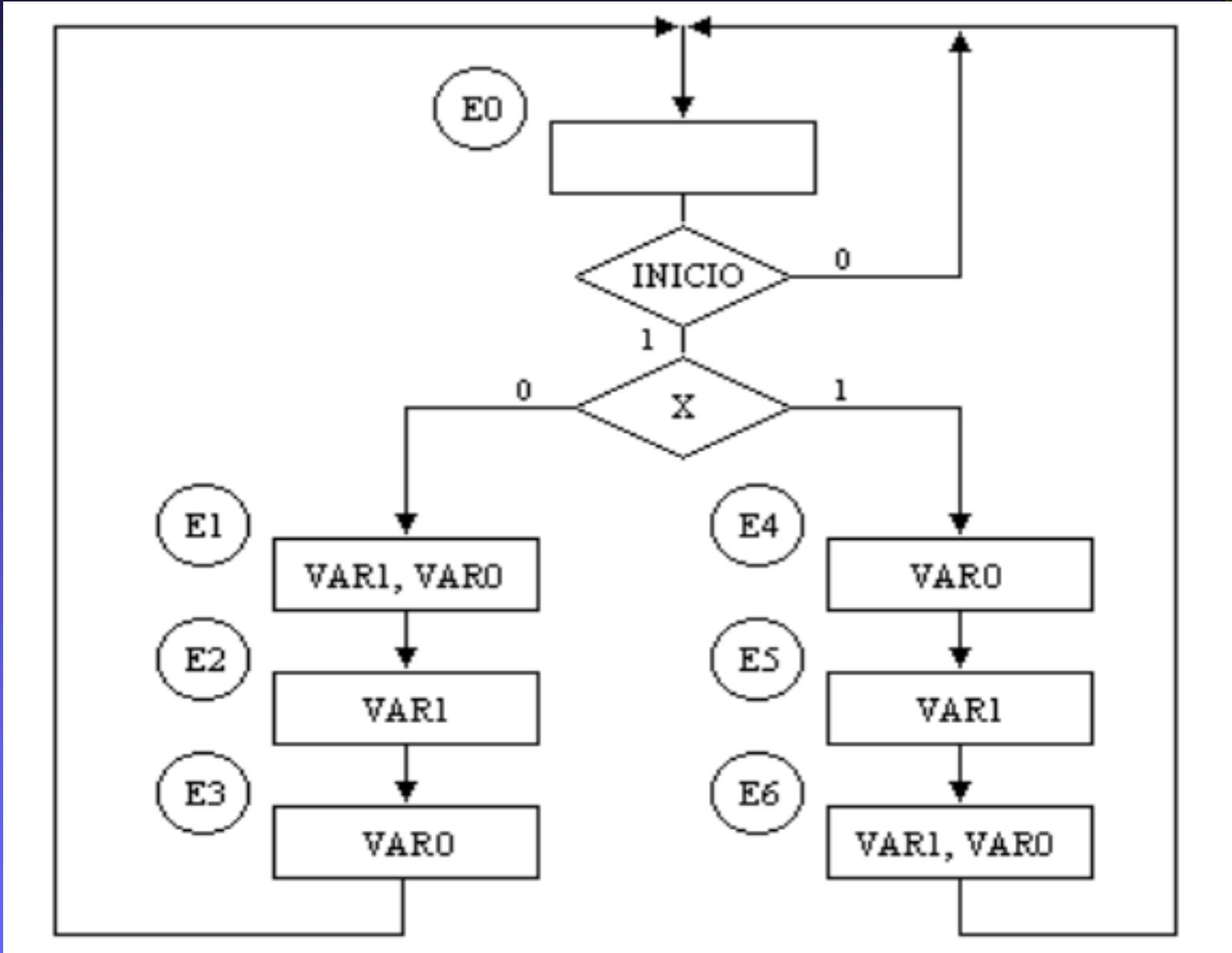


Diagrama de bloques





Carta ASM





FACULTAD DE INGENIERÍA



EJEMPLO 2

Especificaciones:

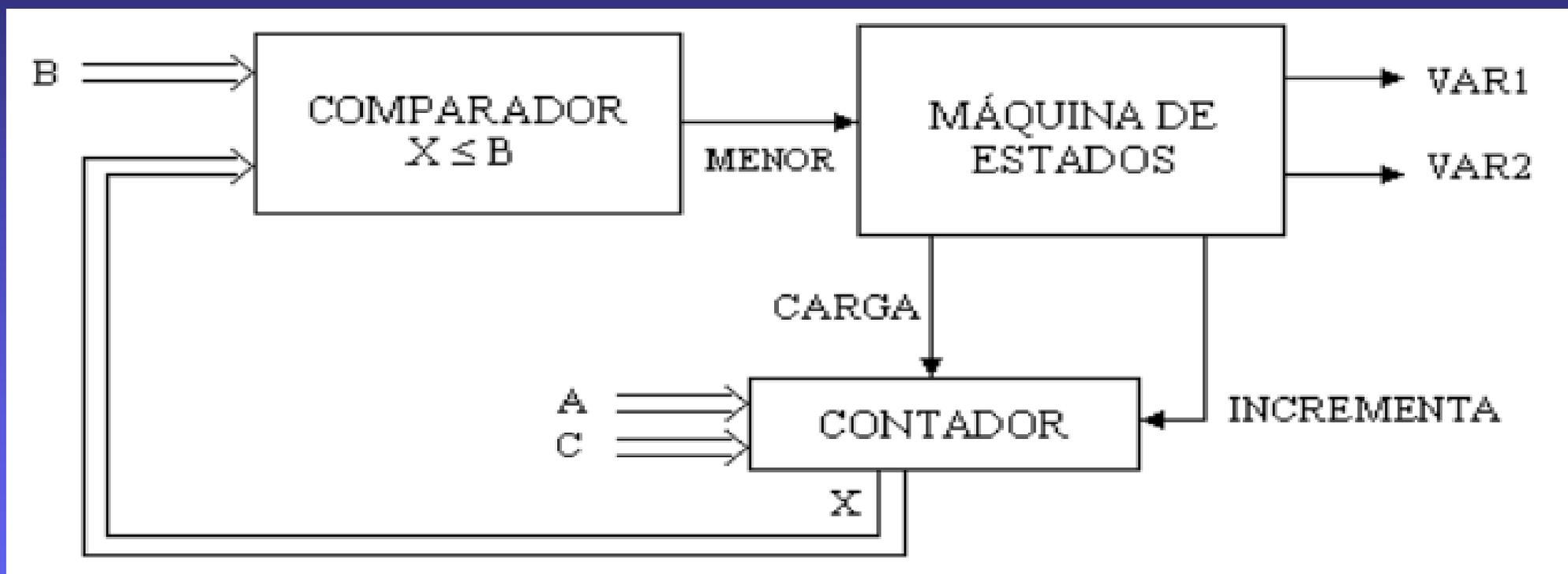
Convertir el siguiente código en lenguaje 'C' a una carta ASM.

```
for (x = a; x ≤ b; x = x + c) { var1 = 1; var2 = 0; } var1 = 0;
```

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



Diagrama de bloques





FACULTAD DE INGENIERÍA



Se utiliza un contador para cargar el valor inicial de X o incrementar su valor en C unidades. La activación de la señal CARGA inicializará el valor de X con A , mientras que la activación de la señal INCREMENTA incrementará el valor de X en C unidades.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA



También se cuenta con un comparador que evalúa la condición $X \leq B$. Si X es menor o igual a B , el resultado es la activación de la señal MENOR, en caso contrario, la señal MENOR permanece en cero.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



FACULTAD DE INGENIERÍA

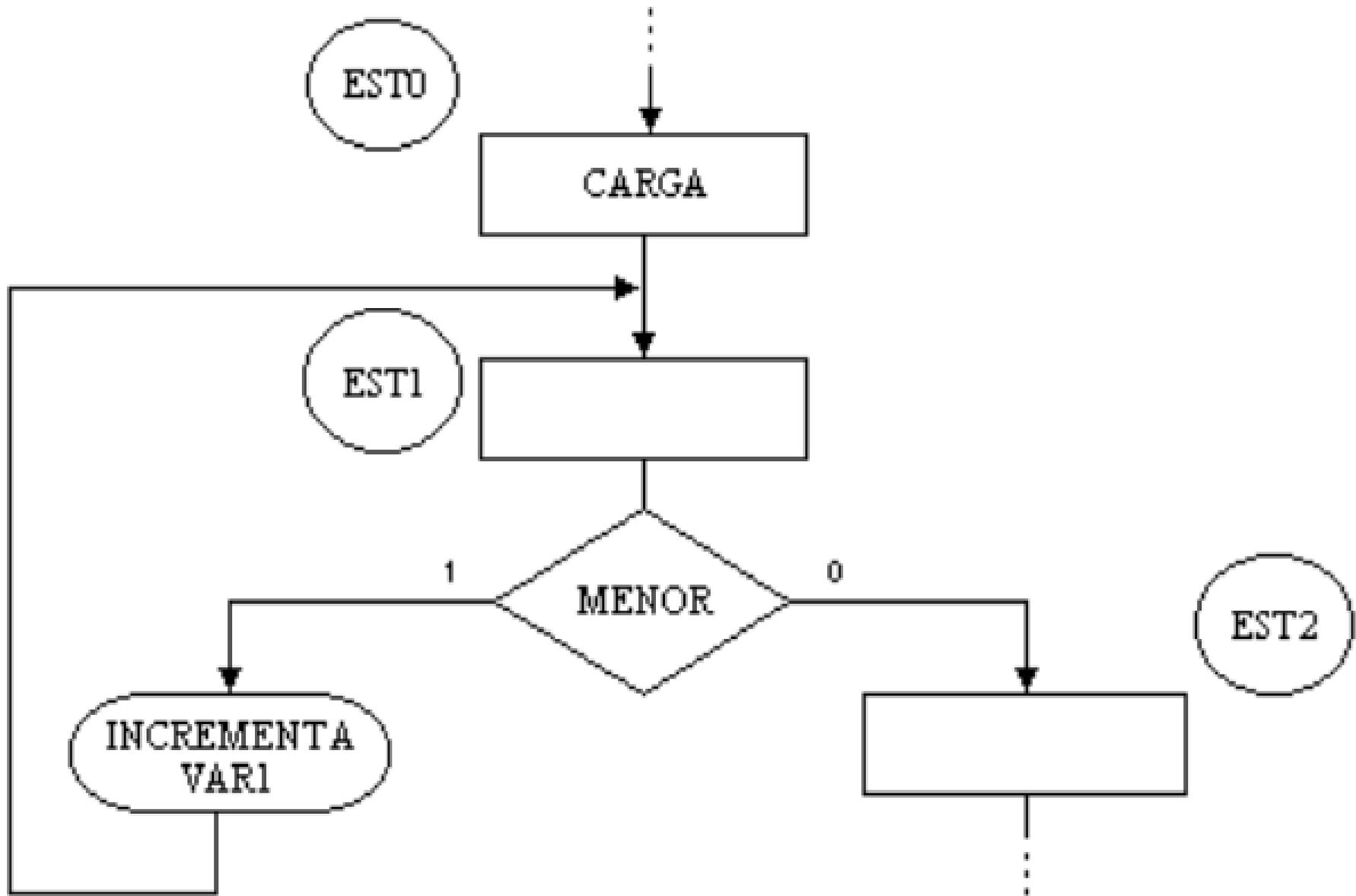


En el estado EST0 se activa la señal CARGA con el fin de cargar en el contador el valor inicial de X. En el estado EST1 se pregunta por la variable de entrada MENOR, si ésta es igual a cero, la condición $X \leq B$ es falsa. Si MENOR es igual a uno, la condición es verdadera y por tanto, son activadas las señales INCREMENTA y VAR1 como salidas condicionales.

M.I. Norma Elva Chávez Rodríguez



Carta ASM





EJEMPLO 3

Especificaciones:

Convertir el siguiente código en lenguaje 'C' a una carta ASM.

```
while( x==0 ) { var5 = 1; var2 = 1;  
if( z==0 ) { x = 1; var5 = 0; } } var5 = 0;  
var2 = 0;
```



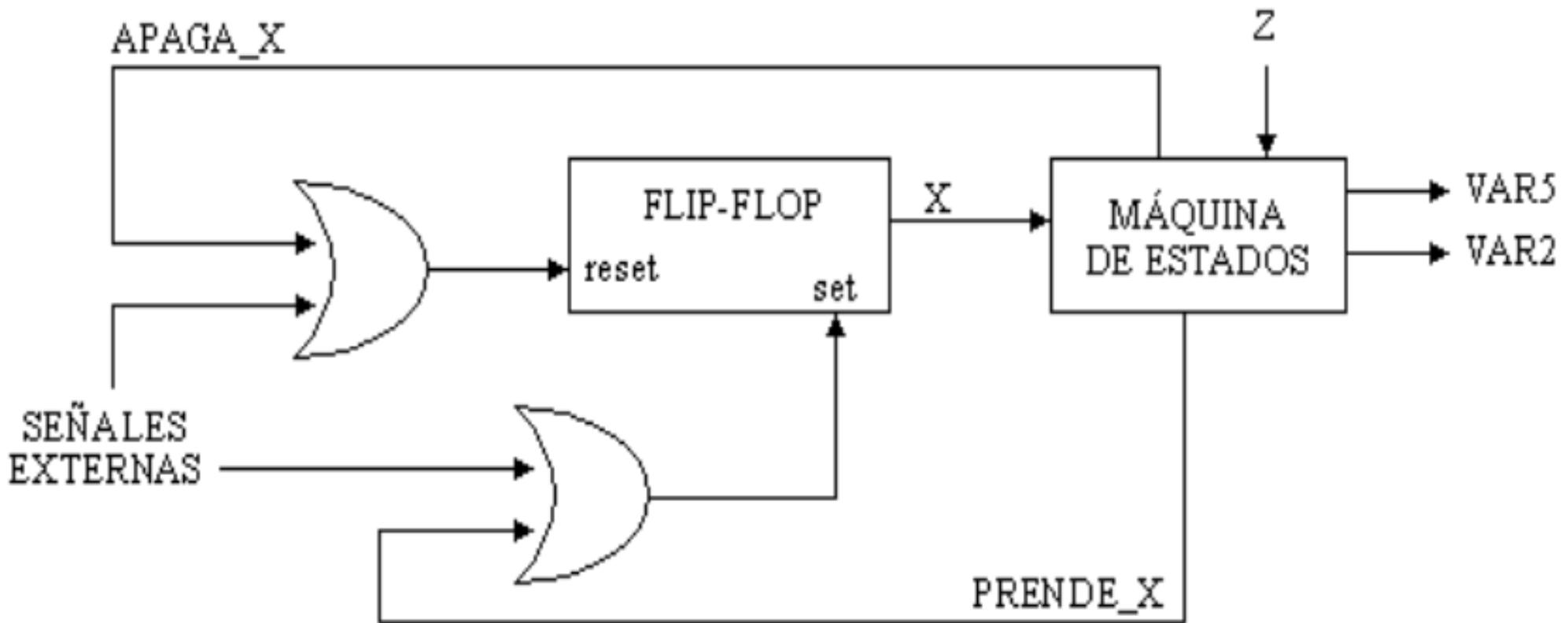
FACULTAD DE INGENIERÍA



En este ejemplo el valor de la variable X puede ser modificado por la lógica externa o por la máquina de estados. Por ello, para representar a X , utilizaremos un flip-flop cuyo valor será puesto a uno ó a cero dependiendo de las señales internas y externas.

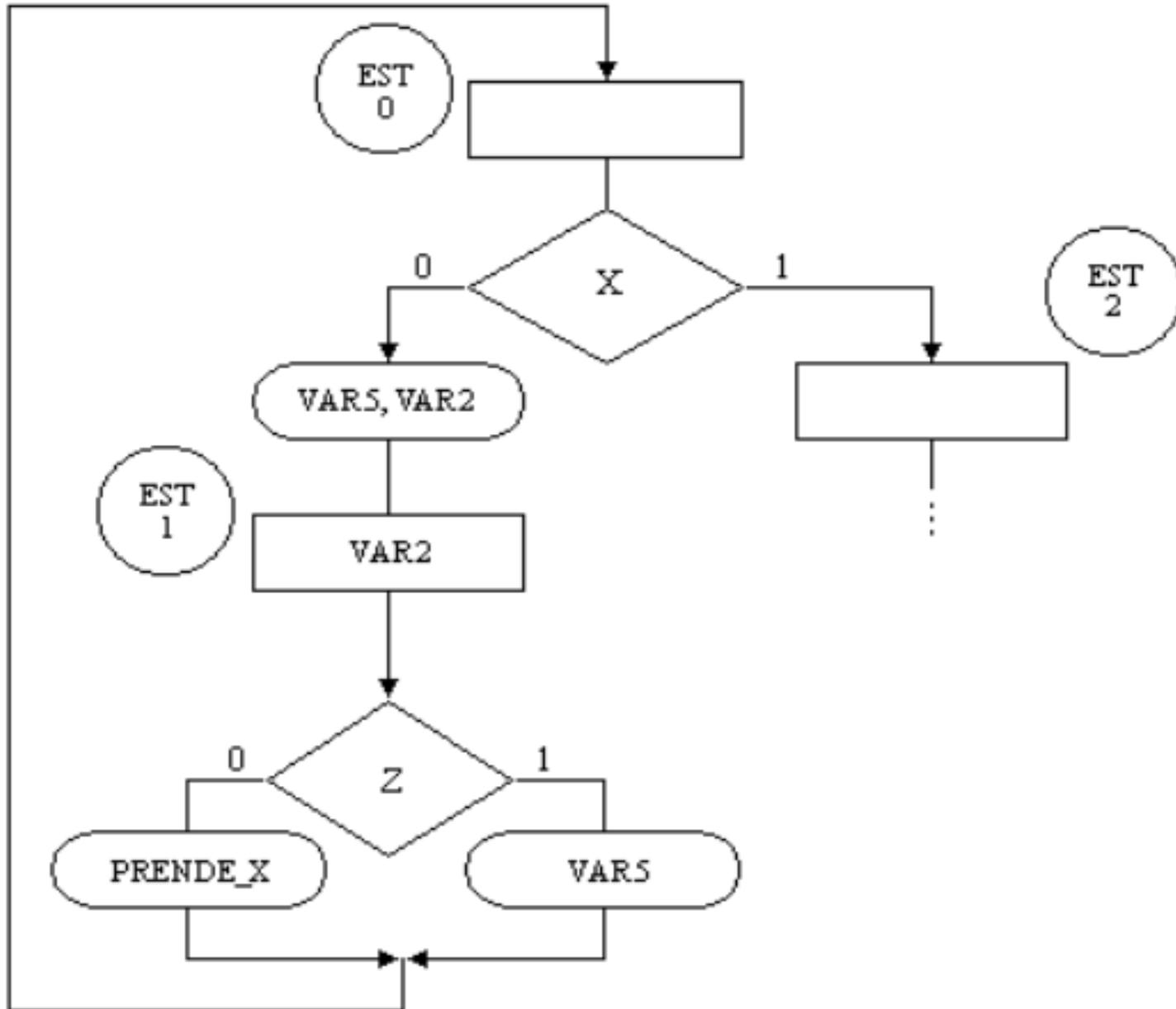


Diagrama de bloques





Carta ASM





EJEMPLO 4

Especificaciones:

Convertir el siguiente código en lenguaje 'C'
a una carta ASM

```
if ( x==n ) { var1 = 1; var2 = 0; } else  
{ var1 = 0; var2 = 1; }  
var1 = 0; var2 = 0;
```



FACULTAD DE INGENIERÍA



En este ejemplo las variables de entrada x y n están definidas como variables de un sólo bit.

Para hacer la comparación de las variables x y n se usa la función lógica XOR, que valdrá cero cuando x y n sean iguales, y uno, cuando sean diferentes



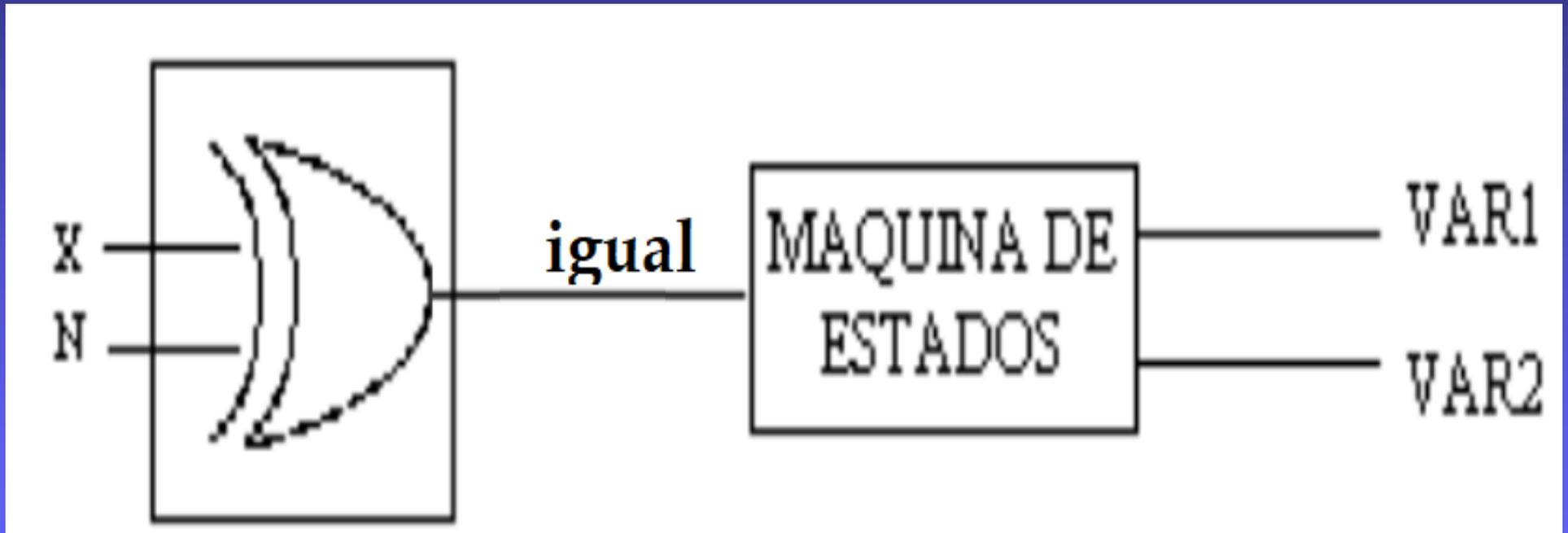
FACULTAD DE INGENIERÍA



Entradas		Salida
x	n	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

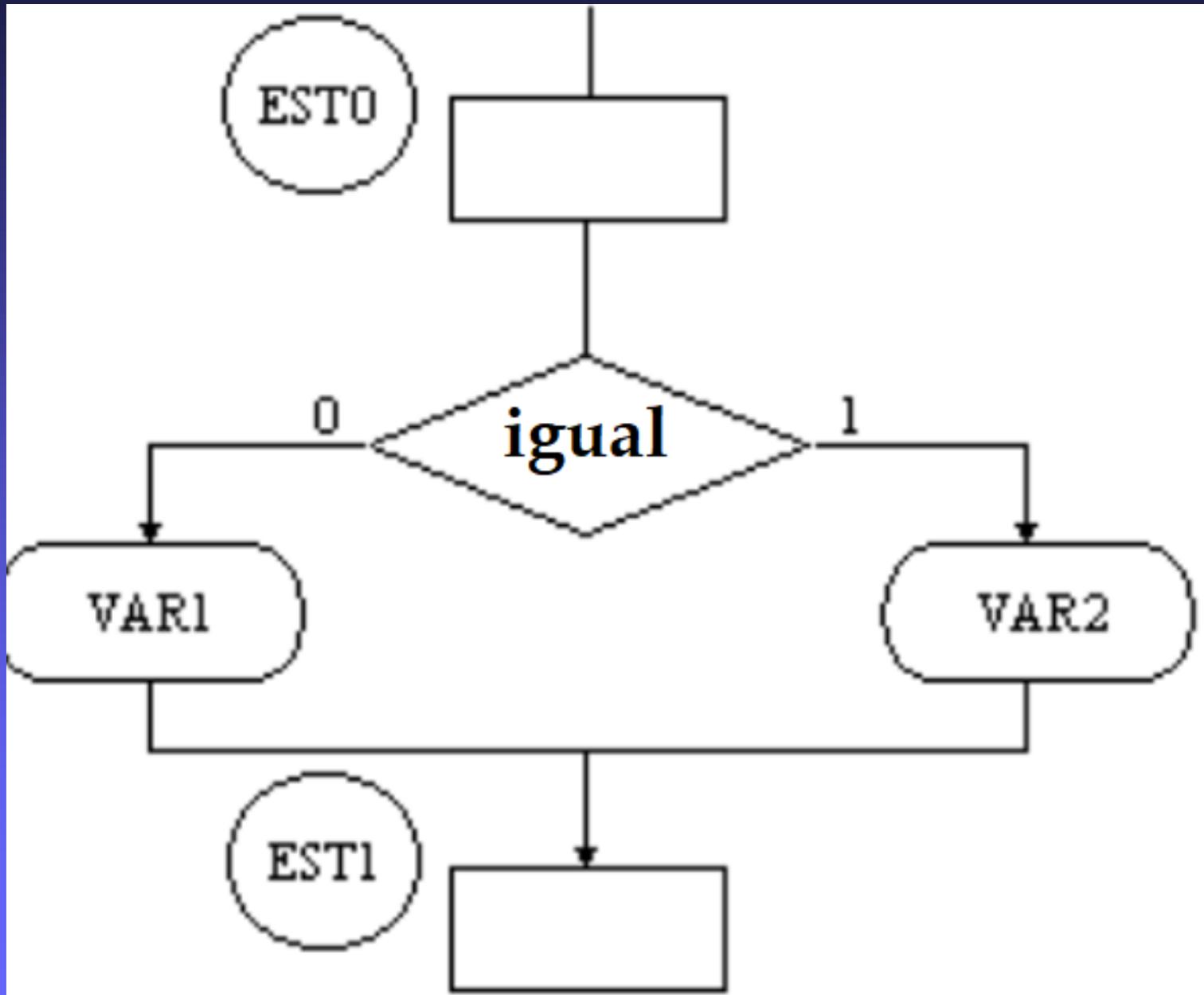


Diagrama de bloques





Carta ASM





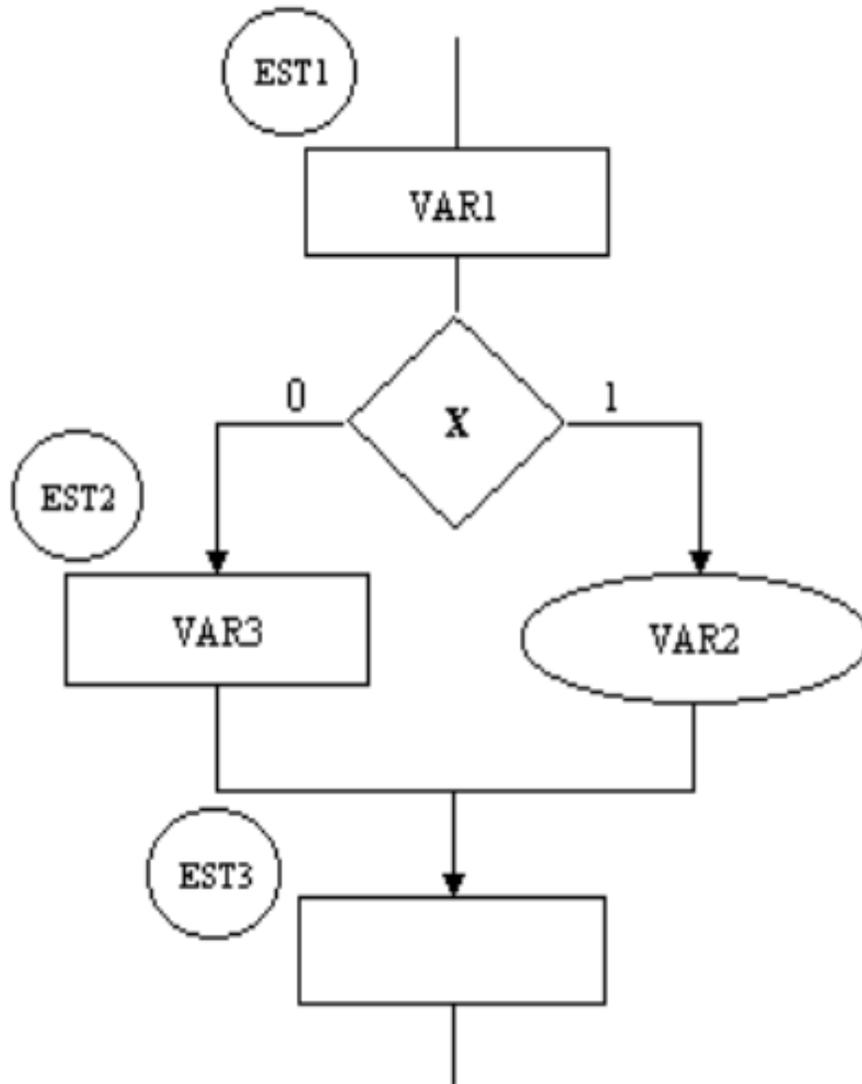
Análisis mediante diagrama de tiempos de salidas no condicionales y condicionales



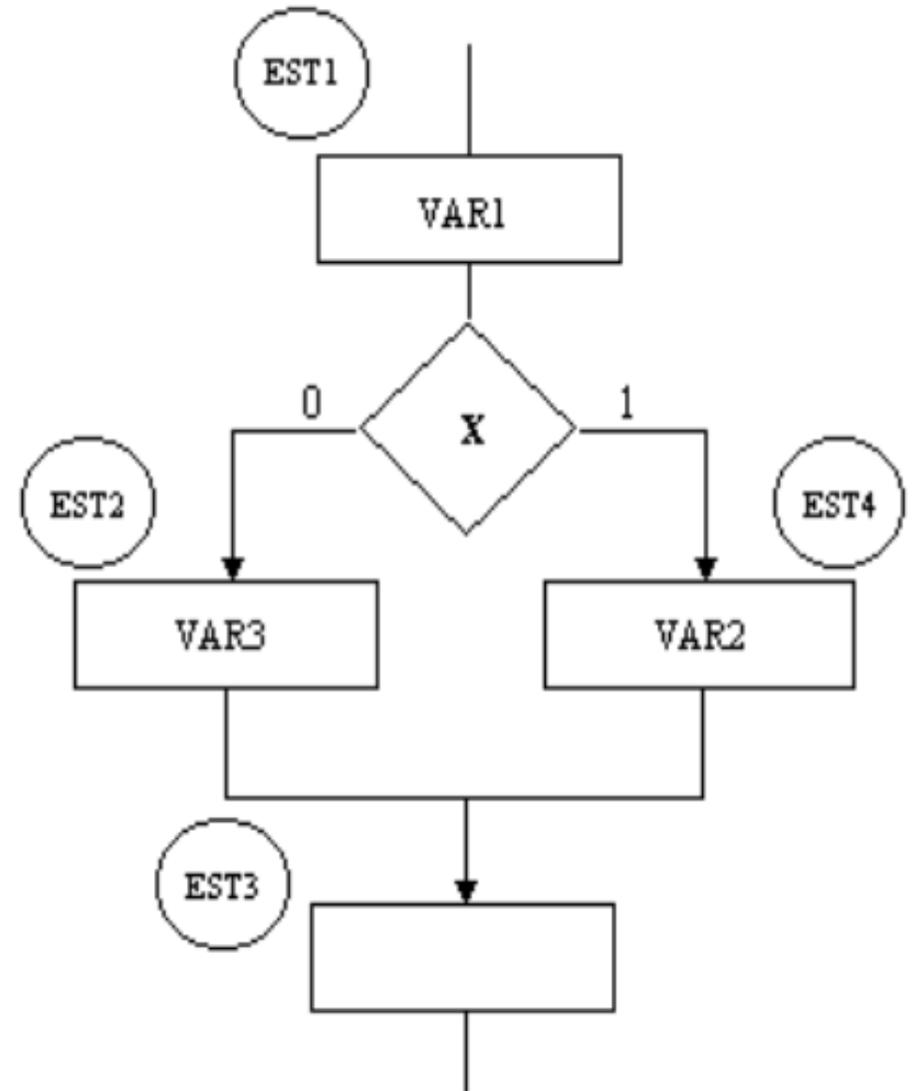
FACULTAD DE INGENIERÍA



CARTA ASM 1



CARTA ASM 2

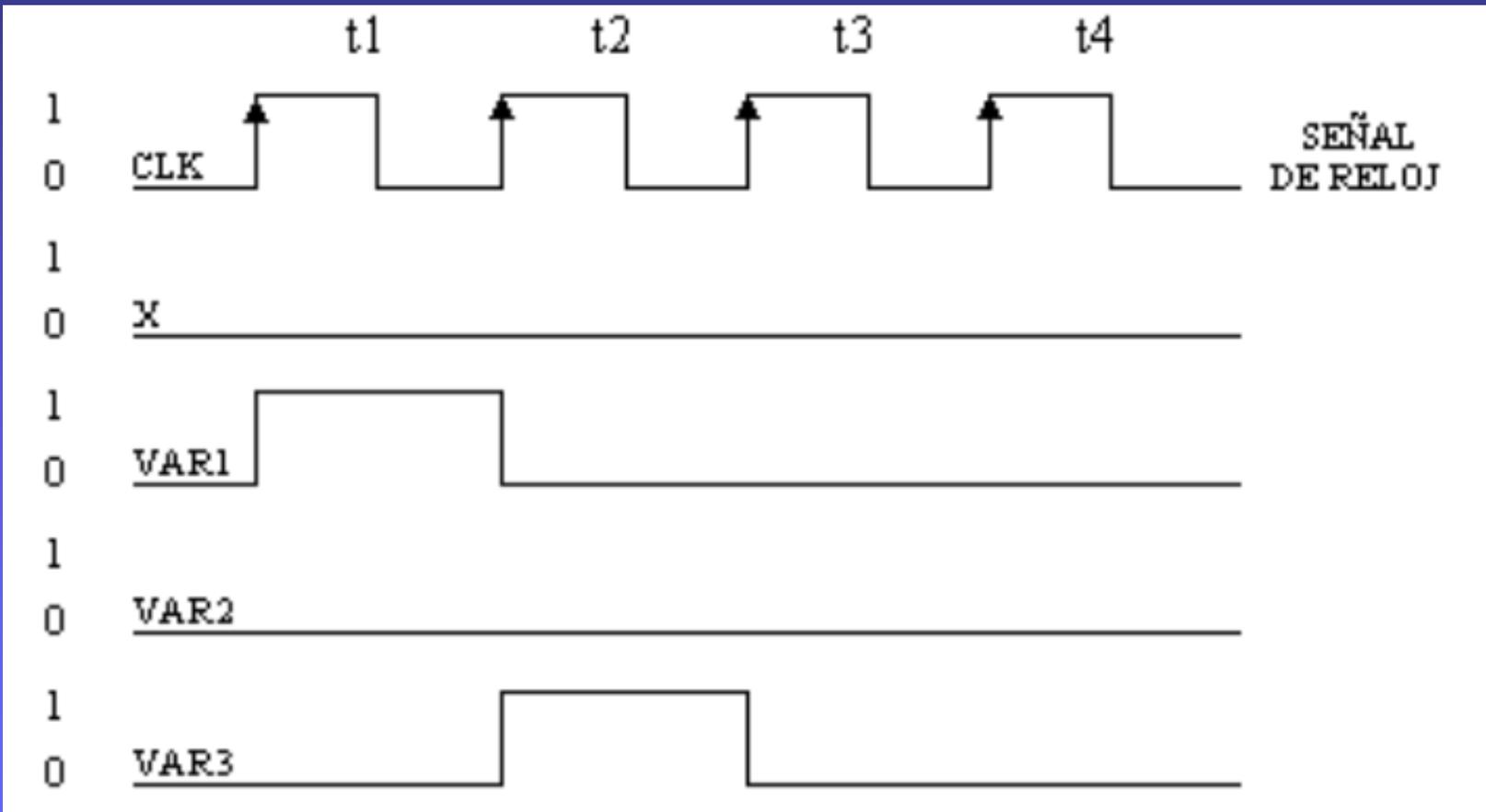




FACULTAD DE INGENIERÍA



El diagrama de tiempos para la carta ASM1 cuando la entrada $X = \text{cero}$, idéntico al de la carta ASM2.

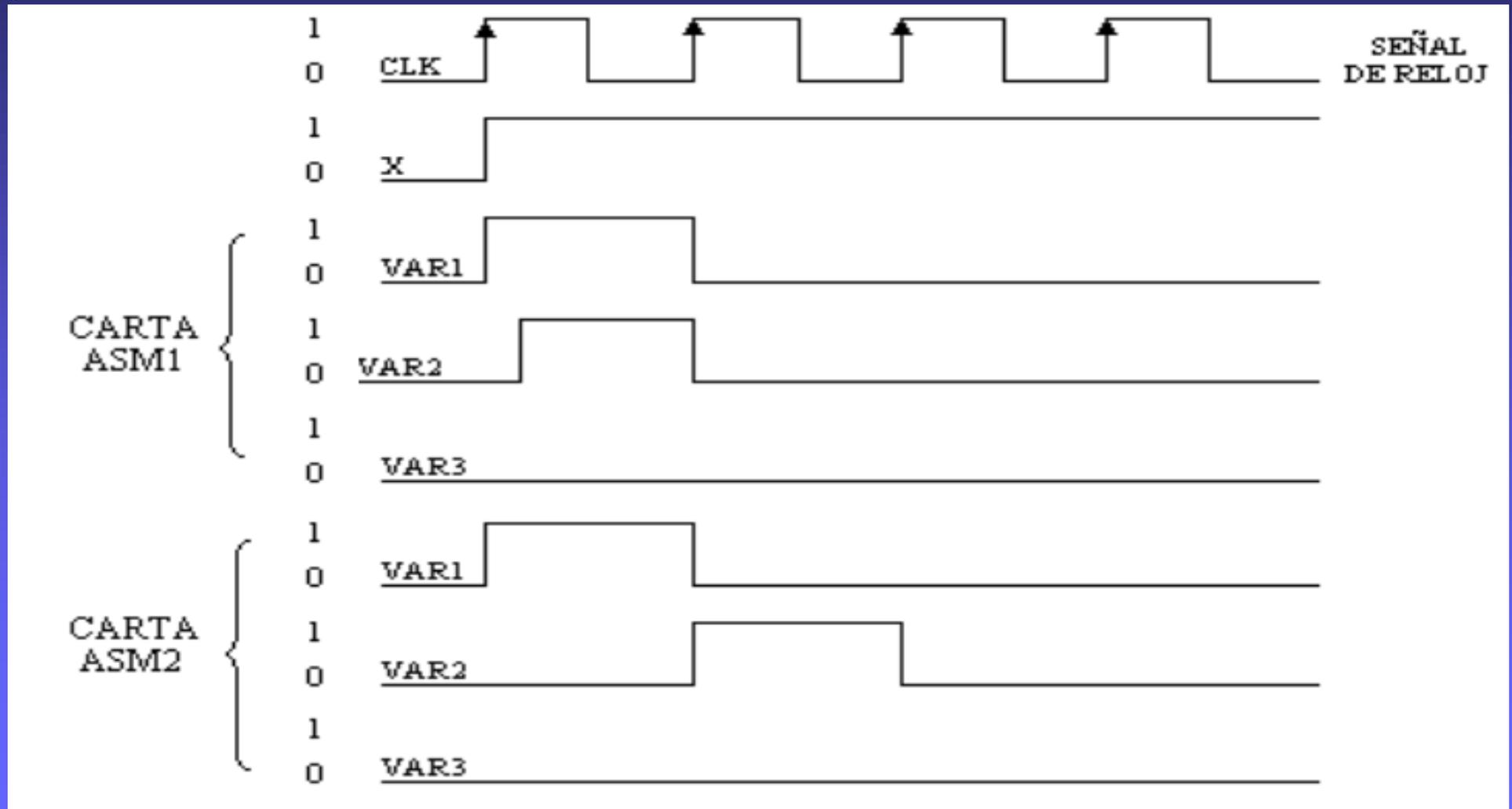




FACULTAD DE INGENIERÍA



El diagrama de tiempos para las cartas ASM1 y ASM2, cuando la entrada $X = 1$



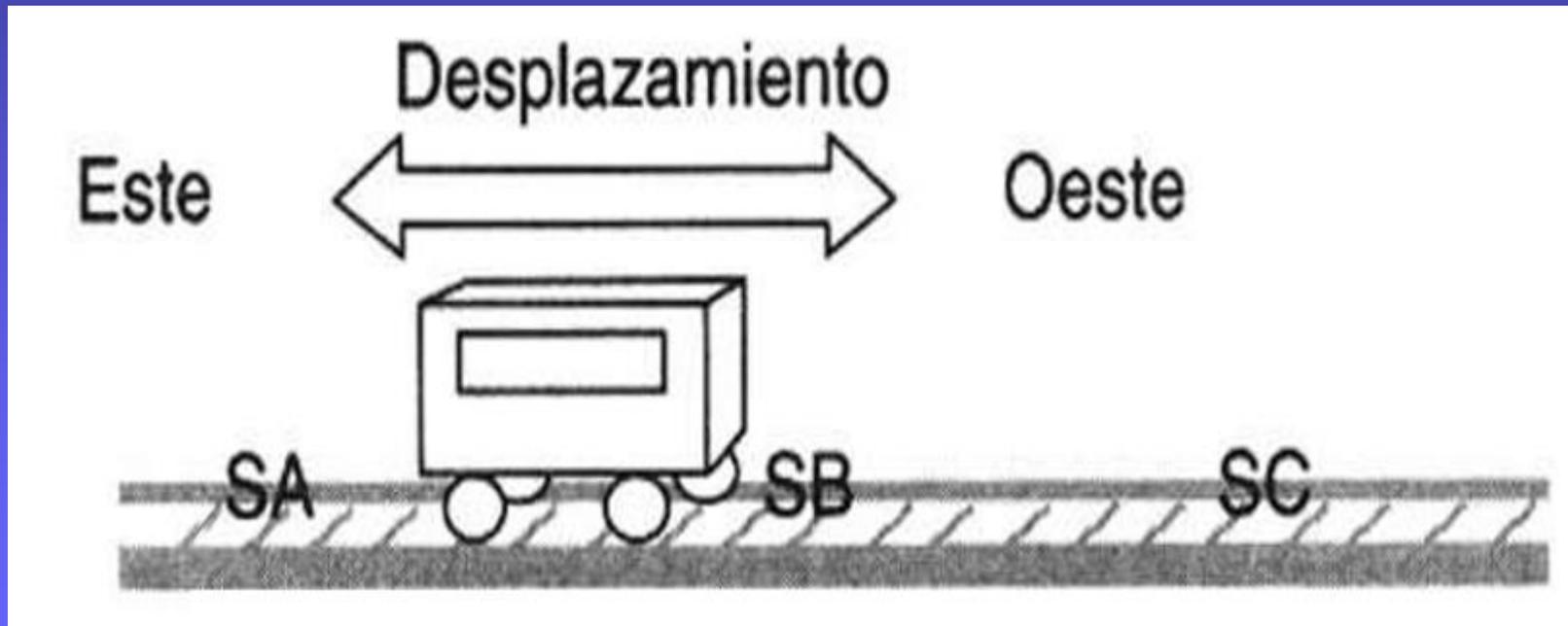


FACULTAD DE INGENIERÍA



Ejemplo 7:

Diseñar la carta ASM y el circuito lógico del control de un tren eléctrico utilizando decodificadores y fli-flop's D





Especificaciones:

Se deberá controlar el movimiento de un tren que se desplace de este a oeste y viceversa, dentro de tres estaciones, las cuales contarán con sensores SA para la estación A, SB para la estación B, SC para la estación C, con el fin de detectar si el tren se encuentra o no, en cada estación.

El control manipulará el motor del tren, mediante un driver enviando las señales de enable del motor **ME** y la dirección del motor **MD**



Diagrama de bloques

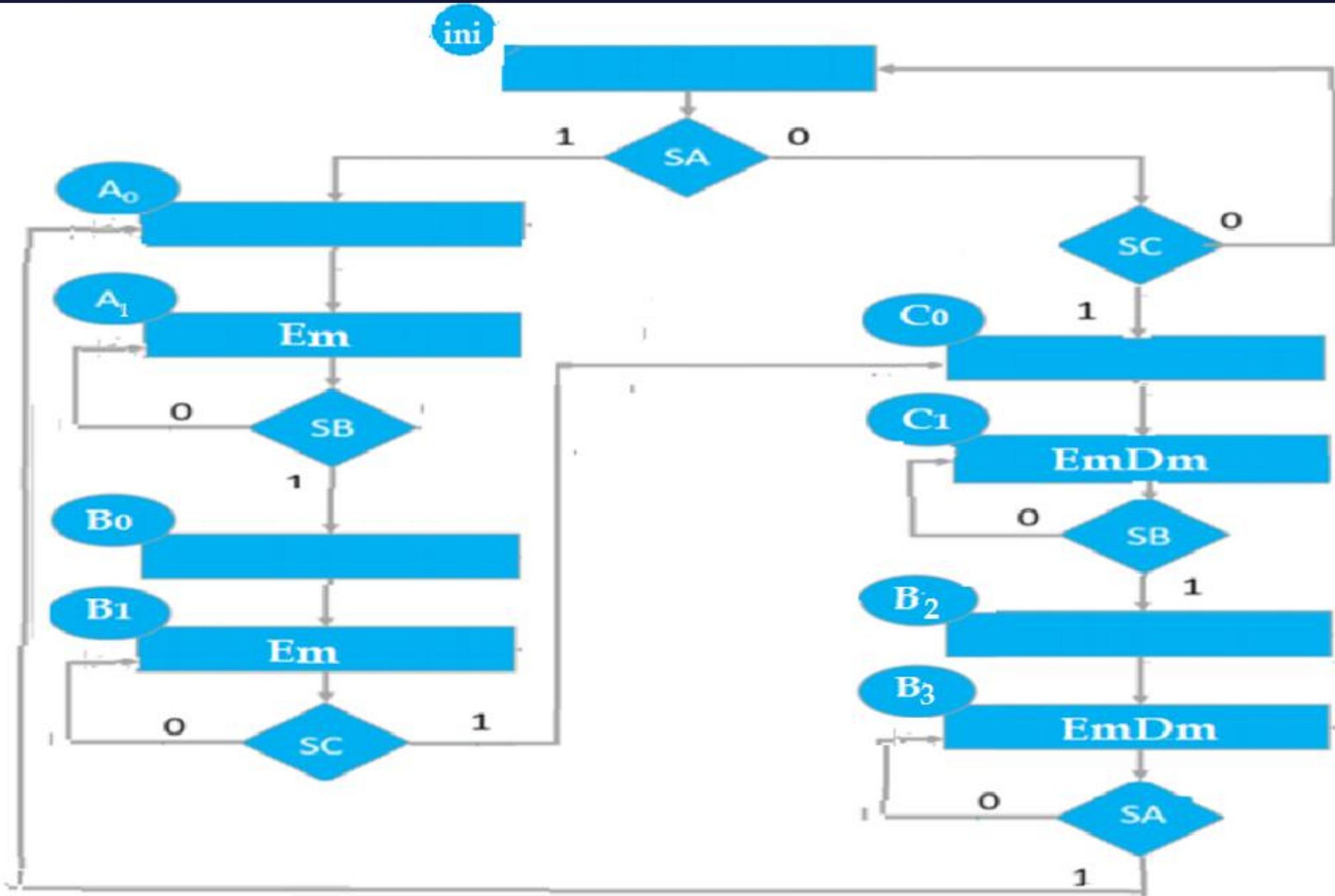


Posición Entradas: SA, SB, SC

Posición Salidas: Em , Dm

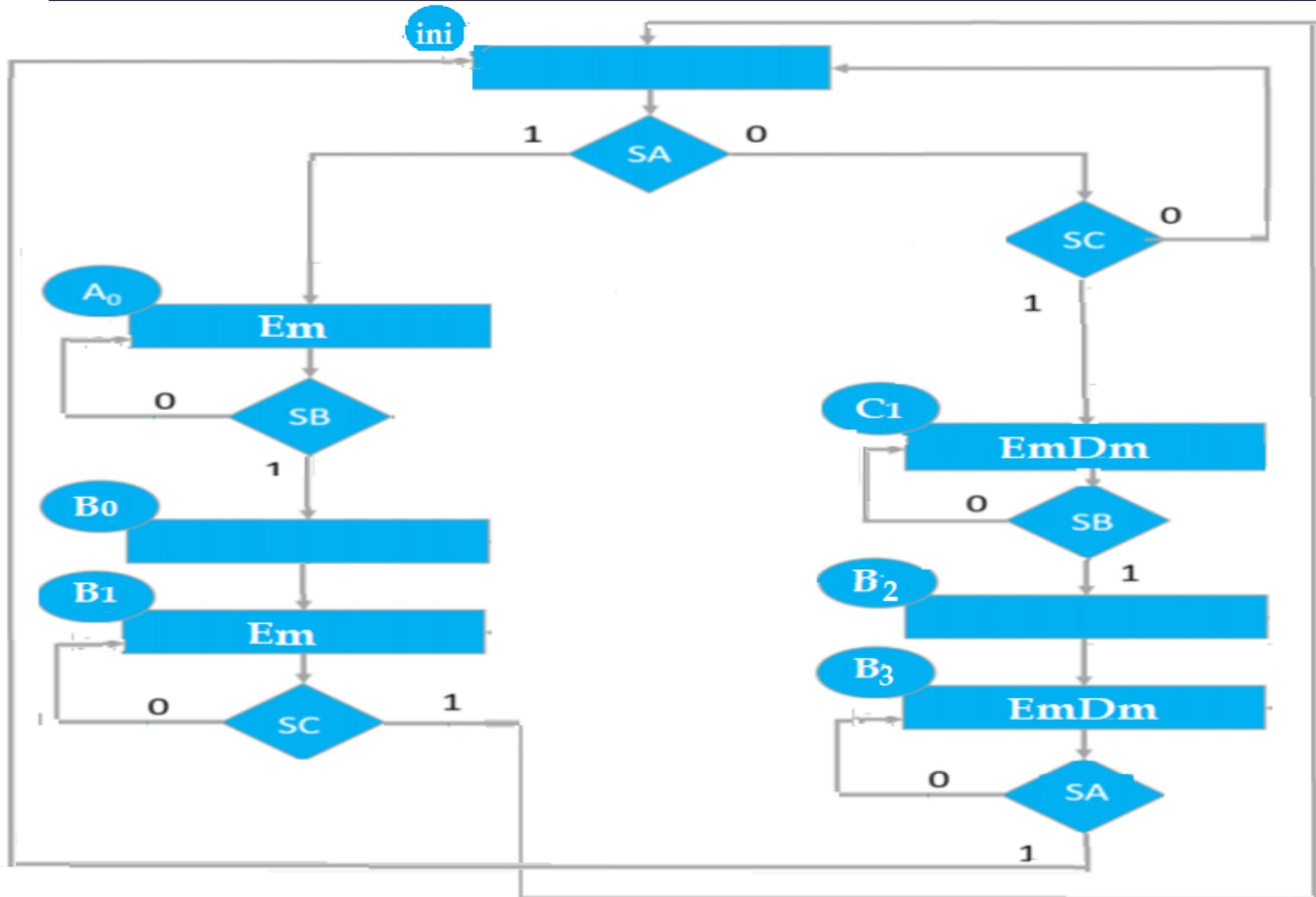


Carta ASM





Carta ASM





Asignación Binaria a los Estados



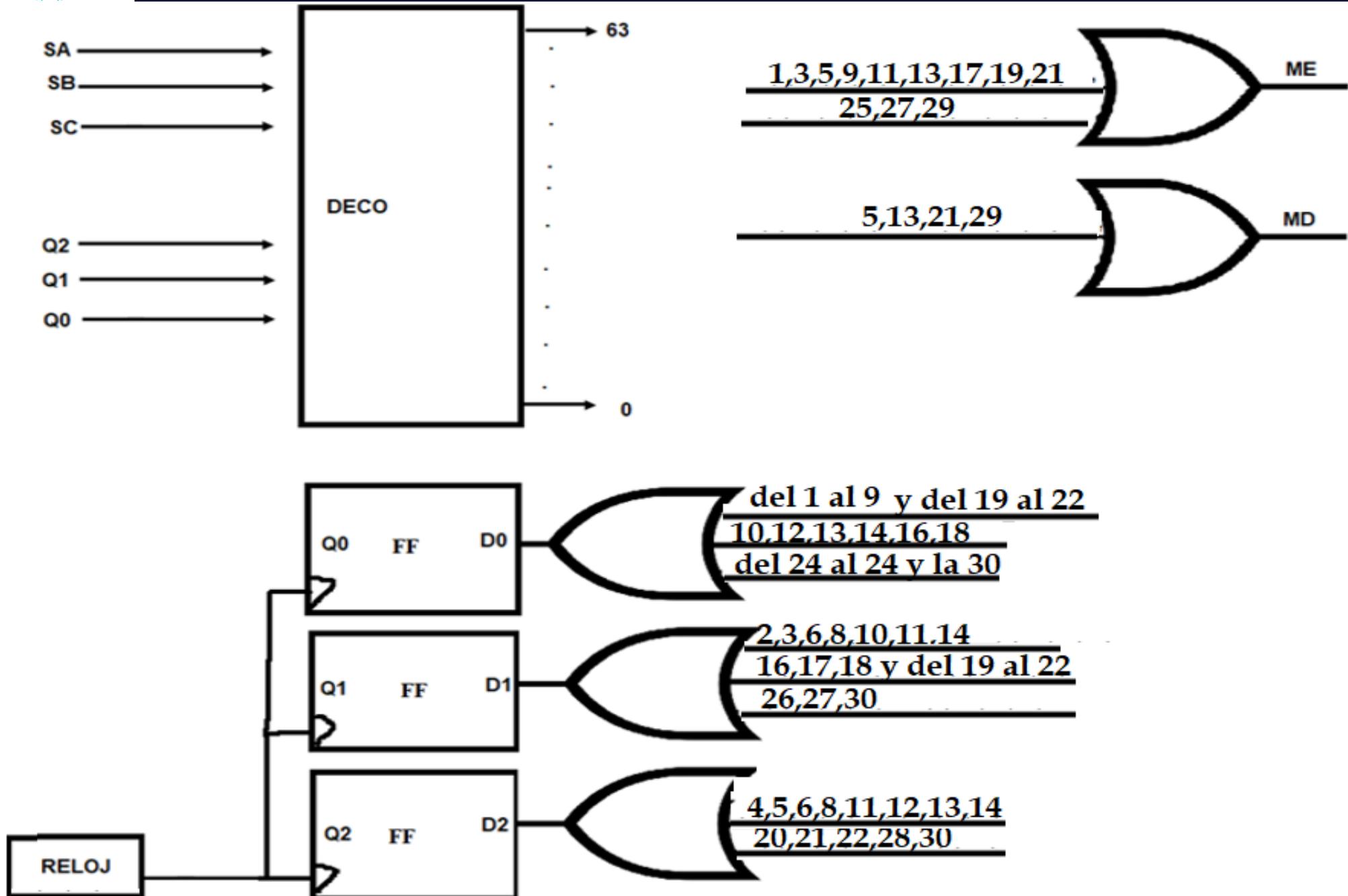
	ABE		
INI	0	0	0
A ₀	0	0	1
B ₀	0	1	0
B ₁	0	1	1
B ₂	1	0	0
B ₃	1	0	1
C ₁	1	1	0
	Q ₂	Q ₁	Q ₀



Tabla de transición de estados codificada.

SA	SB	SC	Q2	Q1	Q0	D2	D1	D0	ME	MD
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0

Circuito lógico.



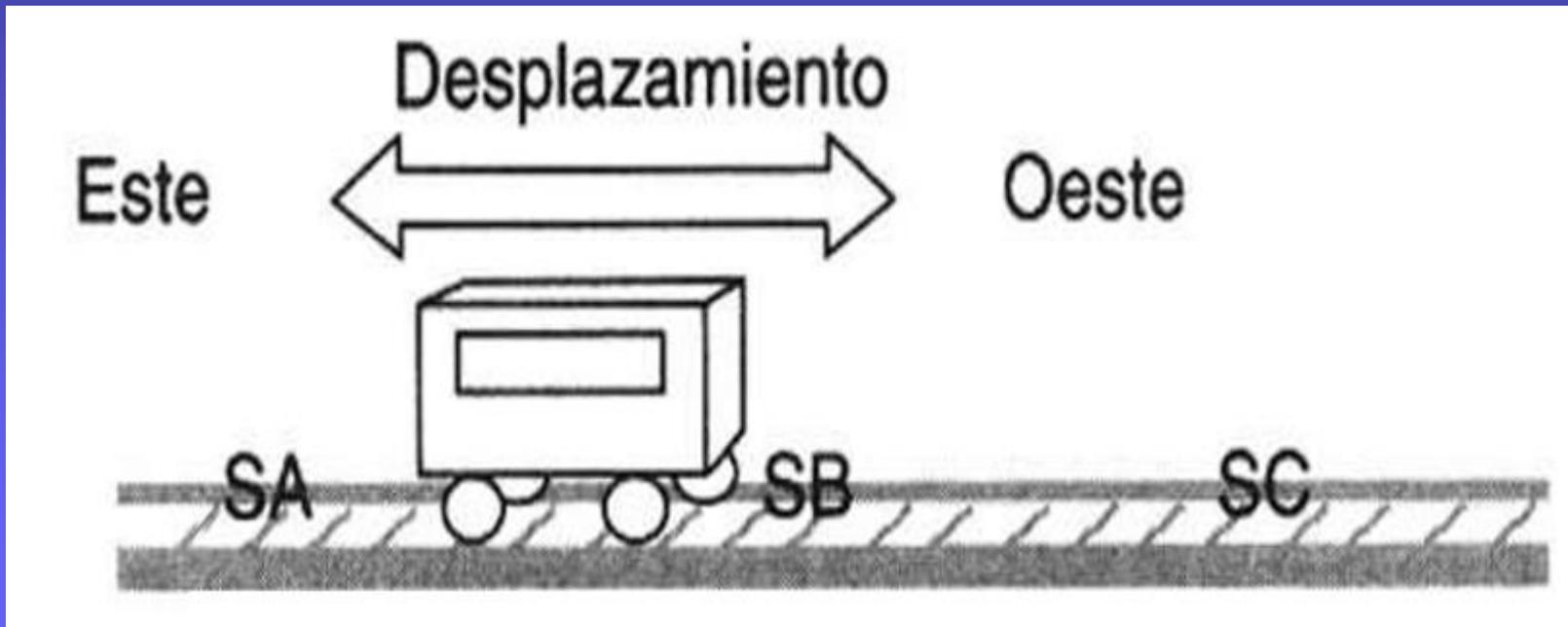


FACULTAD DE INGENIERÍA



Ejemplo 7:

Diseñar la carta ASM y el circuito lógico del control de un tren eléctrico utilizando memoria y registros de corrimiento





Especificaciones:

Se deberá controlar el movimiento de un tren que se desplace de este a oeste y viceversa, dentro de tres estaciones, las cuales contarán con sensores SA para la estación A, SB para la estación B, SC para la estación C, con el fin de detectar si el tren se encuentra o no, en cada estación.

El control manipulará el motor del tren, mediante un driver enviando las señales de enable del motor **ME** y la dirección del motor **MD**



Diagrama de bloques

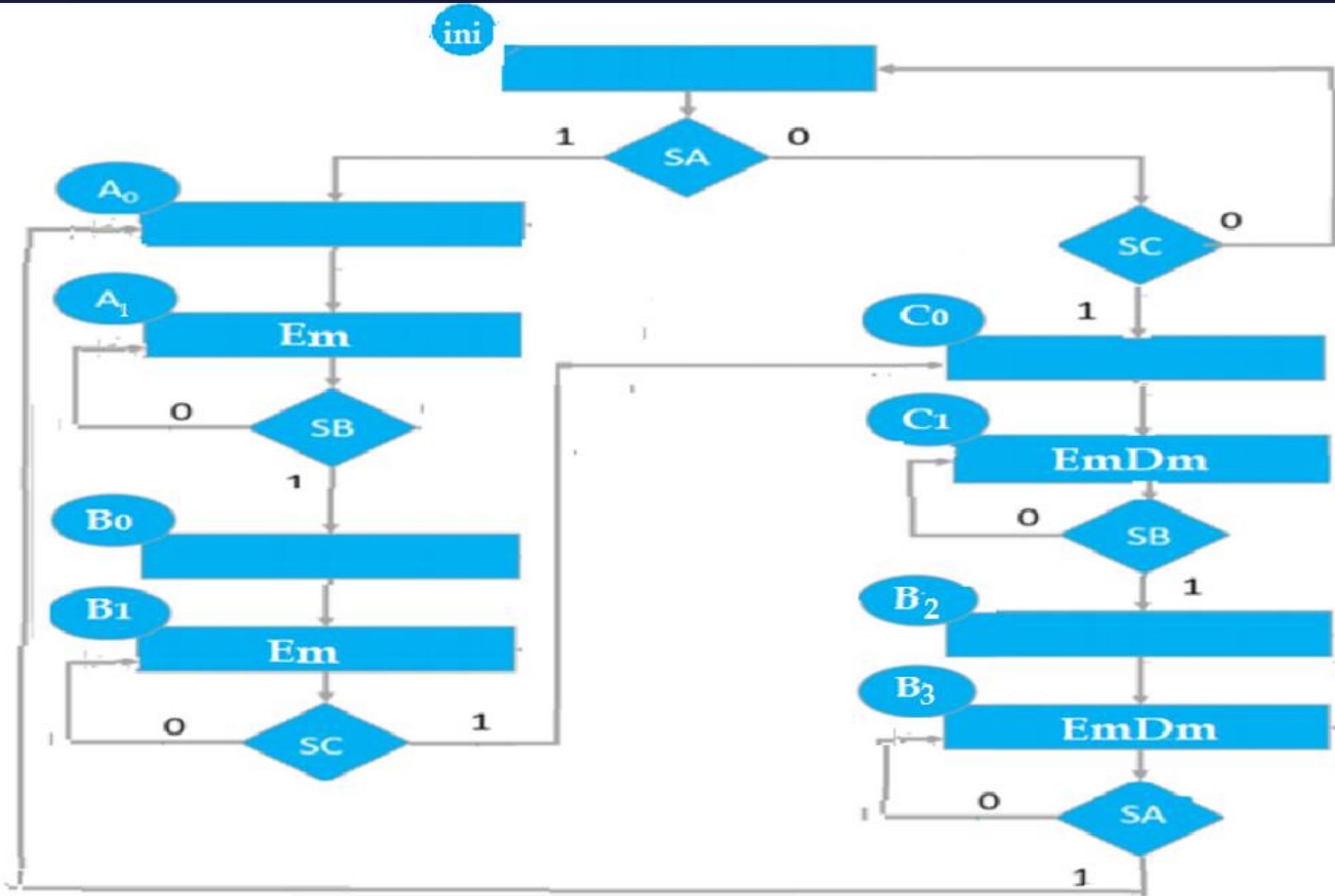


Posición Entradas: SA, SB, SC

Posición Salidas: Em , Dm

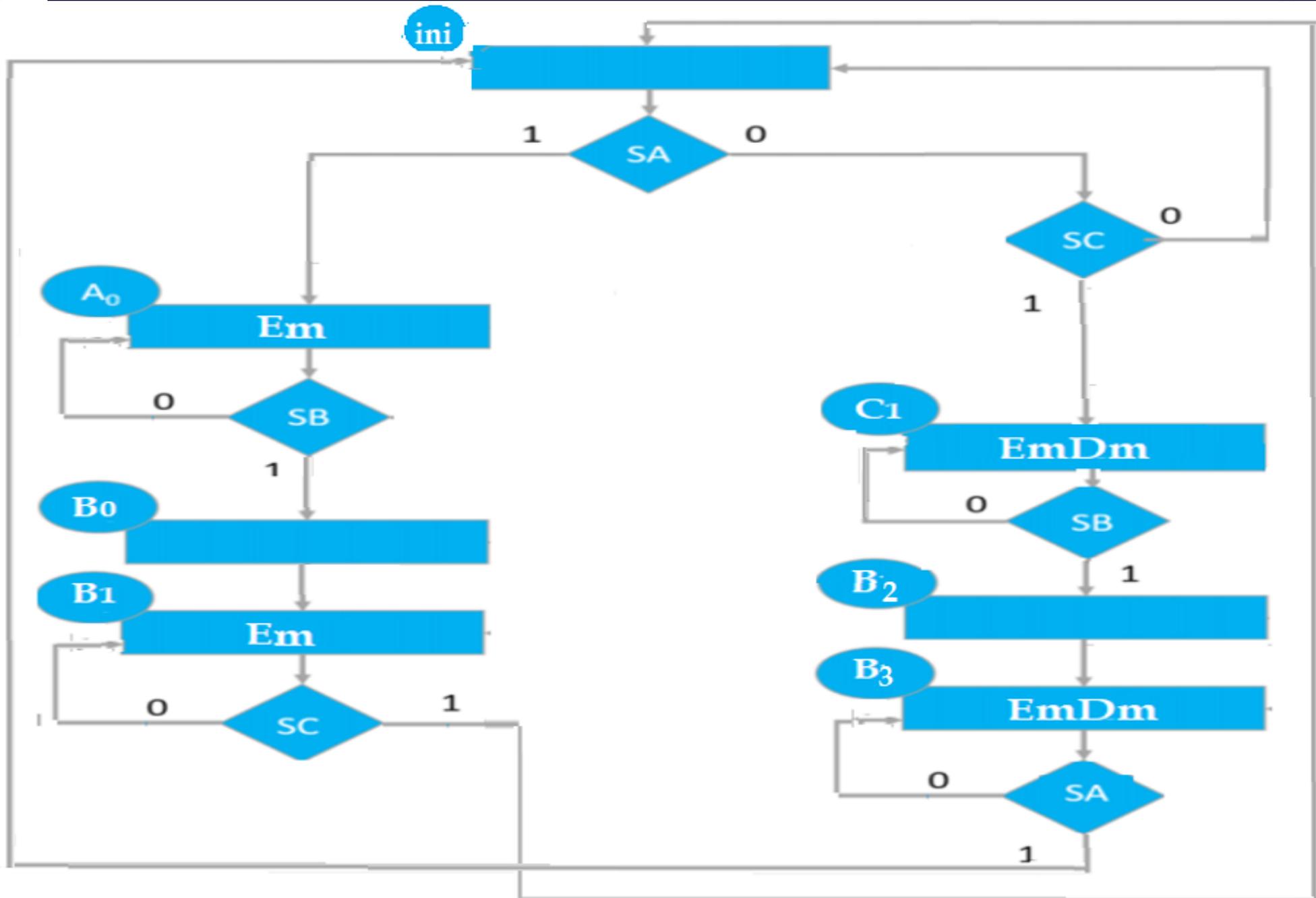


Carta ASM





Carta ASM





Asignación Binaria a los Estados



	ABE		
INI	0	0	0
A ₀	0	0	1
B ₀	0	1	0
B ₁	0	1	1
B ₂	1	0	0
B ₃	1	0	1
C ₁	1	1	0
	Q ₂	Q ₁	Q ₀



Contenido de la memoria.

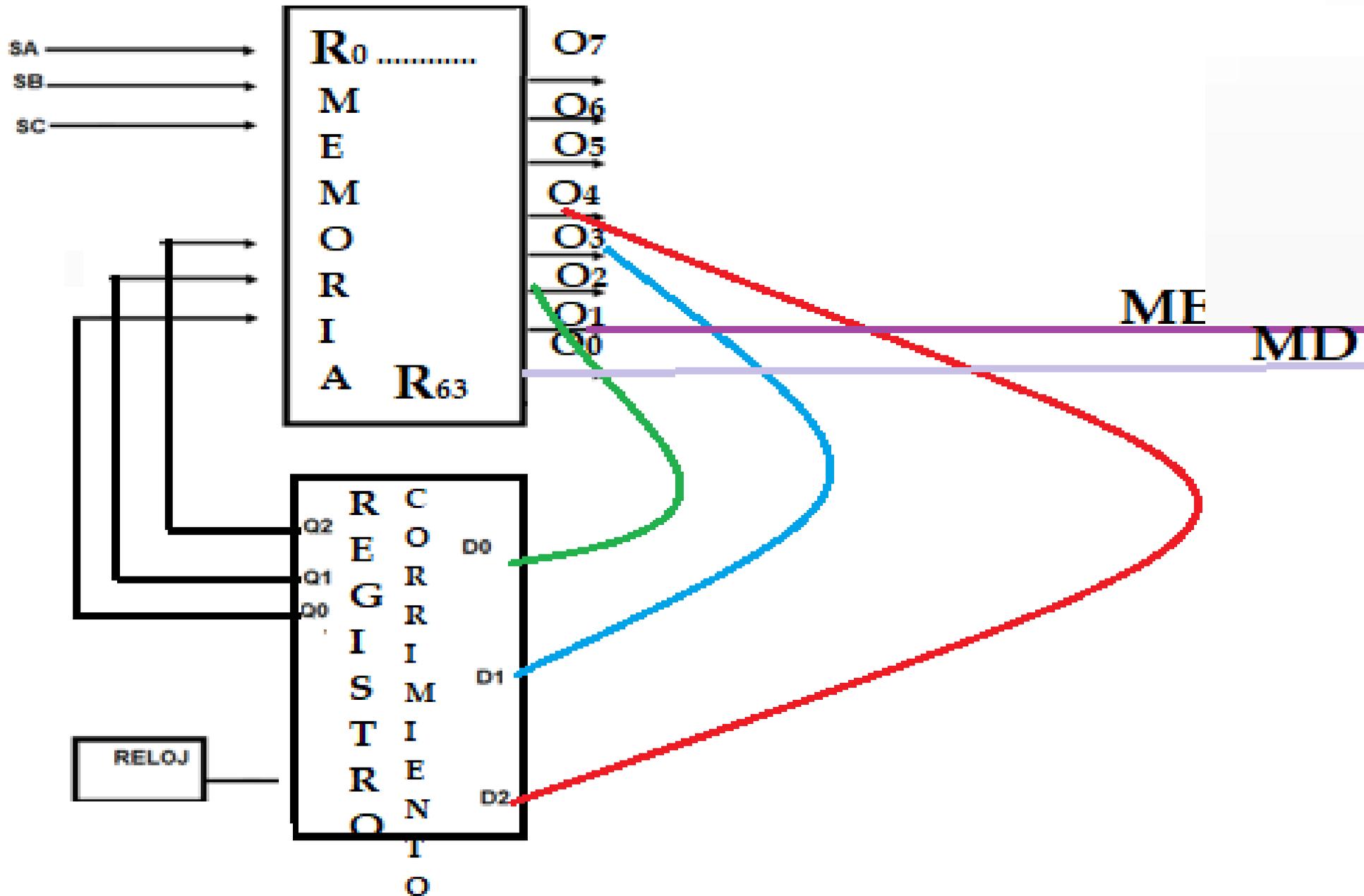
Dirección

Contenido

SA	SB	SC	Q2	Q1	Q0		D2	D1	D0	ME	MD	
0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	R ₀
0	0	0	0	0	1		0	0	1	1	0	R ₁
0	0	0	0	1	0		0	1	1	0	0	R ₂
0	0	0	0	1	1		0	1	1	1	0	R ₃
0	0	0	1	0	0		1	0	1	0	0	R ₄
0	0	0	1	0	1		1	0	1	1	1	R ₅
0	0	0	1	1	0		1	1	1	0	0	R ₆
0	0	0	1	1	1							R ₇
0	0	1	0	0	0		1	1	0	0	0	R ₈
0	0	1	0	0	1		0	0	1	1	0	R ₉
0	0	1	0	1	0		0	1	1	0	0	R ₁₀
0	0	1	0	1	1		1	1	0	1	0	R ₁₁
0	0	1	1	0	0		1	0	1	0	0	R ₁₂
0	0	1	1	0	1		1	0	1	1	1	R ₁₃
0	0	1	1	1	0		1	1	1	0	0	R ₁₄
0	0	1	1	1	1							R ₁₅
0	1	0	0	0	0		0	1	1	0	0	R ₁₆
0	1	0	0	0	1		0	1	0	1	0	R ₁₇
0	1	0	0	1	0		0	1	1	0	0	R ₁₈
0	1	0	0	1	1		0	1	1	1	0	R ₁₉
0	1	0	1	0	0		1	0	1	0	0	R ₂₀
0	1	0	1	0	1		1	0	1	1	1	R ₂₁
0	1	0	1	1	0		1	1	1	0	0	R ₂₂
0	1	0	1	1	1							R ₂₃
1	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	R ₂₄
1	0	0	0	0	1		0	0	1	1	0	R ₂₅
1	0	0	0	1	0		0	1	1	0	0	R ₂₆
1	0	0	0	1	1		0	1	1	1	0	R ₂₇
1	0	0	1	0	0		1	0	1	0	0	R ₂₈
1	0	0	1	0	1		0	0	0	1	1	R ₂₉
1	0	0	1	1	0		1	1	1	0	0	R ₃₀
1	0	0	1	1	1							R ₃₁



Circuito lógico.





FACULTAD DE INGENIERÍA



Ejemplo 7:

Diseñar la carta ASM y el circuito lógico del control de un tren eléctrico utilizando memoria y registros de corrimiento.



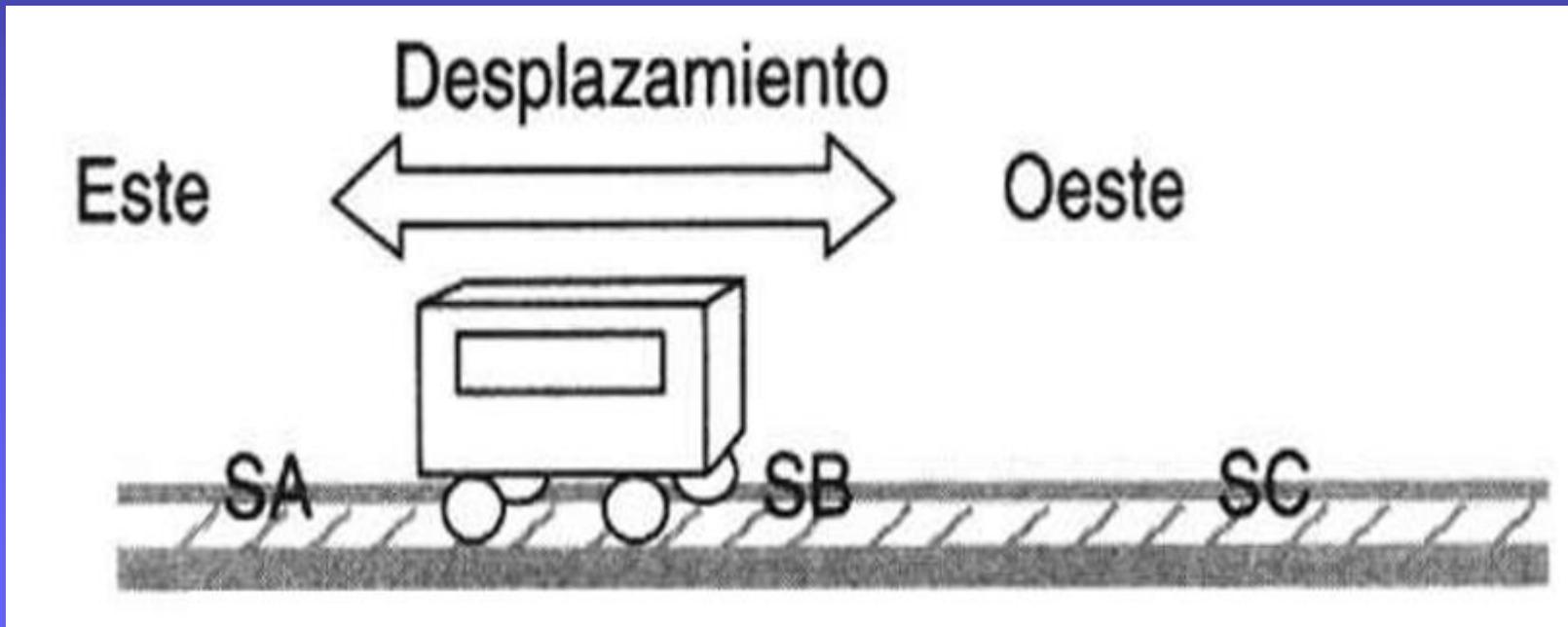


FACULTAD DE INGENIERÍA



Ejemplo 7 :

Diseñar la carta ASM y el circuito lógico del control de un tren eléctrico





FACULTAD DE INGENIERÍA

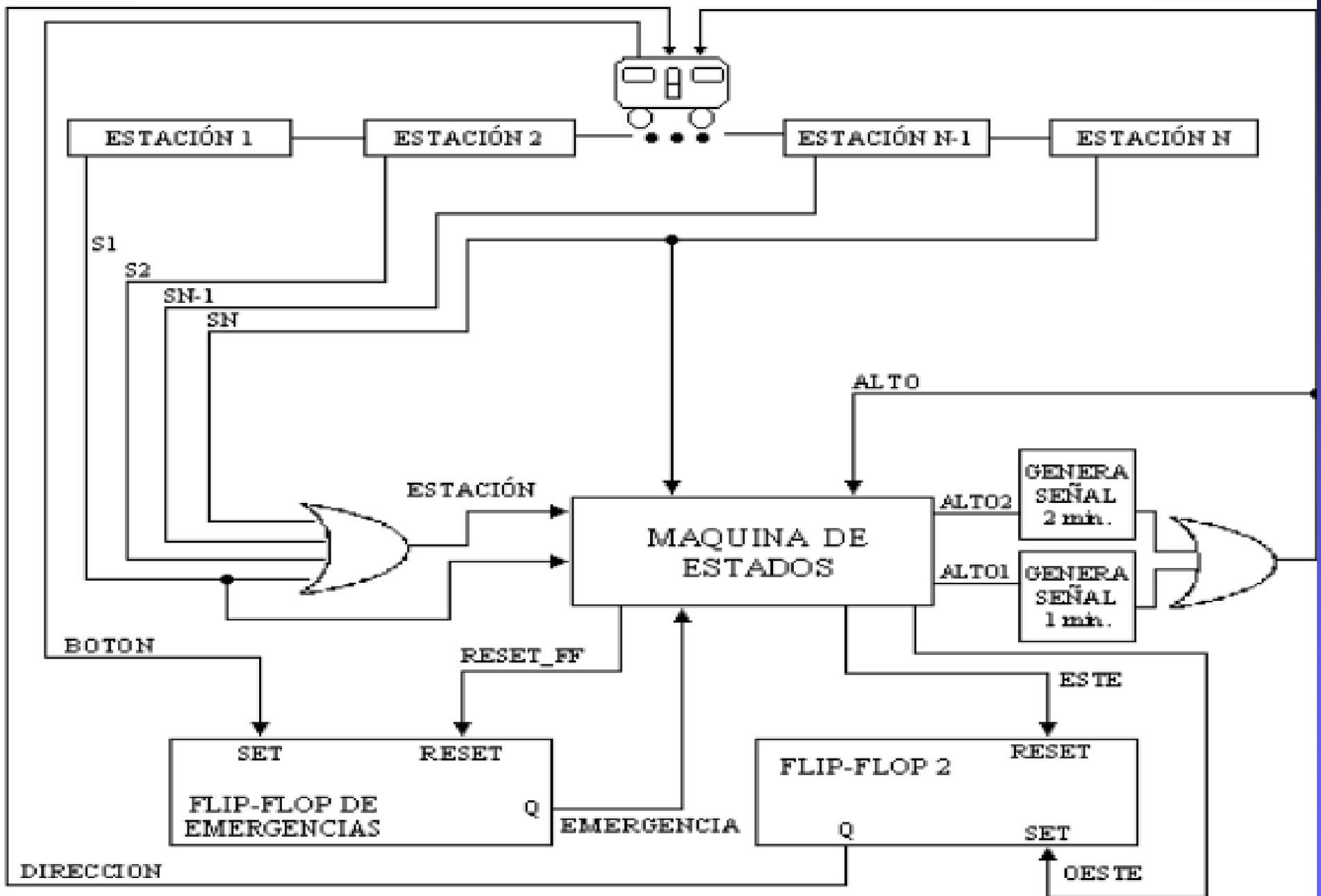


Especificaciones:

Diseñar un sistema digital, usando máquinas de estados, que mueva al tren de derecha a izquierda sobre la línea. En cada estación hay unos sensores que detectan la entrada de un tren, de manera que cuando arriba a una de ellas, hace una parada de dos minutos. Además, existe un botón de emergencia en los vagones que hace que el tren se detenga un minuto extra en la estación, si así se requiriera.



Diagrama de bloques





FACULTAD DE INGENIERÍA



En el diagrama se observa que los sensores que detectan la presencia del tren en la estación están conectados a una compuerta OR. La salida de la compuerta OR, llamada ESTACIÓN, indica si un tren ha entrado en una estación, sin importar a qué estación entró. Sólo interesa saber a qué estación entra si se trata de las estaciones terminales S1 y SN, con el fin de cambiar la dirección de movimiento del tren.



FACULTAD DE INGENIERÍA



Además, se tiene un módulo que genera una señal de salida de 2 minutos cuando la señal ALTO2 es activada. De manera similar, se tiene otro módulo que genera una señal de 1 minuto cuando ocurre una emergencia, es decir, se activa la señal ALTO1.



FACULTAD DE INGENIERÍA



Ambas señales de espera están conectadas a una compuerta OR. La salida de esta compuerta, llamada ALTO, se encarga de detener al tren durante el tiempo necesario. La salida ALTO también se retroalimenta a la máquina de estados para saber si el tren continúa parado.



FACULTAD DE INGENIERÍA



También se tienen dos flip-flops, uno indica la dirección de movimiento del tren, y el otro la activación de la señal de emergencia. El flip-flop de emergencias es puesto a uno cuando se oprime el botón de emergencia en el tren, por ello, se conecta la línea del botón de emergencia en el SET del flip-flop.



FACULTAD DE INGENIERÍA



La salida de este flip-flop, denominada EMERGENCIA, entra a la máquina de estados.

El flip-flop de emergencias debe ser puesto a cero nuevamente para permitir otra emergencia, esto se hace por medio de la línea RESET-FF.



FACULTAD DE INGENIERÍA



Por otra parte, el flip-flop de direcciones le indica al tren la dirección a seguir. Si la salida del flip-flop es igual a cero el tren irá hacia el este, si es uno irá hacia el oeste. El tren estará en movimiento todo el tiempo a menos que la señal de ALTO esté activada.



Carta ASM

