

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 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**).
- b. Justificar brevemente los resultados de las salidas de la tabla de verdad.
- c. Obtener la expresión reducida en forma de suma de productos (minterms) y producto de sumas (maxterms).
- d. Dibujar el esquema con puertas de las 2 expresiones del apartado anterior.
- e. Diseña el circuito utilizando únicamente puertas NAND a partir de la función lógica en minterms.

- a. La tabla de verdad con las condiciones del enunciado:

	G	H	T45	T60	A
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	X
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	X
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	X
10	1	0	1	0	1
11	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	X
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1

- b. Las salidas 1, 5, 9 y 13 son imposibles, ya que no puede ser la temperatura mayor de 60° y menor de 45° simultáneamente. Las hemos tomado como estados *don't care*.

La salida 4 es 0 dado que a pesar de que hay humos, la temperatura es menor de 45°. Igual sucede con la salida 8, en la que hay gas, pero la temperatura es inferior a 45°.

La salida 12 está a nivel alto porque a pesar de que la temperatura es menor de 45°, hay gas y humo.

- c. La expresión en forma de minterms:

$$A(G, H, T45, T60) = \sum_i (3, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15) + \sum_{\varphi} (1, 5, 9, 13)$$

Para reducirla utilizamos mapas de Karnaugh:

		T45	T60	00	01	11	10
		G	H	00	01	11	10
00				X	1		
01				X	1	1	1
11		1		X	1	1	1
10		1		X	1	1	1

$$A = T60 + H \cdot T45 + G \cdot T45 + G \cdot H$$

Agrupando:

$$A = T60 + T45 \cdot (G + H) + G \cdot H$$

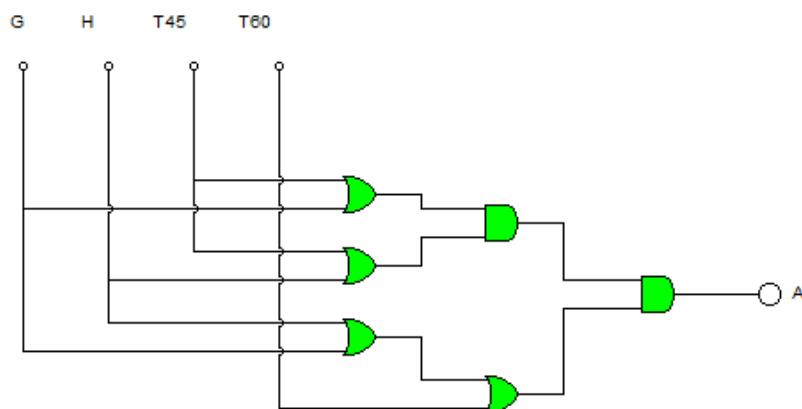
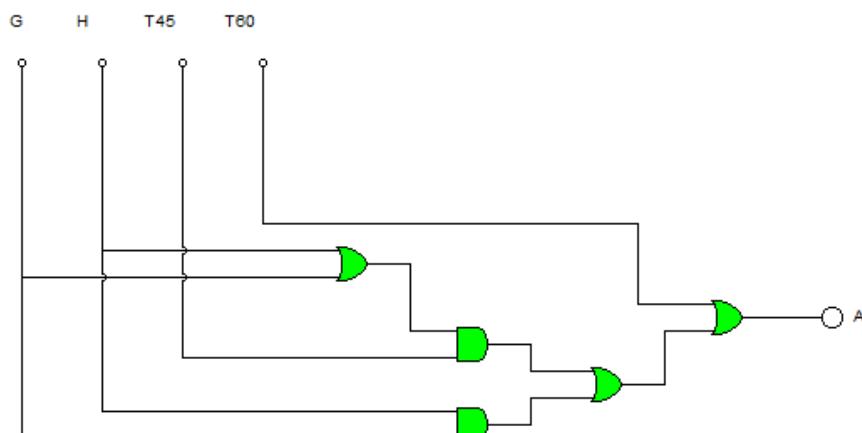
La expresión reducida en forma de maxterms utilizando mapas de Karnaugh:

$$A(G, H, T45, T60) = \prod_i (0, 2, 4, 8) + \prod_{\varphi} (1, 5, 9, 13)$$

		T45	T60	00	01	11	10
		G	H	00	01	11	10
00				0	X		0
01				0	X		
11					X		
10				0	X		

$$A = (G + T45) \cdot (H + T45) \cdot (G + H + T60)$$

d. Los esquemas con puertas de las expresiones anteriores:



- e. Para convertir la expresión minterms a puertas NAND utilizamos las Leyes de De Morgan. Comenzamos por negar dos veces la función:

$$A = \overline{T60 + H \cdot T45 + G \cdot T45 + G \cdot H}$$

Aplicamos:

$$\overline{a+b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$$

$$A = \overline{T60} \cdot \overline{H \cdot T45} \cdot \overline{G \cdot T45} \cdot \overline{G \cdot H}$$

Si utilizamos puertas NAND de dos entradas, como tenemos cuatro factores, tendremos que negar dos a dos para poder seguir uniendo las puertas.

