

Tema 2. PRINCIPIIS DEL DISSENY DIGITAL

Grau en Informàtica

Exercicis

2.1.	Obtenció de la taula de veritat	2
2.2.	Anàlisi de circuits	4
2.3.	Àlgebra de Boole	5
2.4.	Obtenció de la funció lògica: formes canòniques.....	7
2.5.	Simplificació de funcions: mapes de Karnaugh	9
2.6.	Implementació de circuits.....	10

EXERCICIS

2.1. Obtenció de la taula de veritat

2.1.1. En una empresa agrícola, es vol realitzar un ambtrol de qualitat per a la classificació de les qualitats de les taronges. Per a això, es disposa de tres tipus de sensors: una càmera, un calibrador i una bàscula. Aquests sensors proporcionen informació d'entrada relativa al color (C), diàmetre (D) i pes (P) de la taronja. Una taronja és de qualitat extra (X) quan s'activa el color i, almenys, un dels altres dos paràmetres. Una taronja és de qualitat normal (N) si s'activa el pes i o el diàmetre, i el color no s'activa.

Obtingueu la taula de veritat del circuit digital, que regula el funcionament del ambtrolador de qualitat.

2.1.2. Se'ns ha responsabilitzat del ambtrol del nivell d'un depòsit d'aigua de reg. Aquest dipòsit té dos sensors de nivell d'aigua, un que indica el nivell mínim (Nm) i un altre, el màxim (NM). El senyal Nm s'activa quan l'aigua és per damunt del nivell mínim. El senyal NM s'activa quan l'aigua és per damunt del nivell màxim. Aquests sensors són actius a nivell alt. L'aigua arriba al depòsit per mitjà d'un aixeta d'entrada que aboca aigua des del nivell superior, i que es pot obrir activant el senyal Ge (s'obri a nivell alt i es tanca a nivell baix). L'aigua ix del depòsit per mitjà d'un aixeta a la part inferior, i que es pot obrir activant el senyal Gs (s'obri a nivell alt i es tanca a nivell baix). Finalment, es té una entrada d'emergència E (activa a nivell alt), en què es tanca l'entrada i s'obri l'eixida, independentment dels nivells d'aigua que tinga el depòsit). Si no està activat el senyal d'emergència, el sistema ha de mantenir el nivell entre el mínim i el màxim. Quan s'arriba al nivell mínim, s'ha de tancar l'aixeta d'eixida i obrir l'aixeta d'entrada. Si s'arriba al nivell màxim, s'ha de tancar l'aixeta d'entrada i obrir la d'eixida. En el cas que el nivell estiga entre el mínim i el màxim, s'han de tancar ambdues aixetes. Obtingueu la taula de veritat del circuit corresponent.

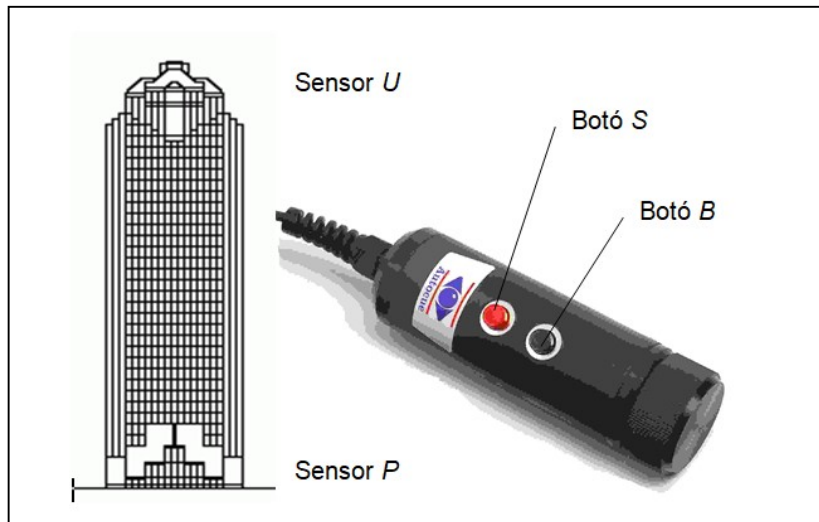
2.1.3. Elaboreu la taula de veritat d'un circuit sumador que té com a entrades dos nombres binaris A i B de dos bits cadascun ($a_1 a_0$) i ($b_1 b_0$) i ofereix com a eixida un nombre binari de 3 bits S ($s_2 s_1 s_0$) que expressa el valor de la seua suma: $S = A + B$.

2.1.4. Per al disseny d'un circuit de detecció de fallades en una planta de producció, es disposa de tres mòduls de vigilància redundants que funcionen simultàniament. Cadascun activa independentment la seua eixida si detecta la ambició de fallada. Aquests tres senyals es denominen /M1, /M2, i /M3 i són actius **a nivell baix**. Es disposa d'un quart senyal actiu a nivell alt P, l'activació del qual indica que el procés de producció està en marxa. Per les característiques del disseny, **si el procés no està en marxa, els mòduls de vigilància sempre mantenen desactivades les seues eixides**. Dissenyeu un circuit que a partir del valor dels senyals P, /M1, /M2, i /M3 senyalitze l'ocurrència d'una fallada activant a nivell alt una eixida F. Es ambsiderarà que ha ocorregut una fallada si almenys dos dels mòduls de vigilància han assenyalat la fallada. Aquest circuit també activa una segona eixida O que indica a nivell alt si el procés de producció funciona òptimament: es ambsidera que ocorre així en el cas que el procés es trobe en marxa i cap mòdul de vigilància haja activat la seua eixida.

2.1.5. La tarima dels eixugavidres de l'Empire State Building té capacitat per a abastar cada un dels 256 pisos d'aquest edifici emblemàtic. Perquè els treballadors puguin accedir a cada un dels pisos, la tarima incorpora un motor que permet el desplaçament cap amunt i cap avall.

El mecanisme de ambtrol del motor disposa del següent:

- Dos sensors, U i P. El sensor U s'activa a nivell alt, només si la tarima es troba en l'*últim pis* (pis 256). El sensor P s'activa a nivell alt, només si la tarima es troba en el *primer pis* (pis 1). En el cas que la tarima es trobe entre ambdós pisos, ambdós sensors romanen desactivats.
- Dos botons, S i B. Els treballadors polsen els botons S i B per a *pujar* i *baixar*, respectivament, la tarima. Els senyals de ambtrol generats per aquests botons són actius a nivell alt.



Depenent d'aquests sensors i botons, el mecanisme de ambtrol del motor activa dos senyals, M i S/\bar{B} . M s'ha d'activar a nivell alt quan es vol posar el motor en funcionament. En aquest cas, el senyal S/\bar{B} indica si es vol *pujar* ($S/\bar{B} = 1$) o *baixar* ($S/\bar{B} = 0$) la tarima. Quan M està desactivada, el motor està parat, i l'estat d' S/\bar{B} es considera indiferent.

Ompliu la taula adjunta, corresponent a la funció que realitza el mecanisme de ambtrol del motor, tenint en compte les especificacions següents:

- Si els treballadors polsen només el botó S, la tarima ha de pujar, excepte si aquesta es troba en l'últim pis, i, en aquest cas, la tarima no ha de desplaçar-se.
- Si els treballadors polsen només el botó B, la tarima ha de baixar, excepte si aquesta es troba en el primer pis, i, en aquest cas, la tarima no ha de desplaçar-se.
- Si els treballadors polsen els botons S i B al mateix temps, la tarima no ha de desplaçar-se.
- En qualsevol altre cas, la tarima no ha de desplaçar-se.

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

2.1.6. El pont sobre el riu Sec disposa d'un carril en cada sentit per al pas de vehicles de motor. No obstant això, a causa de les últimes pluges, l'estructura s'ha deteriorat, i cada carril pot suportar tan sols el pes de tres vehicles, com a màxim. A més, sumant el nombre de vehicles en els dos carrils, aquest mai no ha de ser superior a quatre.

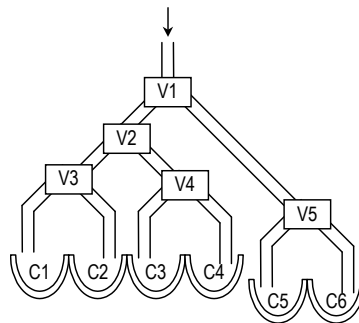
Si, per alguna raó, se situaren en el pont cinc o més vehicles, el dit pont s'afonaria instantàniament (és a dir, no pot haver-hi més de quatre vehicles sobre el pont). Per a evitar

que aquesta catàstrofe succeísca, s'han instal·lat dos semàfors, un a l'entrada de cada carril (Sd: carril dret, i Si: carril esquerre).

Es disposa també d'un comptador de vehicles per a cada carril, que indiquen, en binari natural, el nombre de cotxes a cada moment (I1 i I0 per al carril esquerre, i D1 i D0 per al carril dret).

Indiqueu quina seria la taula de veritat que representaria el problema, suposant que, quan el semàfor corresponent val 1, el semàfor està roig, i quan val 0, el semàfor està verd.

2.1.7. Una empresa classificadora de fruita disposa de la següent màquina amb sis cistelles, C1 a C6:



Per a establir el camí de la fruita cap a les cistelles, les vàlvules V1 a V5 han de prendre el valor 0 si la fruita ha d'anar cap a l'esquerra de la figura, i el valor 1 si ha d'anar cap a la dreta. La informació de què es disposa sobre cada peça de fruita és la següent:

- El pes. Amb dos bits, denominats P1 i P0, s'indica que la fruita és 00 - extragran, 01 - gran, 10 - mitjana, 11 - xicoteta.
- Que tinga defectes. Amb un bit D, s'indica, amb el valor 0, que la peça no té defectes, i amb el valor 1, que sí que en té.

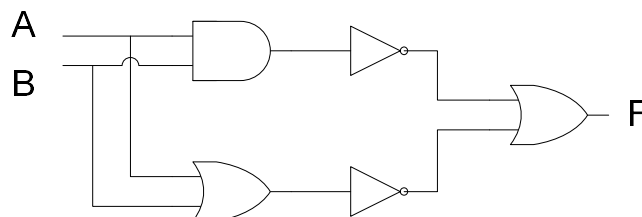
Se'ns ha demanat que establim la taula de veritat de les vàlvules que governen el camí de les peces de fruita en la mencionada màquina classificadora, tenint en compte les característiques de la fruita de cada cistella:

- A la cistella C1, han d'anar les peces extragrans sense defectes.
- A la cistella C2, han d'anar les peces grans sense defectes.
- A la cistella C3, han d'anar les peces mitjanes sense defectes.
- A la cistella C4, han d'anar les peces xicotetes sense defectes.
- A la cistella C5, han d'anar les peces amb defectes de grandària extragran o gran.
- A la cistella C6, han d'anar les altres peces.

NOTA. L'orde de les variables a la taula de veritat ha de ser D, P1 i P0.

2.2. Anàlisi de circuits

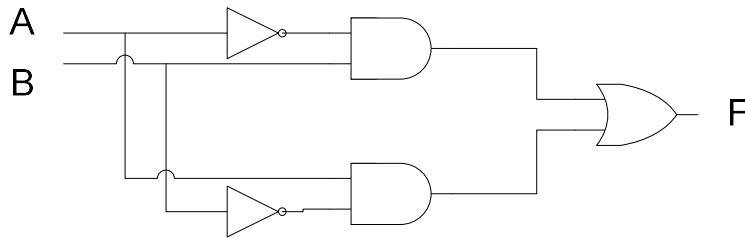
2.2.1. Donat el circuit següent, obtingueu la funció lògica equivalent:



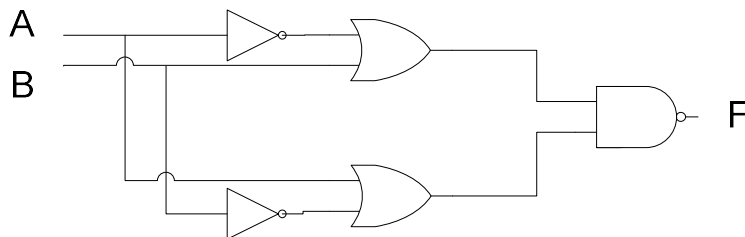
2.2.2. Donada la següent funció lògica, obtingueu el circuit equivalent:

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

2.2.3. Donat el circuit següent, obtingueu la taula de veritat:



2.2.4. Donat el següent circuit, comproveu si és equivalent al circuit 2.3.1 valent-se de les seues taules de veritat:



2.3. Àlgebra de Boole

2.3.1. L'entrenador lògic disposa de les següents portes per a ambstruir circuits lògics:

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

Dibuixeu els circuits lògics que, utilitzant únicament portes disponibles en l'entrenador, implementen les funcions que es proposen a ambtinuació. Justifiqueu algebraicament les equivalències:

a) $f = a \cdot b \cdot c$

b) $g = \overline{a} \cdot b \cdot \overline{c} \cdot d$ (per aquest apartat, suposeu que ja heu utilitzat totes les portes NAND de 4 entrades)

c) $f = \overline{a \cdot b \cdot c}$ (para aquest apartat, suposeu que només disposeu de les NAND de 4 entrades).

2.3.2. L'entrenador lògic disposa de les següents portes per a ambstruir circuits lògics:

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

Dibuixeu els circuits lògics que, utilitzant únicament portes disponibles en l'entrenador, implementen les funcions que es proposen a ambtinuació. Justifiqueu algebraicament les equivalències

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

b) $g = \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c}$ (per aquest apartat, suposeu que ja ha utilitzat tots els inversors NOT)

2.3.3. Donada la següent la funció:

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

Obtindre la mateixa funció F únicament amb portes NOR de 2 entrades.

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

2.3.4. Donada la següent la funció:

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

Obtindre la mateixa funció F únicament amb portes NAND de 2 entrades.

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

2.3.5. Donada la següent la funció:

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

Obtindre la mateixa funció F únicament amb portes NAND de 2 entrades.

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

2.3.6. Donada la següent la funció:

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

Obtindre la mateixa funció F únicament amb portes NOR de 2 entrades.

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

2.3.7. Donada la següent la funció:

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

Obtindre la mateixa funció F únicament amb portes NOR de 2 entrades.

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

2.3.8. Donada la següent la funció:

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

Obtindre la mateixa funció F únicament amb portes NAND de 2 entrades.

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

2.4. Obtenció de la funció lògica: formes canòniques

2.4.1. Donada la següent taula de veritat:

Entrades				Eixida
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

escriu les equacions canòniques ambjuntiva i disjuntiva de l'eixida S.

2.4.2. Representeu la funció següent mitjançant la forma canònica disjuntiva (sumatori):

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

2.4.3. Representeu la funció següent per mitjà de la forma canònica ambjuntiva (productori):

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

2.4.4. Obteniu la forma canònica de la funció següent per mitjà del producte de maxitermes:

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

2.4.5. Quina és la forma canònica disjuntiva que representa la funció següent?:

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

2.4.6. Indiqueu la forma canònica ambjuntiva de la funció següent:

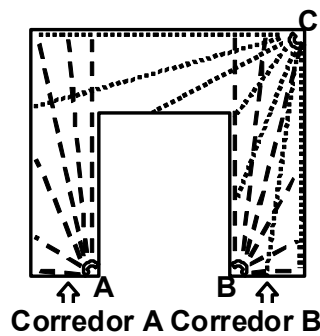
$$f(c, b, a) = \sum_{c,b,a} (2, 4, 6) + \sum_{\emptyset} (1)$$

2.4.7. Obtingueu la forma canònica de la funció següent mitjançant la suma de minitermes:

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

2.4.8. En l'edifici de la figura següent, s'han instal·lat tres sensors de presència (A, B i C). Aquests sensors estan sempre en funcionament, i cada un comprèn una zona (no exclusiva) de detecció. El sistema disposa d'una entrada de selecció de funcionament SS (seguretat sonora), que permet determinar si s'ha d'activar o no una eixida AS (alarma sonora) en cas de detectar presència a l'interior de l'edifici. El sistema ha d'indicar si hi ha presència (activant l'eixida P) i, si és possible, indicar si és en el corredor A (activant l'eixida PA), o en el corredor B (activant l'eixida PB), o en ambdós, en cas de diversos subjectes).

NOTA. Per la disposició dels sensors, resulta impossible l'activació del sensor B sense l'activació del sensor C.



A, B, C = presència detectada (1 indica detecció de presència)
 SS = seguretat sonora (1 indica activar alarma sonora en cas de detecció)
 AS = alarma sonora (1 indica alarma activada)
 P = presència detectada (actiu nivell alt)
 PA = presència detectada en el corredor A (actiu nivell alt)
 PB = presència detectada en el corredor B (actiu nivell alt)

Indiqueu les formes canòniques disjuntives referides a les 4 eixides del sistema anterior.

2.5. Simplificació de funcions: mapes de Karnaugh

2.5.1. Donada la següent taula de veritat:

Entrades				Eixida
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

escriu les dues equacions de l'eixida S que s'obtenen en simplificar (per mitjà d'uns i per mitjà de zeros), utilitzant mapes de Karnaugh.

2.5.2. Obteniu la funció lògica **simplificada** per a l'eixida **segment G** del circuit *visualitzador BCD* si la taula de veritat corresponent a la dita eixida és la següent:

Entrades				Eixida
D	C	B	A	Segment 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. Simplifiqueu, tant per uns com per zeros, la funció següent:

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

2.5.4. En una planta de fabricació de peces ceràmiques, es vol incorporar un procés de ambtrol de qualitat de la producció. Les peces es componen de tres productes bàsics: A, B i C. Les peces podran ser classificades en dues classes: classe1 i classe2. Una peça serà de la classe1 si es compleix que està composta del producte A i, almenys, d'un dels altres dos productes. Una peça serà de la classe2 si es compleix que està composta, almenys, de dos dels tres productes.

Quina és l'expressió algebraica mínima de les funcions d'eixida classe1 i classe2?

2.5.5. Es vol implementar un circuit amb quatre entrades (D, C, B i A) i dues eixides (S1 i S0). Les equacions canòniques dels circuits d'eixida són les següents:

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

$$S1 = \sum_{D,C,B,A} (1,5,13) + \sum_{\phi} (8,9,10,11)$$

Obteniu les equacions corresponents al circuit mínim de les eixides S0 i S1, respectivament.

2.5.6. Siguen $A = a_1a_0$ i $B = b_1b_0$ dos nombres naturals expressats en binari amb dos bits. Obteniu les funcions lògiques de comparació ($A \geq B$) i ($A \leq B$) simplificades.

2.5.7. Siguen $A = a_1a_0$ i $B = b_1b_0$ dos nombres naturals expressats en binari, i la funció lògica

$F = (a_1 + a_0 + b_1 + b_0)(a_1 + \bar{a}_0 + b_1 + \bar{b}_0)(\bar{a}_1 + \bar{a}_0 + \bar{b}_1 + \bar{b}_0)(\bar{a}_1 + a_0 + \bar{b}_1 + b_0)$, que implementa una funció de comparació d'ambdós nombres. Indiqueu quina comparació realitza la funció: ?

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

2.6. Implementació de circuits

2.6.1. En la cadena de muntatge d'una planta de fabricació de cotxes es vol incorporar un circuit digital que siga capaç de ambtrolar l'obertura i el tancament de dues comportes (S1, S2) per on han de passar els vehicles. Les comportes es ambtrolen en funció de tres paràmetres característics dels vehicles (C, S, P), sent C: ambtrol de qualitat del vehicle, S: indica si el vehicle ha sigut soldat o no, i P: indica si el vehicle ha sigut pintat o no. La comporta S1 s'ha d'obrir sempre que els vehicles estiguen soldats o pintats, i a més hagen passat el ambtrol de qualitat. La comporta S2 s'obri sempre que els vehicles no estiguen soldats, independentment de complir el ambtrol de qualitat. Tots el senyals són actius a nivell alt.

Implementeu el circuit digital de forma simplificada.

2.6.2. Es vol implementar un circuit que ambtrole l'encesa dels llums intermitents d'un cotxe. El sistema disposa d'una palanca que, quan es troba en posició pujada, genera un senyal *PS*, que encén els intermitents drets (*LD*). Si es troba en posició baixada, genera un senyal *PB*, que encén els llums intermitents esquerres (*LI*). Si la palanca es troba en una posició intermèdia (ni pujada ni baixada), no es genera cap senyal, i, per tant, no s'encén cap llum.

Perquè el sistema tinga el funcionament descrit, és necessari que s'introduïska la clau d'encesa del motor i que es trobe en la posició de ambtacte; d'aquesta manera, generarà el senyal *C*.

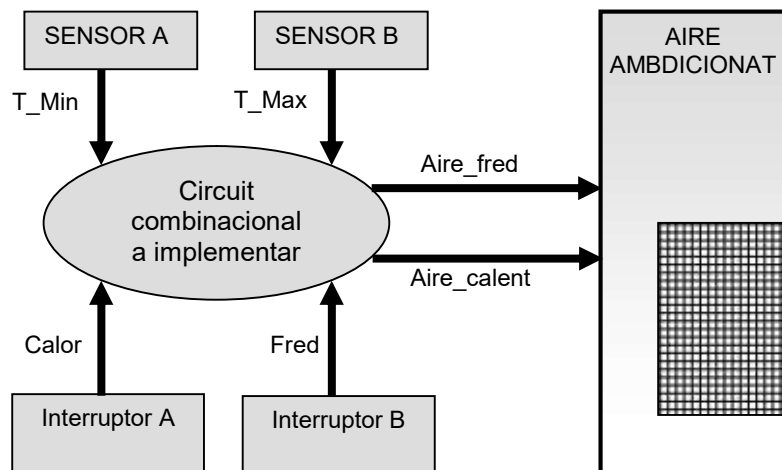
El sistema disposa d'una entrada addicional *avaria* que, quan es troba activa, genera el senyal *A*, i activa els quatre intermitents, independentment que el ambtacte es trobe donat o no.

Implementeu el circuit de forma simplificada.

2.6.3. Es vol implementar un circuit combinacional per a intentar mantenir, entre dos valors, la temperatura d'una habitació. Per a això, es disposa d'un aparell d'aire ambdicionat, dos interruptors d'acció manual i dos sensors de temperatura.

Cada sensor té associat un senyal que s'activa quan s'arriba a la temperatura programada en el sensor. El sensor A activa el senyal *T_Min* quan la temperatura ambient és superior a la mínima requerida, i el sensor B activa el senyal *T_Max* quan la temperatura ambient és superior a la màxima requerida.

Igualment, cada interruptor també té associat un senyal. Quan s'acciona l'interruptor A, s'activa el senyal *calor*, i quan s'acciona l'interruptor B, s'activa el senyal *fred*.



El circuit a implementar ha d'indicar el mode de funcionament de l'aparell d'aire ambdicionat per mitjà de l'activació dels senyals *Aire_fred* (que indica que ha d'expulsar-se aire fred) o *Aire_calent* (que indica que ha d'expulsar-se aire calent). Per a decidir quin senyal cal activar, han de ambsiderar-se els criteris següents:

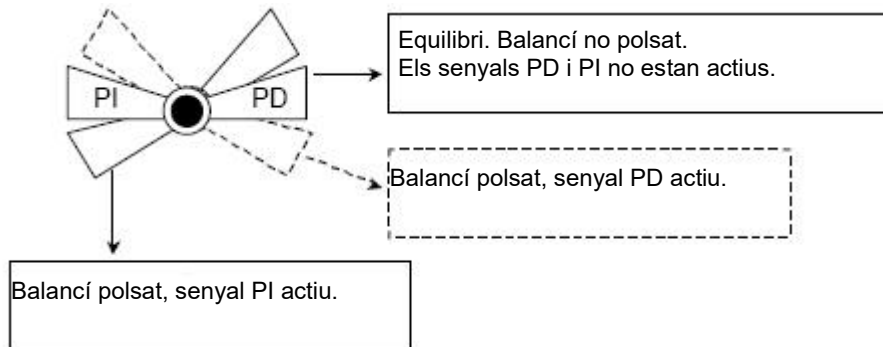
- Quan la temperatura ambient no supere la temperatura mínima requerida, ha d'expulsar-se aire calent, excepte quan estiga actiu el senyal *fred*, i, en aquest cas, no s'expulsa ni aire calent ni fred.
- Quan la temperatura ambient estiga entre els valors permesos, no s'expulsa ni aire fred ni calent, excepte quan estiga actiu el senyal *fred*, i llavors s'expulsa aire fred, o el senyal *calor*, i llavors s'expulsa aire calent,

- Quan la temperatura ambient supere la temperatura màxima requerida, ha d'expulsar-se aire fred, excepte quan estiga actiu el senyal *calor*, i, en aquest cas, no s'expulsa ni aire fred ni calent.
- En el cas que els senyals *fred* i *calor* s'activen al mateix temps, han de ser ignorats, i el mode de funcionament és el mateix que si no estigueren actius.

Implementeu el circuit amb un cost mínim.

2.6.4. Es vol ambstruir el circuit de ambtrol del moviment d'una cinta transportadora que pot moure's de forma indefinida en els dos sentits (esquerra i dreta). Per a determinar si la cinta ha de moure's, i el sentit del moviment, l'operari disposa d'un polsador de balancí que genera dos senyals mútuament excloents (vegeu la figura següent).

- A)** Si el senyal /PD està activat, indica que el polsador del balancí està en la posició de moviment cap a la dreta.
- B)** Si el senyal /PI està activat, indica que el polsador del balancí està en la posició de moviment cap a l'esquerra.
- C)** Quan no està polsat el balancí, cap dels dos senyals està actiu. Ambdós senyals són actius a nivell baix.



Per a permetre el moviment de la cinta sense que l'operari estiga polsant el balancí ambtínuament, s'han afegit un parell de sensors al sistema, que indiquen si la cinta ja està en moviment, /CD i /CI, amb el significat següent:

- A)** Si el senyal /CD (respectivament, /CI) està actiu, significa que, en aquest moment, la cinta està movent-se cap a la dreta (respectivament, esquerra).
- B)** Ambdós senyals són actius a nivell baix.

Per a governar la cinta, el circuit de ambtrol que s'ha de dissenyar ha de generar dues eixides:

- A)** Senyal M/P (Moure = 1 / Parar = 0).
- B)** Senyal D/I (Dreta = 1 / Esquerra = 0). Evidentment, si el senyal M/P = 0, el valor del senyal D/I és indiferent.

El funcionament del sistema ha de seguir les regles següents:

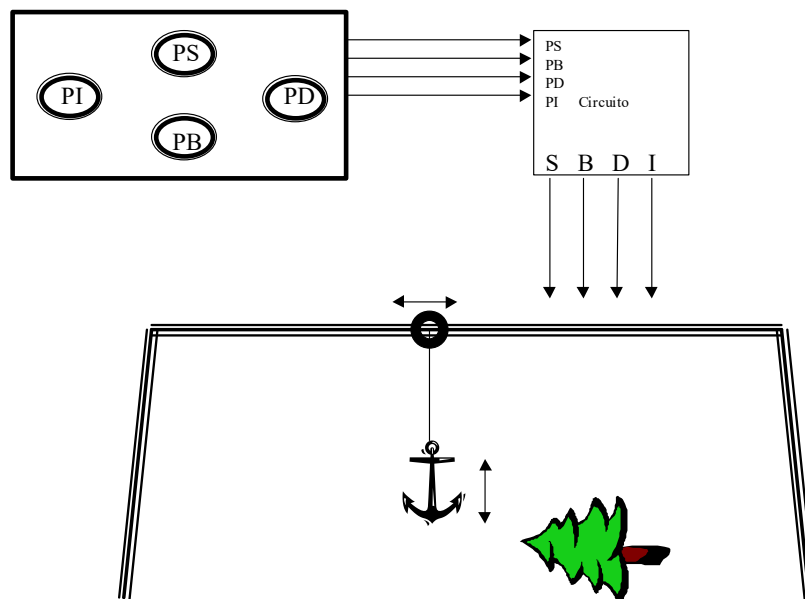
1. Si la cinta està parada, el fet de polsar el balancí ha d'iniciar la marxa de la cinta en el sentit que es vol.
2. Si la cinta està, en aquest moment, en marxa (indicat per l'activació d'algun dels sensors /CD o /CI), la cinta ha de ambtinuar movent-se en el sentit actual si el balancí està polsat en el mateix sentit de la marxa, o no polsat.
3. Si la cinta està, en aquest moment, en marxa, la pulsació del balancí en el sentit ambtrari al moviment actual ha de parar la cinta.

Es demana que descriviu el funcionament del sistema anterior per mitjà d'una taula de veritat. L'ordre de les variables (de major a menor pes) ha de ser /CD, /CI, /PD i /PI. L'ordre de les eixides ha de ser M/P i D/I.

2.6.5. A la vella factoria, s'ha instal·lat un pont grua per a traslladar arbres d'una zona a una altra de la planta. Aquest pont grua disposa d'un ganxo que pot realitzar quatre moviments: pujar, baixar, dreta i esquerra. També pot realitzar quatre moviments combinats: pujar i dreta, pujar i esquerra, baixar i dreta, baixar i esquerra. El ganxo disposa de quatre senyals: S, B, D, I, i per a indicar-hi el moviment que ha de realitzar. Per a manejar el pont grua, es disposa d'un panell de ambtrol amb quatre botons, cada un d'ells per a moure el ganxo a gust de l'operari. Els botons reben el nom de PS, PB, PI i PD.

Es vol realitzar un circuit que governe el pont grua en funció de les especificacions següents:

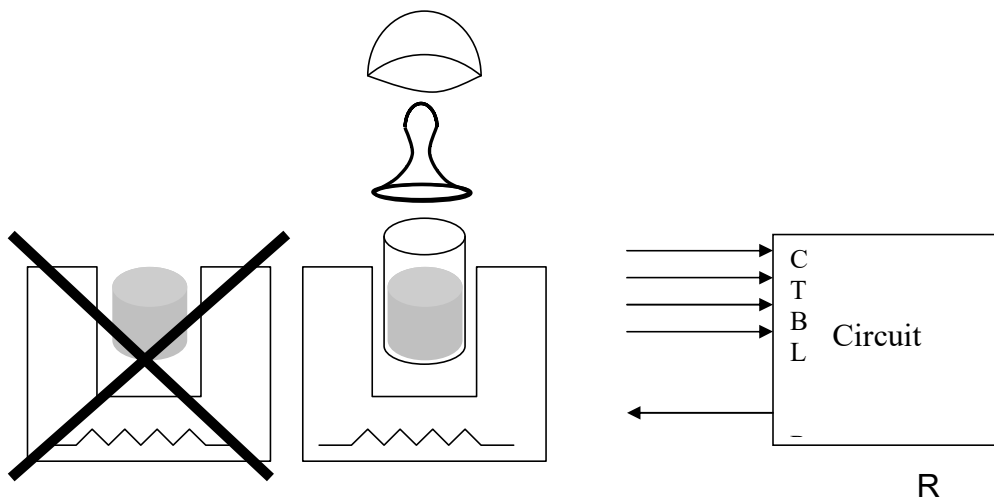
- Per a pressionar un botó, es necessita una mà completa. Només un operari pot manejar el panell, i l'operari només pot usar les dues mans.
- Si es prem un dels quatre botons, el ganxo ha de moure's en la direcció i el sentit indicat pel botó, i activar el senyal corresponent.
- Si es premen, simultàniament, dos botons que indiquen un dels quatre moviments combinats, han d'activar-se els dos senyals corresponents perquè el ganxo realitzi el moviment correcte.
- Si es premen, simultàniament, dos botons que indiquen moviment ambtradictori (per exemple, pujar i baixar, o dreta i esquerra) el ganxo no ha de moure's.
- Nota. Totes les entrades i eixides estan actives amb un 1, i inactives amb un 0.



- A) Realitzeu la taula de veritat de la funció lògica. Per favor, seguiu l'ordre següent per a les entrades: PS, PB, PI, PD, i l'ordre següent per a les eixides: S, B, I, D.
- B) Indiqueu les formes canòniques disjuntiva i ambjuntiva de la funció lògica a partir de la taula de veritat de l'enunciat anterior per a l'eixida B.
- C) Obteniu l'expressió mínima de la funció lògica mitjançant la simplificació de Karnaugh, tant per uns com per zeros, per a l'eixida B.

2.6.6. Es vol realitzar el circuit de ambtrol d'un escalfabiberons. Aquest circuit disposa de quatre entrades: C, T, B i L. L'entrada C indica que el biberó està tapat. L'entrada T indica que el biberó té col·locada la tetina. L'entrada B indica que hi ha un biberó en la posició correcta per a calfar-se, és a dir, el biberó està dins de l'escalfabiberons. Finalment, l'entrada L indica que hi ha llet dins de l'escalfabiberons. El circuit disposa d'una eixida R que, en activar-se, posa en funcionament una resistència que calfa la llet. El funcionament del circuit és el següent:

- Si hi ha un biberó en la posició correcta i té llet, es calfa tinga posada o no la tetina, i sempre que el biberó no estiga tapat.
- El biberó pot tindre tetina o estar tapat, però pot no estar en la posició correcta, per la qual cosa no es calfa.
- No és possible introduir la llet en l'escalfabiberons si el biberó no està en la posició correcta.
- En qualsevol altre cas possible, el biberó no es calfa.
- Nota. Totes les entrades i eixides estan actives amb un 1, i inactives amb un 0.



- A)** Realitzeu la taula de veritat de la funció lògica $R = f(C, T, B, L)$. Per favor, seguiu l'ordre següent per a les entrades: C T B L.
- B)** Indiqueu les formes canòniques disjuntiva i ambjuntiva de la funció lògica R, a partir de la taula de veritat de l'enunciat anterior.
- C)** Obteniu l'expressió mínima de la funció lògica R mitjançant la simplificació de Karnaugh, tant per uns com per zeros.

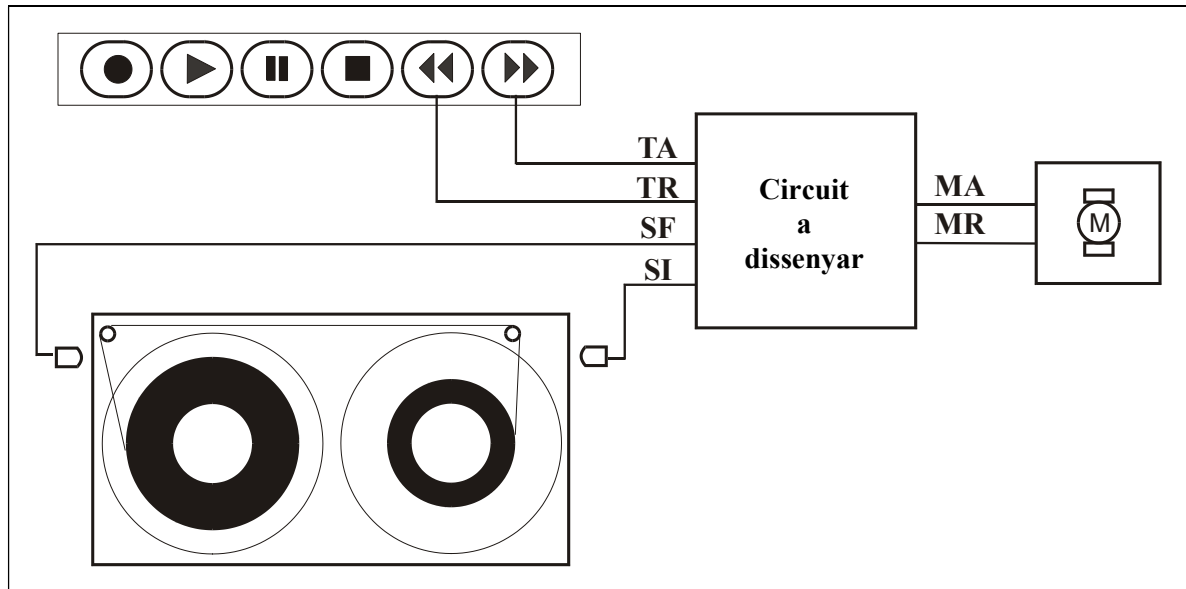
2.6.7. Es vol dissenyar una part del circuit de ambtrol d'un aparell de vídeo. El circuit ha de ser el responsable de l'activació de dos senyals binaris, MA i MR, que inicien el procés d'avanç o retrocés ràpid de la cinta (respectivament) en resposta a la pulsació de les tecles d'avanç o de retrocés ràpid per part de l'usuari. Com indica la figura, la pulsació de la tecla d'avanç ràpid activa un senyal TA i la pulsació de la tecla de retrocés activa un senyal TR. L'aparell disposa, a més a més, de dos sensors que detecten quan s'ha arribat a l'extrem inicial o final de la cinta, i llavors s'activa el senyal SI o SF, respectivament. El funcionament del circuit ha de ser com segueix:

- La pulsació d'una tecla d'avanç o de retrocés ha de donar lloc a l'activació del corresponent senyal de motor (MA per a avanç, MR per a retrocés), excepte quan un dels sensors indique que la cinta es troba en la posició extrema que ho impedisca (l'activació d'SF impedeix l'avanç, la d'SI impedeix el retrocés), i, en aquest cas, no ha

d'activar-se el motor, per a evitar danys en la cinta o en el mecanisme d'arrossegament.

- En el cas que l'usuari pressione simultàniament les tecles d'avanç i retrocés, no s'activen MA ni MR, excepte quan la cinta està en una de les dues posicions extremes, i, en aquest cas, ha d'activar-se el senyal de motor que inicia l'arrossegament de la cinta en el sentit que no trobe impediment.

Tots els senyals s'activen a nivell alt (1).



- A)** Realitzeu la taula de veritat del circuit proposat. Respecteu l'ordre següent per a les variables d'entrada: SF, SI, TA, TR.
- B)** Obteniu les funcions canòniques disjuntiva i ambjuntiva per a la funció MA (notació sumatori i productori). Respecteu l'ordre proposat en l'apartat anterior per a les variables d'entrada: SF és la variable de més pes.

2.6.8. Una empresa dedicada a l'emalatge fabrica caixes de cartró. Les caixes s'emmagatzemen basant-se en la dimensió i color que tenen. Per aquest motiu, s'assignen dos codis: el primer serveix per a indicar-ne la grandària i el segon, per a indicar-ne el color. S'empren quatre bits, dos per al codi de la grandària i dos per al codi del color.

Les caixes es fabriquen en quatre grandàries diferents (A, B, C i D) i en tres colors. Els codis de les grandàries i dels colors es mostren a ambtinuació.

Grandària	Codi (T1 T0)
A	00
B	01
C	10
D	11

Color	Codi (C1 C0)
Roig	00
Blau	01
Negre	11

Les caixes es guarden en tres magatzems diferents, d'acord amb els criteris següents:

- El primer magatzem guarda les caixes de grandària A de qualsevol color.
- El segon magatzem guarda les caixes roges de grandària C o D.
- En el tercer magatzem, es col·loquen les caixes restants.

La informació del tipus de caixa i del color que té s'escriu en un codi de barres que s'aplega a cada una de les caixes, de manera que, per a emmagatzemar-les, les caixes es col·loquen sobre una banda transportadora que es bifurca en tres trajectòries, a partir de la informació del codi de barres, i es desvien per a ser portades al magatzem que els correspon.

S'utilitza un lector de codi de barres per a llegir i enviar la informació al circuit combinacional que desvia les caixes al destí corresponent.

Escriu la taula de veritat del circuit combinacional que s'encarrega de desviar les caixes. Ambsidereu que un 1 indica la trajectòria que s'ha de seguir.

Color		Grandària		Trajectòria 1	Trajectòria 2	Trajectòria 3
C1	C0	T1	T0			
0	0	0	0			
...
1	1	1	1			

Es ambsidera que, quan el circuit s'activa perquè la caixa seguisca la trajectòria 1, la caixa es porta al primer magatzem; de la mateixa manera, quan s'activa la trajectòria 2, la caixa és portada al segon magatzem, i quan s'activa la trajectòria 3, la caixa es porta al tercer magatzem.

A partir de la taula de veritat, es vol saber quina és la forma canònica disjuntiva per a la trajectòria 1.