

## Tema 2: PRINCIPIOS DEL DISEÑO DIGITAL

### GRADO EN INFORMÁTICA

#### Contenido

2.1.	Obtención de la tabla de verdad .....	2
2.2.	Análisis de circuitos .....	5
2.3.	Álgebra de Boole .....	5
2.4.	Obtención de la función lógica: formas canónicas .....	7
2.5.	Simplificación de funciones: mapas de Karnaugh .....	9
2.6.	Implementación de circuitos.....	10

## EJERCICIOS

---

### 2.1. Obtención de la tabla de verdad

---

2.1.1. En una empresa agrícola se desea realizar un control de calidad para la clasificación de las calidades de las naranjas. Para ello, se dispone de 3 tipos de sensores: una cámara, un calibrador y una báscula. Estos sensores proporcionan información de entrada relativa al color (C), diámetro (D) y peso (P) de la naranja. Una naranja es de calidad extra (X) cuando se activa el color y al menos uno de los otros dos parámetros. Una naranja es de calidad normal (N) si se activa el peso y/o el diámetro y sin embargo el color no se activa. Obtenga la tabla de verdad del circuito digital que regula el funcionamiento del controlador de calidad.

2.1.2. Se nos ha responsabilizado el control del nivel de un depósito de agua de riego. Este depósito tiene dos sensores de nivel de agua, uno que indica que se ha superado el nivel mínimo (Nm) y otro que se ha superado el nivel máximo (NM), estos sensores son activos a nivel alto. El agua llega al depósito por medio de un grifo de entrada que vierte agua desde el nivel superior, y que se puede abrir activando la señal Ge (se abre a nivel alto y cierra a nivel bajo). El agua sale del depósito por medio de un grifo en la parte inferior, y que se puede abrir activando la señal Gs (se abre a nivel alto y cierra a nivel bajo). Finalmente se tiene una entrada de emergencia E (activa a nivel alto), en la que se cierra la entrada y se abre la salida independientemente de los niveles de agua que tenga el depósito). Si no está activada la señal de emergencia, el sistema deberá mantener el nivel entre el mínimo y el máximo. Cuando el nivel no supere el mínimo, se debe cerrar el grifo de salida y abrir el grifo de entrada. Si se supera el nivel máximo, se deberá cerrar el grifo de entrada y abrir el de salida. En caso de que el nivel esté entre el mínimo y el máximo se deberán cerrar ambos grifos. Obtenga la tabla de verdad del circuito correspondiente.

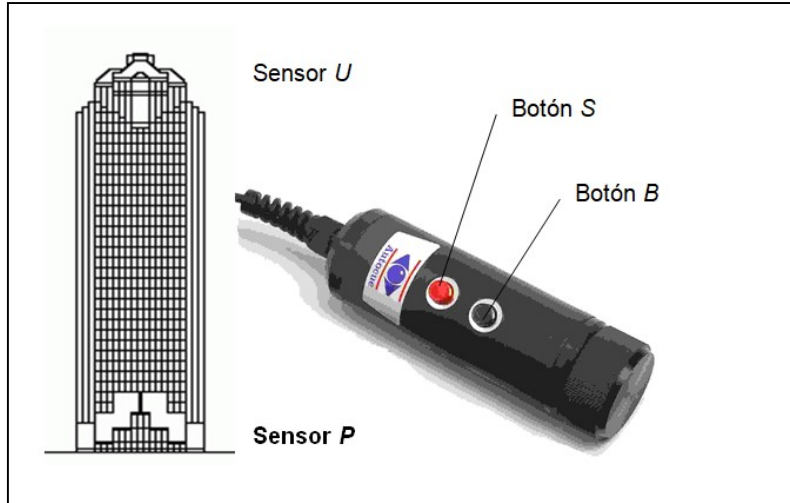
2.1.3. Elabore la tabla de verdad de un circuito sumador al que entran dos números binarios A y B de dos bits cada uno ( $a_1 a_0$ ) y ( $b_1 b_0$ ) y ofrece como salida un número binario de 3 bits ( $s_2 s_1 s_0$ ) que expresa el valor de su suma:  $S = A + B$ .

2.1.4. Para el diseño de un circuito de detección de fallos en una planta de producción, se dispone de tres módulos de vigilancia redundantes que funcionan simultáneamente. Cada uno activa independientemente su salida si detecta la condición de fallo. Estas tres señales se denominan /M1, /M2 y /M3 y son activas **a nivel bajo**. Se dispone de una cuarta señal activa a nivel alto P, cuya activación indica que el proceso de producción está en marcha. Por las características del diseño, **si el proceso no está en marcha, los módulos de vigilancia siempre mantienen desactivadas sus salidas**. Diseñe un circuito que a partir del valor de las señales P, /M1, /M2 y /M3, señalice la ocurrencia de un fallo activando a nivel alto una salida F. Se considerará que ha ocurrido un fallo si al menos dos de los módulos de vigilancia han señalado el fallo. Este circuito también activa una segunda salida O que indica a nivel alto si el proceso de producción funciona óptimamente: se considera que ocurre así en caso de que el proceso se encuentre en marcha y ningún módulo de vigilancia haya activado su salida.

2.1.5. La tarima de los limpia-cristales del Empire State Building tiene capacidad para alcanzar cada uno de los 256 pisos de este emblemático edificio. Para que los trabajadores puedan acceder a cada uno de los pisos, la tarima incorpora un motor que permite el desplazamiento hacia arriba y hacia abajo.

El mecanismo de control del motor dispone de:

- Dos sensores  $U$  y  $P$ : El sensor  $U$  se activa a nivel alto sólo si la tarima se encuentra en Último piso (piso 256). El sensor  $P$  se activa a nivel alto sólo si la tarima se encuentra en el Primer piso (piso 1). En el caso de que la tarima se encuentre entre ambos pisos, ambos sensores permanecen desactivados.
- Dos botones  $S$  y  $B$ : Los trabajadores pulsan los botones  $S$  y  $B$  para Subir y Bajar, respectivamente, la tarima. Las señales de control generadas por estos botones son activas a nivel alto.



Dependiendo de estos sensores y botones, el mecanismo de control del motor activa dos señales  $M$  y  $S/\bar{B}$ .  $M$  se debe activar a nivel alto cuando se desea poner el motor en funcionamiento. En ese caso la señal  $S/\bar{B}$  indica si se desea Subir ( $S/\bar{B} = 1$ ) o Bajar ( $S/\bar{B} = 0$ ) la tarima. Cuando  $M$  está desactivada, el motor está parado y el estado de  $S/\bar{B}$  se considera indiferente.

Complete la tabla adjunta, correspondiente a la función que realiza el mecanismo de control del motor, teniendo en cuenta las siguientes especificaciones.

- Si los trabajadores pulsan solamente el botón  $S$ , la tarima debe subir excepto si ésta se encuentra en el último piso, en cuyo caso la tarima no debe desplazarse.
- Si los trabajadores pulsan solamente el botón  $B$ , la tarima debe bajar excepto si ésta se encuentra en el primer piso, en cuyo caso la tarima no debe desplazarse.
- Si los trabajadores pulsan los botones  $S$  y  $B$  a la vez, la tarima no debe desplazarse.
- En cualquier otro caso, la tarima no debe desplazarse.

U	P	S	B	M	$S/\bar{B}$

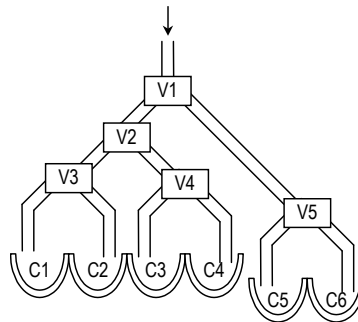
2.1.6. El puente sobre el río Seco dispone de un carril en cada sentido para el paso de vehículos a motor. Sin embargo, debido a las últimas lluvias, su estructura se ha deteriorado, y cada carril puede soportar tan solo el peso de tres vehículos como máximo. Además, sumando el número de vehículos en los dos carriles, éste nunca debe ser superior a cuatro.

Si por alguna razón, se situaran en el puente cinco o más vehículos, dicho puente se derrumbaría instantáneamente (es decir, no puede haber más de cuatro vehículos sobre el puente). Para evitar que esta catástrofe suceda, se han instalado dos semáforos, uno en la entrada de cada carril (Sd carril derecho, y Si carril izquierdo).

Se dispone también de un contador de vehículos para cada carril, que indican en binario natural el número de coches en cada momento (I1, I0 para el carril izquierdo, D1 D0 para el carril derecho).

Indique cuál sería la tabla de verdad que representaría el problema, suponiendo que cuando el semáforo correspondiente vale 1 el semáforo está rojo, y cuando vale 0, el semáforo está verde.

2.1.7. Una empresa clasificadora de fruta dispone de la siguiente máquina con 6 cestos, C1 a C6:



Para establecer el camino de la fruta hacia los cestos, las válvulas V1 a V5 deben tomar el valor 0 si la fruta debe ir hacia la izquierda de la figura y el valor 1 si debe ir hacia la derecha. La información de la que se dispone sobre cada pieza de fruta es:

- El peso. Con dos bits denominados P1P0, se indica que la fruta es: 00 - extra grande, 01 - grande, 10 - mediana, 11 - pequeña
- La existencia de defectos. Con un bit D, se indica con el valor 0 que la pieza no tiene defectos, y con el valor 1 que sí los tiene

Se nos ha pedido que establezcamos la tabla de verdad de las válvulas que gobiernan el camino de las piezas de fruta en la mencionada máquina clasificadora, teniendo en cuenta las características de la fruta de cada cesto:

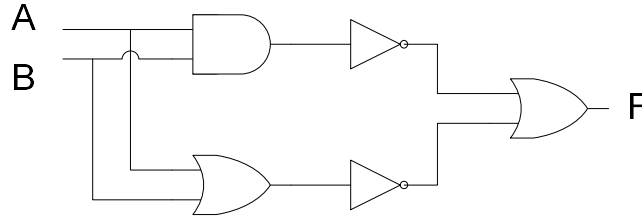
- Al cesto C1 deben ir las piezas extra-grandes sin defectos
- Al cesto C2 deben ir las piezas grandes sin defectos
- Al cesto C3 deben ir las piezas medianas sin defectos
- Al cesto C4 deben ir las piezas pequeñas sin defectos
- Al cesto C5 deben ir las piezas con defectos de tamaño extra-grande o grandes
- Al cesto C6 deben ir las demás piezas

**NOTA:** El orden de las variables en la tabla de verdad debe ser D, P1 y P0:

D	P1	P0			

## 2.2. Análisis de circuitos

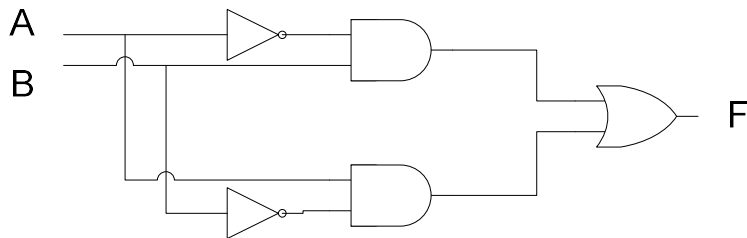
2.2.1. Dado el siguiente circuito, obtenga la función lógica equivalente:



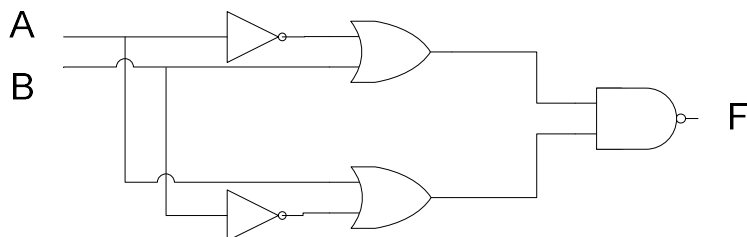
2.2.2. Dada la siguiente función lógica, obtenga el circuito equivalente:

$$F = (A \cdot B + C) \cdot \overline{D}$$

2.2.3. Dado el siguiente circuito, obtenga su tabla de verdad:



2.2.4. Dado el siguiente circuito, compruebe si es equivalente al circuito anterior valiéndose de sus tablas de verdad:



## 2.3. Álgebra de Boole

2.3.1. El entrenador lógico dispone de las siguientes puertas para montar circuitos lógicos:

- 4x OR de 2 entradas
- 4x AND de 2 entradas
- 8x NAND de 2 entradas
- 6x NAND de 3 entradas
- 4x NAND de 4 entradas
- 6x NOT

Dibuje los circuitos lógicos que, utilizando únicamente puertas de las disponibles en el entrenador, implementen las funciones que se proponen a continuación. Justifique algebraicamente las equivalencias:

- $f = a \cdot b \cdot c$
- $g = \overline{a \cdot b \cdot c \cdot d}$  (para este apartado, suponga que ya ha utilizado todas las puertas NAND de 4 entradas)
- $f = \overline{a \cdot b \cdot c}$  (para este apartado, suponga que sólo dispone de las NAND de 4 entradas).

2.3.2. El entrenador lógico dispone de las siguientes puertas para montar circuitos lógicos:

- 4x OR de 2 entradas
- 4x AND de 2 entradas
- 8x NAND de 2 entradas
- 6x NAND de 3 entradas
- 4x NAND de 4 entradas
- 6x NOT

Dibuje los circuitos lógicos que, utilizando únicamente puertas de las disponibles en el entrenador, implementen las funciones que se proponen a continuación. Justifique algebraicamente las equivalencias:

- $f = a + b + c + \bar{d}$
- $g = \overline{a \cdot b \cdot c}$  (para este apartado, suponga que ya ha utilizado todos los inversores NOT)

2.3.3. Dada la función:

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

Obtener la misma función F únicamente con puertas NOR de 2 entradas.

- Dibujar el esquema.
- Escribir las ecuaciones.

2.3.4. Dada la función:

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

Obtener la misma función F únicamente con puertas NAND de 2 entradas.

- Dibujar el esquema.
- Escribir las ecuaciones.

2.3.5. Dada la función:

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

Obtener la misma función F únicamente con puertas NAND de 2 entradas.

- Dibujar el esquema.
- Escribir las ecuaciones.

2.3.6. Dada la función:

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

Obtener la misma función F únicamente con puertas NOR de 2 entradas.

- Dibujar el esquema.
- Escribir las ecuaciones.

2.3.7. Dada la función:

$$F(b, a) = \bar{b} \cdot a + b \cdot \bar{a}$$

Obtener la misma función F únicamente con puertas NOR de 2 entradas.

- Dibujar el esquema.

- b) Escribir las ecuaciones.

2.3.8. Dada la función:

$$F(b,a) = \bar{b} \cdot a + b \cdot \bar{a}$$

Obtener la misma función F únicamente con puertas NAND de 2 entradas.

- a) Dibujar el esquema.  
b) Escribir las ecuaciones.

## 2.4. Obtención de la función lógica: formas canónicas

2.4.1. Dada la siguiente tabla de verdad:

Entradas				Salida
D	C	B	A	S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

Escriba las ecuaciones canónicas conjuntiva y disyuntiva de la salida S.

2.4.2. Representése la siguiente función, como suma de productos.

$$f = \prod_{D,C,B,A} (0, 2, 3, 14) \cdot \prod_{\Phi} (1, 10, 15)$$

2.4.3. Representése la siguiente función, como producto de sumas.

$$f = \sum_{D,C,B,A} (1, 2, 11, 12, 15) + \sum_{\Phi} (5, 7, 8)$$

2.4.4. Obtener la forma canónica de la función siguiente mediante producto de maxitérminos:

$$f(d,c,b,a) = (c + \bar{d} + a) \cdot (a + b + c + \bar{d}) \cdot (d + a + \bar{b} + \bar{c}) \cdot (\bar{b} + c + d + a)$$

2.4.5. ¿Cuál es la ecuación canónica disyuntiva que representa a la siguiente función?

$$f(d, c, b, a) = 1$$

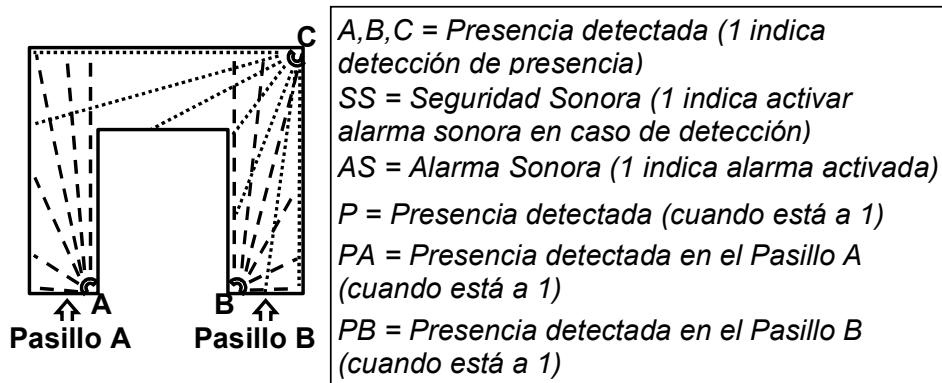
2.4.6. Sea la función  $f(c, b, a) = \sum_{c,b,a} (2,4,6) + \sum_{\emptyset} (1)$ . Indique la ecuación canónica conjuntiva que representa a dicha función.

2.4.7. Obtener la forma canónica de la función siguiente mediante suma de minitérminos:

$$f(c, b, a) = \bar{c} \cdot a$$

2.4.8. En el edificio de la figura siguiente, se han instalado tres sensores de presencia (A, B y C). Estos sensores están siempre en funcionamiento y cada uno de ellos abarca una zona (no exclusiva) de detección. El sistema dispone de una entrada de selección de funcionamiento SS (Seguridad Sonora), que permite determinar si se debe activar o no una salida AS (Alarma Sonora) en caso de detectar presencia en el interior del edificio. El sistema debe indicar si existe presencia (activando la salida P), y si es posible, indicar si es en el pasillo A (activando la salida PA), o en el pasillo B (activando la salida PB), o en ambos en caso de varios sujetos).

**NOTA: Por la disposición de los sensores, resulta imposible la activación del sensor B sin la activación del sensor C.**



Indique las formas canónicas disyuntivas referidas a las 4 salidas del sistema anterior.



## 2.5. Simplificación de funciones: mapas de Karnaugh

2.5.1. Dada la siguiente tabla de verdad:

Entradas				Salida
D	C	B	A	S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

Escribir las dos ecuaciones de la salida S que se obtienen al simplificar (mediante unos, y mediante ceros) utilizando mapas de Karnaugh.

2.5.2. Obtener la función lógica **simplificada** para la salida del “segmento G”, activo a nivel alto, del circuito “visualizador de siete segmentos BCD” cuya tabla de verdad es:

Entradas				Salida
D	C	B	A	Segmento G
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

2.5.3. Simplificar tanto por “unos”, como por “ceros” la siguiente función:

$$f = \sum_{C,B,A} (0,1,2,3)$$

2.5.4. En una planta de fabricación de piezas cerámicas se desea incorporar un proceso de control de calidad de la producción. Las piezas se componen de 3 productos básicos: A, B y C. Las piezas podrán ser clasificadas en dos clases: clase1 y clase2. Una pieza será de la clase1 si se cumple que está compuesta del producto A y al menos uno de los otros dos productos. Una pieza será de la clase2 si se cumple que está compuesta de al menos 2 de los tres productos.

¿Cuál es la expresión mínima de las funciones de salida clase1 y clase2?

2.5.5. Se desea implementar un circuito con 4 entradas (D C B y A) y dos salidas (S1 y S0). Las ecuaciones canónicas de los circuitos de salida son:

$$S0 = \sum_{DCBA} (2,3,6,7,14,15) + \sum_{\phi} (8,9,10,11)$$

$$S1 = \sum_{DCBA} (1,5,13) + \sum_{\phi} (8,9,10,11)$$

Obtenga las ecuaciones correspondientes al circuito mínimo de las salidas S0 y S1 respectivamente.

2.5.6. Sean  $A = a_1a_0$  y  $B = b_1b_0$  dos números Naturales expresados en binario mediante dos bits. Obtenga las funciones lógicas de comparación ( $A \geq B$ ) y ( $A \leq B$ ) simplificadas.

2.5.7. Sean  $A = a_1a_0$  y  $B = b_1b_0$  dos números naturales expresados en binario y la función lógica simplificada:  $F = (a_1 + a_0 + b_1 + b_0)(a_1 + \bar{a}_0 + b_1 + \bar{b}_0)(\bar{a}_1 + \bar{a}_0 + \bar{b}_1 + \bar{b}_0)(\bar{a}_1 + a_0 + \bar{b}_1 + b_0)$  que implementa una de las siguientes funciones de comparación. Indique cual:

- ☐  $F = (A > B)$
- ☐  $F = (A < B)$
- ☐  $F = (A = B)$
- ☐  $F = (A \neq B)$

## 2.6. Implementación de circuitos

2.6.1. En la cadena de montaje de una planta de fabricación de coches se desea incorporar un circuito digital que sea capaz de controlar la apertura y cierre de dos compuertas (S1, S2) por donde han de pasar los vehículos. Las compuertas se controlan en función de tres parámetros característicos de los vehículos (C, S, P). Siendo: C: control de calidad del vehículo. S: indica si el vehículo ha sido soldado o no. P: indica si el vehículo ha sido pintado o no. La compuerta S1 se debe abrir siempre que los vehículos estén soldados o pintados y además hayan pasado el control de calidad. La compuerta S2 se abre siempre que los vehículos no estén soldados, independientemente de cumplir el control de calidad. Implemente el circuito digital de forma simplificada.

2.6.2. Se desea implementar un circuito que controle el encendido de las luces intermitentes de un coche. El sistema dispone de una palanca que cuando se encuentra en posición subida genera una señal "PS" que activa el encendido de las luces intermitentes derechas ("LD"). Si se encuentra en posición bajada genera una señal "PB" que activa el encendido de las luces intermitentes izquierdas ("LI"). Si la palanca se encuentra en una posición intermedia (ni subida ni bajada) no se genera ninguna señal y por lo tanto no se enciende ninguna luz.

Para que el sistema tenga el funcionamiento descrito es necesario que se introduzca la llave de encendido del motor y se encuentre en la posición de contacto, generando de esta manera la señal "C".

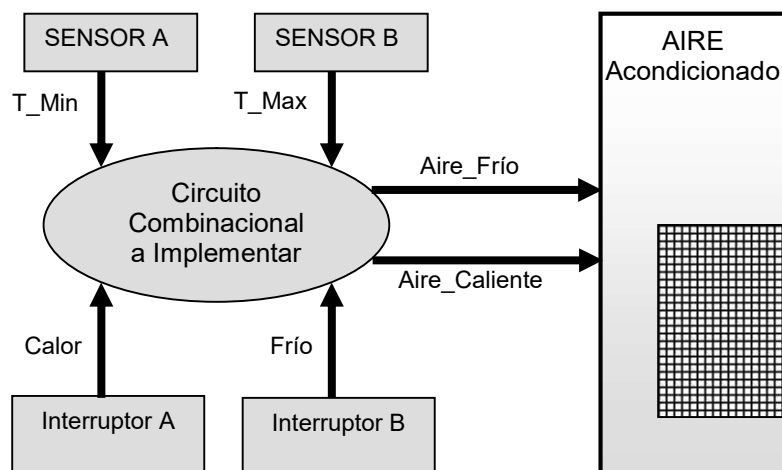
El sistema dispone de una entrada adicional avería que cuando se encuentra activa genera la señal "A" activando los cuatro intermitentes independientemente de que el contacto se encuentre dado o no.

Implemente el circuito de forma simplificada.

2.6.3. Se desea implementar un circuito combinacional para intentar mantener entre dos valores la temperatura de una habitación. Para ello se dispone de un aparato de aire acondicionado, dos interruptores de acción manual y dos sensores de temperatura.

Cada sensor tiene asociada una señal que se activa cuando se alcanza la temperatura programada en dicho sensor. El sensor A activa la señal "**T\_Min**" cuando la temperatura ambiente es **superior** a la **mínima** requerida, y el sensor B activa la señal "**T\_Max**" cuando la temperatura ambiente es **superior** a la **máxima** requerida.

Igualmente, cada interruptor también tiene asociada una señal. Cuando se acciona el interruptor A se activa la señal "**calor**" y cuando se acciona el interruptor B se activa la señal "**frío**".



El circuito a implementar indicará el modo de funcionamiento del aparato de aire acondicionado mediante la activación de las señales "**Aire\_frío**" (indica que debe expulsarse aire frío) o "**Aire\_caliente**" (indica que debe expulsarse aire caliente). Para ello deben cumplirse los siguientes criterios:

- ❑ Cuando la temperatura ambiente **no supere** la temperatura mínima requerida deberá expulsarse aire caliente excepto cuando esté activa la señal "**frío**" que, en dicho caso, no se expulsará ni aire caliente ni frío
- ❑ Cuando la temperatura ambiente esté entre los valores permitidos no se expulsará ni aire frío ni caliente excepto cuando esté activa la señal "**frío**" que se expulsará aire frío o la señal "**calor**" que se expulsará aire caliente

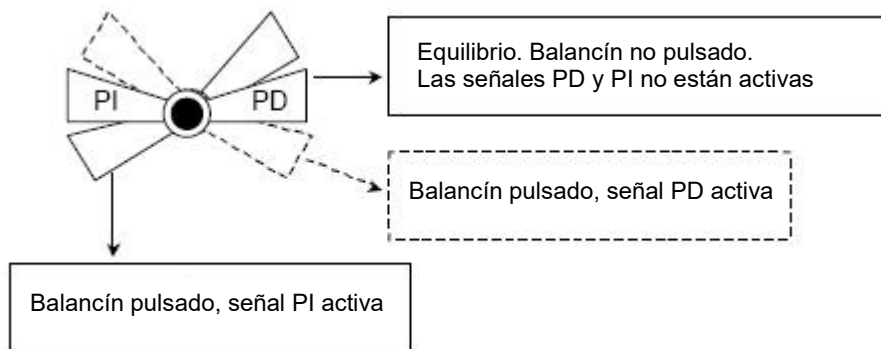
- ❑ Cuando la temperatura ambiente **supere** la temperatura máxima requerida deberá expulsarse aire frío excepto cuando esté activa la señal “calor” que, en dicho caso, no se expulsará ni aire frío ni caliente
- ❑ En el caso de que las señales “frío” y “calor” se activen **a la vez** deberán ser ignoradas, el modo de funcionamiento será el mismo que si no estuvieran activadas

Impleméntese dicho circuito con un coste mínimo.

2.6.4. Se desea construir el circuito de control del movimiento de una cinta transportadora que puede moverse de forma indefinida en los dos sentidos (izquierda y derecha).

Para determinar si la cinta a moverse y el sentido del movimiento, el operario dispone de un pulsador de balancín que genera dos señales mutuamente excluyentes (vea la figura siguiente).

- A)** Si la señal /PD está activada indica que el pulsador del balancín está en la posición de movimiento hacia la derecha.
- B)** Si la señal /PI está activada indica que el pulsador del balancín está en la posición de movimiento hacia la izquierda.
- C)** Cuando no está pulsado el balancín, ninguna de las dos señales está activa. Ambas señales son **activas a nivel bajo**.



Para permitir el movimiento de la cinta sin que el operario esté continuamente pulsando el balancín se han añadido un par de sensores al sistema que indican si la cinta ya está en movimiento, /CD y /CI, con el siguiente significado:

- A)** Si la señal /CD (respectivamente /CI) está activa significa que la cinta está actualmente moviéndose hacia la derecha (respectivamente izquierda)
- B)** Ambas señales son **activas a nivel bajo**

Para gobernar dicha cinta, el circuito de control que se ha de diseñar tiene que generar dos salidas:

- A)** Señal M/P (Mover = 1 / Parar = 0), I
- B)** Señal D/I (Derecha = 1 / Izquierda = 0). Evidentemente, si la señal M/P = 0 el valor de la señal D/I es indiferente.

El funcionamiento del sistema debe seguir las reglas siguientes:

1. Si la cinta está parada, la pulsación del balancín debe iniciar la marcha de la cinta en el sentido deseado.

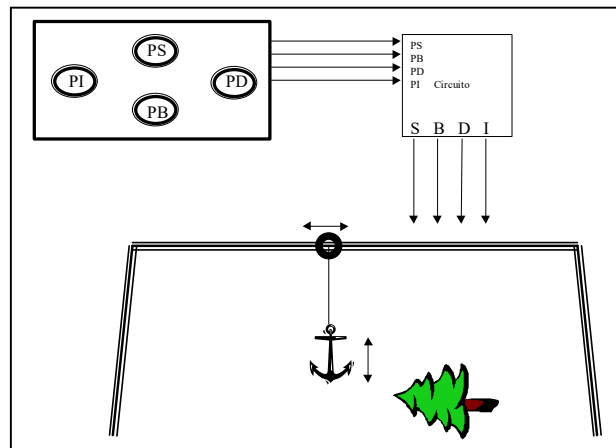
2. Si la cinta está actualmente en marcha (indicado por la activación de alguno de los sensores /CD o /CI), la cinta ha de continuar moviéndose en el sentido actual si el balancín está pulsado en el mismo sentido de la marcha o no pulsado.
3. Si la cinta está actualmente en marcha, la pulsación del balancín en el sentido contrario al movimiento actual ha de parar la cinta.

**Se pide que describa** el funcionamiento del sistema anterior mediante la tabla de verdad siguiente:

/CD	/CI	/PD	/PI	M/P	D/I

2.6.5. En una vieja factoría se ha instalado un puente grúa para trasladar árboles de una zona a otra de la planta. Este puente grúa dispone de un gancho que puede realizar cuatro movimientos: Subir, Bajar, Derecha e Izquierda. También puede realizar cuatro movimientos combinados: subir y derecha, subir e izquierda, bajar y derecha, bajar e izquierda. El gancho dispone de cuatro señales: S, B, D, e I para indicarle el movimiento que debe realizar. Para manejar el puente grúa se dispone de un panel de control con cuatro botones, cada uno de ellos para mover el gancho a gusto del operario. Los botones reciben el nombre de PS, PB, PI y PD. Para presionar un botón se necesita una mano completa. **Solo un operario puede manejar el panel, y dicho operario solo puede usar sus dos manos.** Se desea realizar un circuito que gobierne el puente grúa en función de las siguientes especificaciones:

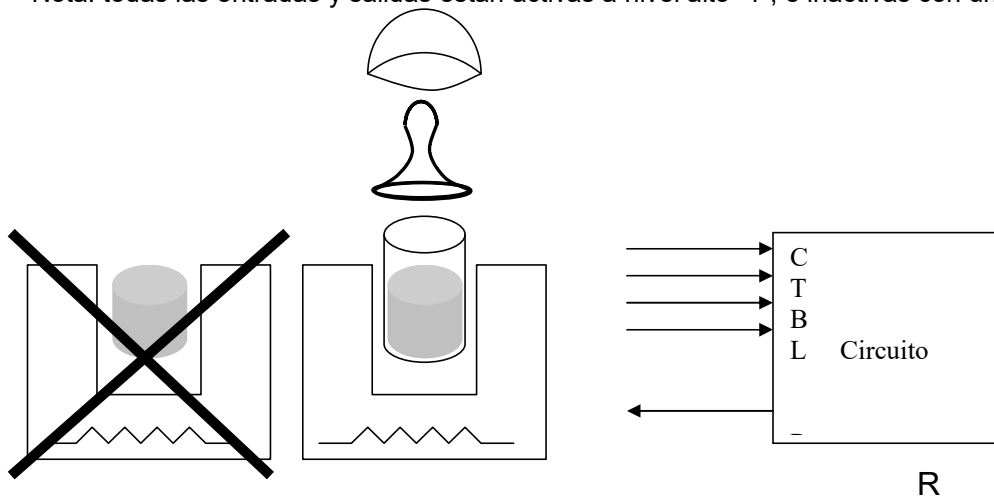
- Si se aprieta uno de los cuatro botones, el gancho debe moverse en la dirección y sentido indicado por el botón, activando la señal correspondiente.
- Si se aprietan simultáneamente dos botones que indican uno de los cuatro movimientos combinados, deben activarse las dos señales correspondientes para que el gancho realice el movimiento correcto.
- Si se aprietan simultáneamente dos botones que indican movimiento contradictorio (por ejemplo, subir y bajar o derecha e izquierda) el gancho no debe moverse.
- Nota: todas las entradas y salidas están activas a nivel alto "1", e inactivas con un "0".



- A) Realice la tabla de verdad de la función lógica. Por favor, siga el siguiente orden para las entradas: PS, PB, PI, PD, y el siguiente orden para las salidas: S, B, I, D.
- B) Indique las formas canónicas disyuntiva y conjuntiva de la función lógica a partir de la tabla de verdad del enunciado anterior para la salida B.
- C) Obtenga la expresión mínima de la función lógica mediante la simplificación de Karnaugh, tanto por unos como por ceros, para la salida B.

2.6.6. Se desea realizar el circuito de control de un calentador de biberones. Este circuito dispone de cuatro entradas: C, T, B y L. La entrada C indica que el biberón está tapado. La entrada T indica que el biberón tiene colocada la tetina. La entrada B indica que existe un biberón en la posición correcta para calentarse, es decir, el biberón está dentro del calentabiberones o del biberón. Por último, la entrada L indica que hay leche dentro del calentabiberones. El circuito dispone de una salida R, que al activarse pone en funcionamiento una resistencia que calienta la leche. El funcionamiento del circuito es el siguiente:

- Si existe un biberón en la posición correcta y tiene leche, deberá calentarse tenga o no puesta la tetina y siempre y cuando el biberón no esté tapado.
- El biberón puede tener tetina y/o estar tapado pero no estar en la posición correcta, por lo que no deberá calentarse.
- No es posible introducir la leche en el calentabiberones si el biberón no está en la posición correcta.
- En cualquier otro caso posible, el biberón no deberá calentarse.
- Nota: todas las entradas y salidas están activas a nivel alto "1", e inactivas con un "0".



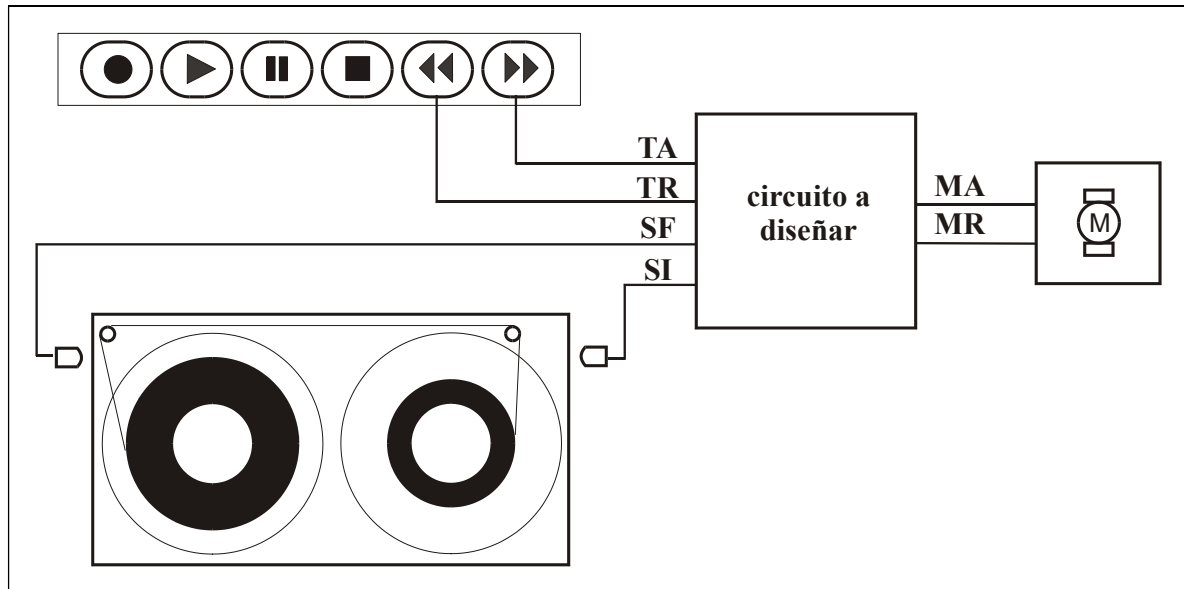
- A) Realice la tabla de verdad de la función lógica  $R=f(C,T,B,L)$ . Por favor, siga el siguiente orden para las entradas: C T B L. Donde la variable C es la de mayor peso.
- B) Indique las formas canónicas disyuntiva y conjuntiva de la función lógica R a partir de la tabla de verdad del enunciado anterior.
- C) Obtenga la expresión mínima de la función lógica R mediante la simplificación de karnaugh, tanto por unos como por ceros.

2.6.7. Se desea diseñar una parte del circuito de control de un aparato de vídeo. El circuito será responsable de la activación de dos señales binarias MA y MR que inician el proceso de avance o retroceso rápido de la cinta (respectivamente) en respuesta a la pulsación de las teclas de avance o de retroceso rápido por parte del usuario. Como indica la figura, la pulsación de la tecla de avance rápido activa una señal TA y la pulsación de la tecla de retroceso activa una señal TR. El aparato dispone además de dos sensores que detectan cuándo se ha alcanzado el extremo inicial o final de la cinta, activándose la señal SI o SF, respectivamente. El funcionamiento del circuito será como sigue:

- La pulsación de una tecla de avance o de retroceso deberá dar lugar a la activación de la correspondiente señal de motor (MA para avance, MR para retroceso), excepto cuando uno de los sensores indique que la cinta se encuentra en la posición extrema que lo impida (la activación de SF impide el avance, la de SI impide el retroceso), en cuyo caso no deberá activarse el motor para evitar daños en la cinta o el mecanismo de arrastre.

- En caso de que el usuario presione simultáneamente las teclas de avance y retroceso, no se activarán MA ni MR, excepto cuando la cinta esté en una de las dos posiciones extremas, en cuyo caso deberá activarse aquella señal de motor que inicie el arrastre de la cinta en el sentido que no encuentre impedimento.

Todas las señales se activan a nivel alto ("1").



- A)** Realice la tabla de verdad del circuito propuesto. Respete el siguiente orden para las variables de entrada: SF, SI, TA, TR. SF es la variable de más peso.
- B)** Obtenga las funciones canónicas disyuntiva y conjuntiva para la función MA (notación sumatorio y productorio). Respete el orden propuesto en el apartado anterior para las variables de entrada

2.6.8. Una empresa dedicada al embalaje fabrica cajas de cartón. Las cajas se almacenan en base a su tamaño y color, con tal motivo se asignan dos códigos, el primero sirve para indicar el tamaño y el segundo para indicar el color. Se emplean cuatro bits, dos para el código del tamaño y dos para el código de color.

Las cajas se fabrican en 4 tamaños diferentes (A, B, C y D) y en tres colores, los códigos de los tamaños y colores se muestran a continuación.

Tamaño	Código (T1 T0)
A	00
B	01
C	10
D	11

Color	Código (C1 C0)
Rojo	00
Azul	01
Negro	11

Las cajas se guardan en tres almacenes diferentes, de acuerdo a los siguientes criterios:

- El primer almacén guarda las cajas con tamaño A de cualquier color.
- En el segundo almacén se guardan las cajas rojas con tamaño C ó D.
- En el tercer almacén se colocan las cajas restantes.

La información del tipo de caja y su color se escribe en un código de barras que se pega a cada una de las cajas de manera que, para su almacenamiento, las cajas se colocan sobre una banda transportadora que se bifurca en tres trayectorias, a partir de la información de código de barras se desvían para ser llevadas al almacén que les corresponde.

Para leer el código, se utiliza una pistola la cual lee el código de barras y envía la información al circuito combinacional que desvía las cajas a su destino.

Escriba la tabla de verdad del circuito combinacional que se encarga de desviar las cajas, considérese que un '1' indica la trayectoria a seguir.

Color		Tamaño		trayectoria 1	trayectoria 2	trayectoria 3
C1	C0	T1	T0			
0	0	0	0			
...	...	...	...	...	...	...
1	1	1	1			

(Se considera que cuando el circuito se activa para que la caja siga la trayectoria 1, la caja se lleva al primer almacén, de la misma forma, cuando se activa la trayectoria 2, la caja es llevada al segundo almacén y cuando se activa la trayectoria 3 la caja se lleva al tercer almacén).  
A partir de la tabla de verdad ¿cuál es la forma canónica disyuntiva para la trayectoria 1?