

Las ecuaciones booleanas para cada una de las salidas son:

$$A < B = x'_0 x'_1 + y'_0 y_1 (x_0 \oplus x_1)' + z'_0 z_1 (x_0 \oplus x_1)' (y_0 \oplus y_1)'$$

$$A = B = (x_0 \oplus x_1)' (y_0 \oplus y_1)' (z_0 \oplus z_1)'$$

$$A > B = x_0 x'_1 + y_0 y'_1 (x_0 \oplus x_1)' + z_0 z'_1 (x_0 \oplus x_1)' (y_0 \oplus y_1)'$$

Control de una estación de combustible

Una estación de combustible se surte de tres tanques: x , y , z . Los tanques x , y deben abastecer simultáneamente para sostener el flujo, el cual puede ser mantenido solo por el tanque z , pero en ningún caso el tanque z debe funcionar si lo está haciendo los tanques x , y . Construir un circuito lógico que controle esta situación.

Tabla de verdad:

x	y	z	s
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

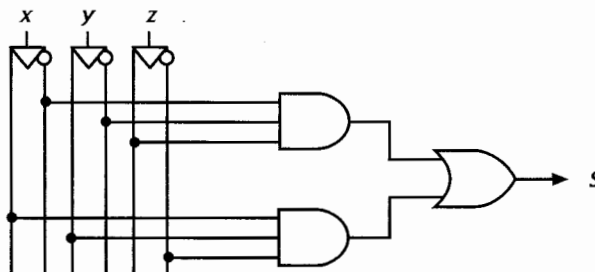
Mapa de Karnaugh:

	x' 00	x' 01	x 11	x 10
z' 0			1	
z 1	1			
	y'	y	y	y'

La expresión booleana correspondiente es:

$$S = x'y'z + xyz'$$

El circuito lógico es:



Control de iluminación

Construir un circuito lógico que permita controlar una lámpara desde tres interruptores colocados en los pasillos de una edificación.

Tabla de verdad:

x	y	z	L
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

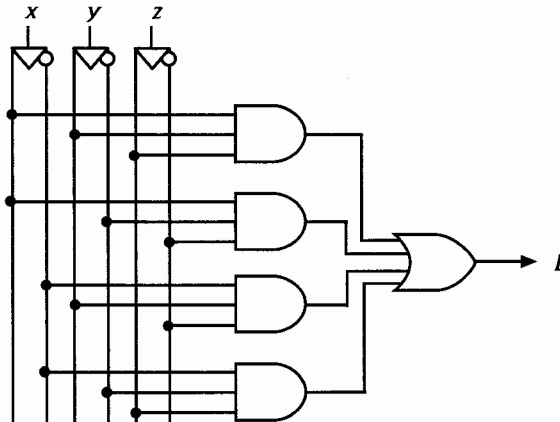
Mapa de Karnaugh:

	x' 00	x' 01	x 11	x 10
z' 0		1		1
z 1	1		1	
	y'	y	y	y'

La expresión booleana correspondiente es:

$$L = xyz + xy'z' + x'yz' + x'y'z$$

El circuito lógico es:



Control de motores

En un proceso de producción hay tres motores de los cuales sólo pueden trabajar dos a la vez; además, ningún motor puede funcionar si no está trabajando un cuarto motor w que hace circular el aceite lubricante. Construir un circuito lógico que controle estos motores.

Tabla de verdad:

x	y	z	w	F
0	0	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	0

Mapa de Karnaugh:

	x' 00	x' 01	x 11	x 10	
z' 00					w'
z' 01			1		w
z 11		1		1	w
z 10					w'
	y'	y	y	y'	

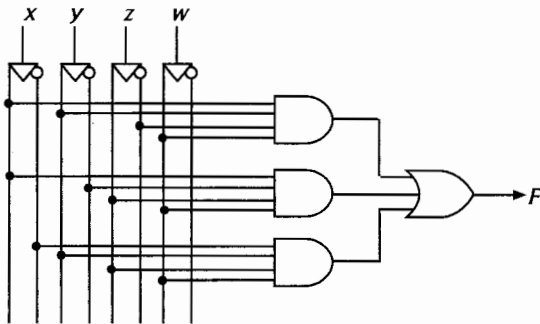
La expresión booleana correspondiente es:

$$F = xyz'w + xy'zw + x'yzw \quad (1)$$

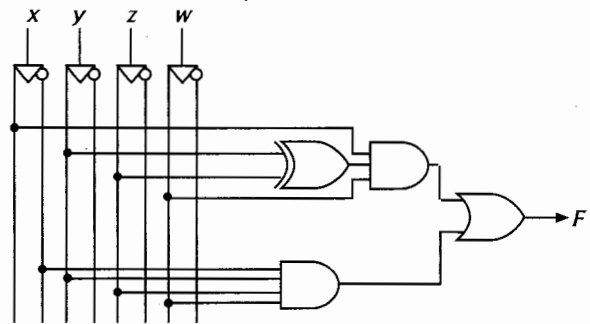
Esta expresión puede ser escrita como:

$$F = xw(yz' + y'z) + x'yzw \quad (2)$$

Los circuitos lógicos que utilizan compuertas AND, OR y XOR de las anteriores expresiones son:



Circuito para la expresión 1

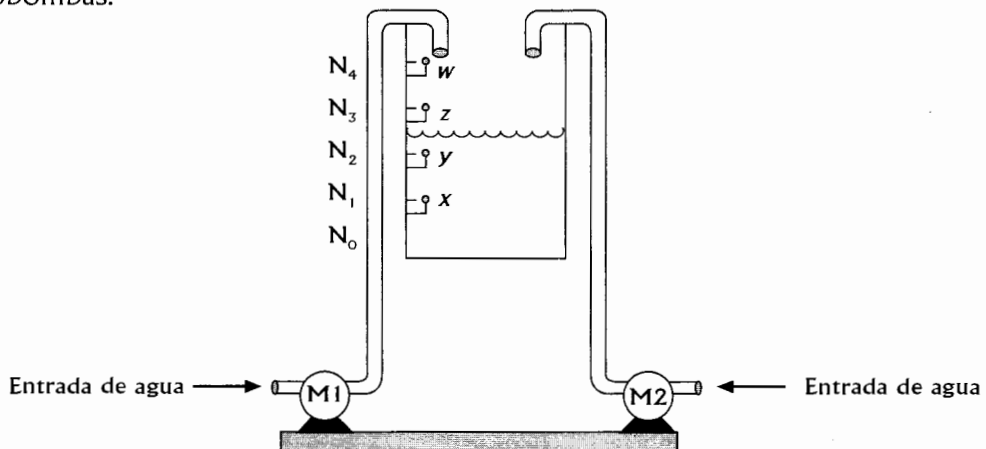


Circuito para la expresión 2

Control de nivel en tanques de almacenamiento

Diseñar un circuito lógico que controle el nivel en un tanque de almacenamiento de agua ubicado en la azotea de un edificio, si en dicho tanque se colocan cuatro sensores de nivel como se muestra en la figura 5.10, para controlar dos motobombas: una principal M1 y una auxiliar M2 con las siguientes condiciones:

1. Se considera el nivel cero como aquel que está por debajo del nivel 1, y en el cual no se recibe señal de ninguno de los sensores
2. Si se recibe un pulso (x) del nivel 1 deben operar ambas motobombas.
3. Si se recibe un pulso (y) del nivel 2 debe operar solamente la motobomba principal M1.
4. Si se recibe un pulso (z) del nivel 3 debe operar solamente la motobomba auxiliar M2.
5. Si se recibe un pulso (w) del nivel superior o nivel 4 se deben desactivar ambas motobombas.



En la figura se muestra que el pulso de entrada es 1100.

Las señales x , y , z , w , para cada uno de los niveles referenciados son:

Nivel	Pulsos de entrada			
	x	y	z	w
N_0	0	0	0	0
N_1	1	0	0	0
N_2	1	1	0	0
N_3	1	1	1	0
N_4	1	1	1	1

La tabla de verdad es la siguiente:

Pulsos de entrada				Motobombas	
x	y	z	w	M1	M2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	x	x
0	0	1	0	x	x
0	0	1	1	x	x
0	1	0	0	x	x
0	1	0	1	x	x
0	1	1	0	x	x
0	1	1	1	x	x
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	x	x
1	0	1	0	x	x
1	0	1	1	x	x
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	x	x
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	0

En el mapa K para la motobomba principal M1 se presenta toda la información suministrada por la tabla, con el objetivo de diseñar este circuito usando expresiones minimales y maximales; así mismo se presentan los términos irrelevantes (*don't cares*) en el problema.

	x'	x'	x	x	
	00	01	11	10	
z'	00	01	11	10	w'
z'	01	01	11	10	w
z	11	11	11	10	w
z	10	10	10	10	w'
	y'	y	y	y'	

Las ecuaciones lógicas son:

$M1 = z'$ que se obtiene utilizando los unos (1) y la adyacencia indicada

$M1 = z'$ que se obtiene utilizando los ceros (0) y la adyacencia indicada

Así mismo, el mapa K para la motobomba auxiliar M2 es:

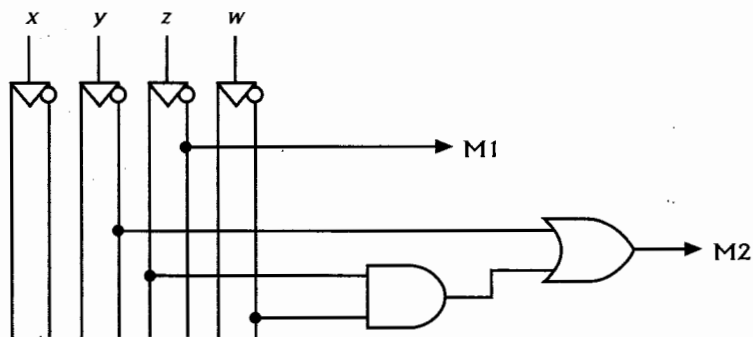
	x' 00	x' 01	x 11	x 10	
z' 00	{1}	{x}	{0}	{1}	w'
z' 01	{x}	{x}	{x}	{x}	w
z 11	{x}	{x}	{0}	{x}	w
z 10	{x}	{x}	{1}	{x}	w'
	y'	y	y	y'	

Las ecuaciones booleanas escritas en forma de *minterms* y *maxterms* son las siguientes:

$$M2 = y' + zw'$$

$$M2 = (y' + z)(y' + w')$$

El circuito lógico implementado con las ecuaciones minimales es:



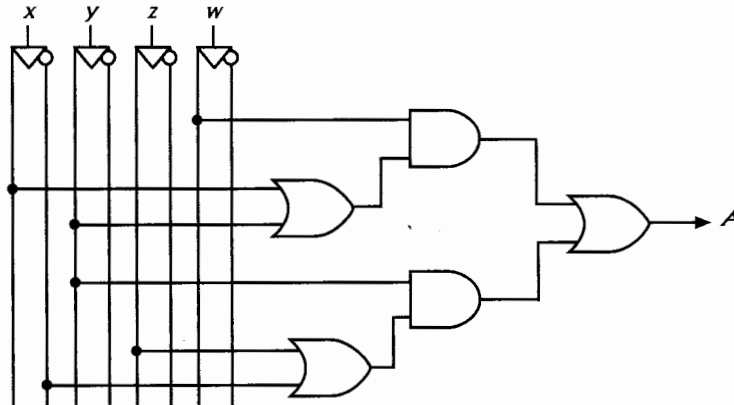
Control de tráfico

En una central de control de tráfico un panel muestra los puntos neurálgicos y enciende una luz de alarma cuando las condiciones mínimas de seguridad previstas no se dan. Uno de estos puntos se muestra en la siguiente figura, en el cual pueden entrar en E sin peligro de colisión al mismo tiempo vehículos de a) xz , b) zw c) Solamente x, y, w ó z . Diseñe el circuito lógico que controla la alarma.

La ecuación booleana es:

$$\begin{aligned} A &= xw + yw + yz + xy \\ &= w(x + y) + y(x + z) \end{aligned}$$

El circuito lógico implementado con compuertas AND y OR es:



Control de presión y temperatura

En un proceso industrial se utiliza una caldera con el propósito de suministrar vapor de agua bajo ciertas condiciones de presión y temperatura. Dicho equipo tiene un termómetro T y un manómetro (medidor de presión) P que monitorean estas variables; ambos instrumentos tienen contactos de mínima y máxima, así:

T_b = temperatura baja ($T_b = 0$)

T_a = temperatura alta ($T_a = 1$)

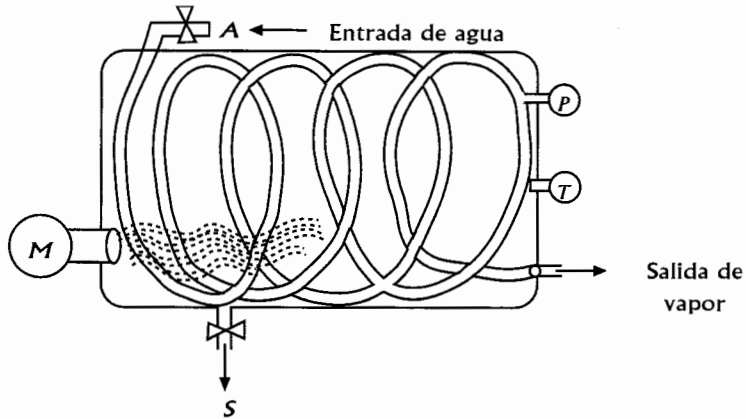
P_b = presión baja ($P_b = 0$)

P_a = presión alta ($P_a = 1$)

Las señales recibidas desde estos instrumentos actúan sobre los equipos que constituyen dicha caldera, los cuales son: un motor M cuya función es impulsar combustible a través de los inyectores de un quemador, una válvula A que controla la entrada de agua fría a un serpentín de calentamiento y una válvula de seguridad S que regula la presión del vapor de agua en las tuberías conductoras.

Diseñar un circuito lógico que controle el funcionamiento normal de la caldera bajo las siguientes condiciones:

- El motor M funciona solamente si la temperatura es baja o es correcta.
- La válvula A funciona solamente si la temperatura es muy alta.
- La válvula S funciona solamente si la presión es muy alta.



En la siguiente tabla de verdad se muestra la operación del sistema, teniendo en cuenta que el estado lógico 1 corresponde al funcionamiento de dicho equipo y 0 a no funcionamiento. Las interpretaciones para las variables de entrada son:

$T_b = 0$ y $T_a = 0$, la temperatura es muy baja, es decir, es más baja que la que acciona el contacto de baja temperatura

$T_b = 1$ y $T_a = 0$, la temperatura es correcta

$T_b = 1$ y $T_a = 1$, la temperatura es muy alta

$P_b = 0$ y $P_a = 0$, la presión es muy baja

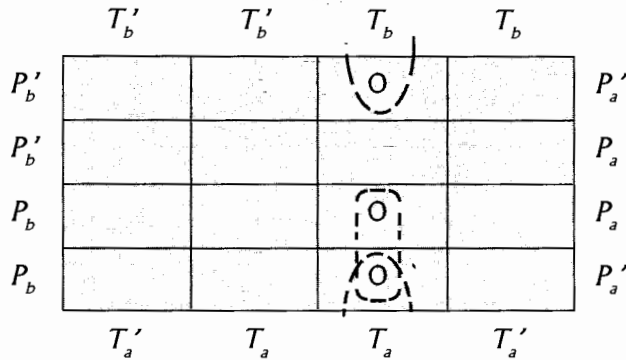
$P_b = 1$ y $P_a = 0$, la presión es correcta

$P_b = 1$ y $P_a = 1$, la presión es muy alta

T_b	T_a	P_b	P_a	M	A	S
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	x	x	x
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	x	x	x
0	1	0	1	x	x	x
0	1	1	0	x	x	x
0	1	1	1	x	x	x
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	x	x	x
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	x	x	x
1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1

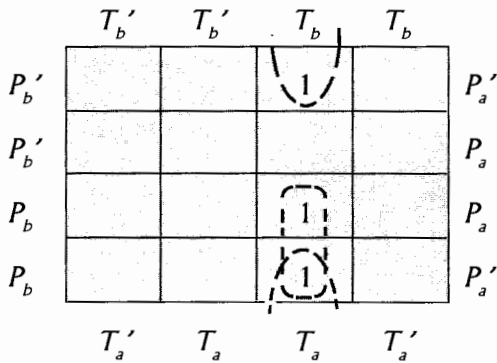
x : Estados no posibles en el sistema

En el diseño del circuito lógico de control para el motor del quemador, es más conveniente obtener la ecuación booleana como producto de sumas, así:

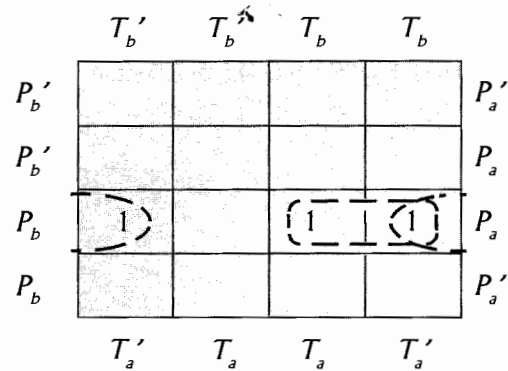


$$M = (T'_b + T'_a + P_a)(T'_b + T'_a + P'_b)$$

Para las válvulas de entrada de agua fría y de seguridad es más conveniente, por simplicidad de los circuitos obtener las ecuaciones booleanas como sumas de productos, así:



$$A = T'_b T'_a P'_a + T_b T_a P_b$$



$$S = T_b P_b P_a + T'_a P_b P_a$$

Circuito lógico

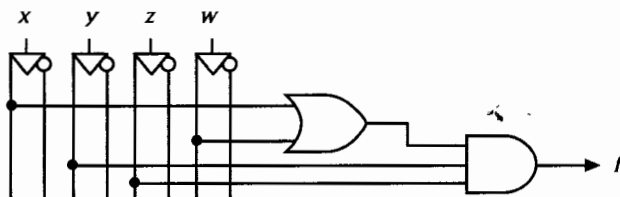
El mapa K correspondiente es:

	x' 00	x' 01	x 11	x 10	
z' 00					w'
z' 01			x	x	w
z 11		(1)	(x)	x	w
z 10			(1)		w'
	y'	y	y	y'	

La ecuación booleana es:

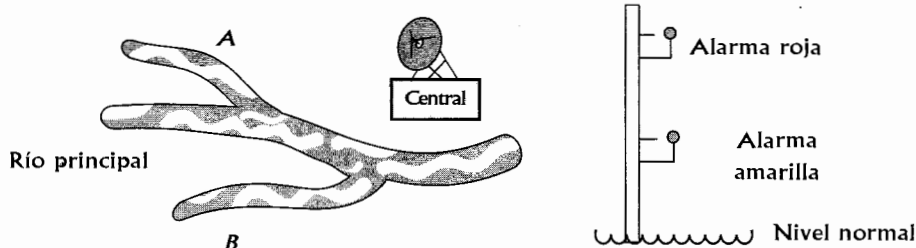
$$f = xyz + yzw = yz(x + w)$$

El circuito lógico que controla el flujo de papel en la fotocopidora es:



Control de caudal en ríos

Diseñar, utilizando técnicas NAND y NOR, circuitos lógicos para vigilancia del caudal en dos quebradas tributarias *A* y *B* de un río, si se requiere que en una estación central se active una alarma amarilla o roja dependiendo de los niveles alcanzados por dichas quebradas. Los dispositivos sensores de nivel se activan al contacto con el agua, como se muestra en la siguiente figura.



Las señales recibidas en la estación central, provenientes de cada quebrada, pueden ser: (0, 0) si el nivel es normal, es decir, no hace contacto la alarma amarilla ni la alarma roja.

(1, 0) si hace contacto la alarma amarilla.

(1, 1) si hace contacto la alarma roja.

Debe observarse que el estado (0, 1) es irrelevante ya que si hace contacto la alarma roja necesariamente debe hacer contacto la alarma amarilla.

Las variables x, y, z, w representan:

x : contacto alarma amarilla en A
 z : contacto alarma amarilla en B

y : contacto alarma roja en A
 w : contacto alarma roja en B

x	y	z	w	Alarma amarilla	Alarma roja
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	x	x
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	x	x
0	1	0	1	x	x
0	1	1	0	x	x
0	1	1	1	x	x
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	x	x
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	x	x
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1

Los mapas K correspondientes son:

	$x'y'$ 00	$x'y$ 01	xy 11
$z'w'$ 00		x	1
$z'w$ 01	x	x	x
zw 11		x	
zw'	1	x	1

La ecuación lógica para la alarma amarilla es:

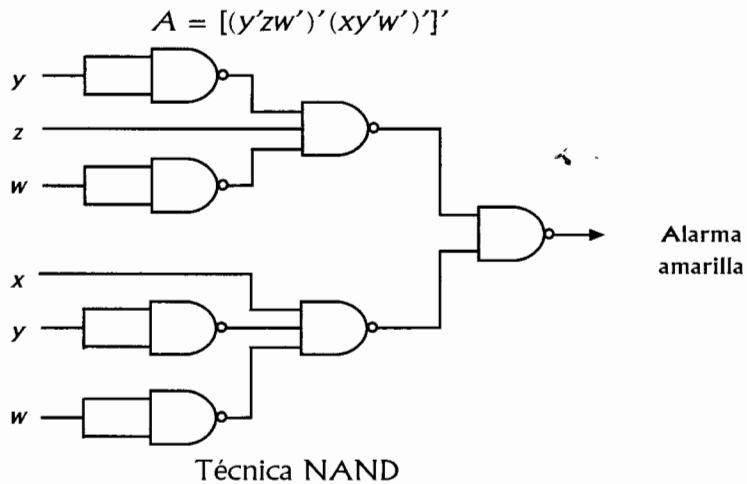
$$A = y'zw' + xy'w'$$

	$x'y'$ 00	$x'y$ 01	xy 11	xy' 10
$z'w'$ 00		x	$\boxed{1}$	
$z'w$ 01	x	x	\boxed{x}	x
zw 11	$\boxed{1}$	x	$\boxed{1}$	$\boxed{1}$
zw' 10		x	$\boxed{1}$	

La ecuación lógica para la alarma roja es:

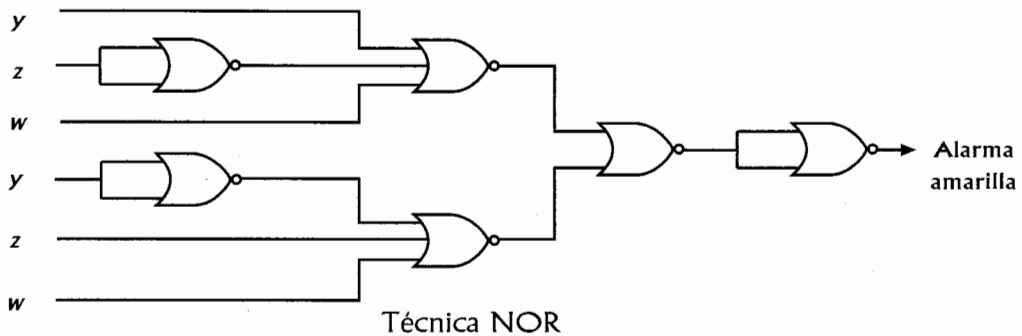
$$R = xy + zw$$

La implementación del circuito lógico para la alarma amarilla, mediante ambas técnicas, es:



$$A = [(y + z' + w)(x' + y + w)]'$$

$$A = \{[(y + z' + w)' + (x' + y + w)']'\}'$$

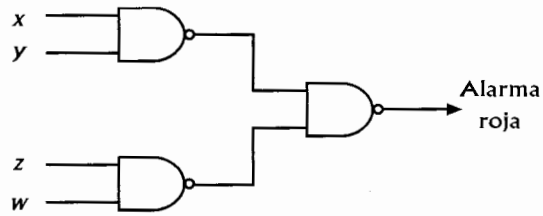


Los circuitos lógicos para la alarma roja mediante ambas técnicas son:

$$R = xy + zw$$

$$R = [(xy + zw)]'$$

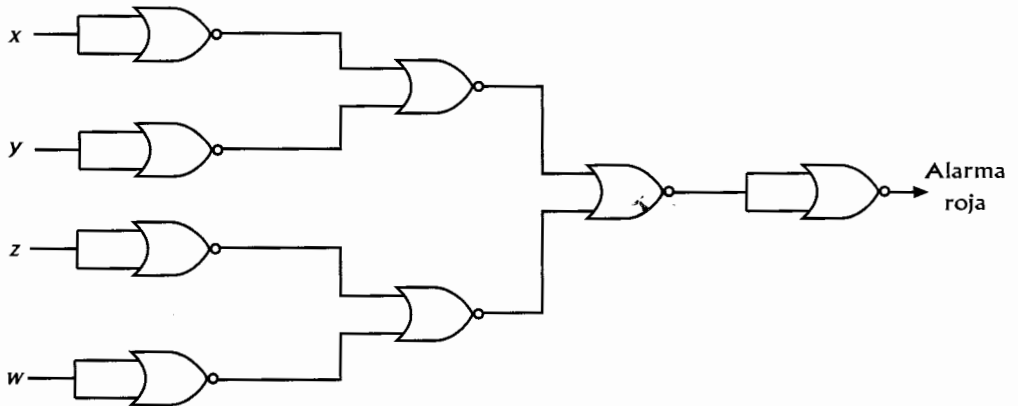
$$R = [(xy)'(zw)']'$$



Técnica NAND

$$R = [(x' + y')(z' + w')]'$$

$$R = \{[(x' + y')' + (z' + w')']\}'$$



Técnica NOR

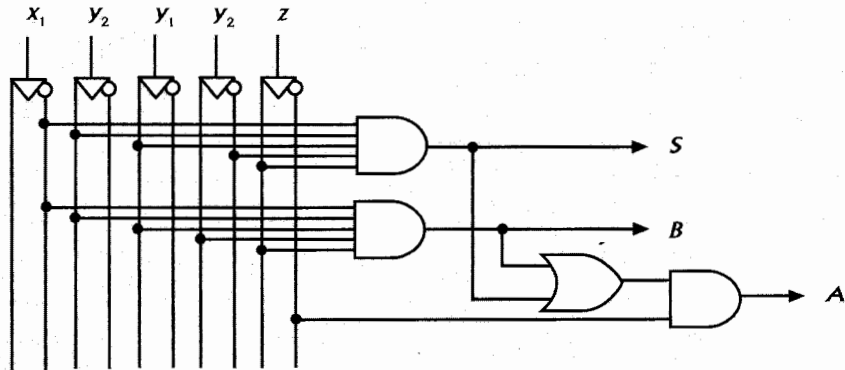
Control de ascensores

Diseñar un circuito lógico que controle el motor de un ascensor para un edificio de tres pisos, si éste puede ser llamado desde tres pulsadores x_1 , x_2 , x_3 ubicados en el primero, segundo y tercer piso respectivamente; además, en cada piso están colocados pulsadores y_1 , y_2 , y_3 que indican la ubicación del ascensor en el momento de ser llamado. El movimiento del motor puede ser para subir o bajar el ascensor, y en caso de ser accionados simultáneamente dos o más pulsadores, éste siempre se dirigirá al piso más bajo de donde sea llamado. Se debe tener en cuenta que si no hay llamada o si la llamada es del piso donde se encuentra, el ascensor no opera.

La siguiente tabla muestra las posibles combinaciones de las seis variables de entrada (tres pulsadores de llamada y tres de posición) y el movimiento deseado del motor.

- b) Si es llamado simultáneamente de ambos pisos, permanece en la posición en que se encuentre.

Respuesta:



Ecuaciones booleanas

$$S = x'_1 x_2 y_1 y'_2 z$$

$$B = x'_1 x_2 y_1 y_2 z$$

$$A = (x'_1 x_2 y_1 y'_2 + x_1 x'_2 y_1 y_2) z'$$

10. Una alarma de automóvil se emplea para detectar si las luces están encendidas mientras el carro está apagado, o la puerta del conductor abierta y el motor está en marcha. Diseñar un circuito lógico que la active utilizando tres sensores conectados a la puerta, el motor y las luces, respectivamente.

Asignar:

x : sensor puerta, cerrada (1), abierta (0)

y : sensor motor, marcha (1), detenido (0)

z : sensor luces, encendidas (1), apagadas (0)

Respuesta:

