

PRÁCTICA 2.2

LEYES DEL ÁLGEBRA DE BOOLE Y TEOREMAS DE DE MORGAN

OBJETIVOS:

Tras completar esta práctica debemos ser capaces de:

- Verificar experimentalmente las diferentes leyes del álgebra de Boole.
- Diseñar circuitos para comprobar estas leyes.
- Obtener experimentalmente tablas de verdad para circuitos con tres variables de entrada y utilizar los teoremas de De Morgan para comprobar algebraicamente su equivalencia.

REFERENCIAS:

T.L. Floyd, *Fundamentos de Sistemas Digitales*, 6ª Edición, Capítulo 4, “Álgebra de Boole y Simplificación Lógica”, Secciones 4-1 a 4-5.

ELEMENTOS NECESARIOS:

- Puertas OR de 2 entradas.
- Inversores.
- Puertas AND de 2 entradas.
- Un diodo LED.
- Conmutador.
- Generador lógico.
- Analizador lógico.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

El álgebra de Boole consiste en un conjunto de leyes que gobiernan las relaciones lógicas. A diferencia del álgebra ordinaria, donde las variables pueden adoptar cualquier valor, los elementos del álgebra de Boole son variables binarias que sólo pueden adoptar dos valores: ‘1’ ó ‘0’.

Los símbolos que se utilizan incluyen la barra elevada para el complemento o NOT, la conectiva ‘+’ para la suma lógica u operación OR y la conectiva ‘·’ para el producto lógico u operación AND. Frecuentemente se suele eliminar el punto cuando se representa el producto lógico. En consecuencia, la operación $A \cdot B$ se suele escribir AB . Las reglas básicas del álgebra de Boole se muestran en la Tabla 1.

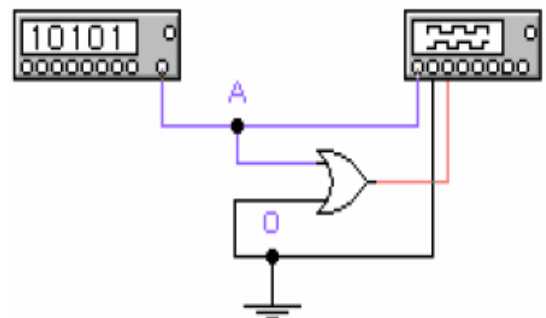
<ol style="list-style-type: none"> 1. $A+0 = A$ 2. $A+1 = 1$ 3. $A \cdot 0 = 0$ 4. $A \cdot 1 = A$ 5. $A+A = A$ 6. $A+\bar{A} = 1$ 7. $A \cdot A = A$ 8. $A \cdot \bar{A} = 0$ 9. $\bar{\bar{A}} = A$ 10. $A+\bar{A}B = A+B$ 11. $A+\bar{A}B = A+B$ 12. $(A+B)(A+C) = A+BC$ <p style="text-align: center;">TABLA 1</p>

Estas reglas pueden aplicarse a circuitos reales, como podremos comprobar en la presente práctica.

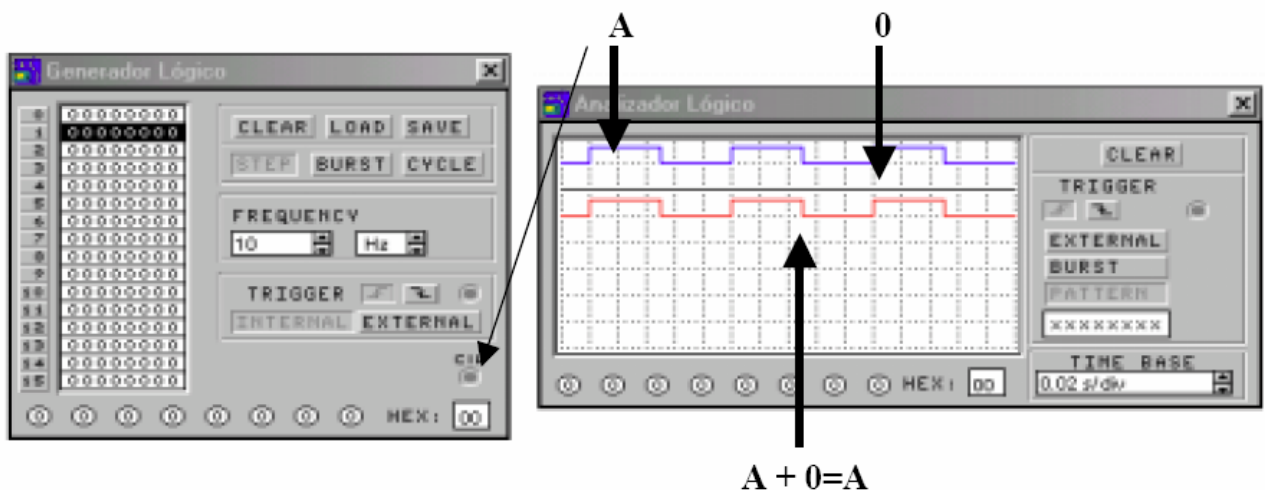
Por ejemplo, la primera regla establece que $A+0=A$ (recuérdese que debemos leer el signo + como "OR"). Esta regla puede demostrarse con una puerta OR y un generador de pulsos, como se muestra en la Figura 1. La señal procedente del generador será la que denominaremos A, mientras que el 0 quedará representado por la masa. La salida, que será una réplica de la señal del generador, representará la operación OR de las dos entradas y en consecuencia, la regla quedará comprobada.

REALIZACIÓN PRÁCTICA. Primera parte: Álgebra de Boole

1. Construye el circuito que se muestra en la figura. Coloca el generador lógico a una frecuencia de 10Hz y el analizador lógico con la base de tiempos ajustada para ver las señales de forma adecuada. Observa las señales proporcionadas por el generador lógico y la salida del circuitito simultáneamente mediante el analizador lógico. Captura el esquema, el diagrama de tiempos (copiar bits) e indica la regla booleana que se obtiene con este circuito.

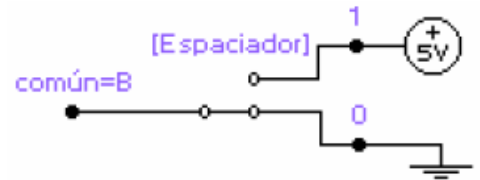


Realiza una tabla con estos apartados tal como se muestra en la Tabla 2 como ejemplo.

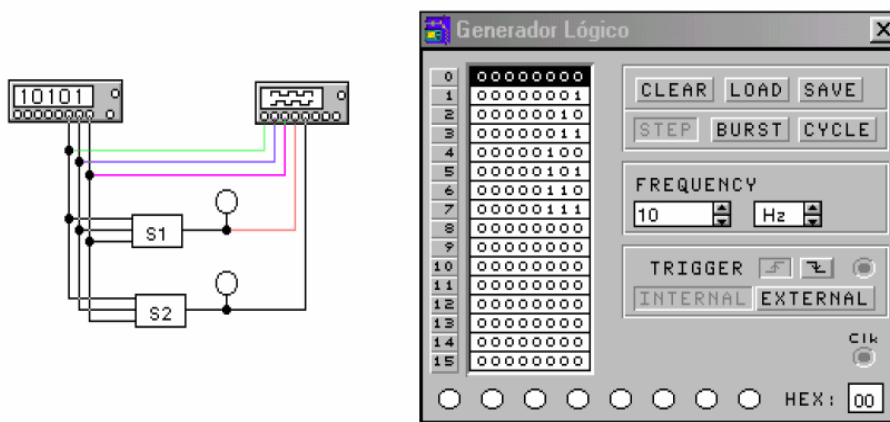


2. De la misma forma comprueba el resto de las reglas del Algebra de Boole. Anota en la Tabla 2 los circuitos utilizados, los cronogramas de tiempo y las reglas demostradas.

Para las diferentes señales a introducir, utiliza el generador lógico, el clock del generador lógico, "0" referencia, "1" fuente de 5v, y el conmutador con los dos estados lógicos de entrada.

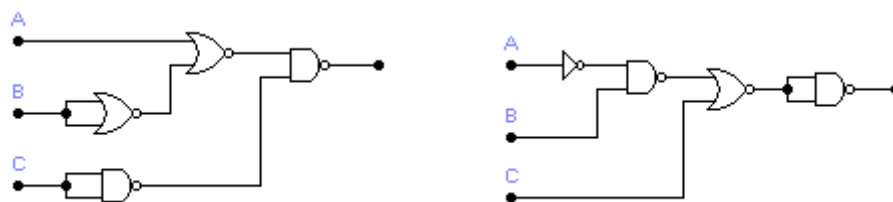


Para comprobar las reglas 11 y 12, diseña dos subcircuitos que sean equivalentes a cada uno de los miembros de la igualdad, con las entradas necesarias de forma semejante a como se muestra en la figura.



En los cronogramas de tiempo deben figurar todas las señales o variables que aparecen en las diferentes reglas.

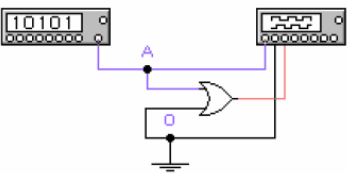
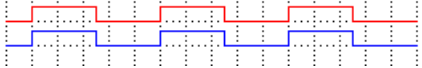
3. Cambia el contenido de los subcircuitos por los circuitos de la figura. ¿Son lógicamente equivalentes? Obtén la tabla de verdad y la expresión algebraica de cada uno de ellos. Traslada los resultados a la tabla 2



4. Aplica los teoremas de De Morgan a las siguientes expresiones y comprueba si son equivalentes con las expresiones obtenidas, mediante los circuitos correspondientes y sus tablas asociadas. Añade los resultados a la tabla 2.

$$f1 = \overline{(A+C)} + \overline{(B+D)}$$

$$f2 = \overline{(AB+C)}$$

Esquema	Diagrama de Tiempos	Regla Booleana (observaciones)
 <p>The diagram shows a logic gate with two inputs. The left input is labeled 'A' and is connected to a digital display showing the binary value '10101'. The right input is labeled '0' and is connected to a ground symbol. The output of the gate is connected to another digital display.</p>	<p>Entrada</p>  <p>Salida</p> <p>The timing diagram shows two signals over time. The top signal (red) is labeled 'Entrada' and the bottom signal (blue) is labeled 'Salida'. The red signal is a square wave that is high for the first two intervals, low for the next two, high for the next two, and low for the last two. The blue signal is a square wave that is high for the first two intervals, low for the next two, high for the next two, and low for the last two, exactly matching the red signal.</p>	$A + 0 = A$

Modelo para la Tabla 2