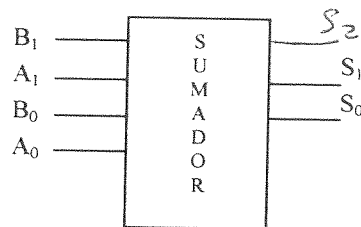


Cuestión 1 (1,5 puntos).

Electrónica Digital ITI El Junio 2006 (1ª parte)

Un equipo de trabajo pretende diseñar un panel electrónico, para que los niños aprendan el concepto de la suma. Dicho panel contará con los números: 0, 1 y 2 escritos en rojo y con los mismos números escritos en azul. El niño para realizar la suma debe pulsar el primer número (rojo) a sumar, luego el símbolo de la suma y finalmente el segundo número (azul) a sumar y el resultado deberá aparecer en una pantalla.

Los dos números a sumar llegan expresados en binario natural (datos A y B) a un sumador cuyo diseño es el objeto del primer apartado de este ejercicio.



- a) Escriba la tabla de verdad de la aplicación con las entradas y salidas correspondientes.

B_1	A_1	B_0	A_0	S_0	S_1	S_2
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	x	x	x
0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	1	x	x	x
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	0	x	x	x
1	0	1	1	x	x	x
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x

B_1	A_1	B_0	A_0	S_0	S_1	S_2
0	1	0	1	x	x	x
0	1	1	1	x	x	x
1	0	1	0	x	x	x
1	0	1	1	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x

Las combinaciones anteriores nunca se podrán dar en la entrada, por lo cual en las salidas ponemos x para poder realizar futuros agrupamientos mas numerosos.

b) Simplifique la función siguiente:

$$F(e, d, c, b, a) = \bar{e} \bar{d} c b \bar{a} + \bar{e} d c b \bar{a} + \bar{e} d c b a + \bar{e} d c \bar{b} \bar{a} + \bar{e} d c \bar{b} a + \bar{e} d c b \bar{a} + \bar{e} d c b a + \bar{e} d c \bar{b} \bar{a}$$

Nota: la variable a es la de menor peso. Se aconseja utilizar tabla/s con la colocación siguiente:

$e = 0$

dc \ ba	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	1	5	13	9
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

$e = 1$

dc \ ba	00	01	11	10
00	16	20	28	24
01	17	21	29	25
11	19	23	31	27
10	18	22	30	26

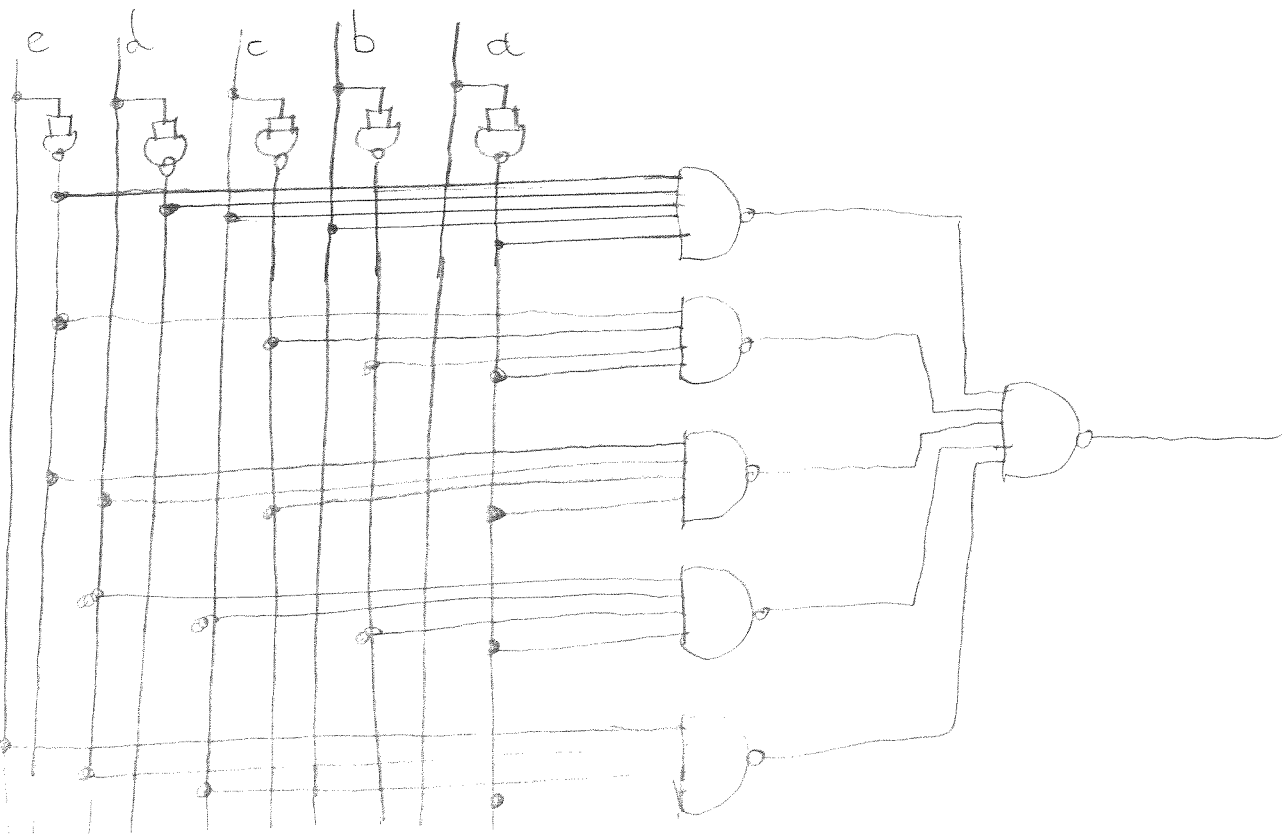
$$F(e, d, c, b, a) = \bar{e} \bar{d} c b \bar{a} + \bar{e} d c b \bar{a} + \bar{e} d c \bar{b} \bar{a} + d c b \bar{a} + e d c \bar{a}$$

$\bar{e} d \bar{b} \bar{a}$ ó $\bar{e} d \bar{b} \bar{a}$ Porque hay dos posibilidades válidas pero nunca agrupar dos veces

c) Implemente la función simplificada con puertas NAND.

$$F = \bar{e} \bar{d} c b \bar{a} + \bar{e} d c b \bar{a} + \bar{e} d c \bar{b} \bar{a} + d c b \bar{a} + e d c \bar{a}$$

$$= \bar{e} \bar{d} c b \bar{a} \cdot \bar{e} d c b \bar{a} \cdot \bar{e} d c \bar{b} \bar{a} \cdot d c b \bar{a} \cdot e d c \bar{a}$$



Cuestión 2 (2 puntos).

Se pretende diseñar un circuito digital para un juego de azar muy sencillo. En dicho juego, podrán participar dos usuarios, A y B, que introducirán cada uno de ellos un número entre 0 y 7 codificado en binario natural y 3 bits.

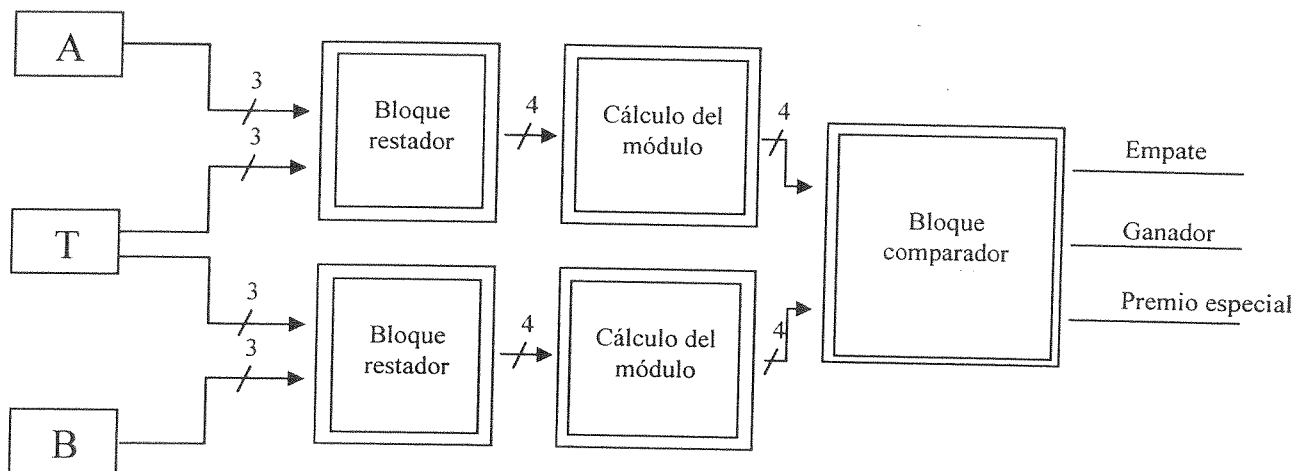
Otro sistema, ajeno al que se pide diseñar en este ejercicio genera un número aleatorio, T, también entre 0 y 7 con 3 bits.

Ganará el usuario cuyo número se aproxime más al generado por el sistema.

El circuito que se pide diseñar deberá, por tanto, ser capaz de calcular la diferencia entre los números introducidos por los participantes y el número aleatorio generado por el sistema, ver qué distancia es más pequeña y generar tres salidas:

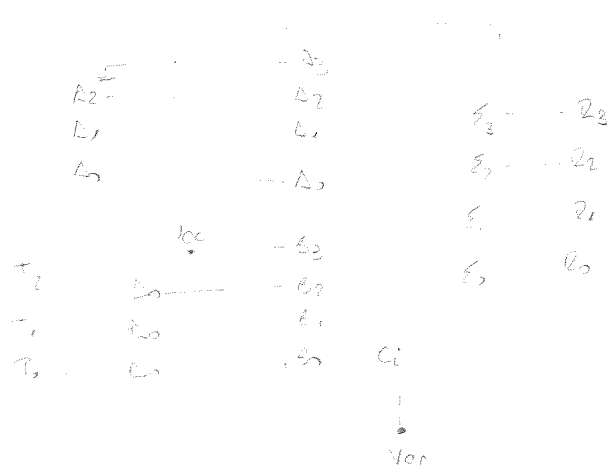
- Empate: que debe generar un 1 si los participantes empatan.
- Ganador: que debe entregar un nivel bajo si el ganador es el usuario A y un 1 si es el usuario B, y da igual lo que entregue si hay empate
- Premio especial: que debe entregar un 1 en caso de que alguno de los dos concursantes, o los dos, introduzcan el mismo número que el que genera aleatoriamente el sistema.

El diagrama de bloques del sistema será:



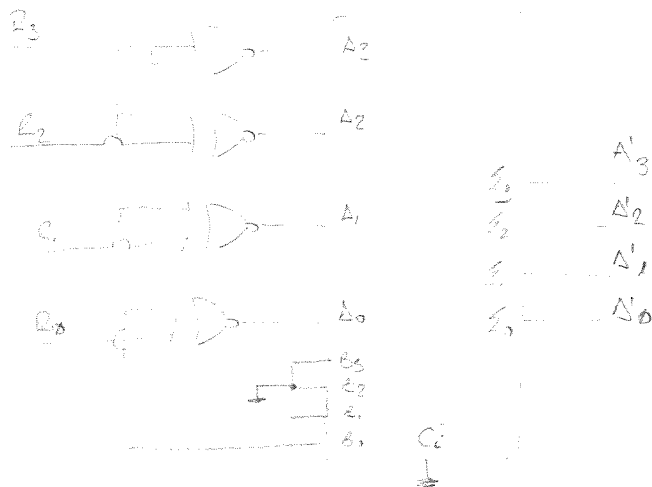
Sabiendo que dispone de tantos sumadores 74LS83 y comparadores 74LS85 como sean necesarios, de las puertas lógicas que desee y teniendo en cuenta que cada bloque puede necesitar más de un componente, diseñe:

a) El bloque restador



Se resta A-T haciendo
el complemento a 2
de este último

b) El bloque que calcula el módulo

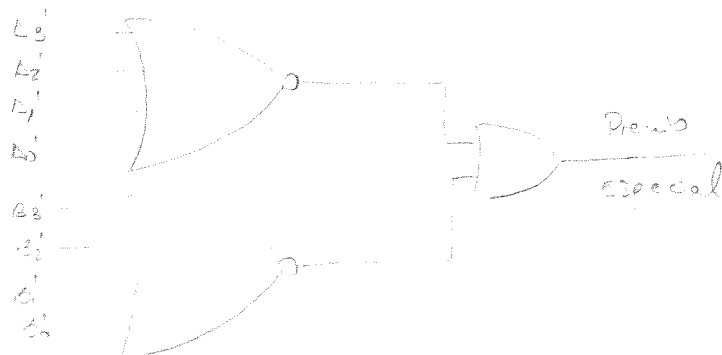
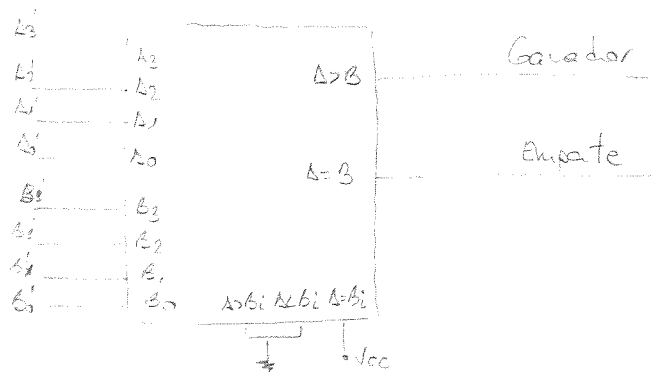


Para obtener el módulo, se hace el complemento a dos en caso de ser negativo

c) El bloque comparador

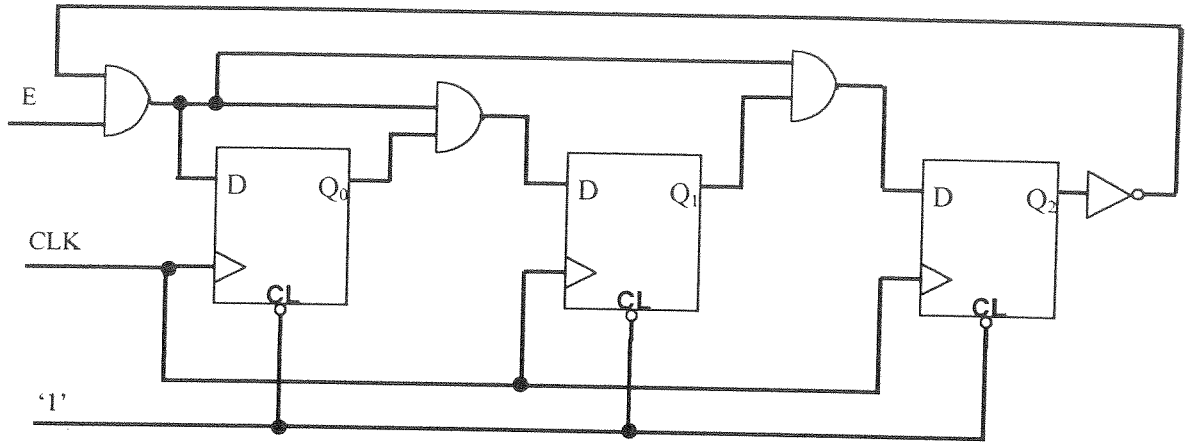
se comparan las distancias en módulos obtenidas de restar $A - T(=0)$

$B - T(=0)$

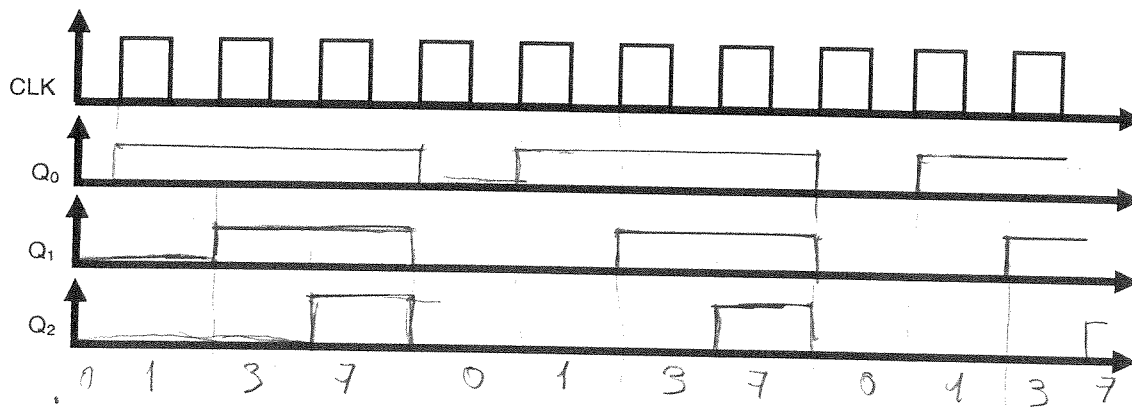


Cuestión 3 (2 puntos).

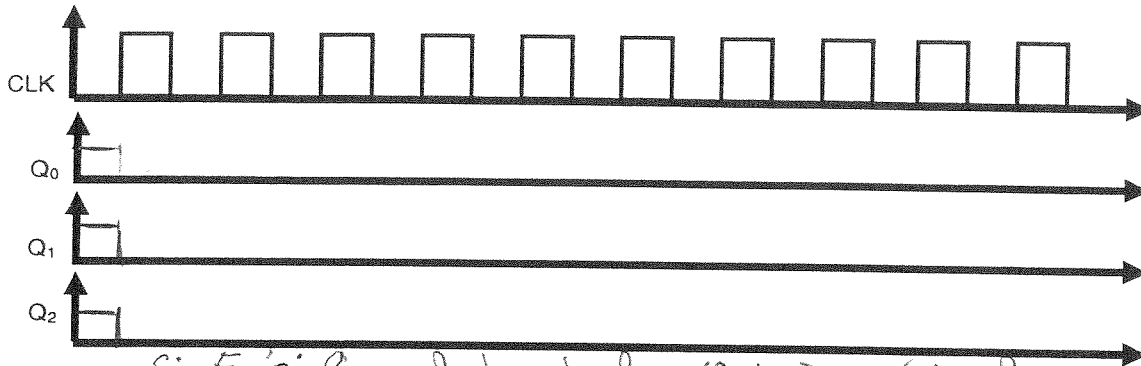
Responda justificadamente a las preguntas que se formulan sobre el circuito siguiente:



- a) Representar sobre el siguiente cronograma la evolución temporal de las señales Q_0 , Q_1 , Q_2 , suponiendo que inicialmente tienen el valor 000, y que la señal E siempre se encuentra a '1'. El funcionamiento de los componentes se considera ideal.



- b) Representar sobre el siguiente cronograma la evolución temporal de las señales Q0 , Q1 , Q2 , suponiendo que inicialmente tienen el valor 111, y que la señal E siempre se encuentra a '0'. El funcionamiento de los componentes se considera ideal.



Si $E=0$ la salida de la 1ª AND es 0 y las entradas de los Biestables 0, sus salidas 0.

- c) ¿Cuándo funciona como contador y qué módulo tiene?

Cuando $E \neq 0$, porque las entradas de los Biestables no son siempre 0.

Hay 4 cambios (0, 1, 3, 7), el módulo es 4.

- d) Determine la frecuencia máxima de funcionamiento.

Datos Biestables: $t_{pB}=8$ ns, $t_{setup}=4,5$ ns, $t_{hold}=0$ ns.

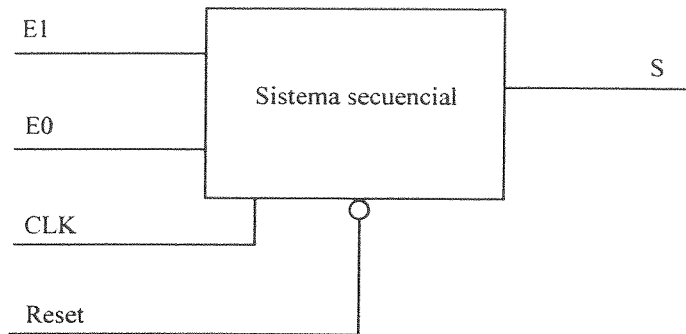
Datos Puertas: $t_{pp}=6$ ns.

$$F = \frac{1}{t_{pB} + 3(t_{pp}) + t_{setup}} = \frac{1}{8 \text{ ns} + 3(6 \text{ ns}) + 4,5 \text{ ns}}$$

Caso mas desfavorable

Cuestión 4 (2 puntos).

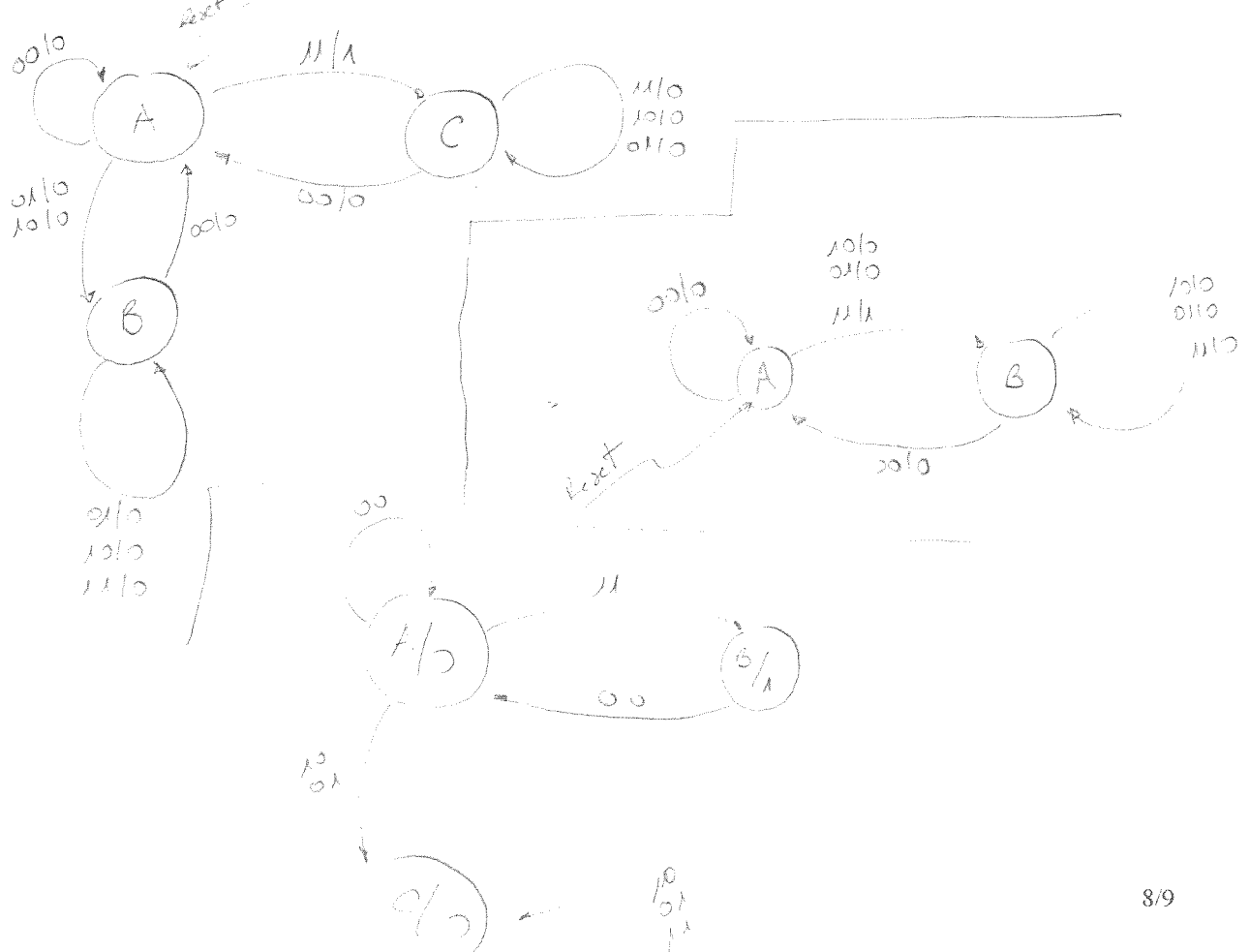
Se pretende implementar un sistema secuencial cuyo esquema se muestra a continuación:



Sabiendo que:

- Los bits E1 y E0 llegan sincronizados con la señal de reloj CLK.
- La salida debe activarse únicamente en caso de que los bits E1 y E0 pasen de presentar la combinación '00' a presentar la combinación '11', y debe mantenerse activa durante un único periodo de reloj desactivándose a continuación hasta que vuelva a producirse el cambio de '00' a '11'.
- El reset es asíncrono, activo a nivel bajo y debe llevar a un estado desde el que se cumpla el requisito anterior.

Dibuje el grafo del sistema secuencial de forma que se obtenga el menor número de estados posible, explicando claramente el sentido de cada uno de los estados.



ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En una industria farmacéutica se desea automatizar el proceso de llenado y taponado de unas botellas de jarabe. Para ello, se implanta una línea de envasado como la que se ve en la Figura 1:

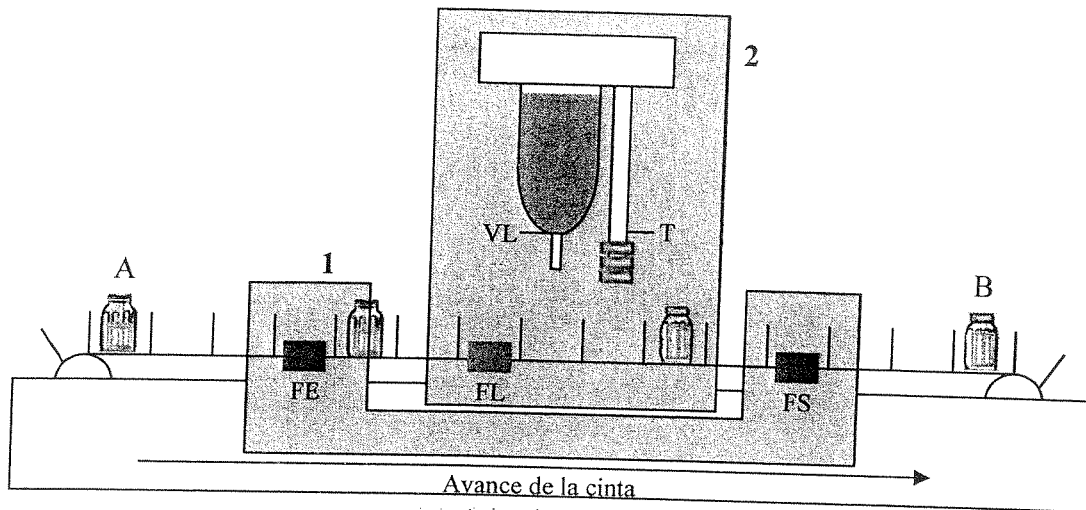


Figura 1. Línea de envasado

Esta línea de envasado funciona a grandes rasgos de la siguiente forma:

- Un brazo robot automatizado deposita las botellas vacías en el punto A. Debe quedar claro que no siempre pondrá una botella y que, por tanto, habrá huecos en la cinta que puedan quedar vacíos.
- La cinta avanza una posición por cada flanco de una señal de reloj que controla TODO el sistema y que denominaremos CLK.
- FE, FL, y FS son tres fotocélulas (de Entrada, Llenado y Salida) que entregan una señal a nivel alto si no tienen una botella delante y un nivel bajo si sí la tienen.
- Todas las botellas que entren en la línea de envasado tienen que ser llenadas y cerradas.
- VL y T son las señales que abren la válvula de llenado (con un nivel alto) y accionan el taponador (también con un nivel alto) respectivamente.
- Un brazo robot automatizado detecta y recoge las botellas llenadas y taponadas en el punto B.

En los dos apartados de los que consta este problema, se pedirá el diseño de dos sistemas digitales completamente independientes que controlen los bloques sombreados 1 y 2, de acuerdo al funcionamiento básico explicado y una serie de requisitos adicionales que se explicarán en cada apartado. Lea detenidamente el enunciado de dichos apartados y responda razonadamente.

Cuestión 1 (1,25 puntos)

En este apartado se va a diseñar un sistema digital capaz de generar una señal de alarma, **AL**, que se debe activar (dando un nivel bajo) cuando se den cualquiera de las dos situaciones siguientes:

- La alarma debe activarse cuando un operario accione manualmente un pulsador de alarma.
- Y también debe activarse cuando se detecte que alguna botella de las que ha entrado en la cinta no ha salido, y por tanto se ha caído por el camino. Esta detección, que en una línea de envasado real sería mucho más compleja que en nuestro caso, va a quedar reducida a comprobar que la diferencia entre las botellas contadas en la fotocélula de salida (FS) y la de entrada (FE) no excede el máximo número de botellas que podría haber entre las dos en el caso de que la cinta estuviera completamente llena.

Diseñe y dibuje sobre el esquema de la Figura 2, todos los elementos y las conexiones que considere necesarios para generar la señal de alarma (tenga en cuenta que puede ser necesario añadir puertas lógicas, calcular funciones lógicas intermedias, etc.). Razone y explique detenidamente su solución en la hoja siguiente.

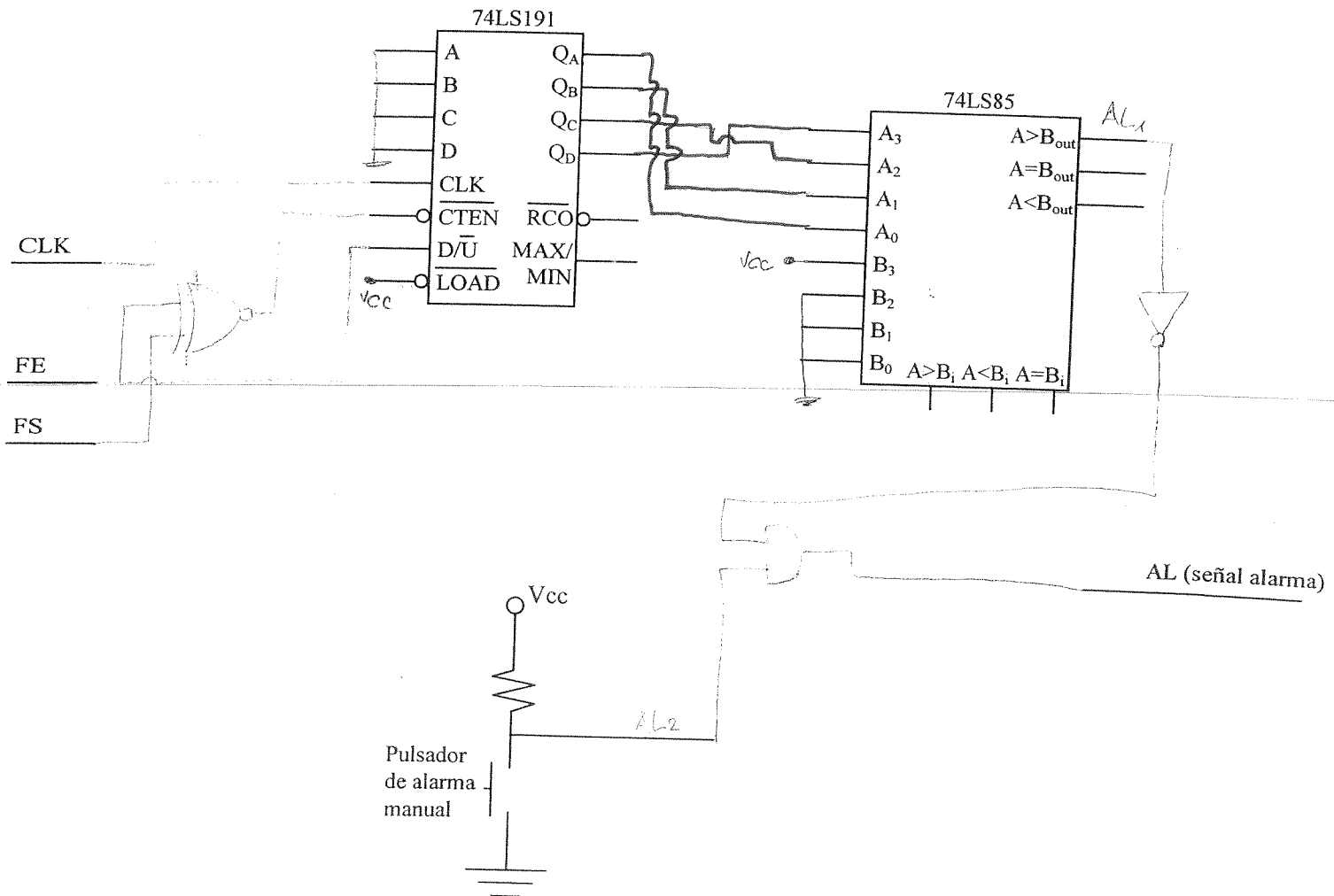


Figura 2. Esquema para la cuestión 1

Explicaciones, tablas, mapas de Karnaugh de la cuestión 1

En primer lugar, obtenemos \overline{CTEN} y \overline{DIL} a partir de FE y FS para el conteo y descuento de las botellas que entran y salen de la cante:

FE	FS	\overline{CTEN}	\overline{DIL}	explicación
0	0	1	x	Hay botellas en las dos botellerías. Hay q. salir 1 y recibir 1 o lo que es lo mismo, no hacer nada
0	1	0	0	Hay una botella en FE \Rightarrow aumentar la cuenta en uno más
1	0	0	1	Hay una botella en FS \Rightarrow descuenter
1	1	1	x	No hay botellas ni en FE ni en FS \Rightarrow no hacer nada

$$\overline{CTEN} = \overline{FE \oplus FS}$$

$$\overline{DIL} = FE$$

Con estas ecuaciones se mantendrá el K a la entrada de cada botellería, cada botella mantendrá el número de botellas que hay en el momento.

Si este número puede ser 0 (máximo número de botellas posible entre FE y FS) se genera una alarma AL₁ que se enciende con la señal de alarma. Así se genera AL

AL ₁	AL ₂	AL
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

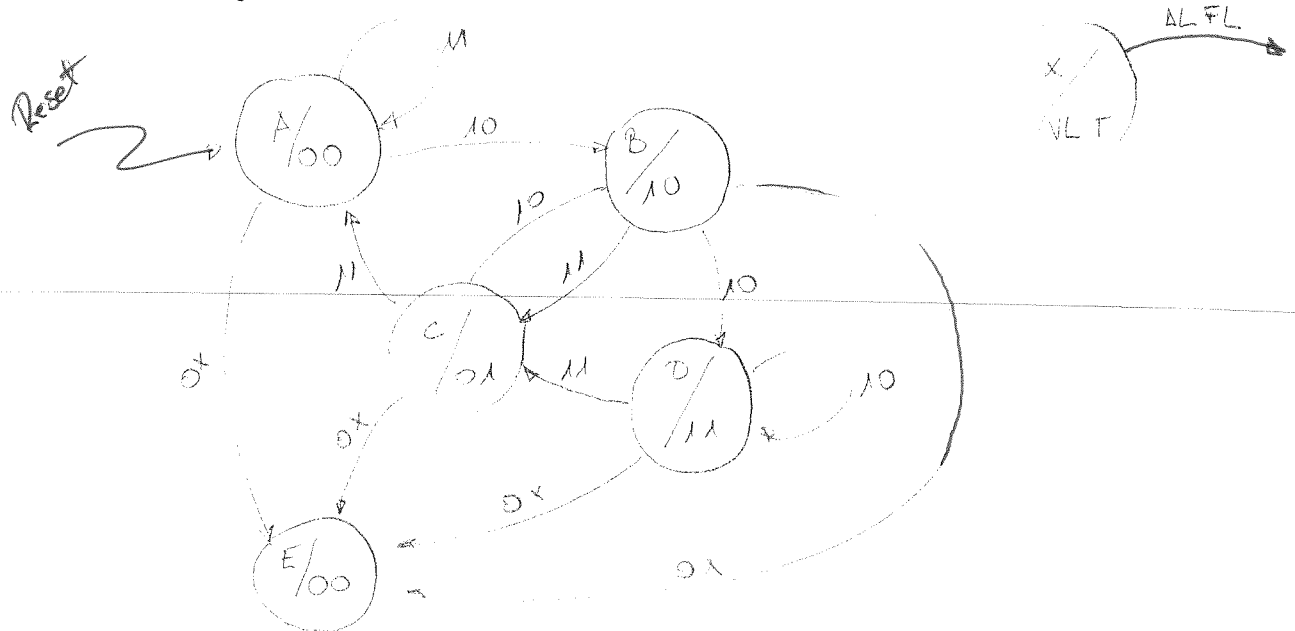
$$AL = \overline{AL_1} \cdot AL_2$$

Cuestión 2 (1,25 puntos)

Suponiendo que la señal de alarma de la cuestión anterior se genera correctamente, se pide en esta segunda cuestión diseñar una máquina de estados que controle el funcionamiento del bloque encargado del llenado y envase de las botellas (bloque 2 de la Figura 1) respetando los requisitos que se enuncian a continuación:

- Cada vez que se detecte la presencia de una botella en la fotocélula FL, se debe lanzar el proceso por el cual, en instantes posteriores, se activen secuencialmente las señales VL y T para llenar y poner el tapón a dicha botella. Recuerde que FL entrega un nivel bajo cuando detecta una botella.
- Como se ha dicho en la descripción genérica, todas las botellas que entren en la línea de envasado deben salir llenas y con su correspondiente tapón.
- La activación de la señal de alarma (AL) debe hacer que la máquina se quede en un estado de emergencia en el que no se activen ni VL ni T y del que sólo se pueda salir con la activación de un reset asíncrono.
- Las transiciones de la máquina de estados estarán regidas por la misma señal CLK que controla los desplazamientos de la cinta y el resto del sistema.

Dibuje el grafo de la máquina de estados, obtenga la tabla de transiciones y las funciones lógicas que permitirían implementar el circuito (NO dibuje el circuito). Indique claramente el significado de cada estado y cuáles son las entradas y salidas de la máquina.



A → No hay botella en FL ni se la detecta en los últimos 2 flancos de reloj

B → Ha habido una botella en FL en el último flanco de reloj pero no en el anterior → sólo hay que llenar

C → Ha habido botella en FL hace dos flancos de reloj pero no en el último → sólo hay que taponar

D → Ha habido botella en FL en los dos últimos flancos de reloj → hay que llenar y taponar

E → Alarma