

1. Toldo automático

1.1. Enunciado

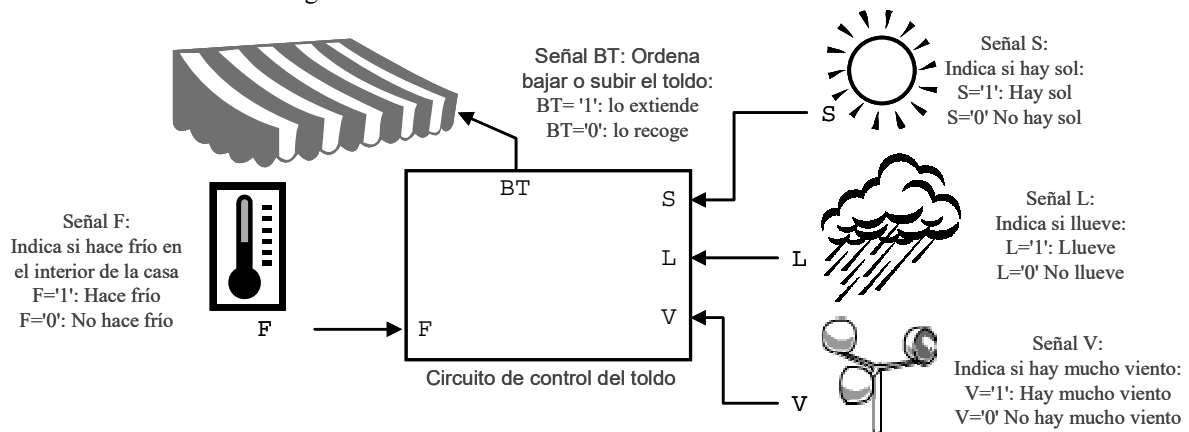
Se desea realizar un circuito de control para el toldo de una terraza de una vivienda. El toldo tiene la función tanto de dar sombra como de proteger del viento y de la lluvia. Así que es un toldo resistente al viento y a la lluvia, manteniendo la terraza seca en los días de lluvia.

Para el circuito de control tenemos las siguientes entradas:

- Señal S: Indica si hay sol
- Señal L: Indica si llueve
- Señal V: Indica si hay mucho viento
- Señal F: Indica si hace frío en el interior de la casa.

Según los valores de estas entradas se bajará o subirá el toldo. Esto se realizará mediante la señal de salida BT (Bajar Toldo). Si $BT=1$ indica que el toldo debe estar extendido (bajado) y si $BT=0$ indica que el toldo debe estar recogido (subido).

El sistema se muestra en la figura.



El circuito que acciona el toldo que debe funcionar según las siguientes características:

- Independientemente del resto de señales de entrada, siempre que llueva se debe de extender el toldo para evitar que se moje la terraza. No se considerará posible que simultáneamente llueva y haga sol.
- Si hace viento se debe extender el toldo para evitar que el viento moleste. Sin embargo, hay una excepción: aún cuando haya viento, si el día está soleado y hace frío en la casa, se recogerá el toldo para que el sol caliente la casa.
- Por último, si no hace viento ni llueve, sólo se bajará el toldo en los días de sol y cuando haga calor en el interior, para evitar que se caliente mucho la casa.

Se pide

- Realizar la tabla de verdad de la señal que controla el toldo (BT) a partir de las señales S, L, V y F.
- Obtener la expresión reducida en suma de productos, y producto de sumas
- Dibujar el esquema en puertas de estas expresiones
- Dibujar el diagrama de bloques para una variante del circuito en el que mediante un interruptor seleccionemos que el control del toldo sea manual o automático. De modo que:
 - Cuando el control sea automático, funcionará como se ha descrito hasta ahora.
 - Cuando el control sea manual, podremos hacer que el toldo suba o baje por medio de dos pulsadores. Un pulsador dará la orden de recoger el toldo y el otro de bajarlo. En este modo manual, el circuito deberá mantener la última orden pulsada después de soltar los pulsadores. Si se pulsan ambos pulsadores a la vez el comportamiento no será predecible.

1.2. Solución

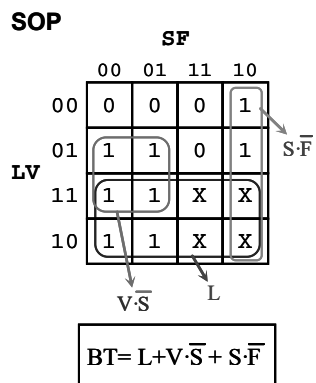
a) Tabla de verdad

(Otro orden de las variables en la tabla de verdad es igualmente válido)

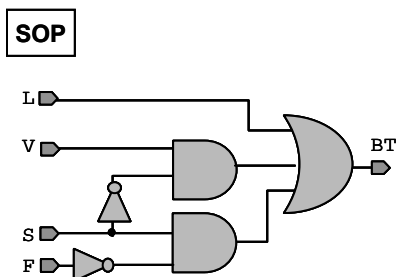
L	V	S	F	BT
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

No llueve ni hace viento: sólo se baja el toldo cuando haga calor (\bar{F}) y haya sol (S), entonces en el resto de casos se sube el toldo (BT=0)
 No llueve ni hay viento, hace calor y hay sol: se baja el toldo (BT=1)
 Hace viento, se baja el toldo (menos cuando hace frío y haya sol)
 Hace frío y sol, se sube el toldo (BT=0)
 Lluvia y sol: no se considera posible
 Lluvia: se baja el toldo (BT=1)
 Lluvia y sol: no se considera posible

c) Expresión reducida en suma de productos



d) Esquema en puertas

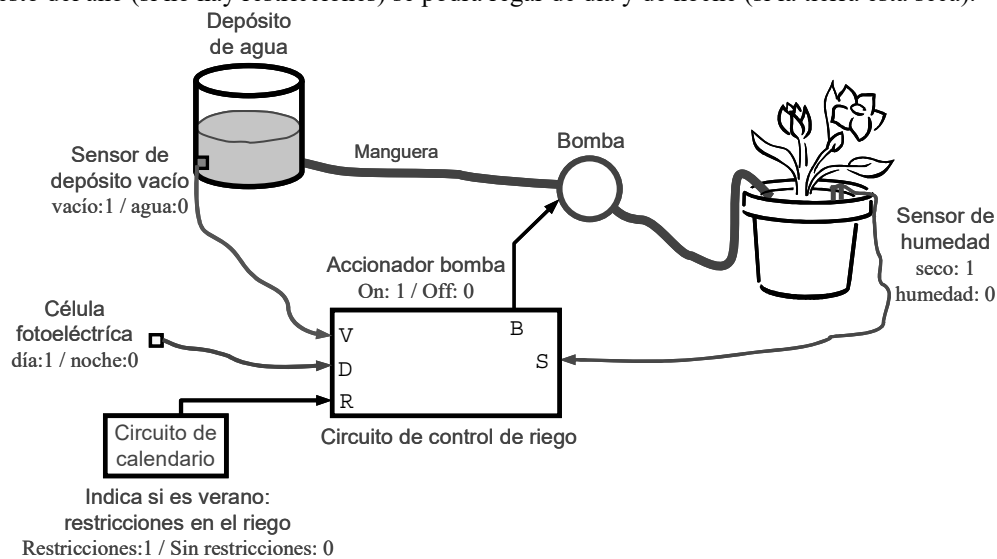


2. Riego automático

2.1. Enunciado

Se desea hacer un circuito de riego automático como el mostrado en la figura. El circuito deberá accionar la bomba en las siguientes condiciones

- El circuito accionará la bomba solamente cuando la tierra esté seca, pero antes debe comprobar las siguientes condiciones:
- Para evitar que la bomba se estropee por funcionar en vacío, nunca se accionará la bomba cuando el depósito de agua esté vacío.
- Si hay restricciones en el riego (época de verano), sólo se podrá regar de noche.
- En el resto del año (si no hay restricciones) se podrá regar de día y de noche (si la tierra está seca).



Para la implementación del circuito se dispone de las siguientes entradas:

- S: Señal que indica si la tierra está seca.
Tierra seca: S=1 ; Tierra húmeda: S=0
- R: Señal que indica si hay restricciones en el riego (es verano):
Hay restricciones: R=1 No hay restricciones: R=0
- D: Señal que indica si es de día o de noche:
Día: D=1 ; Noche: D=0
- V: Señal que indica si el depósito de agua está vacío:
Vacío: V=1 ; Hay agua: V=0

Y la salida B, que accionará la bomba para regar: *Bomba funcionando: B=1 ; Bomba apagada B=0*

Con esta información se debe:

- Elaborar la tabla de verdad del circuito
- Obtener la ecuación en la primera forma normal
- Hacer el mapa de Karnaugh
- Obtener la ecuación simplificada en suma de productos y productos de suma
- Representar ambas ecuaciones simplificadas (SOP y POS) en puertas lógicas

2.2. Solución

a y b) Tabla de verdad y 1FN

V	S	D	R	B
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
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

Tanque con agua, tierra seca

Tanque con agua, tierra no está seca: no se riega

De noche: se riega (independientemente de la época)

De día en invierno: se riega

De día en verano: no se riega

Tanque vacío: no se riega

1FN: $m_4 + m_5 + m_6$:

$$B = \bar{V} \cdot S \cdot \bar{D} \cdot \bar{R} + \bar{V} \cdot S \cdot \bar{D} \cdot R + \bar{V} \cdot S \cdot D \cdot \bar{R}$$

c) Mapa de Karnaugh

SOP

		DR			
		00	01	11	10
VS	00	0	0	0	0
	01	1	1	0	1
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

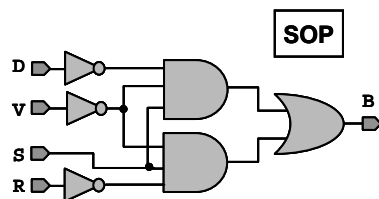
$\bar{V} \cdot S \cdot \bar{R}$

$\bar{V} \cdot S \cdot \bar{D}$

d) Ecuaciones simplificadas:

$$B = \bar{V} \cdot S \cdot \bar{D} + \bar{V} \cdot S \cdot \bar{R}$$

e) Esquema en puertas de la ecuaciones



3. Detector de números primos en BCD-XS-3

3.1. Enunciado

Se quiere realizar un circuito que reciba un número BCD-XS3 (4 bits) y devuelva '1' si el número recibido es primo, y devuelva '0' si no lo es.

Se considerará el número 1 como número primo. El cero no es un número primo.

En ningún caso el circuito recibirá números que no estén codificados en BCD-XS3.

Se pide:

- Realizar la tabla de verdad de la señal de salida.
- Obtener la expresión reducida en suma de productos, y producto de sumas
- Dibujar el esquema en puertas de estas expresiones

3.2. Solución

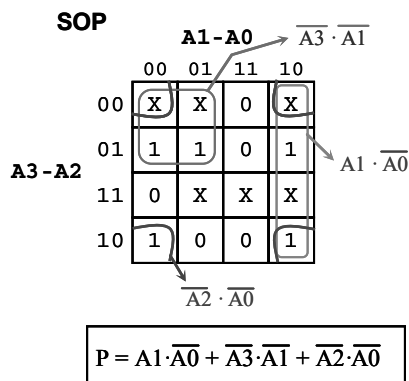
Como los BCD-XS3 van de 0 a 9, los números primos son: 1,2,3,5,7 (ya que se especifica que el uno se considera como primo). Los números BCD-XS3 son números BCD cuya codificación empiezan en 3 por tanto el cero es un tres.

Entonces la tabla de verdad para la señal de salida P es

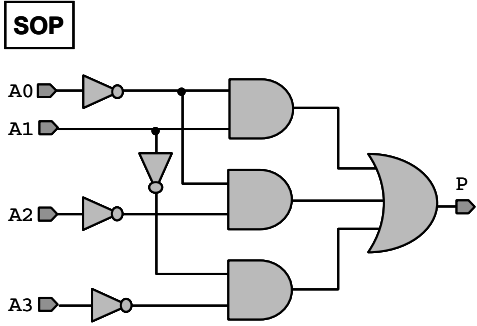
A3	A2	A1	A0	Num	P
0	0	0	0	-	X
0	0	0	1	-	X
0	0	1	0	-	X
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	2	1
0	1	1	0	3	1
0	1	1	1	4	0
1	0	0	0	5	1
1	0	0	1	6	0
1	0	1	0	7	1
1	0	1	1	8	0
1	1	0	0	9	0
1	1	0	1	-	X
1	1	1	0	-	X
1	1	1	1	-	X

número que representa
 No son posibles, ya que no son un números BCD-XS3
 No son posibles, ya que no son un números BCD-XS3

Usamos los mapas de Karnaugh para obtener las expresiones:



La representación en puertas queda:



4. Alarma de incendios

4.1. Enunciado

Se quiere realizar un circuito para activar la alarma de incendios (**A**) para la evacuación de un edificio. Para ello se tiene un sensor de gases (**G**), un sensor de humos (**H**), y dos señales procedentes de un termómetro que indican si la temperatura es mayor de 45°C (**T45**) y si la temperatura es mayor de 60°C (**T60**).

Debido a que a veces los sensores detectan humos y gases que no siempre proceden de incendios (por ejemplo de los cigarrillos o las cocinas), para evitar falsas alarmas, la señal **A** se activará cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Si la temperatura es mayor de 60°C siempre se activará la alarma
- Si la temperatura está entre 45°C y 60°C se activará la alarma sólo si han detectado gases o humos (o ambos).
- Si la temperatura es menor de 45°C se activará la alarma sólo si se detectan gases y humos

Resumiendo, las 4 señales binarias de entrada y la salida:

- **G**: vale '1' si se detecta **GAS** resultante de la combustión.
- **H**: vale '1' si se detecta **HUMO**.
- **T45**: vale '1' si la temperatura es superior a 45°C
- **T60**: vale '1' si la temperatura es superior a 60°C

La señal de salida **A** (alarma) se activará a nivel alto

Se pide

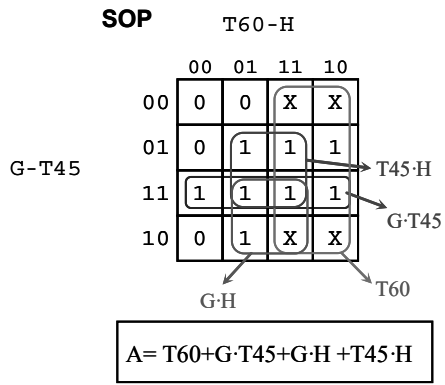
- a) Realizar la tabla de verdad de la señal de alarma (**A**) a partir de las señales de entrada (**G**, **H**, **T45**, **T60**). Explicarla brevemente.
- b) Obtener la expresión reducida en suma de productos y producto de sumas
- c) Dibujar el esquema en puertas de estas expresiones

4.2. Solución

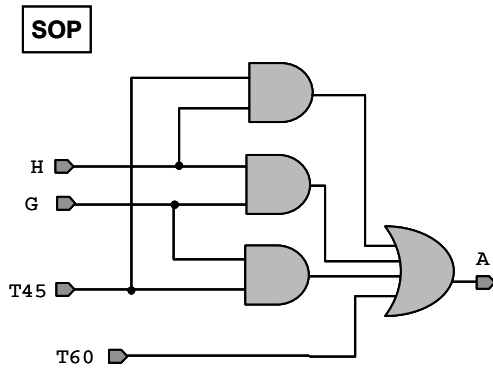
a) Tabla de verdad

G	T45	T60	H	A	
0	0	0	0	0	→ Condiciones normales: NO Alarma
0	0	0	1	0	→ Sólo humo: NO Alarma
0	0	1	0	X	} → La temperatura no puede ser mayor que 60° y menor que 45°
0	0	1	1	X	
0	1	0	0	0	→ temperatura mayor que 45°, sin humo ni gas: NO Alarma
0	1	0	1	1	→ Hay humo y temperatura mayor que 45° : Alarma
0	1	1	0	1	} → Más de 60°: alarma
0	1	1	1	1	
1	0	0	0	0	→ Sólo gas: NO Alarma
1	0	0	1	1	→ Gas y Humo aunque temperatura sea menor que 45°: alarma
1	0	1	0	X	} → La temperatura no puede ser mayor que 60° y menor que 45°
1	0	1	1	X	
1	1	0	0	1	→ Hay gas y temperatura mayor que 45° : Alarma
1	1	0	1	1	} → Más de 60°: alarma
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	1	

b) Expresión reducida en suma de productos (SOP)



c) Esquema en puertas de estas expresiones



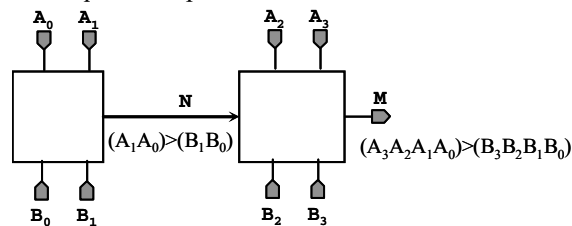
5. Comparador

5.1. Enunciado

Realizar un circuito que recibe dos números binarios puros (sin signo): A[3,0], B[3,0] e indica por la salida S si A es mayor que B

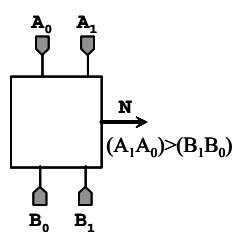
Especificaciones y notas de ayuda al diseño:

- La salida S='1' cuando A>B, en otro caso S='0'.
- El bit más significativo es el bit 3.
- Debe obtenerse la función mínima mediante mapas de Karnaugh, pero debido a que el circuito tiene 8 entradas y resulta difícil de hacer el mapa de Karnaugh con tantas variables, el circuito se implementará en dos módulos. La implementación se muestra en la figura del final.
- Primero se deberá realizar un circuito que compare los dos bits menos significativos de A y B, y devuelva '1' si el número (A₁A₀) es mayor que el número (B₁B₀). Esta salida (N) será la entrada del segundo comparador.
- Después de haber hecho el primer comparador (de 4 entradas) se realizará el segundo comparador (de 5 entradas). Este comparador recibe los dos bits más significativos de A y B, y la señal N que indica si (A₁A₀)>(B₁B₀).
- El segundo comparador es muy similar al primero, únicamente cuando (A₃A₂)=(B₃B₂) será necesario utilizar la señal N.
- Para el mapa de Karnaugh del segundo comparador se recomienda tomar la señal N como la 5ª variable.
- Representar el circuito final en esquema de puertas

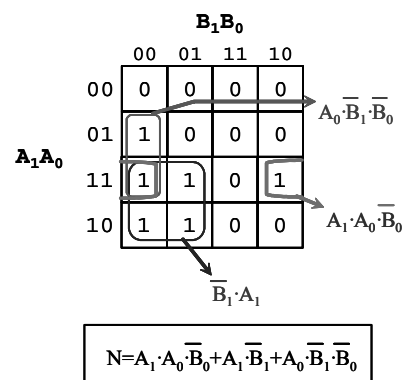


5.2. Solución

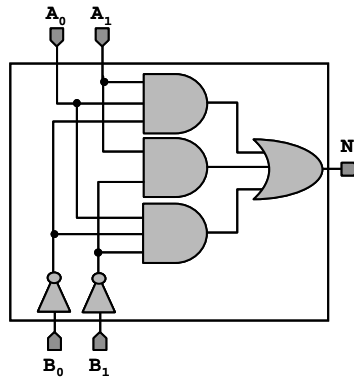
Primero representamos la tabla de verdad del primer comparador y dibujamos su mapa de Karnaugh, obteniendo a partir de él la ecuación lógica en suma de productos (pues sale más pequeña que en producto de sumas).



A1	A0	B1	B0	N
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0



Una vez que tenemos la ecuación lógica del primer comparador, ya podemos representarlo en puertas lógicas:



El segundo comparador, tiene una entrada más (N), cuando N es cero la tabla de verdad es igual que la del primer comparador. Mientras que cuando N=1, M valdrá 1 cuando $A_3A_2=B_3B_2$

N=0 igual que al anterior

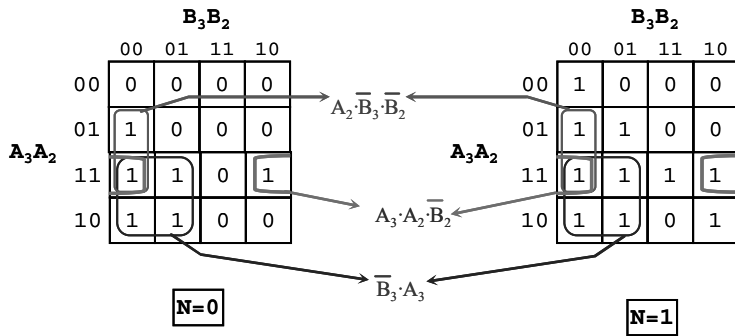
N	A3	A2	B3	B2	M
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0

N=1 cuando $A_3=B_3$ y $A_2=B_2 \rightarrow M=1$

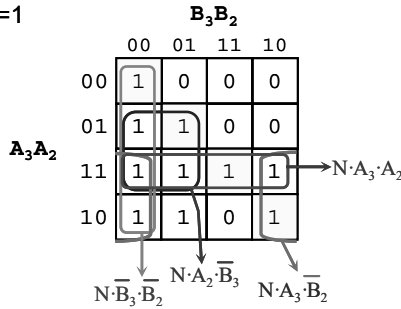
N	A3	A2	B3	B2	M
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1

Como la tabla de verdad es igual cuando N=0, también lo será el mapa de Karnaugh para N=0, y por eso tomamos la variable N como la variable que se saca fuera, quedando:

Cubos que son iguales en N=0 y N=1



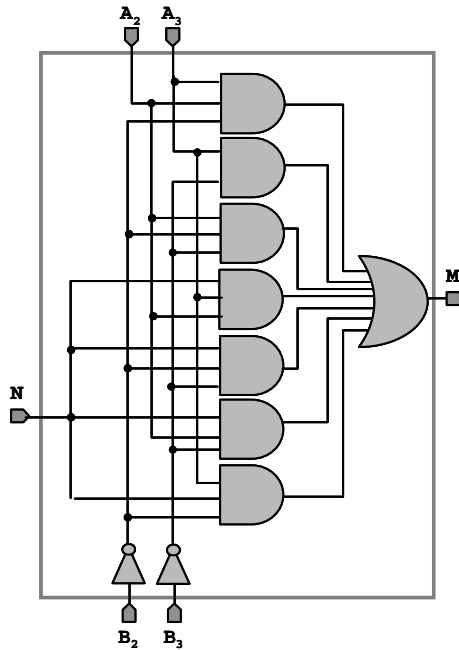
Cubos que sólo están en N=1



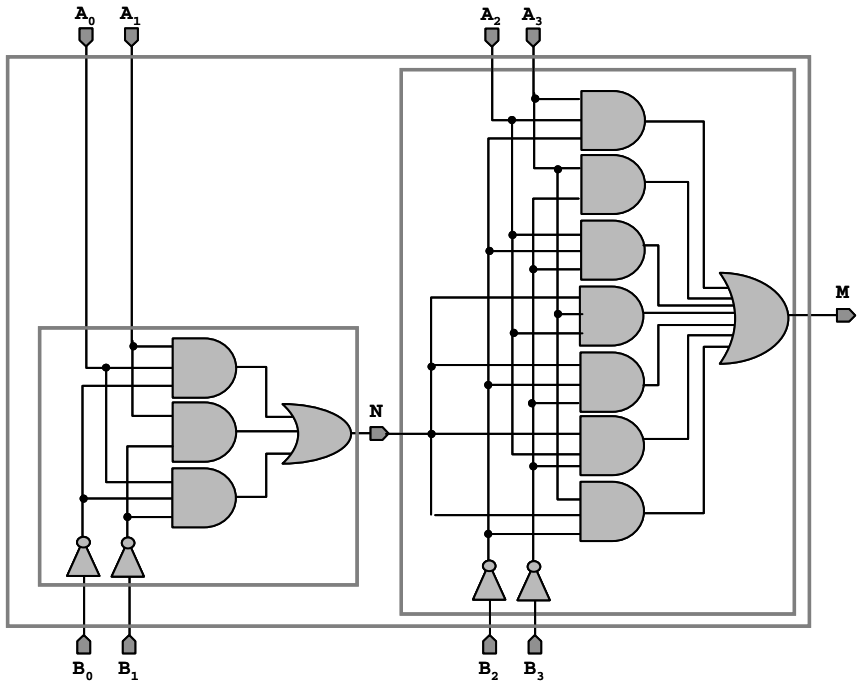
$$M = A_3 \cdot A_2 \cdot \bar{B}_2 + A_3 \cdot \bar{B}_3 + A_2 \cdot \bar{B}_3 \cdot \bar{B}_2 + N \cdot \bar{B}_3 \cdot \bar{B}_2 + N \cdot A_2 \cdot \bar{B}_3 + N \cdot A_3 \cdot \bar{B}_2 + N \cdot A_3 \cdot A_2$$

Para no complicar las figuras se han puesto primero los grupos (cubos) que son iguales para N=0 y N=1, y debajo se han puesto aquellos los necesarios para cubrir los que no están en el mapa de N=0 (los unos de la diagonal), todos estos grupos incluirán la variable N.

La suma de todos los grupos nos da la ecuación de la salida, que su esquema en puertas queda representado así:



Juntando ambos módulos, el circuito final queda:



7. Café electrónico

7.1. Enunciado

Para disminuir la ingesta de cafeína durante el periodo de exámenes, un grupo de alumnos de 1º de Ingeniería de Telecomunicación de la URJC deciden realizar el "café electrónico".

Lo que quieren hacer es detectar si el alumno se queda dormido mientras estudia por la noche, en tal caso y según la hora que sea, hacer sonar una alarma para despertarle.

Para detectar si está dormido ponen un circuito detector de movimiento en su muñeca, de modo que si la muñeca está quieta durante más de 10 minutos, se activará la señal **Q10** (*Quieto 10 minutos*). Esto será una señal inequívoca de que se ha quedado dormido, ya que durante 10 minutos el alumno no ha movido la mano para escribir, ni para de pasar de página, ni para rascarse.

Sin embargo, la señal **Q10** no siempre se usará para despertar al alumno. Si estamos entre las 4am y las 6am, no le despertaremos para que descanse un poco.

Por otro lado, independientemente de la hora, si el usuario lleva media hora durmiendo, siempre se le despertará para que decida si quiere seguir estudiando o realmente quiere irse a dormir en la cama y no en la mesa. La señal que indica que lleva media hora quieto se llamará **Q30** (*Quieto 30 minutos*).

Resumiendo, las señales que entran a nuestro sistema son:

- **Q10**: vale '1' si el alumno lleva 10 minutos o más quieto, si no $Q10=0$;
- **Q30**: vale '1' si el alumno lleva 30 minutos o más quieto, si no $Q30=0$;
- **M4**: vale '1' si son más de las 4am, si no $M4=0$;
- **M6**: vale '1' si son más de las 6am, si no $M6=0$;

La señal de salida **A** (alarma) se activará a nivel alto.

Se pide

- a) Realizar la tabla de verdad de la señal que controla la alarma (**A**) a partir de las señales de entrada **Q30**, **Q10**, **M4** y **M6**.
- b) Obtener la expresión reducida en suma de productos, y producto de sumas
- c) Dibujar el esquema en puertas de estas expresiones

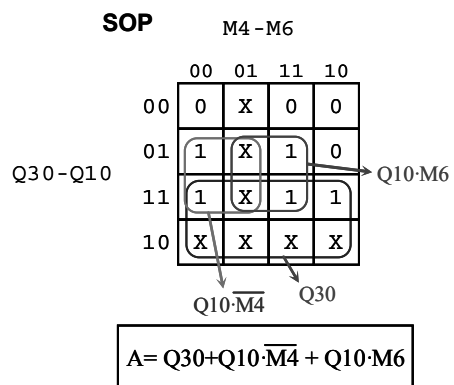
7.2. Solución

a) Tabla de verdad

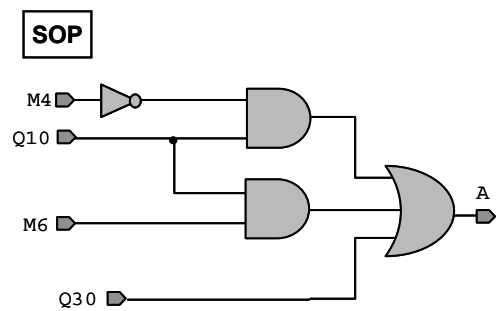
(Otro orden de las variables en la tabla de verdad es igualmente válido)

Q30	Q10	M4	M6	A	
0	0	0	0	0	} No pueden ser menos de las 4am y más de las 6am Está moviéndose: no está dormido: no hay alarma
0	0	0	1	X	
0	0	1	0	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	→ Se ha quedado dormido, son menos de las 4am: se le despierta
0	1	0	1	X	→ No pueden ser menos de las 4am y más de las 6am
0	1	1	0	0	→ 10 minutos quieto, pero son más de las 4am y menos de las 6am: se le deja dormir un poco
0	1	1	1	1	→ Se ha quedado dormido, son más de las 6am: se le despierta
1	0	0	0	X	} No es posible, si lleva 30 minutos quieto, también llevará 10 minutos quieto
1	0	0	1	X	
1	0	1	0	X	
1	0	1	1	X	
1	1	0	0	1	} No pueden ser menos de las 4am y más de las 6am "Más de media hora quieto: se le despierta
1	1	0	1	X	
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	1	

b) Expresión reducida en suma de productos (SOP)



c) Esquema en puertas

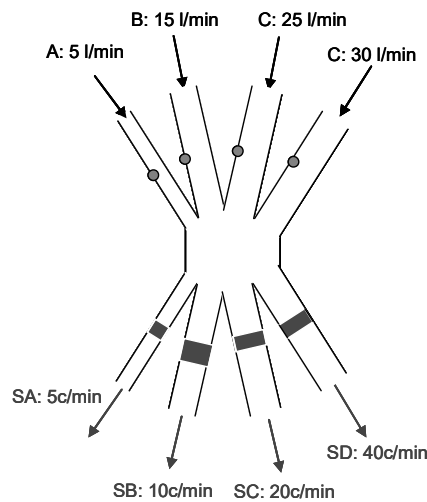


8. Tuberías

8.1. Enunciado

Supongamos que hay un nudo de tuberías, 4 de entrada y 4 de salidas. La tubería A aporta de media 5 litros por minuto, la B 15 litros/minuto, la C 25 litros/minuto y la D 30 litros/minuto. Cuatro sensores, uno por tubería de entrada, nos indican por qué tubería está circulando el agua. Las tuberías de salida son SA, SB, SC y SD y pueden recoger 5, 10, 20 y 40 litros por minuto respectivamente. Cada tubería de salida está regulada por una válvula que únicamente tiene dos estados: cerrada (un cero lógico) o abierta (un uno lógico). Teniendo en cuenta que sólo puede circular agua en dos tuberías de entrada simultáneamente, activar las válvulas de las tuberías de salida necesarias para que salga tanto caudal de agua como entra.

- Representar la tabla de verdad de la función
- Obtener las funciones lógicas simplificadas para las cuatro válvulas



8.2. Solución

a) Dibujamos la tabla de verdad sabiendo que no va a haber más de dos tuberías por las que entren agua (que son "1" en la tabla de verdad). En los casos que impliquen más de dos tuberías de entrada con agua pondremos una X en las salidas, ya que ese caso nunca se va a dar. Esto nos permitirá simplificar el mapa de Karnaugh. En la tabla se han incluido dos columnas que indican en número de litros/minuto que entran, para facilitarnos el cálculo de las válvulas que debemos de abrir de modo que salga el mismo caudal que entra

entradas					salidas				
5	10	25	30		5	10	20	40	
A	B	C	D	entran	SA	SB	SC	SD	salen
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	30	0	1	1	0	30
0	0	1	0	25	1	0	1	0	25
0	0	1	1	55	1	1	0	1	55
0	1	0	0	10	0	1	0	0	10
0	1	0	1	40	0	0	0	1	40
0	1	1	0	35	1	1	1	0	35
0	1	1	1	--	X	X	X	X	--
1	0	0	0	5	1	0	0	0	5
1	0	0	1	35	1	1	1	0	35
1	0	1	0	30	0	1	1	0	30
1	0	1	1	--	X	X	X	X	--
1	1	0	0	15	1	1	0	0	15
1	1	0	1	--	X	X	X	X	--
1	1	1	0	--	X	X	X	X	--
1	1	1	1	--	X	X	X	X	--

b) A continuación se muestran las funciones simplificadas en suma de productos. Se podía haber realizado también en producto de sumas.

SA

		CD			
		00	01	11	10
00		0	0	1	1
01		0	0	X	1
11	AB	1	X	X	X
10		1	1	X	0

$SA = \bar{A}C + A\bar{C}$

SB

		CD			
		00	01	11	10
00		0	1	1	0
01		1	0	X	1
11	AB	1	X	X	X
10		0	1	X	1

$SB = \bar{B}D + B\bar{D} + AC$

SC

		CD			
		00	01	11	10
00		0	1	0	1
01		0	0	X	1
11	AB	0	X	X	X
10		0	1	X	1

$SC = \bar{B}C\bar{D} + C\bar{D}$

SD

		CD			
		00	01	11	10
00		0	0	1	0
01		0	1	X	0
11	AB	0	X	X	X
10		0	0	X	0

$SD = AD + CD$

A continuación se muestra la función lógica SB en puertas:

