# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO LÓGICO**

**II SEMESTRE**

# TAREA 3

**PROFESOR: PABLO DANIEL MENDOZA PONCE**

**ESTUDIANTE: JOSÉ JULIÁN CAMACHO HERNÁNDEZ**

**CARNÉ: 2019201459**

**18 DE OCTUBRE DE 2021**

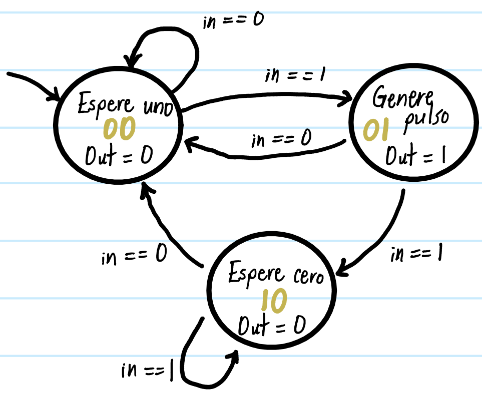
# 1.a

jueves, 7 de octubre de 2021 10:32

José Julián Camacho Hernández
2019201459

1. En clase se ha desarrollado el ejemplo de "generador de pulsos". Siguiendo la misma metodología vista en clase, obtenga las tablas de transición de estados, ecuaciones de estado mínimas y diagrama lógico para cuando se usa:
   a. Máquina de Moore, con codificación binaria ( "espere uno" = 00, "genere pulso" = 01, "espere cero"=10) y Flip-flops tipo JK.

## Para máquina de Moore:




- **Tabla de transición de estados**

| | $S_1$ | $S_0$ | $In$ | $S_1^+$ | $S_0^+$ | $J_{S1}$ | $K_{S1}$ | $J_{S0}$ | $K_{S0}$ | $Out$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | X | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | X | 1 | X | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | X | X | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 1 | 0 | X | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | X | 0 | 0 | X | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | x | x | X | X | X | X | x |
| 7 | 1 | 1 | 1 | x | x | X | X | X | X | x |

- **Simplificando**

$$\boxed{Out = S_0}$$

$J_{S1}$:

| | 0 | 1 | 3 | 2 |
|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | |
| $S_1$ | X | X | X | X |

$$\boxed{J_{S1} = S_0 In}$$

$K_{S1}$:

| | 0 | 1 | 3 | 2 |
|---|---|---|---|---|
| | X | X | X | X |
| $S_1$ | 1 | 0 | X | X |

$$\boxed{K_{S1} = \overline{In}}$$

$J_{S0}$:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | X | X |
| | | X | X |

$$\boxed{J_{S0} = \overline{S_1}\, In}$$

$K_{S0}$:

| | | | |
|---|---|---|---|
| X | X | 1 | 1 |
| X | X | X | X |

$$\boxed{K_{S0} = 1}$$

- La ecuación característica del Flip-Flop JK es:

$$Q_{JK}(t+1) = J(t) \cdot Q_{JK}'(t) + K'(t) \cdot Q_{JK}(t)$$

Entonces las ecuaciones de estado son:

- $S_1(t+1) = J_{S1}\overline{S_1} + \overline{K_{S1}}\, S_1$

$$\Rightarrow S_1^{+} = S_0\, In\, \overline{S_1} + \overline{\overline{In}}\, S_1$$
$$= In\,(S_0 \overline{S_1} + S_1)$$

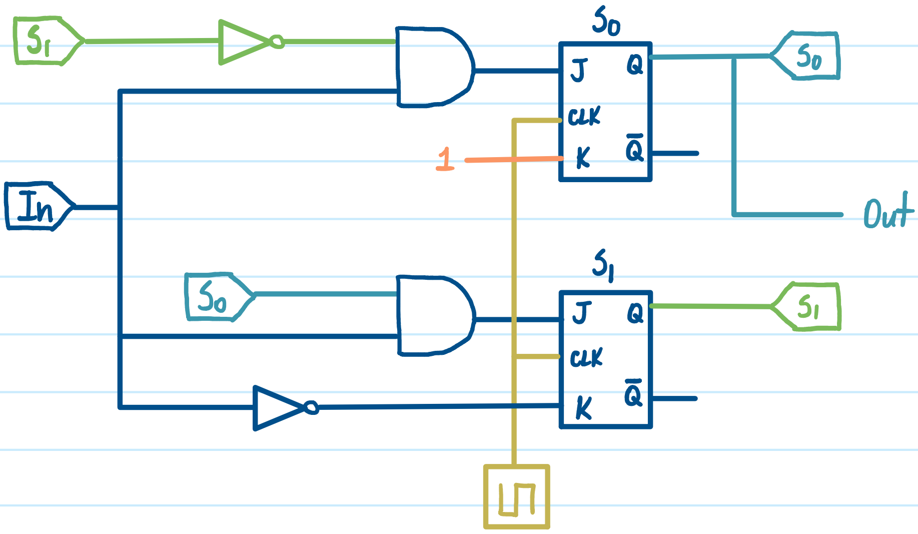
$$\boxed{\therefore \; S_1^{+} = In\,(S_0 + S_1)}$$

- $S_0(t+1) = J_{S0}\overline{S_0} + \overline{K_{S0}}\, S_0$

$$\Rightarrow S_0^{+} = \overline{S_1}\, In\, \overline{S_0} + 0 \cdot S_0$$
$$\Rightarrow S_0^{+} = \overline{S_1}\, \overline{S_0}\, In + 0$$

$$\boxed{\therefore \; S_0^{+} = \overline{S_1}\, \overline{S_0}\, In}$$

- Diagrama lógico:



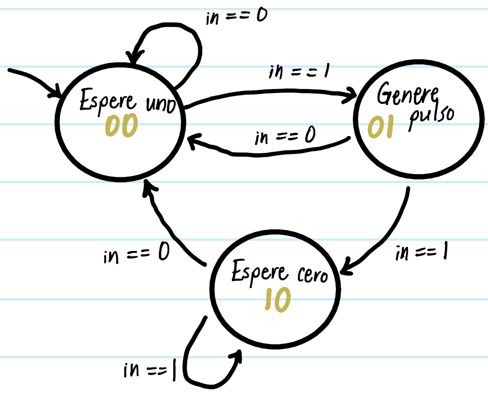
# 1.b

jueves, 7 de octubre de 2021 10:32

José Julián Camacho Hernández
2019201459

b. Máquina de Moore, con codificación binaria ( "espere uno" = 00, "genere pulso" = 01, "espere cero"=10) y Flip-flops tipo T.

## Para máquina de Moore:

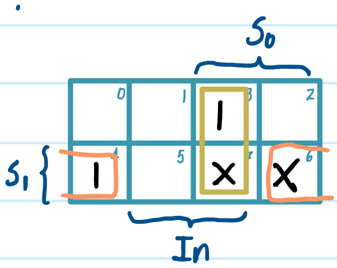



| | $S_1$ | $S_0$ | $In$ | $S_1^+$ | $S_0^+$ | $T_1$ | $T_0$ | Out |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | X | X | X | X | X |
| 7 | 1 | 1 | 1 | X | X | X | X | X |

$\boxed{Out = S_0}$

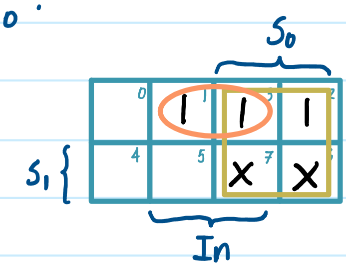
- Simplificando

$T_1$ :




$\boxed{T_1 = S_1 \overline{In} + S_0 In}$

$T_0$ :




$\boxed{T_0 = \overline{S_1} In + S_0}$

- La ecuación característica del Flip-Flop T es:

$$Q(t+1) = T(t)\cdot Q'(t) + T'(t)\cdot Q(t)$$

Entonces las ecuaciones de estado son:

- $S_1(t+1) = T_1\cdot S_1' + T_1'\cdot S_1$

$$\Rightarrow \quad S_1^+ = (S_1\overline{In} + S_0 In)\overline{S_1} + \overline{(S_1\overline{In} + S_0 In)}\cdot S_1$$

$$= (S_1\overline{In} + S_0 In)\overline{S_1} + \overline{(S_1\overline{In})}\,\overline{(S_0 In)}\, S_1$$ De Morgan

$$= \cancelto{0}{\overline{S_1}S_1\overline{In}} + \overline{S_1}S_0 In + (\overline{S_1} + In)(\overline{S_0} + \overline{In})\, S_1$$ De Morgan, Distrib.

$$= \overline{S_1}S_0 In + (\cancelto{0}{\overline{S_1}S_1} + S_1 In)(\overline{S_0} + \overline{In})$$

$$= \overline{S_1}S_0 In + S_1\overline{S_0} In$$

$$\boxed{\therefore\ S_1^+ = In\,(S_1 \oplus S_0)}$$

- $S_0(t+1) = T_0\cdot S_0' + T_0'\cdot S_0$

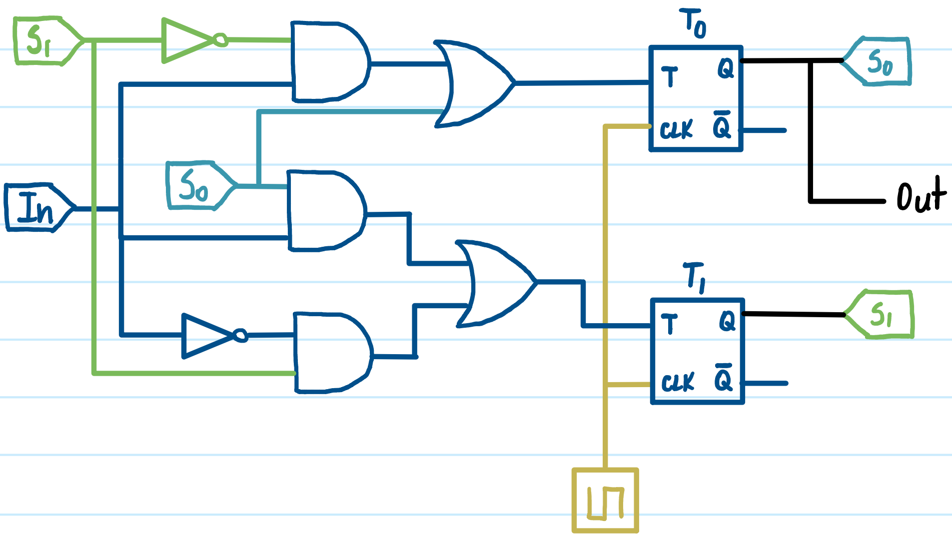
$$\Rightarrow \quad S_0^+ = (\overline{S_1}In + S_0)\overline{S_0} + \overline{(\overline{S_1}In + S_0)}\, S_0$$

$$= \overline{S_1}\,\overline{S_0} In + \cancelto{0}{S_0\overline{S_0}} + (\overline{\overline{S_1} In})\,\cancelto{0}{\overline{S_0}S_0}$$ De Morgan, Distrib.

$$= \overline{S_1}\,\overline{S_0} In + \cancelto{0}{(\overline{\overline{S_1} In})\cdot 0}$$

$$\boxed{\therefore\ S_0^+ = \overline{S_1}\,\overline{S_0}\, In}$$

• Diagrama lógico:



# 1.c

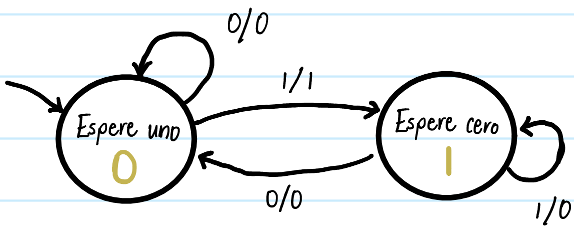
jueves, 7 de octubre de 2021 10:32

José Julián Camacho Hernández
2019201459

c. Máquina de Mealey, con codificación binaria ( "espere uno" = 0, "espere cero"=1) y Flip-flops tipo JK.

Para máq. de Mealey

Entr. / Salidas




| | $S_0$ | $In$ | $S_0^+$ | $J_{S0}$ | $K_{S0}$ | $Out$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | X | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | X | 0 | 0 |

$\boxed{J_{S0} = In}$ $\wedge$ $\boxed{K_{S0} = \overline{In}}$ $\boxed{Out = \overline{S_0}\, In}$

- Con la ecuación característica del Flip-Flop JK es:

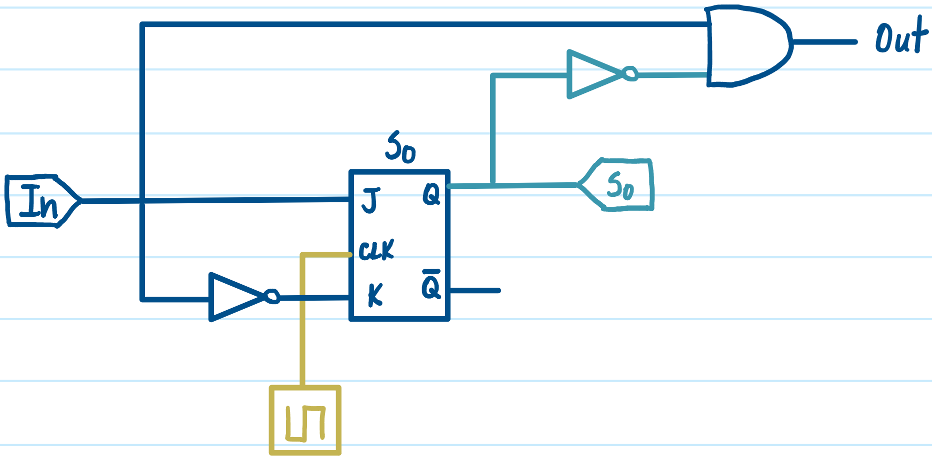
$$Q_{JK}(t+1) = J(t) \cdot Q_{JK}'(t) + K'(t) \cdot Q_{JK}(t)$$

- $S_0(t+1) = J_{S0}\,\overline{S_0} + \overline{K_{S0}}\,S_0$

$$\Rightarrow S_0^+ = In\,\overline{S_0} + \overline{\overline{In}}\,S_0 = In\,(\cancel{\overline{S_0} + S_0})^{1}$$

$\boxed{\therefore S_0^+ = In}$

- Diagrama lógico:



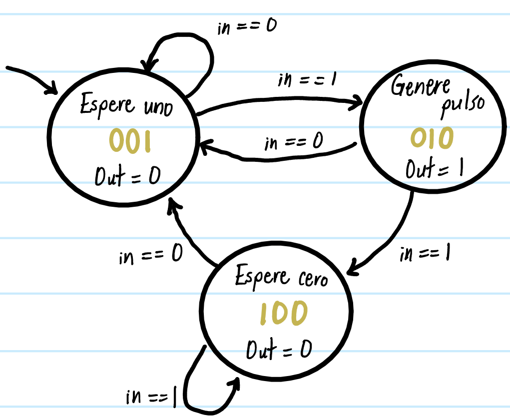
# 1.d

jueves, 7 de octubre de 2021 10:32

José Julián Camacho Hernández
2019201459

d. Máquina de Moore, con codificación **ONE-HOT** y flip-flops tipo D.

| | $S_a$ | $S_b$ | $S_c$ | $In$ | $S_a^+$ | $S_b^+$ | $S_c^+$ | $Out$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | X | X |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | X | X | X | X |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | X | X | X | X |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | X | X | X | X |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | X | X | X | X |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | X | X | X | X |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | X | X | X | X |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | X | X | X | X |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | X | X | X |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | X | X | X | X |




$S_a^+$ :

| | | | $S_c$ | $S_c$ |
|---|---|---|---|---|
| | X (0) | X (1) | (3) | (2) |
| $S_b$ | (4) | 1 (5) | X (7) | X (6) |
| $S_a$, $S_b$ | X (12) | X (13) | X (15) | X (14) |
| $S_a$ | (8) | 1 (9) | X (11) | X (10) |
| | | $In$ | $In$ | |

$$\boxed{S_a^+ = \overline{S_c}\ In}$$

$S_b^+$ :

| | | | $S_c$ | $S_c$ |
|---|---|---|---|---|
| | X (0) | X (1) | 1 (3) | (2) |
| $S_b$ | (4) | (5) | X (7) | X (6) |
| $S_a$, $S_b$ | X (12) | X (13) | X (15) | X (14) |
| $S_a$ | (8) | (9) | X (11) | X (10) |
| | | $In$ | $In$ | |

$$\boxed{S_b^+ = S_c\ In}$$

$S_c^+$:

| | | $S_c$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | X (0) | X (1) | (3) | 1 (2) |
| $S_b$ | 1 (4) | (5) | X (7) | X (6) |
| $S_a$, $S_b$ | X (12) | X (13) | X (15) | X (14) |
| $S_a$ | 1 (8) | (9) | X (11) | X (10) |
| | | In | In | |

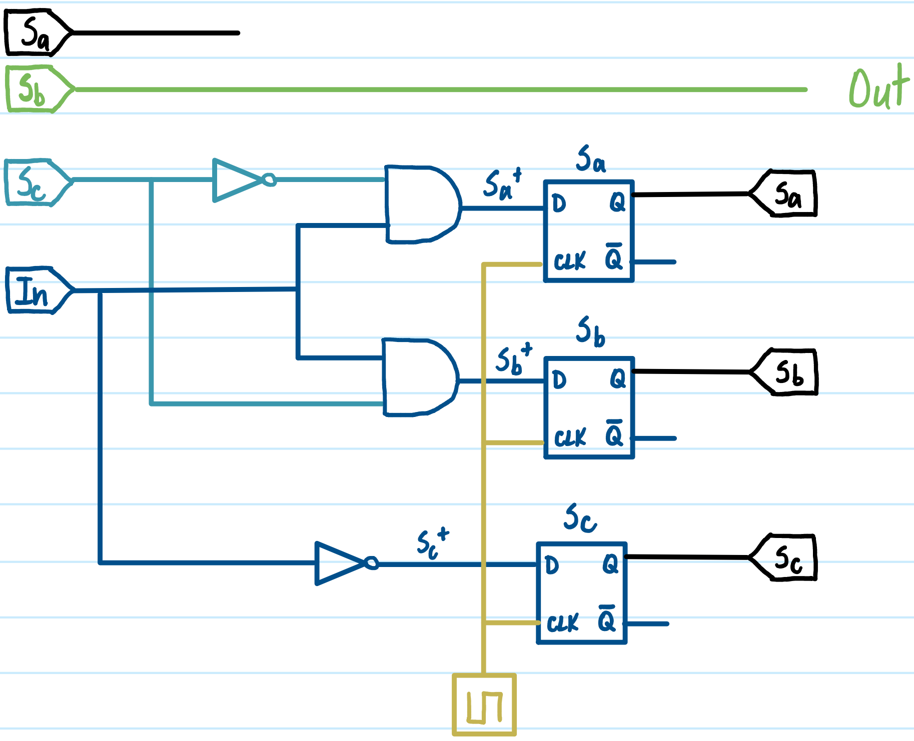
$$\boxed{S_c^+ = \overline{In}}$$

Out:

| | | $S_c$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | X (0) | X (1) | (3) | (2) |
| $S_b$ | 1 (4) | 1 (5) | X (7) | X (6) |
| $S_a$, $S_b$ | X (12) | X (13) | X (15) | X (14) |
| $S_a$ | (8) | (9) | X (11) | X (10) |
| | | In | In | |

$$\boxed{Out = S_b}$$

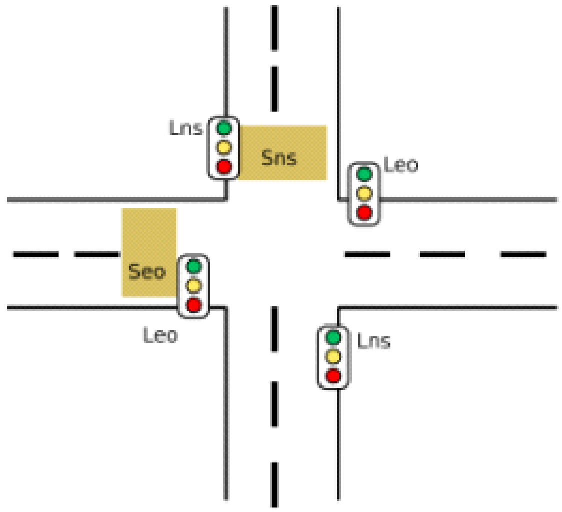
- Diagrama lógico:



jueves, 7 de octubre de 2021 10:32

José Julián Camacho Hernández
2019201459

2. Control de semáforo:




En una intersección se decide colocar un conjunto de semáforos "inteligentes".

- ***Seo*** es un sensor que detecta el tráfico Este-Oeste
- ***Sns*** es un sensor que detecta el tráfico Norte-Sur
- ***Leo*** y ***Lns*** son los semáforos en cada tramo.
- El reloj tiene un periodo de 15s. Y Hay un reset que coloca ***Lns*** en verde y ***Leo*** en rojo.

- Los sensores generan un 1 cuando hay autos en la dirección en la que se encuentran. Si no hay autos en dicha dirección entonces generan un 0.
- Los semáforos son variables de 3 bits, donde $100_2$ es verde, $010_2$ es amarillo y $001_2$ es rojo.

- El funcionamiento básico se resume a:
  - Se asume que el sistema inicia mostrando luz verde en ***Lns*** y roja en ***Leo***. En este modo el sistema ignora el sensor E-O y monitorea el sensor N-S.
  - Se debe esperar hasta que no haya tráfico N-S. Una vez que no haya autos N-S, se procede a cambiar el semáforo ***Lns*** a amarillo por 15s. Luego, ***Lns*** cambia a rojo, y al mismo tiempo ***Leo*** a verde.
  - En este punto se ignora el sensor N-S y se concentra la atención al sensor de tráfico E-O. Al detectarse que no hay tráfico en la dirección E-O, Leo cambia a amarillo por 15s. al final se regresa al estado inicial (***Lns*** Verde y ***Leo*** Rojo) y se repite la secuencia.

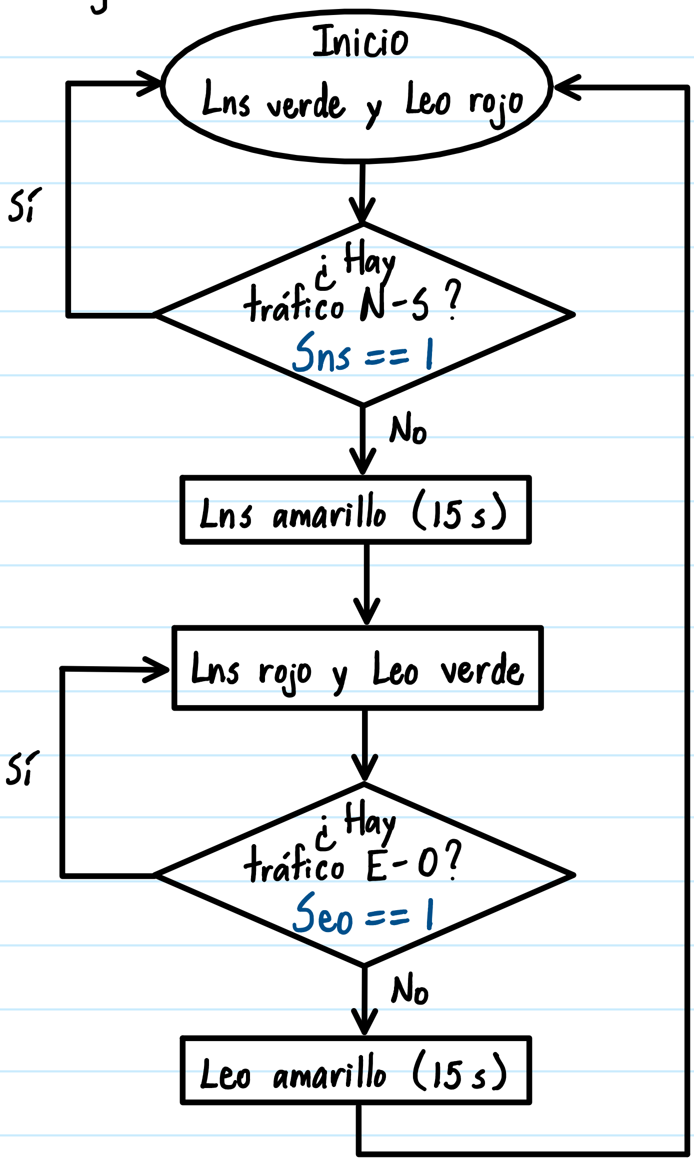
a. Entienda el problema a resolver (no calificado 😊 )
b. Defina las entradas y salidas que requiere su sistema.
c. Genere un diagrama de flujo que describa la solución al problema.
d. Genere un diagrama de estados basado en una arquitectura MOORE.
e. Codifique su sistema usando codificación binaria.
f. Genere la tabla de transición de estados
g. Obtenga las ecuaciones de transición de estados mínimas.
h. Obtenga el diagrama lógico de su sistema.

b. Definición de entradas y salida:

| Entrada (2 bits) | 0 | 1 |
|---|---|---|
| Sensor "Seo" | No hay autos en dirección Este-Oeste | Hay autos en dirección Este-Oeste |
| Sensor "Sns" | No hay autos en dirección Norte-Sur | Hay autos en dirección Norte-Sur |

| Salida (3 bits) | 001 | 010 | 100 |
|---|---|---|---|
| Semáforo "Leo" | Luz roja | Luz amarilla | Luz verde |
| Semáforo "Lsn" | Luz roja | Luz amarilla | Luz verde |

## c. Diagrama de flujo



| Lns | Leo |
|---|---|
| 100 | 001 |
| 010 | 001 |
| 001 | 100 |
| 001 | 010 |

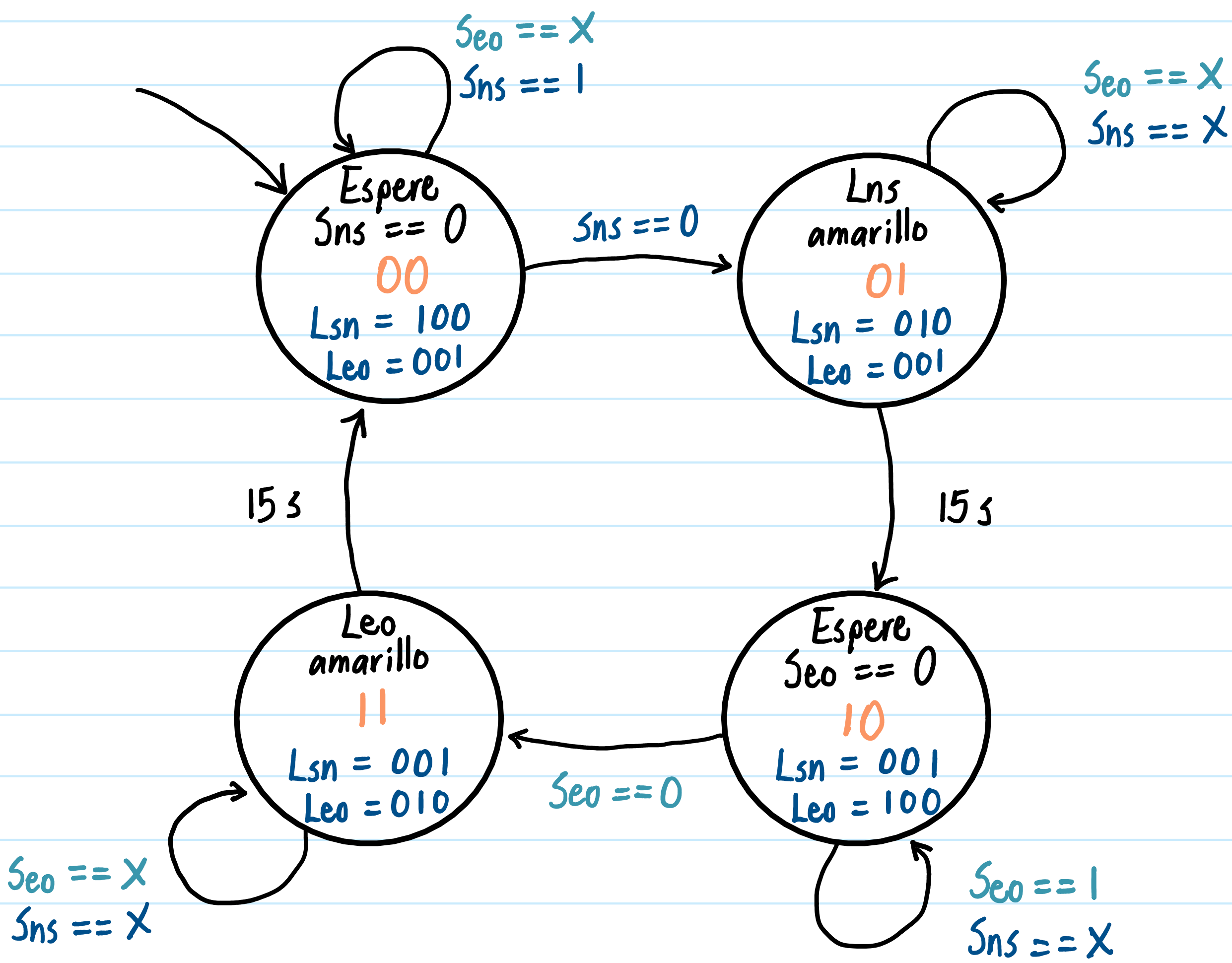
15 s

Sns == 0

15 s

Seo == 0

d,e. Diagrama de estados y codificación binaria.



## f. Tabla de transición de estados

| | $S_1$ | $S_0$ | $S_{ns}$ | $S_{eo}$ | $S_1^+$ | $S_0^+$ | $L_{sn}$ (a b c) | $L_{eo}$ (d e f) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 001 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 100 | 001 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 100 | 001 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 100 | 001 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 010 | 001 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 010 | 001 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 010 | 001 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 010 | 001 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 001 | 100 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 001 | 100 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 001 | 100 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 001 | 100 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 001 | 010 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 001 | 010 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 001 | 010 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 001 | 010 |

$a = \overline{S_1}\,\overline{S_0}$

$b = \overline{S_1}\,S_0$

$c = S_1$

$d = S_1\,\overline{S_0}$

$e = S_1\,S_0$

$f = \overline{S_1}$

# g. Ecuaciones de transición de estados

$S_1^+$ :

| | | | $S_{ns}$ | $S_{ns}$ |
|---|---|---|---|---|
| | (0) | (1) | (3) | (2) |
| $S_0$ | 1 (4) | 1 (5) | 1 (7) | 1 (6) |
| $S_1$, $S_0$ | (12) | (13) | (15) | (14) |
| $S_1$ | 1 (8) | 1 (9) | 1 (11) | 1 (10) |
| | | $S_{eo}$ | $S_{eo}$ | |

$$\boxed{S_1^+ = \bar{S_1} S_0 + S_1 \bar{S_0}}$$

$$= S_1 \oplus S_0$$

$S_0^+$ :

| | | | $S_{ns}$ | $S_{ns}$ |
|---|---|---|---|---|
| | 1 (0) | 1 (1) | (3) | (2) |
| $S_0$ | (4) | (5) | (7) | (6) |
| $S_1$, $S_0$ | (12) | (13) | (15) | (14) |
| $S_1$ | 1 (8) | (9) | (11) | 1 (10) |
| | | $S_{eo}$ | $S_{eo}$ | |

$$\boxed{S_0^+ = \bar{S_1}\, \bar{S_0}\, \bar{S_{ns}} + S_1 \bar{S_0}\, \bar{S_{eo}}}$$

$$= \bar{S_0} \left( \bar{S_1} \bar{S_{ns}} + S_1 \bar{S_{eo}} \right)$$

jueves, 7 de octubre de 2021 11:00

## h. Diagrama lógico