PDSD - Tema 2: Resolución de los Ejercicios

1. **Ejercicio 1**: Simplifica todo lo posible las siguientes expresiones:

   a) $Z = \overline{A}{\cdot}B{\cdot}C + \overline{A} = \overline{A}{\cdot}(B{\cdot}C + 1) = \overline{A}$

   b) $Z = A + A{\cdot}B = A$

   c) $Z = A \cdot (B + C \cdot (B + A)) = A{\cdot}(B + C)$

   d) $Z = \overline{A}{\cdot}\overline{B} + A{\cdot}B + A{\cdot}\overline{B} = A{\cdot}\overline{B}$

2. **Ejercicio 2**: Comprueba las siguientes afirmaciones respecto a la suma exclusiva:

   a) $X \oplus \overline{X} = 1 \Rightarrow X \oplus \overline{X} = X{\cdot}\overline{\overline{X}} + \overline{X}{\cdot}\overline{X} = X + \overline{X} = 1$

   b) $X \oplus 0 = X \Rightarrow X \oplus 0 = X{\cdot}\overline{0} + \overline{X}{\cdot}0 = X{\cdot}1 + 0 = X$

   c) $X \oplus 1 = \overline{X} \Rightarrow X \oplus 1 = X{\cdot}\overline{1} + \overline{X}{\cdot}1 = \overline{X}$

   d) $X \oplus X = 0 \Rightarrow X \oplus X = X{\cdot}\overline{X} + \overline{X}{\cdot}X = 0 + 0 = 0$

3. **Ejercicio 3**: Escribe la tabla de la verdad de las siguientes funciones lógicas:

a) $F = A{\cdot}B + C$

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

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

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

c) $F = A \cdot B + C \cdot (A \oplus B)$

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

4. **Ejercicio 4**: Define por su expresión canónica las siguientes funciones:

   Los 3 ejercicios siguientes se plantearán por medio de la Tabla de Verdad (TV) y se plasmarán los minterm. Se muestra la solución y se deja al alumno/a el planteamiento en la TV.

a) Función F que vale 1 si el número de 1s que aparecen en sus tres variables es mayor que el número de 0s.
$F(A,B,C)=\sum m(3,5,6,7)$

b) Función lógica F de cuatro variables, que vale 1 cuando el número introducido en sus variables pertenezca al código BCD de 4 bits.
$F(A,B,C,D)=\sum m(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)$

c) Función F de cuatro variables A_3,A_2,A_1,A_0 que valga 0 sólo si el valor expresado por $A_3A_2A_1A_0$ es mayor que 10 o menor que 5.
$F(A_3,A_2,A_1,A_0)=\sum m(5,6,7,8,9,10)$

5. **Ejercicio 5**: Repite el ejercicio 4, obteniendo la expresión mínima para las tres funciones.

   Se resuelven varios ejercicios.

a) $F(A,B,C)=A{\cdot}C+A{\cdot}B+B{\cdot}C$

F	BC			
A	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

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

c) $F(A_3,A_2,A_1,A_0)=(A_3+A_2){\cdot}(\overline{A}_3+\overline{A}_2){\cdot}(A_3+A_1+A_0){\cdot}(\overline{A}_3+\overline{A}_1+\overline{A}_0)$

f_1	A_1A_0			
A_3 A_2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	0	1

6. **Ejercicio 6**: Para las siguientes funciones, define la expresión mínima (suma o producto):

a) $F(A,B,C,D)=\sum m(1,4,5,6,7,14,15)$
$F(A,B,C,D)=(B+D){\cdot}(B+\overline{C}){\cdot}(\overline{A}+C)$

b) $F(A,B,C,D)=\sum m(0,1,2,4,5,6,8,10,12)$
$F(A,B,C,D)=(\overline{A}+\overline{D}){\cdot}(\overline{C}+\overline{D}){\cdot}(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C})$

c) $F(A,B,C,D)=\sum m(0,3,5,7,8,9,10,12,13)+\Sigma d(1,6,11,14)$
$F(A,B,C,D)=\overline{A}{\cdot}D+\overline{B}{\cdot}\overline{C}+A{\cdot}\overline{D}+\overline{C}{\cdot}D$

d) $F(A,B,C,D)=\Sigma m(1,3,4,5,11,12,13)$
$F(A,B,C,D)=(\overline{B}+\overline{C}){\cdot}(B+D){\cdot}(\overline{A}+B+C)$

e) $F(A,B,C,D)=\sum m(0,2,4,6,7,8,10,13,15)$
$F(A,B,C,D)=(B+\overline{D}){\cdot}(A+C+\bar{D}){\cdot}(\overline{A}+\overline{B}+D)$

f) $F(A,B,C,D) = \sum m(2,4,8,10,11,12)$
$F(A,B,C,D) = (C+\overline{D})\cdot(A+\overline{D})\cdot(\overline{B}+\overline{C})\cdot(A+B+C)$

7. **Ejercicio 7**: Función lógica $Z_{A<B}$ que vale uno sólo si el número binario de dos bits $A(A_1,A_0)$ es menor que el número binario de dos bits $B(B_1,B_0)$, y función lógica $Z_{A>B}$ que vale uno sólo si el número binario de dos bits A es mayor que el número binario de dos bits B. Obtén su expresión mínima.

A_1	A_0	B_1	B_0	$Z_{A<B}$	$Z_{A>B}$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	0

Plantea dos mapas de Karnaugh, uno por función, y simplifica.

a) $Z_{A<B}(A_1,A_0,B_1,B_0) = \overline{A}_1\cdot B_1 + \overline{A}_1\cdot\overline{A}_0\cdot B_0 + \overline{A}_0\cdot B_1\cdot B_0$

b) $Z_{A>B}(A_1,A_0,B_1,B_0) = A_1\cdot\overline{B}_1 + A_0\cdot\overline{B}_1\cdot\overline{B}_0 + A_1\cdot A_0\cdot\overline{B}_0$

8. **Ejercicio 8**: Define una función Z que vale 1 sólo si el número en complemento a dos expresado por las cuatro variables de entrada E_3,E_2,E_1,E_0, está entre -5 y 5, incluidos el 0 y ambos números. Obtén su expresión mínima.

   Plantea la TV, llévalo a un mapa de Karnaugh y simplifica por minterms.

   $Z(E_3,E_2,E_1,E_0) = \overline{E}_3\cdot\overline{E}_2 + E_3\cdot E_2 + E_3\cdot\overline{E}_2\cdot E_1 + \overline{E}_3\cdot E_1$

9. **Ejercicio 9**: Para las siguientes funciones, define la expresión mínima (suma o producto):

   Lleva a un mapa de Karnaugh los minterms indicados y simplifica por minterms o Maxterms.

a) $F(A,B,C,D) = \sum m(0,1,2,3,7,10,14,15)$
$F(A,B,C,D)_m = \overline{A}\cdot\overline{B} + A\cdot C\cdot\overline{D} + B\cdot C\cdot D$

b) $F(A,B,C,D) = \sum m(0,1,5,7,8,10,14,15)$
$F(A,B,C,D)_m = \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} + \overline{A}\cdot B\cdot D + A\cdot B\cdot C + A\cdot\overline{B}\cdot\overline{D}$
$F(A,B,C,D)_M = (A+B+\overline{C})\cdot(A+\overline{B}+D)\cdot(\overline{A}+\overline{B}+C)\cdot(\overline{A}+B+\overline{D})$

c) $F(A,B,C,D) = \sum m(0,2,6,8,10,15) + \Sigma d(4,9,12,13)$
$F(A,B,C,D)_m = \overline{B}\cdot\overline{D} + \overline{A}\cdot\overline{D} + A\cdot B\cdot D$
$F(A,B,C,D)_M = (A+\overline{D})\cdot(B+\overline{D})\cdot(\overline{A}+\overline{B}+D)$

10. **Ejercicio 10**: En una avioneta de recreo se ha habilitado un primer nivel de seguridad para garantizar un despegue correcto. La avioneta consta de dos puertas (piloto *PP* y copiloto *PC*) y dos asientos (*AP*, *AC*) con sendos cinturones de seguridad. El motor estará habilitado para su arranque cuando las dos puertas estén cerradas, y el cinturón de seguridad del piloto abrochado (se permite que el copiloto pueda tener el cinturón abrochado o no) y la llave de arranque (*A*) introducida.

    Consideramos que puertas cerradas o cinturones abrochados es 1 y llave de arranque introducida es 1.

    Siendo un sistema de 5 variables, separaremos las situaciones de llave de arranque *A* no introducida o introducida. De esta manera solo tenemos que resolver un sistema con 4 variables (*PP, PC, AP, AC*) y una variable de control *A* que realiza un AND con la resolución del sistema de 4 variables.

A	*PP*	*PC*	*AP*	*AC*	*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	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0

A	*PP*	*PC*	*AP*	*AC*	*M*
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1

    $M = A\cdot PP\cdot PC\cdot AP$

11. **Ejercicio 11**: Una nave industrial consta de dos portones de entrada (P_1, P_2) y dos grandes ventanales (V_1, V_2). Un interruptor accionado por llave (I), indica si se está en jornada laboral o fuera de ella (nave cerrada). Durante la jornada laboral se permite que esté abierto uno de los dos portones pero no los dos al mismo tiempo, pudiendo estar cualquier ventana abierta. Fuera de la jornada laboral, no podrán estar, ni los portones ni las ventanas, abiertas. Diseña un sistema de alarma que detecte estas situaciones.

    Consideramos que puerta o ventanas abiertas es 0 e interruptor conectado es 1. Resolvemos por Maxterm.

    Misma consideración que en el ejercicio anterior para su resolución.

I	P_1	P_2	V_1	V_2	A	I	P_1	P_2	V_1	V_2	A
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0

- Por Maxterm: $A = (I + \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \bar{V}_1 + \bar{V}_2) \cdot (\bar{I} + \overline{P_1}) \cdot (\bar{I} + \overline{P_2})$
- Por minterm: $A = \bar{I} \cdot (\bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \bar{V}_1 + \bar{V}_2) + I \cdot (\overline{P_1} \cdot \overline{P_2})$

12. **Ejercicio 12**: Obtén la forma canónica de las siguientes expresiones:

    Se resuelven varios ejercicios.

    a) $f_1 = \overline{A}{\cdot}\overline{B} + A{\cdot}\overline{B}{\cdot}C + A{\cdot}\overline{B}{\cdot}\overline{C}{\cdot}D$

    $$f_1 = \overline{A}{\cdot}\overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{A}{\cdot}\overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D + \overline{A}{\cdot}\overline{B} \cdot C \cdot \overline{D} + \overline{A}{\cdot}\overline{B} \cdot C \cdot D + A{\cdot}\overline{B}{\cdot}C{\cdot}\overline{D} + A{\cdot}\overline{B}{\cdot}C{\cdot}D + A{\cdot}\overline{B}{\cdot}\overline{C}{\cdot}D$$

    b) $f_2 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + B \cdot D + B \cdot C \cdot D$

    $f_2 =$

    c) $f_3 = A\overline{B} + \overline{A} \cdot C$

    $f_3 =$

    d) $f_4 = (\overline{A} + \overline{B}) \cdot (A + \overline{B} + C) \cdot (B + D)$

    $f_4 = (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D}) \cdot (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + D) \cdot (\overline{A} + \overline{B} + C + \overline{D}) \cdot (\overline{A} + \overline{B} + C + D) \cdot (A + \overline{B} + C + \overline{D}) \cdot (A + \overline{B} + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D)$

13. **Ejercicio 13**: Representa y simplifica las siguientes funciones mediante mapas de Karnaugh:

    Se resuelven varios ejercicios.

    a) $f_1 = \sum m(1, 3, 9, 12, 13, 14, 15)$

f_1	CD			
$A \quad B$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	0	1	0	0

$f_1 = A{\cdot}B + A{\cdot}\overline{C}{\cdot}D + \overline{A}{\cdot}\overline{B}{\cdot}D$

b) $f_2 = \sum m(0,2,4,5,6,8,10,13)$

c) $f_3 = \sum m(1,2,6)$

d) $f_4 = \prod M(0,6,7)$

f_4	BC			
A	00	01	11	10
0	0			
1			0	0

$f_4 = (\overline{A} + \overline{B}){\cdot}(A + B + C)$

e) $f_5 = \sum m(0,2,4,6,8,12,13,14,15) + \sum d(7,9)$

f) $f_6 = \sum m(2,4,5,10,13) + \sum d(3,11,14)$

g) $f_7 = \sum m(2,4,5,7,8,10,12,13) + \sum d(0,1,3)$

f_7	CD			
$A \quad B$	00	01	11	10
00	X	X	X	1
01	1	1	1	
11	1	1		
10	1			1

$f_7 = \overline{B}{\cdot}\overline{D} + \overline{A}{\cdot}D + B{\cdot}\overline{C}$

h) $f_8 = \sum m \quad (1,5,8,11,12,14,15,24,28,30,31) + \sum d(10,17,21,26)$

14. **Ejercicio 14**: Implementar las expresiones siguientes mediante lógica NAND de 2 entradas: Se resuelven varios ejercicios.

a) $f_1 = A{\cdot}B = \overline{\overline{A{\cdot}B}}$

b) $f_2 = A{\cdot}B + C{\cdot}D{\cdot}E = \overline{\overline{A{\cdot}B}} + \overline{\overline{C{\cdot}D}}{\cdot}E = \overline{\overline{A{\cdot}B}} + \overline{\overline{\overline{\overline{C{\cdot}D}}{\cdot}E}} = \overline{(\overline{A{\cdot}B}) \cdot \left(\overline{\overline{\overline{C{\cdot}D}}{\cdot}E}\right)}$

c) $f_3 = A + B{\cdot}C{\cdot}D + \overline{E}$

d) $f_4 = (\overline{A{\cdot}B}) + C$

e) $f_5 = (A{\cdot}B) + (C{\cdot}D) = \overline{\overline{A{\cdot}B}} + \overline{\overline{C{\cdot}D}} = \overline{\overline{A{\cdot}B}\,\overline{C{\cdot}D}}$

f) $f_6 = \overline{A{\cdot}B{\cdot}C} + A + \overline{(A{\cdot}B)}{\cdot}\overline{(C{\cdot}D)}$

g) $f_7 = A\cdot((B\cdot\overline{C}) + (A\cdot D))\cdot((\overline{B\cdot C}) + E)$

15. **Ejercicio 15**: Las luces de las tres zonas de un comercio (oficina, mostrador, entrada) están gobernados por la ocupación de cada zona:

    a) Si hay alguien en la entrada, se enciende la luz de la entrada.

    b) Si hay alguien en el mostrador, se enciende la luz del mostrador si no hay nadie en la entrada.

    c) Si hay alguien en la oficina, se enciende la luz de la oficina si no hay nadie, ni en el mostrador ni en la entrada.

    d) Si no hay nadie en el comercio no se enciende ninguna luz.

    A través de la tabla de la verdad, expresa la función lógica correspondiente. Resolvemos por Minterms

E	M	O	L_E	L_M	L_O
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0

$\boxed{L_E}$

EM \ O	0	1
00		
01		
11	1	1
10	1	1

$\boxed{L_M}$

EM \ O	0	1
00		
01	1	1
11		
10		

$\boxed{L_O}$

EM \ O	0	1
00		1
01		
11		
10		

$L_E = E$

$L_M = \overline{E}\cdot M$

$L_O = \overline{E}\cdot\overline{M}\cdot O$

16. **Ejercicio 16**: Dadas cuatro variables, $x_0x_1x_2x_3$, diseña un circuito lógico que detecte la presencia de dos unos en dos de las variables y dos ceros en las otras dos.

x_4	x_3	x_2	x_1	z
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
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	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

z

x_4x_3 \ x_2x_1	00	01	11	10
00			1	
01		1		1
11	1			
10		1		1

Se observa que no es posible realizar simplificaciones, atendiendo a minterms, pero si se podrán realizar agrupaciones. Podéis realizar simplificaciones por Maxterms.

- minterms: $A = \bar{x}_3\bar{x}_2x_1x_0 + x_3x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + (x_1 \oplus x_0) \cdot (x_3 \oplus x_2)$

17. **Ejercicio 17**: En una fábrica de caramelos, uno de los productos consiste en bolsas elaboradas con cuatro tipos de golosinas de diferentes sabores y formas. Las golosinas están depositadas en cuatro tolvas que confluyen en un tubo donde se ubica la bolsa de forma automática y externa. La bolsa se rellena a peso. Cada tolva dispone de un detector de nivel de producto.

    Diseña el circuito para monitorizar el nivel del golosinas en las tolvas de tal manera que cuando dos de los cuatro productos estén por debajo del nivel, se genere una señal que detenga el proceso. La ubicación de la bolsa y su desalojo son controles ajenos al circuito a diseñar.

N_3	N_2	N_1	N_0	A
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

A

N_3N_2 \ N_1N_0	00	01	11	10
00			1	
01		1	1	1
11	1	1	1	1
10		1	1	1

$$A = N_3 \cdot (N_2 + N_1 + N_0) + N_2 \cdot (N_1 + N_0) + N_1 \cdot N_0$$

18. **Ejercicio 18**: Mediante una llave de dos posiciones seleccionamos dos canales de cuatro variables cada uno, de tal manera que se monitoriza el estado de cada canal según la posición de la llave. En la primera posición se detectaran los números múltiplos de 2 y en la segunda los múltiplos de 5.

    Se divide en dos la TV por comodidad.

c	n_3	n_2	n_1	n_0	S
0	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	0
	0	1	1	0	1
	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	1
	1	0	0	1	0
	1	0	1	0	1
	1	0	1	1	0
	1	1	0	0	1
	1	1	0	1	1
	1	1	1	0	0
	1	1	1	1	1

c	n_3	n_2	n_1	n_0	S
1	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	0
	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	0
	1	0	0	1	0
	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	1

Se plantea una simplificación de 5 variables por mapas de Karnaugh. Son necesarios 2 mapas de 4 variables cada uno y cada mapa representa el estado de la variable de mayor peso (c) cuando esta vale 0 (mapa izquierdo) y 1 (mapa derecho).

$\boxed{c}$

n_3n_2 \ n_1n_0	00	01	11	10
00	0			1
01	1			1
11	1			1
10	1			1

$c = 0$

$\boxed{c}$

n_3n_2 \ n_1n_0	00	01	11	10
00	0			
01		1		
11			1	
10				1

$c = 1$

$$c = \overline{c}\cdot n_0\cdot(n_1+n_2+n_3)+c\cdot(\overline{n}_3 n_2\overline{n}_1 n_0+n_3 n_2 n_1 n_0+n_3\overline{n}_2 n_1\overline{n}_0)$$

19. **Ejercicio 19**: Diseña un circuito combinacional que gobierne el sistema de elevación de un ascensor que circula en una instalación con sólo dos plantas de acuerdo a las siguientes especificaciones:

    - Cuando el ascensor está en el piso inferior, subirá cuando se le llame desde el piso superior. Cuando esté en el piso superior, bajará cuando se le llame desde el piso inferior. Si no hay llamadas, no se desplazará en ningún sentido.
    - Si coinciden las llamadas desde los dos pisos, se desplazará al piso en que no esté. En caso de que no se detecte la presencia del ascensor, o de que se detecte que está en los dos pisos a la vez, se lanzará una señal de avería y no se producirá ningún desplazamiento del ascensor.
    - Existe una señal de alarma en el interior de la cabina para que el ocupante pueda detener el desplazamiento del ascensor en todo momento. Implementar el circuito mediante puertas NAND de 2 y 3 entradas.

    Las señales de llamada desde los pisos inferior y superior serán L_1 y L_0, respectivamente. La posición del ascensor la darán las señales E_1 en el piso superior y E_0 en el inferior. La salida del circuito que servirá para el control del motor se realizará mediante una señal *S* que indicará al ascensor que suba y una señal *B* que indicará al ascensor que baje, la señal *A* indicará la avería. La alarma se implementará con la señal *T*.

T	E_1	E_0	L_1	L_0	S	B
0	0	0	X	X	0	0
	0	1	0	0	0	0
	0	1	0	1	0	0
	0	1	1	0	1	0
	0	1	1	1	1	0
	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	1	0	1
	1	0	1	0	0	0
	1	0	1	1	0	1
	1	1	X	X	0	0
1	-	-	-	-	0	0

E_1	E_0	A
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Realizando 2 mapas de Karnaugh de 4 variables (no se contempla la variable *T*), obtendremos las funciones relativas a *S* y *B*. Una vez obtenidas las dos funciones (f_S y f_B), mediante el operador AND, las salidas del sistema estarán activas si no se utiliza el timbre de alarma, es decir, $\overline{T}$.

$S = \overline{T} \cdot f_S$

$B = \overline{T} \cdot f_B$

Se resuelven las funciones f_S y f_B:

f_S

E_1E_0 \ L_1L_0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$f_S = L_1 \cdot \overline{E_1} \cdot E_0 \rightarrow S = \overline{T} \cdot L_1 \cdot \overline{E_1} \cdot E_0$

f_B

E_1E_0 \ L_1L_0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	1	1	0

$f_B = L_0 \cdot E_1 \cdot \overline{E_0} \rightarrow B = \overline{T} \cdot L_0 \cdot E_1 \cdot \overline{E_0}$

A continuación resolvemos la salida que indica la alarma A

A

E_1 \ E_0	0	1
0	1	0
1	0	1

$A = E_1 \cdot E_0 + \overline{E_1} \cdot \overline{E_0} = \overline{E_1 \oplus E_0}$