¿Qué es el álgebra booleana?

Es una rama especial del álgebra que se usa principalmente en electrónica digital. El álgebra booleana fue inventada en el año 1854 por el matemático inglés George Boole.

El álgebra de Boole es un método para simplificar los circuitos lógicos (o a veces llamados circuitos de conmutación lógica) en electrónica digital.

Por lo tanto, también se llama como "Cambio de álgebra". Podemos representar el funcionamiento de los circuitos lógicos utilizando números, siguiendo algunas reglas, que son bien conocidas como "Leyes del álgebra de Boole".

También podemos hacer los cálculos y las operaciones lógicas de los circuitos aún más rápido siguiendo algunos teoremas, que se conocen como "Teoremas del álgebra de Boole". Una función booleana es una función que representa la relación entre la entrada y la salida de un circuito lógico.

La lógica booleana solo permite dos estados del circuito, como True y False. Estos dos estados están representados por 1 y 0, donde 1 representa el estado "Verdadero" y 0 representa el estado "Falso".

Lo más importante para recordar en el álgebra de Boole es que es muy diferente al álgebra matemática regular y sus métodos.

Antes de aprender sobre el álgebra de Boole, vamos a contar un poco sobre la historia del álgebra de Boole y su invención y desarrollo.
Historia del álgebra de Boole

Como se mencionó anteriormente, el álgebra de Boole se inventó en el año de 1854, por el matemático inglés George Boole. Primero declaró la idea del álgebra de Boole en su libro "Una investigación de las leyes del pensamiento".

Después de esto, el álgebra de Boole es bien conocida como la forma perfecta para representar los circuitos lógicos digitales.

A fines del siglo XIX, los científicos Jevons, Schroder y Huntington utilizaron este concepto para términos modernizados. Y en el año de 1936, MHStone demostró que el álgebra de Boole es 'isomorfo' para los conjuntos (un área funcional en matemáticas).

En la década de 1930, un científico llamado Claude Shannon desarrolló un nuevo método de álgebra tipo "Cambio de álgebra" utilizando los conceptos de álgebra de Boole, para estudiar los circuitos de conmutación.

La síntesis lógica de las herramientas modernas de automatización electrónica se representa de manera eficiente mediante el uso de funciones booleanas conocidas como "Diagramas de decisión binarios".

El álgebra de Boole permite solo dos estados en un circuito lógico, como Verdadero y Falso, Alto y bajo, Sí y No, Abierto and Cerrado o 0 y 1.

Leyes e identidades del álgebra booleana

Al formular expresiones matemáticas para circuitos lógicos es importante tener conocimiento del álgebra booleana, que define las reglas para expresar y simplificar enunciados lógicos binarios. Una barra sobre un símbolo indica la operación booleana NOT, que corresponde a la inversión de una señal.

Leyes fundamentales

OR

$A + 0 = A$
$A + 1 = 1$
$A + A = A$
$A + \overline{A} = 1$

AND

$A . 0 = 0$
$A . 1 = A$
$A . A = A$
$A . \overline{A} = 0$

NOT

$\overline{A} = A$

Leyes conmutativas

$A + B = B + A$
$A \cdot B = B \cdot A$

Leyes asociativas

$(A + B) + C = A + (B + C)$
$(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$

Leyes distributivas

$A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$
$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$

Otras identidades útiles

$A + (A \cdot B) = A$
$A \cdot (A + B) = A$
$A + (A \cdot B) = A + B$
$(A + B) \cdot (A + B) = A$
$(A + B) \cdot (A + C) = A + (B \cdot C)$
$A + B + (A \cdot B) = A + B$
$(A \cdot B) + (B \cdot C) + (B \cdot C) = (A \cdot B) + C$
$(A \cdot B) + (A \cdot C) + (B \cdot C) = (A \cdot B) + (B \cdot C)$

Simplificación de funciones booleanas

Al usar los teoremas y leyes booleanas, podemos simplificar las expresiones booleanas, mediante las cuales podemos reducir el número requerido de compuertas lógicas a implementar. Podemos simplificar la función Boolean utilizando dos métodos:

- El método algebraico: mediante el uso de identidades (leyes booleanas).
- El método gráfico: utilizando el método del Mapa de Karnaugh.

Ejemplo: Se va a simplificar la siguiente expresión aplicando las leyes e identidades booleanas mencionadas:

$$E = (X \cdot Y \cdot Z) + (Y \cdot Z) +(X \cdot Y)$$

Es posible aplicar la ley asociativa y la ley fundamental de que $A \cdot 1 = A$:

$$E = X \cdot (Y \cdot Z) + 1 \cdot (Y \cdot Z) + (X \cdot Y)$$

Ahora es posible factorizar el termino $(Y \cdot Z)$:

$$E = (X + 1) \cdot (Y \cdot Z) + (X \cdot Y)$$

Dado que $A + 1 = 1$ según las leyes fundamentales por lo tanto $X + 1 = 1$:

$$E = 1 \cdot (Y \cdot Z) + (X \cdot Y)$$

Al realizar la operación tendremos ya simplificada la expresión:

$$E = (Y \cdot Z) + (X \cdot Y)$$

Aún podemos simplificar la expresión al factorizar Y:

$$E = Y \cdot (Z + X)$$

A continuación veremos unos ejemplos sencillos de como aplicar las leyes del álgebra de boole para simplificar circuitos de compuertas lógicas.