

PRÁCTICA 3: Teoremas de Morgan



3.1. Objetivos

Comprobar que, mediante una correcta aplicación de los teoremas de Morgan, se puede resolver cualquier ecuación lógica y, por lo tanto, resolver cualquier automatismo, usando exclusivamente un único tipo de puerta lógica: la NAND o la NOR.



3.2. Fundamentos teóricos básicos

Los teoremas de Morgan sirven para transformar sumas lógicas en productos lógicos o viceversa y pueden llegar a tener una gran importancia dado que todas las operaciones lógicas se pueden resolver con un mismo tipo de puerta.

1.º Teorema

«La inversa de una suma lógica de dos o más variables de entrada, equivale al producto lógico de los inversos de dichas variables»

$$\overline{E0 + E1} = \overline{E0} \cdot \overline{E1}$$

La siguiente tabla de la verdad trata de demostrar lo dicho en el primer teorema:

E0	E1	$\overline{E0}$	$\overline{E1}$	$E0 + E1$	$\overline{E0 + E1}$	$\overline{E0} \cdot \overline{E1}$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0

2.º Teorema

«La inversa de un producto lógico de varias variables de entrada, equivale a la suma lógica de las inversas de dichas variables»

$$\overline{E0 \cdot E1} = \overline{E0} + \overline{E1}$$

Su demostración viene dada en la siguiente tabla:

E0	E1	$\overline{E0}$	$\overline{E1}$	$E0 + E1$	$\overline{E0 + E1}$	$\overline{E0} \cdot \overline{E1}$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0



3.3. Esquema electrónico

Se trata de un conjunto de cuatro sencillos circuitos independientes que, mediante funciones NOR, implementan las distintas operaciones lógicas. Se muestran en las Figuras 3-1, 3-2, 3-3 y 3-4.

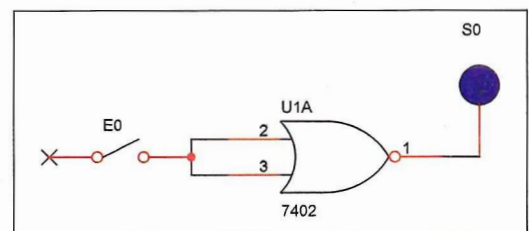


Figura 3-1. Función NOT: $\overline{E0 + E0} = \overline{E0}$

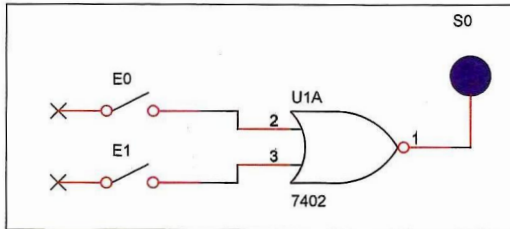


Figura 3-2. Suma negada: $\overline{E0 + E1}$

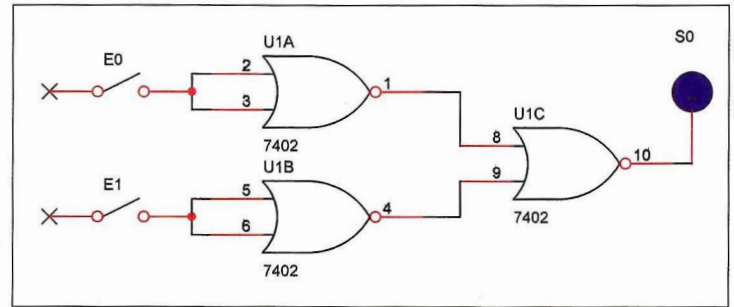


Figura 3-3. Producto: $\overline{\overline{E0 + E1}} = E0 \cdot E1$

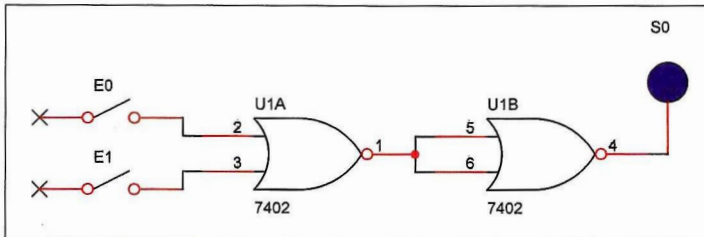


Figura 3-4. Suma: $\overline{\overline{E0 + E1}} = E0 + E1$



3.4. Materiales necesarios

- Entrenador «Universal Trainer».
- Circuito integrado SN7400 (4 puertas NAND de dos entradas).
- Circuito integrado SN7402 (4 puertas NOR de dos entradas).
- Cables de conexión.



3.5. Montaje práctico

- 1.º Conectar la alimentación +5 Vcc a la patilla 14 del SN7402.
- 2.º Conectar la tierra GND a la patilla 7 del SN7402.
- 3.º Unir el interruptor E0 con la patilla 2.
- 4.º Unir la patilla 2 con la 3.
- 5.º La patilla 1 se conecta con el led de salida S0.
- 6.º Repetir el montaje para los tres restantes circuitos: suma negada, producto y suma.



3.6. Desarrollo de la práctica

En la medida que se vayan montando cada uno de los cuatro circuitos que demuestran el 1.º teorema de Morgan, se deben comprobar que las tablas de la verdad de cada uno de ellos coinciden con las aquí expuestas.

Prestar atención a los interruptores E0 y E1 de entrada de forma que se introduzcan los niveles lógicos apropiados para cada caso.

Función NOT

E0	$\overline{E0 + E0}$	S0
0	1	1
1	0	0

Suma negada

E0	E1	$\overline{E0 + E1}$	$\overline{E0 \cdot E1}$
0	0	1	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0

Producto

E0	E1	$\overline{\overline{E0 + E1}}$	$E0 \cdot E1$
0	0	1	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0

Suma

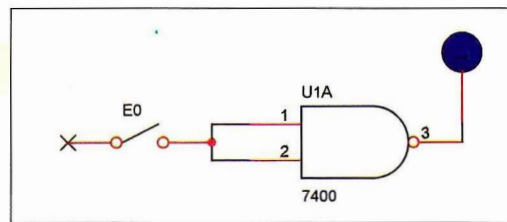
E0	E1	$\overline{E0 + E1}$	$\overline{\overline{E0 + E1}}$	$E0 + E1$
0	0	1	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	0	1	1



3.7. Trabajo personal

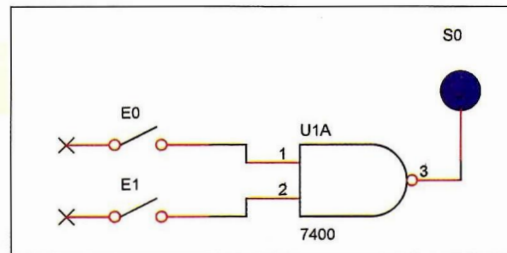
Montar los siguientes circuitos de las Figuras 3-5, 3-6, 3-7 y 3-8. Completar las correspondientes tablas de la verdad. Con ello se verifica el 2.º teorema de Morgan.

Figura 3-5. Función NOT



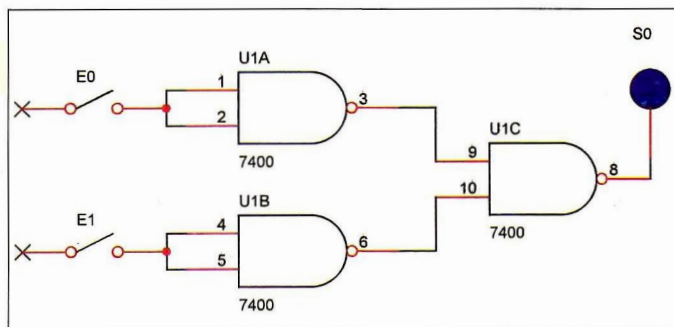
E0	$\overline{E0 \cdot E0}$	$\overline{E0}$
0		
1		

Figura 3-6. Producto invertido



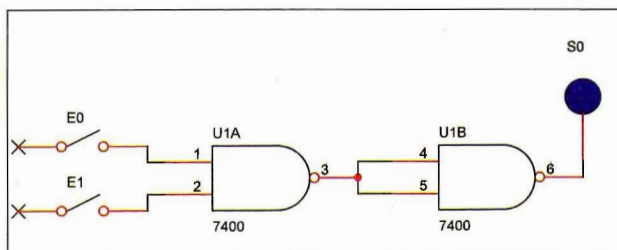
E0	E1	$\overline{E0 \cdot E1}$	$\overline{E0} + \overline{E1}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Figura 3-7. Suma



E0	E1	$\overline{\overline{E0 \cdot E1}}$	$E0 + E1$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Figura 3-8. Producto



E0	E1	$\overline{E0 \cdot E1}$	$\overline{\overline{E0 \cdot E1}}$	$E0 + E1$
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			