

Sistemas de Regulación y Control: Ejercicio resuelto  
Control automático de dos depósitos de combustible

Dpto. de Ingeniería en Automática, Electrónica, Arquitectura y  
Redes de Computadores

Agustín J Carmona Lorente

En un buque hay dos depósitos de combustible M1 (izquierda) y M2 (derecha) que siempre deben de estar llenos. El combustible se obtiene a través de una tubería con dos electroválvulas F Y G. Cada deposito tiene dos detectores de nivel que indican si está lleno ( $A=B=1$  Y  $C=D=1$ ) o vacío ( $A=B=0$  y  $C=D=0$ ). Cuando un depósito no está lleno, ha de abrirse su electroválvula hasta que se llene. Por motivos de consumo, nunca podrán abrirse las dos electroválvulas a la vez, teniendo preferencia el depósito M1; es decir, hasta que no esté lleno M1, no podrá abrirse G (si no estuviera lleno M2).

Se pide:

- Identificar las entradas y salidas del circuito de control
- Las funciones a controlar y su simplificación por el método de Karnaugh. En caso de que se dé una situación de avería (por ejemplo,  $ABCD=1000$  ó  $ABCD=0110$ ), se han de cerrar todas las electroválvulas y encenderse una alarma L.
- El circuito lógico para F y G y el diagrama de contactos para L

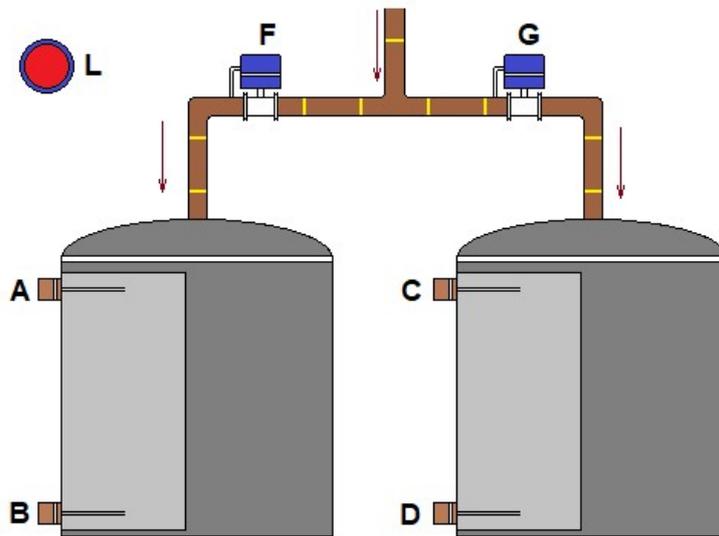


Fig1. Esquema del sistema

**Solución del problema:**

**a) Identificar las entradas y salidas del circuito de control.**



**a-1) Criterios para las variables de entrada y funciones de salida.**

Para los sensores de nivel A, B, C y D

0 ⇒ *No detecta combustible*

1 ⇒ *Detecta combustible*

Funciones de salida para las electroválvulas F y G

0 ⇒ *Electroválvula cerrada*

1 ⇒ *Electroválvula abierta*

Se adopta este criterio para evitar que en caso de una avería en la alimentación las válvulas queden abiertas.

Función de salida para la alarma

0 ⇒ *Alarma desconectada*

1 ⇒ *Alarma conectada*

**b) Las funciones a controlar y su simplificación**

A	B	C	D		F (M1)	G (M2)	I
0	0	0	0		1	0	0
0	0	0	1		1	0	0
0	0	1	0		0	0	1
0	0	1	1		1	0	0
0	1	0	0		1	0	0
0	1	0	1		1	0	0
0	1	1	0		0	0	1
0	1	1	1		1	0	0
1	0	0	0		0	0	1
1	0	0	1		0	0	1
1	0	1	0		0	0	1
1	0	1	1		0	0	1
1	1	0	0		0	1	0
1	1	0	1		0	1	0
1	1	1	0		0	0	1
1	1	1	1		0	0	0

En la tabla de la verdad anterior, se han marcado en rojo, las situaciones que desde el punto de vista del diseño se consideran como avería del sistema. Desde un punto de vista teórico se considerarían una indeterminación.

**b-1)** Para llenar el depósito M1. Activar la electroválvula F.

Como resultado de la tabla de la verdad, para la electroválvula F del depósito M1, se obtiene la siguiente función en suma de productos.

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

Para la Simplificación de la función F y obtener la expresión MSP (mínima suma de productos) utilizando el método llamado mapa de Karnaugh

$$F = \bar{A} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot D$$

		A / B			
		00	01	11	10
C	00	1	1	0	0
	01	1	1	0	0
D	11	1	1	0	0
	10	0	0	0	0

Usando las leyes de Morgan

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

$$F = \bar{A} \cdot \overline{C \cdot \bar{D}}$$

\*Leyes de Morgan

Sabiendo que  $\bar{\bar{A}}$  (A negada) es lo opuesto a A, entonces podemos escribir que  $A = \bar{\bar{A}}$  y que  $\bar{\bar{\bar{A}}} = A$

1ª Ley de Morgan

$$\overline{A + B} = \bar{A} \times \bar{B} \text{ o también } A + B = \overline{\bar{A} \times \bar{B}}$$

2ª Ley de Morgan

$$\overline{A \times B} = \bar{A} + \bar{B} \text{ o también } A \times B = \overline{\bar{A} + \bar{B}}$$

**b-2)** Para la electroválvula G del depósito M2, se obtiene la siguiente función en suma de productos.

$$G = A.B.\bar{C}.\bar{D} + A.B.\bar{C}.D$$

Utilizando el método llamado mapa de Karnaugh obtenemos la simplificación para la función G

		A/B			
		00	01	11	10
C / D	00	0	0	1	0
	01	0	0	1	0
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

$$G = A.B.\bar{C}$$

**b-3)** Para activar la alarma L se obtiene la siguiente función en suma de productos

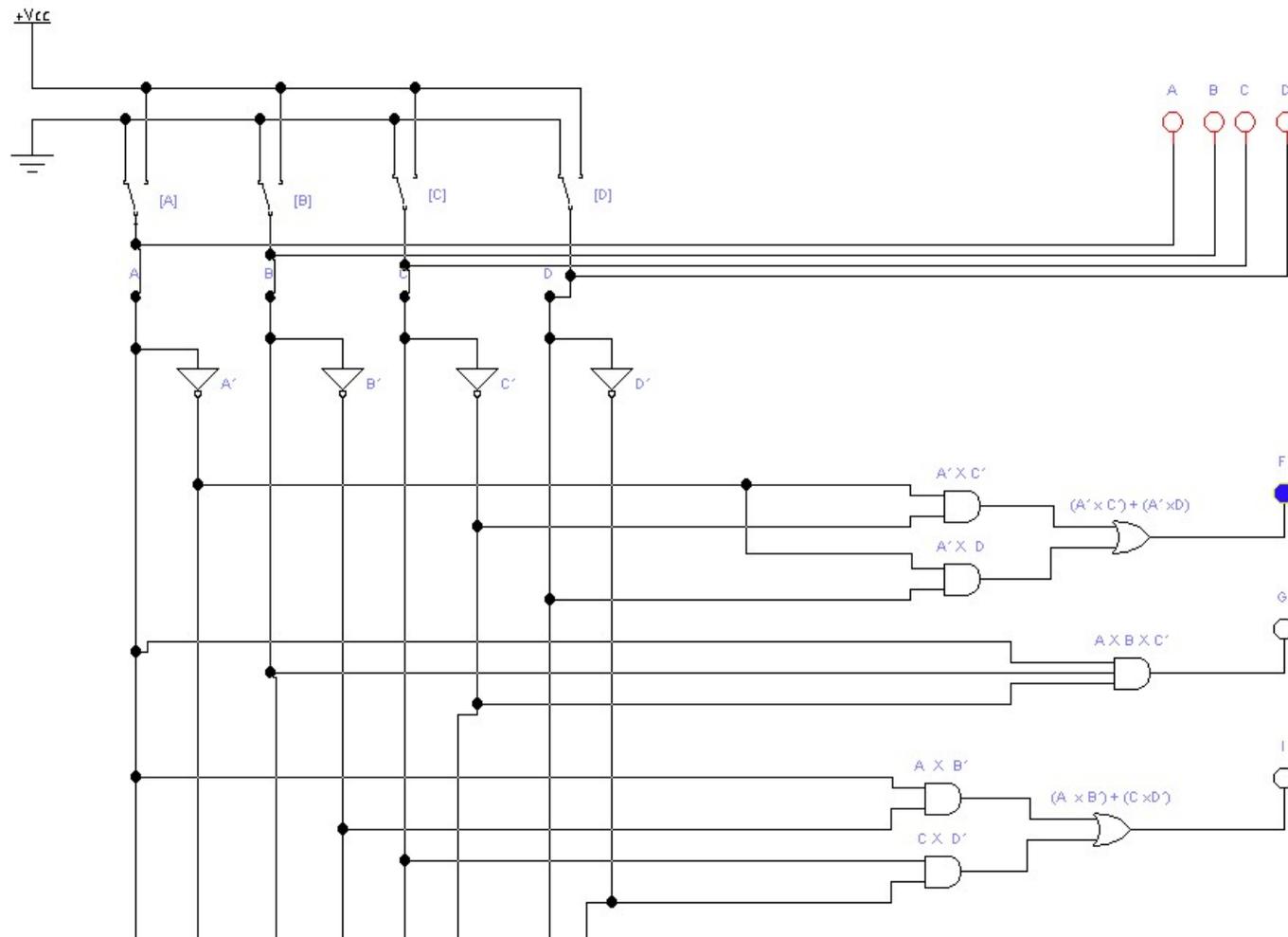
$$L = \bar{A}.\bar{B}.C.\bar{D} + \bar{A}.B.C.\bar{D} + A.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + A.\bar{B}.\bar{C}.D + A.\bar{B}.C.\bar{D} + A\bar{B}.C.E + A.B.C.\bar{D}$$

Simplificación usando el método de mapa de Karnaugh

		A/B			
		00	01	11	10
C / D	00	0	0	0	1
	01	0	0	0	1
	11	0	0	0	1
	10	1	1	1	1

$$L = A.\bar{B} + C.\bar{D}$$

C-1) Circuito lógico



C-2) Diagrama de contactos

