

CONTADOR SINCRONO 0-2-1-3-4-7-6-5-0...

| ESTADO | VALOR(q) | SIGUIENTE(Q) | SALIDA |
|--------|----------|--------------|--------|
| 0 | 000 | 010 | 000 |
| 1 | 001 | 011 | 001 |
| 2 | 010 | 001 | 010 |
| 3 | 011 | 100 | 011 |
| 4 | 100 | 111 | 100 |
| 5 | 101 | 000 | 101 |
| 6 | 110 | 101 | 110 |
| 7 | 111 | 110 | 111 |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|--------|----|-----|-----|
| 00 | | 010 | 011 |
| 01 | | 001 | 100 |
| 11 | | 101 | 110 |
| 10 | | 111 | 000 |
| Q2Q1Q0 | | | |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|-------------|----|---|---|
| 00 | | 0 | 0 |
| 01 | | 0 | 1 |
| 11 | | X | X |
| 10 | | X | X |
| $J2 = q0q1$ | | | |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|---------------------|----|---|---|
| 00 | | X | X |
| 01 | | X | X |
| 11 | | 0 | 0 |
| 10 | | 0 | 1 |
| $K2 = q1' \cdot q0$ | | | |

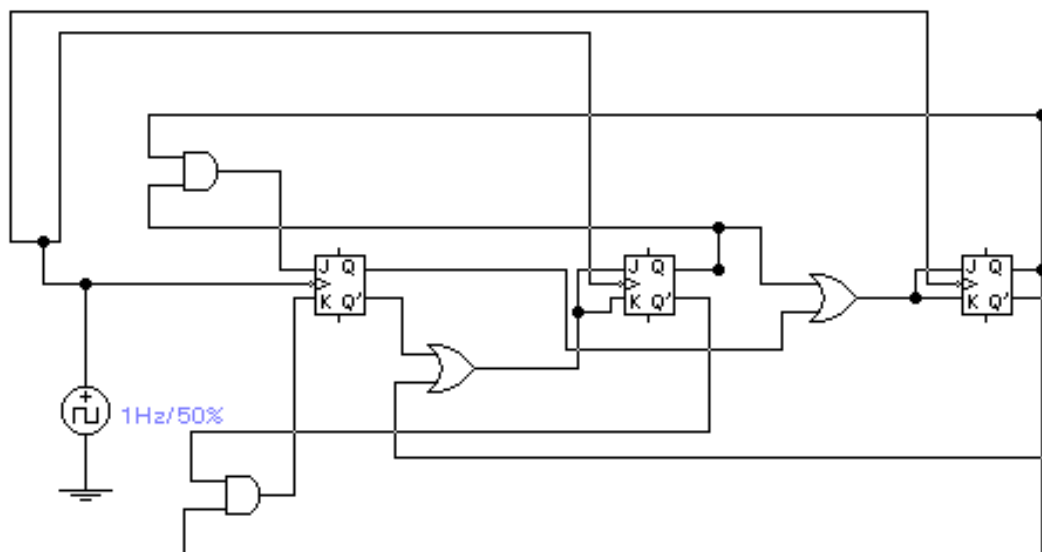
| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------------------|----|---|---|
| 00 | | 1 | 1 |
| 01 | | X | X |
| 11 | | X | X |
| 10 | | 1 | 0 |
| $J1 = q2' + q0'$ | | | |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------------------|----|---|---|
| 00 | | X | X |
| 01 | | 1 | 1 |
| 11 | | 1 | 0 |
| 10 | | X | X |
| $K1 = q2' + q0'$ | | | |

| Transiciones de salida | | Entradas al biestable | |
|------------------------|--------|-----------------------|---|
| Q(t) | Q(T+1) | J | K |
| 0 | 0 | 0 | X |
| 0 | 1 | 1 | X |
| 1 | 0 | X | 1 |
| 1 | 1 | X | 0 |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|----------------|----|---|---|
| 00 | | 0 | X |
| 01 | | 1 | X |
| 11 | | 1 | X |
| 10 | | 1 | X |
| $J0 = q1 + q2$ | | | |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|----------------|----|---|---|
| 00 | | X | 0 |
| 01 | | X | 1 |
| 11 | | X | 1 |
| 10 | | X | 1 |
| $K0 = q1 + q2$ | | | |



Las variables de salida coinciden con las variables de estado del sistema.

CONTADOR SÍNCRONO MODULO 7:

| ESTADO | VALOR(q) | SIGUIENTE(Q) | SALIDA |
|--------|----------|--------------|--------|
| 0 | 000 | 001 | 000 |
| 1 | 001 | 010 | 001 |
| 2 | 010 | 011 | 010 |
| 3 | 011 | 100 | 011 |
| 4 | 100 | 101 | 100 |
| 5 | 101 | 110 | 101 |
| 6 | 110 | 000 | 110 |

| | | | |
|------|----|-----|--------|
| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
| 00 | | 001 | 010 |
| 01 | | 011 | 100 |
| 11 | | 000 | XXX |
| 10 | | 101 | 110 |
| | | | Q2Q1Q0 |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------|----|---|---|
| 00 | | 0 | 0 |
| 01 | | 0 | 1 |
| 11 | | X | X |
| 10 | | X | X |

J2 = q0q1

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------|----|---|---|
| 00 | | X | X |
| 01 | | X | X |
| 11 | | 1 | X |
| 10 | | 0 | 0 |

K2 = q1

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------|----|---|---|
| 00 | | 0 | 1 |
| 01 | | X | X |
| 11 | | X | X |
| 10 | | 0 | 1 |

J1 = q0

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------|----|---|---|
| 00 | | X | X |
| 01 | | 0 | 1 |
| 11 | | 1 | X |
| 10 | | X | X |

K1 = q0 + q2

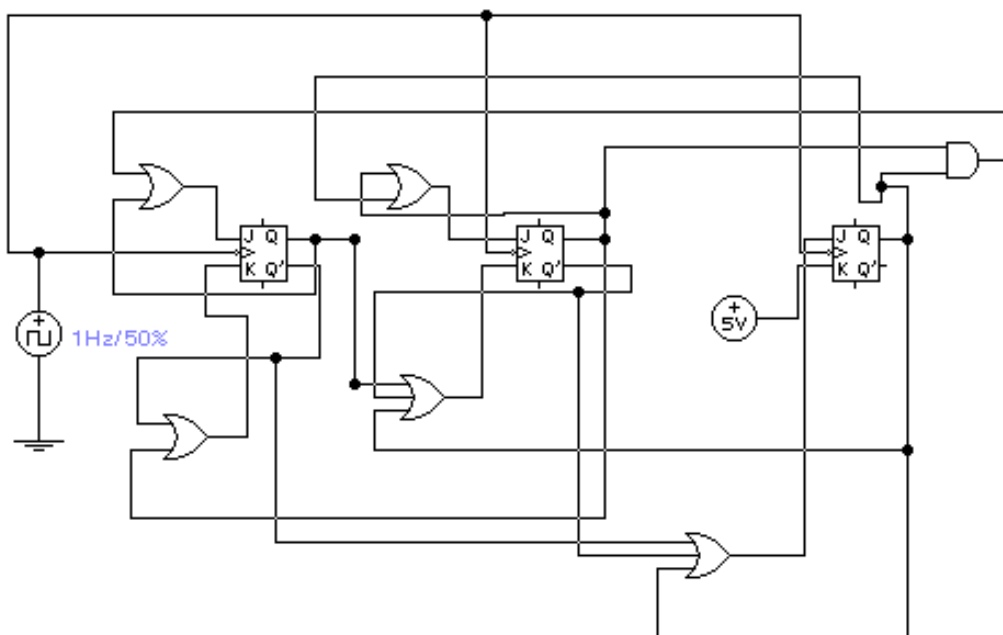
| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------|----|---|---|
| 00 | | 1 | X |
| 01 | | 1 | X |
| 11 | | 0 | 0 |
| 10 | | 1 | X |

$J0 = q2' + q1'$

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|------|----|---|---|
| 00 | | X | 1 |
| 01 | | X | 1 |
| 11 | | X | X |
| 10 | | X | 1 |

K0 = 1

| Transiciones de salida | | Entradas al biestable | |
|------------------------|--------|-----------------------|---|
| Q(t) | Q(T+1) | J | K |
| 0 | 0 | 0 | X |
| 0 | 1 | 1 | X |
| 1 | 0 | X | 1 |
| 1 | 1 | X | 0 |

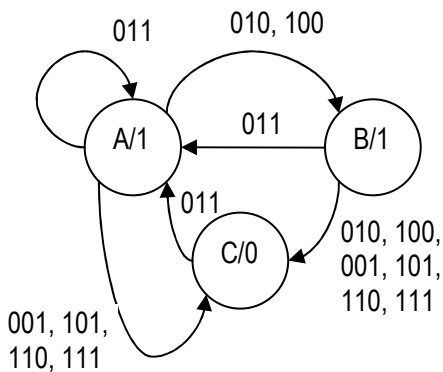


CADENA DE PRODUCCIÓN

Una cadena de producción está controlada por un código de 3 bits. Si el código recibido es 011 la producción continúa. Si se reciben dos códigos de error (códigos 010 ó 100) en dos pulsos consecutivos, el sistema se detiene y sólo se reiniciará al recibir 011. Si se recibe cualquier otro código (entre 001 y 111) el sistema se detiene inmediatamente y sólo se reiniciará al recibir 011.

CADENA DE PRODUCCIÓN

Una cadena de producción está controlada por un código de 3 bits. Si el código recibido es 011 la producción continúa. Si se reciben dos códigos de error (códigos 010 ó 100) en dos pulsos consecutivos, el sistema se detiene y sólo se reiniciará al recibir 011. Si se recibe cualquier otro código (entre 001 y 111) el sistema se detiene inmediatamente y sólo se reiniciará al recibir 011.



| q1q0 | abc | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A=00 | | X | C | A | B | C | C | C | B |
| B=01 | | X | C | A | C | C | C | C | C |
| C=11 | | X | C | A | C | C | C | C | C |
| (D=10) | | X | X | X | X | X | X | X | X |

| q1q0 | abc | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 0 0 | | XX | 11 | 00 | 01 | 11 | 11 | 11 | 01 | 1 |
| 0 1 | | XX | 11 | 00 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 1 |
| 1 1 | | XX | 11 | 00 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 0 |
| (10) | | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | X |

Q1Q0 SAL

| q1q0 | ab,c=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 0 0 | | X | 0 | 1 | 0 |
| 0 1 | | X | 1 | 1 | 1 |
| 1 1 | | X | X | X | X |
| 1 0 | | X | X | X | X |

$J1 = q0 \cdot c' + a \cdot b$

| q1q0 | ab,c=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 0 0 | | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 1 | | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 1 | | X | X | X | X |
| 1 0 | | X | X | X | X |

$J1 = b' \cdot c$

| Transiciones de salida | | Entradas al biestable | |
|------------------------|--------|-----------------------|---|
| Q(t) | Q(T+1) | J | K |
| 0 | 0 | 0 | X |
| 0 | 1 | 1 | X |
| 1 | 0 | X | 1 |
| 1 | 1 | X | 0 |

$$SAL = q1'$$

$$J1 = q0 \cdot c' + a \cdot b + b' \cdot c$$

| q1q0 | ab,c=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 00 | | X | X | X | X |
| 01 | | X | X | X | X |
| 11 | | X | 0 | 0 | 0 |
| 10 | | X | X | X | X |

$K1 =$

| q1q0 | ab,c=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 00 | | X | X | X | X |
| 01 | | X | X | X | X |
| 11 | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | | X | X | X | X |

$K1 = a' \cdot b \cdot c$

$$K1 = a' \cdot b \cdot c$$

| q1q0 | ab,c=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 00 | | X | 1 | 1 | 1 |
| 01 | | X | X | X | X |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | X | X | X | X |

$J0 = c'$

| q1q0 | ab,c=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 00 | | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 01 | | X | X | X | X |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | X | X | X | X |

$J0 = b' + a$

$$J0 = c' + b' + a$$

| q1q0 | ab,c=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 00 | | X | X | X | X |
| 01 | | X | 0 | 0 | 0 |
| 11 | | X | 0 | 0 | 0 |
| 10 | | X | X | X | X |

$K0 =$

| q1q0 | ab,c=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|--------|----|----|----|----|
| 00 | | X | X | X | X |
| 01 | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | | X | X | X | X |

$K0 = a' \cdot b \cdot c$

$$K0 = a' \cdot b \cdot c$$

CONTADOR SÍNCRONO

Diseñar un circuito secuencial con 1 **JK**, 1 **D** y un **T**, que proporcione:

- a) Si $x = 0 \rightarrow 1-3-5-7-1-\dots$
- b) Si $x = 1 \rightarrow 0-2-4-6-0-\dots$

Suponemos que en cualquier estado de la cuenta de los pares, si se recibe $x = 0$ se inicia la cuenta de los impares. Del mismo modo, en cualquier estado de la cuenta de los impares, si se recibe $x = 1$ se inicia la cuenta de los pares.

CONTADOR SÍNCRONO

Diseñar un circuito secuencial con 1 JK, 1 D y un T, que proporcione:

- c) Si $x = 0 \rightarrow 1-3-5-7-1-\dots$
- d) Si $x = 1 \rightarrow 0-2-4-6-0-\dots$

Suponemos que en cualquier estado de la cuenta de los pares, si se recibe $x = 0$ se inicia la cuenta de los impares. Del mismo modo, en cualquier estado de la cuenta de los impares, si se recibe $x = 1$ se inicia la cuenta de los pares.

| ESTADO | VALOR | SIGUIENTE, $x=0$ | SIGUIENTE, $x=1$ |
|--------|-------|------------------|------------------|
| 0 | 000 | 001 | 010 |
| 1 | 001 | 011 | 000 |
| 2 | 010 | 001 | 100 |
| 3 | 011 | 101 | 000 |
| 4 | 100 | 001 | 110 |
| 5 | 101 | 111 | 000 |
| 6 | 110 | 001 | 000 |
| 7 | 111 | 001 | 000 |

| q_2q_1 | $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------|---------|-----|-----|-----|-----|
| 00 | | 001 | 010 | 000 | 011 |
| 01 | | 001 | 100 | 000 | 101 |
| 11 | | 001 | 000 | 000 | 001 |
| 10 | | 001 | 110 | 000 | 111 |
| Q2Q1Q0 | | | | | |

| q_2q_1 | $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------------------------------|---------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | X | X | X | X |
| $J_2 = q_1 q_0' x + q_1 q_0 x'$ | | | | | |

| q_2q_1 | $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------------------------------|---------|----|----|----|----|
| 00 | | X | X | X | X |
| 01 | | X | X | X | X |
| 11 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | | 1 | 0 | 1 | 0 |
| $K_2 = q_1 + q_0' x' + q_0 x$ | | | | | |

| q_2q_1 | $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----------------------------------|---------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 01 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $D_1 = q_1' q_0' x + q_1' q_0 x'$ | | | | | |

| q_2q_1 | $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------------------------|---------|----|----|----|----|
| 00 | | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | | 1 | 0 | 1 | 0 |
| $T_0 = q_0' x' + q_0 x$ | | | | | |

| Transiciones de salida | | Entradas al biestable | |
|------------------------|--------|-----------------------|---|
| Q(t) | Q(T+1) | J | K |
| 0 | 0 | 0 | X |
| 0 | 1 | 1 | X |
| 1 | 0 | X | 1 |
| 1 | 1 | X | 0 |

Las variables de salida coinciden con las variables de estado del sistema.

SECUENCIADOR DE ILUMINACIÓN

Se tienen bombillas de 4 colores (A, B, C, D). Diseñar un circuito que repita la siguiente secuencia:

- a) Todas apagadas.
- b) Encender un solo color en cada ciclo, manteniendo el resto apagados.
- c) Apagar todas.
- d) Encender dos colores manteniendo el resto apagados, con todas las combinaciones posibles.
- e) Encender todas.
- f) Apagar un solo color, manteniendo el resto encendidas.
- g) Encender todas.
- h) Volver a (a)

SECUENCIADOR DE ILUMINACIÓN

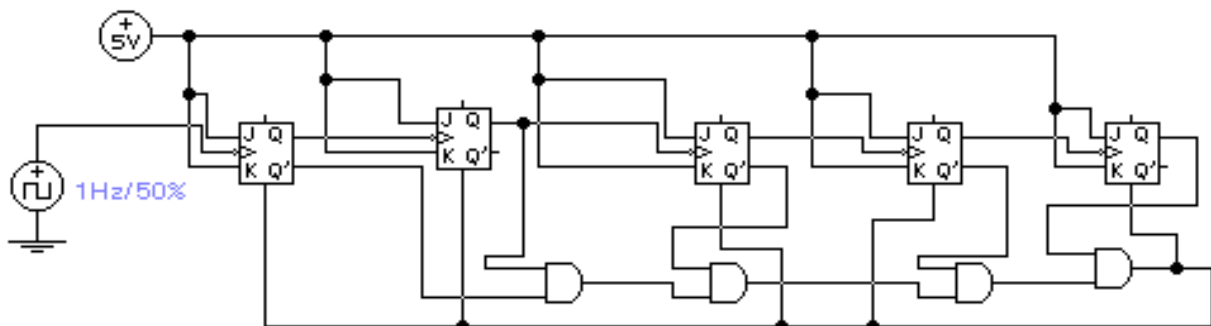
Se tienen bombillas de 4 colores (A, B, C, D). Diseñar un circuito que repita la siguiente secuencia:

- Todas apagadas.
- Encender un solo color en cada ciclo, manteniendo el resto apagados.
- Apagar todas.
- Encender dos colores manteniendo el resto apagados, con todas las combinaciones posibles.
- Encender todas.
- Apagar un solo color, manteniendo el resto encendidas.
- Encender todas.
- Volver a (a)

| ESTADO | VALOR | SIGUIENTE | SALIDA (ABCD) |
|--------|-------|-----------|---------------|
| 0 | 00000 | 00001 | 0000 |
| 1 | 00001 | 00010 | 1000 |
| 2 | 00010 | 00011 | 0100 |
| 3 | 00011 | 00100 | 0010 |
| 4 | 00100 | 00101 | 0001 |
| 5 | 00101 | 00110 | 0000 |
| 6 | 00110 | 00111 | 1100 |
| 7 | 00111 | 01000 | 0110 |
| 8 | 01000 | 01001 | 0011 |
| 9 | 01001 | 01010 | 1001 |

| ESTADO | VALOR | SIGUIENTE | SALIDA |
|--------|-------|-----------|--------|
| 10 | 01010 | 01011 | 1010 |
| 11 | 01011 | 01100 | 0101 |
| 12 | 01100 | 01101 | 1111 |
| 13 | 01101 | 01110 | 0111 |
| 14 | 01110 | 01111 | 1011 |
| 15 | 01111 | 10000 | 1101 |
| 16 | 10000 | 10001 | 1110 |
| 17 | 10001 | 00000 | 1111 |

Para conseguir las transiciones: contador asíncrono módulo 18 (CLR activa al llegar 10010 = 1xx1x).



Variables de salida:

| q4q3 | q2q1, q0=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|------------|------|------|------|------|
| 00 | | 0000 | 0100 | 1100 | 0001 |
| 01 | | 0011 | 1010 | 1011 | 1111 |
| 11 | | xxxx | xxxx | xxxx | xxxx |
| 10 | | 1110 | xxxx | xxxx | xxxx |

| q4q3 | q2q1, q0=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|------------|------|------|------|------|
| 00 | | 1000 | 0010 | 0110 | 0000 |
| 01 | | 1001 | 0101 | 1101 | 0111 |
| 11 | | xxxx | xxxx | xxxx | xxxx |
| 10 | | 1111 | xxxx | xxxx | xxxx |

| q4q3 | q2q1, q0=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|------------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |

$$A = q4 + q2' q1' q0 + q2 q1 q0' + q3 q2 q1 + \dots$$

| q4q3 | q2q1, q0=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|------------|----|----|----|----|
| 00 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |

$$\dots + q3 q1 q0' + q3 q2 q0'$$

| q4q3 | q2q1,q0=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------------------------------------------------|-----------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 01 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |
| B = q4 + q3 q1 q0' + q3 q2 q1' + q2 q1 q0 + ... | | | | | |

| q4q3 | q2q1,q0=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------|-----------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |
| ... + q3 q1 q0 | | | | | |

| q4q3 | q2q1,q0=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------------------------------------------|-----------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |
| C = q3 q0' + q4 + q4 q3 q1 q0 + q3 q2 q1' | | | | | |

| q4q3 | q2q1,q0=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|-----------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 01 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |
| | | | | | |

| q4q3 | q2q1,q0=0 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------------------------------------------|-----------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 01 | | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 0 | X | X | X |
| D = q4 q0 + q3 q0 + q2 q1' q0 + q3 q2 + ... | | | | | |

| q4q3 | q2q1,q0=1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------------------|-----------|----|----|----|----|
| 00 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | X | X |
| ... + q3 q2' q1' | | | | | |

DEPÓSITO DE AGUA

Un depósito tiene 2 bombas de llenado (b_1 y b_2) y dos sensores (S , I).

Si $S=I=0$, ambas bombas deben estar cerradas.

Si $S=I=1$, ambas bombas deben estar abiertas.

Si $S=0$, $I=1$, debe permanecer abierta la última bomba que estuviera cerrada.

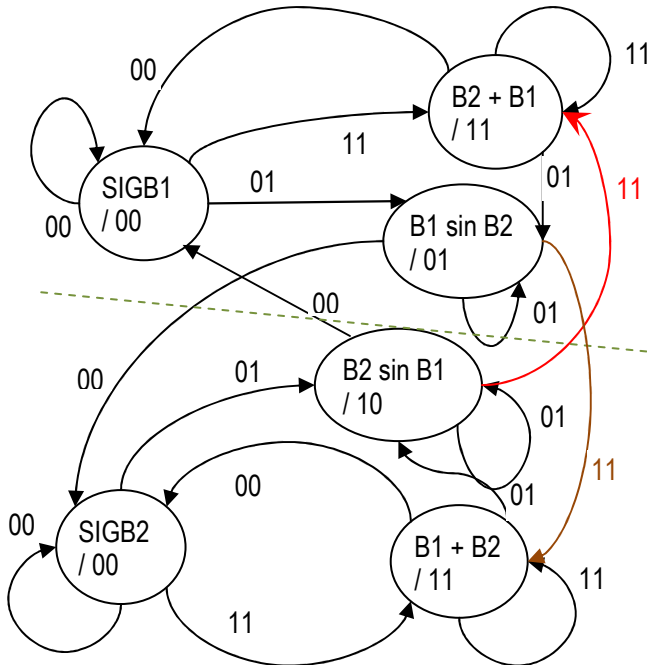
DEPÓSITO DE AGUA

Un depósito tiene 2 bombas de llenado (b1 y b2) y dos sensores (S, I).

Si $S=I=0$, ambas bombas deben estar cerradas.

Si $S=I=1$, ambas bombas deben estar abiertas.

Si $S=0, I=1$, debe permanecer abierta la última bomba que estuviera cerrada.



| ESTADO | CODIFICACION | SALIDA (b2 b1) |
|-----------|--------------|----------------|
| SIGB1 | 000 | 00 |
| B1 sin B2 | 001 | 01 |
| SIGB2 | 010 | 00 |
| B2 sin B1 | 011 | 10 |
| B1 + B2 | 100 | 11 |
| B2 + B1 | 101 | 11 |

| q2q1q0 | S I | 00 | 01 | 10 | 11 | b2b1 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 000 | | 000 | 001 | XXX | 101 | 00 |
| 001 | | 010 | 001 | XXX | 100 | 01 |
| 010 | | 010 | 011 | XXX | 100 | 00 |
| 011 | | 000 | 011 | XXX | 101 | 10 |
| 100 | | 010 | 011 | XXX | 100 | 11 |
| 101 | | 000 | 001 | XXX | 101 | 11 |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|--------------------|----|---|---|
| 00 | | 0 | 0 |
| 01 | | 0 | 1 |
| 11 | | X | X |
| 10 | | 1 | 1 |
| $b2 = q2 + q1' q0$ | | | |

| q2q1 | q0 | 0 | 1 |
|--------------------|----|---|---|
| 00 | | 0 | 1 |
| 01 | | 0 | 0 |
| 11 | | X | X |
| 10 | | 1 | 1 |
| $b1 = q2 + q1' q0$ | | | |

Ecuaciones de salida ($b2$ =apertura bomba 2, $b1$ =apertura bomba 1)

QUEDA COMO EJERCICIO RESOLVER LAS ECUACIONES DE ENTRADA DE LOS BIESTABLES

Nota: El enunciado del problema puede resultar algo confuso ya que, por la primera condición (“ $S=0, I=0$ implica bombas cerradas”) se entiende que el un sensor devuelve 0 cuando se detecta agua en el nivel indicado; sin embargo, la última condición (“ $S=0, I=1$ implica abrir una bomba”) supone que el 1 en el sensor I debería indica presencia de agua y el 0 en el sensor S supondría ausencia de agua. Por tanto, la tercera condición supone una inconsistencia con las dos anteriores.

Se ha resuelto el ejercicio con el enunciado original, pero podría resolverse modificando la tercera condición por “Si $S=1, I=0$, debe permanecer abierta la última bomba que estuviera cerrada” para que el enunciado del problema no presentase incongruencias.