**Álgebra de Boole**

Se denomina así en honor a George Boole (1815-1864), matemático inglés autodidacta, que fue el primero en definirla como parte de un sistema lógico inicialmente en un pequeño folleto: The Mathematical Analysis of Logic, publicado en 1847, en respuesta a una controversia en curso entre Augustus De Morgan y Sir William Hamilton. El álgebra de Boole fue un intento de utilizar técnicas algebraicas para tratar expresiones de la lógica proposicional. Más tarde como un libro más importante: The Laws of Thought, publicado en 1854.

En la actualidad, el álgebra de Boole se aplica de forma generalizada en el ámbito del diseño electrónico. Claude Shannon fue el primero en aplicarla en el diseño de circuitos de conmutación electrónica de biestables, en 1948. Esta lógica se puede aplicar a dos campos:

1. Al análisis, porque es una forma concreta de describir como funcionan los circuitos.
2. Al diseño, ya que teniendo una función lógica aplicamos dicho álgebra para poder desarrollar una implementación de la función.

El uso del álgebra de Boole en la Automática se debe a que buena parte de los automatismos responden a la lógica binaria. Las variables binarias de entrada son leídas y producen variaciones en las señales binarias de salidas. El álgebra de Boole está formada por un conjunto de variables Booleanas, . Es decir, variables que sólo pueden tomar dos valores: 0 ó 1, abierto o cerrado, encendido o apagado, etc.

Un **literal** l es una variable o su negada. Existen dos tipos: literales con signo positivo cuando representan el valor ‘1’ de la variable (), y con signo negativo cuando representa el valor ‘0’ (). Una **cláusula** (o término C) está formada por un conjunto de literales enlazados mediante conectivas lógicas.

Una **fórmula lógica**  está formada por conjuntos de cláusulas enlazadas mediante conectivas lógicas. Matemáticamente, toda fórmula lógica  de n variables puede verse también como una función multivariable, esto es :{0,1}→{0,1}. En este texto emplearemos indistintamente los términos de función y fórmula. Una **interpretación** de una fórmula lógica  es el valor lógico de la fórmula cuando se le asignan valores de verdad (TRUE / FALSE) a sus variables. En consecuencia, existirán tantas interpretaciones como combinaciones de asignaciones posibles.

Se dice que una fórmula lógica es **satisfacible** cuando existe al menos una interpretación que la hace verdadera.

Propiedades:

Axiomasbásicos

1: La ley asociativa:

∀a, b, c ∈ B: (a+b) + c =a + (b+c)

∀a , b , c ∈ B: (a⋅b) ⋅c = a⋅(b⋅c)

2: Existencia del elemento neutro:

∀a ∈ B: a+0= a

∀a ∈ B: a⋅1= a

3: La ley conmutativa:

∀a ,b ∈ B: a + b = b +a

∀a ,b ∈ B: a⋅b = b⋅a

4: Ley distributiva:

∀a, b, c ∈ B: a + (b⋅c) = (a+b)⋅(a+c)

∀a, b, c ∈ B: a⋅(b+c) = (a⋅b)+(a⋅c)

5: Existencia del elemento complementario:

∀a ∈ B ; э ∈ B: = 1

∀a ∈ B; э ∈ B: ⋅ = 0

AND

Ley de idempotencia para el producto:∀a ∈ B: a⋅a =a

Ley de absorción para el producto: ∀a ∈ B: a⋅0 = 0

Ley de identidad para el producto: ∀a ∈ B: a⋅1 = a

OR

Ley de idempotencia para la suma:∀a ∈ B: a + a = a

Ley de absorción para la suma:∀a ∈ B: a + 1 = 1

Ley de identidad para la suma:∀a ∈ B: a + 0 = a

NOT

Ley de involución: ∀a ∈ B:

LeyesdeMorgan

∀a, b ∈ B: =

∀a, b ∈ B: = +

**Leyes de Morgan**

El teorema de Morgan es un conjunto de herramientas básicas en el ámbito de la **lógica proposicional** y el **álgebra de Boole**. Su practicidad y su éxito se basan en su capacidad para simplificar las llamadas expresiones booleanas, pero sobre todo porque permiten **cambiar el operador de conjunción al operador de disyunción** y viceversa. Estos dos constituyen lo que conocemos como operadores lógicos, siendo ambos muy diferentes.

Una conjunción lógica es aquella que es verdadera solamente si los dos operadores son verdaderos. Dicho de otro modo: la**conjunción lógica** es un enunciado que contiene dos o más elementos verdaderos de forma simultánea. Por poner un ejemplo: una **lámpara** podrá encenderse si confluyen una serie de elementos como que haya corriente, el interruptor funcione, el fusible esté bien y la bombilla no esté fundida. Por otro lado, la **disyunción lógica** comprende solo un elemento como verdadero. Un ejemplo lo podríamos encontrar en el **lenguaje**, cuando se nos pregunta si queremos A o B, o se nos ofrecen diversas opciones de las cuales solo podemos escoger una.

### Origen del teorema de Morgan

Aunque en la actualidad se aplique en ámbitos vanguardistas y tecnológicos, el teorema de Morgan se remonta hasta la**época de Aristóteles**. Sus razonamientos sobre la lógica le llevaron a establecer una serie de premisas. Estas establecían la validez de una inferencia que involucra dos proposiciones lógicamente equivalentes.

Sus estudios sirvieron de base, siglos después, para que**Augustus de Morgan estudiara sus propios aportes a la lógica proposicional** partiendo de los postulados de **Georgo Boole**. Así es como termina por formular lo que hoy conocemos como las leyes de Morgan, que pasan a formar parte del lenguaje inherente a la teoría que engloba la lógica.

## ¿Cuálessonlas2leyesdeMorgan?

Cómo te avanzábamos antes, hay 2 leyes que forman parte del teorema de Morgan:

* **Primera ley de Morgan**: sostiene que el complemento de un producto de “n” variables será igual que la suma de los complementos de “n” variables.
* **Segunda ley de Morgan**: sostiene que el complemento de una suma de “n” variables será igual que el producto de los complementos de “n” variables.

### ¿Dónde se aplican las leyes de Morgan?

Esta compleja teoría resulta de gran utilidad en el**entorno tecnológico**, como ya te hemos comentado anteriormente. Tiene, eso sí, una importancia ligeramente mayor en un ámbito concreto: el de los [**autómatas programables**](https://postgradoingenieria.com/que-es-automata-programable/).

Este **sector en auge** cada vez está generando más interés debido a los avances tecnológicos y científicos que se están llevando a cabo. Si eres un apasionado de la inteligencia artificial, no te contamos nada nuevo si te decimos que prácticamente todos los días salen a la luz avances nuevos. Así pues, las leyes de Morgan siguen rigiendo el ámbito de la tecnología aplicada a los sistemas automatizados.

## **Primera ley de Morgan**

El complemento de un producto de “n” variables es igual a la suma de los complementos de “n” variables. En otras palabras el complemento de dos o más variables a las que se les aplica la operación AND es equivalente a aplicar la operación OR.

X · Y = X + Y

Ejemploprimeraley

Suponiendo que tenemos la siguiente expresión:

A · B · C · D

Considerando A=1, B=0, C=1 y D=0.

Aplicando la primera ley de Morgan:

A · B · C · D = A + B + C + D

Al sustituir los valores correspondientes de las letras obtenemos:

1 · 0 · 1 · 0 = 1 + 0 + 1 + 0

Al realizar la multiplicación del lado izquierdo de la ecuación obtenemos “0” negado.

0 = 1 + 0 + 1 + 0

Aplicamos la negación o inverso y el resultado sería:

1 = 0 + 1 + 0 + 1

Ahora bien al sumar los números lógicos tenemos que 1 + 1 = 1 por lo tanto:

1 = 1

## **Segunda ley de Morgan**

El complemento de una suma de “n” variables es igual al producto de los complementos de “n” variables. En otras palabras el complemento de dos o más variables a las que se les aplica la operación OR es equivalente a aplicar la operación AND.

X + Y = X · Y

Ejemplosegundaley

Suponiendo que tenemos la siguiente expresión:

A + B + C + D

Considerando A=1, B=0, C=1 y D=0

Aplicando el segundo teorema de De Morgan:

A + B + C + D = A · B · C · D

Al sustituir los valores correspondientes de las letras obtenemos:

1 + 0 + 1 + 0 = 1 · 0 · 1 · 0

Al realizar la suma del lado izquierdo de la ecuación obtenemos “1” negado, recordemos que 1 + 1 = 1.

1 = 1 · 0 · 1 · 0

Aplicamos la negación o inverso y el resultado sería:

0 = 0 · 1 · 0 · 1

Ahora bien al multiplicar el lado derecho de la ecuación obtenemos:

0 = 0

## **Compuertas obtenidas con el teorema de Morgan**

Con esto demostramos las leyes de De Morgan, con estas dos leyes es posible llegar a una gran variedad de conclusiones, por ejemplo:

* Se puede obtener una compuerta AND al utilizar una compuerta NOR con sus entradas negadas:

A · B=A + B

* Se puede obtener una compuerta OR al utilizar una compuerta NAND con sus entradas negadas:

A + B=A · B

* Se puede obtener una compuerta NAND al utilizar una compuerta OR con sus dos entradas negadas, como indica la primera ley de Morgan:

A · B = A + B

* Se puede obtener una compuerta NOR al utilizar una compuerta AND con sus entradas negadas, como indica la segunda ley de Morgan:

A + B = A · B

**Bibliografía**

https://bookdown.org/alberto\_brunete/intro\_automatica/algebraboole.html

https://postgradoingenieria.com/teorema-morgan-leyes-aplicaciones/#:~:text=Primera%20ley%20de%20Morgan%3A%20sostiene,complementos%20de%20%E2%80%9Cn%E2%80%9D%20variables.

https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/algebra-booleana/leyes-de-morgan/

**Introducción**

En matemáticas, electrónica digital e informática, el álgebradeBoole, también llamada álgebra booleana, es una estructura algebraica que esquematiza operaciones lógicas. El álgebra booleana fue introducida por George Boole en su primer libro *The Mathematical Analysis of Logic* (1847), y expuesta más detalladamente en su *An Investigation of the Laws of Thought* (1854). Según Edward Vermilye Huntington, el término *Boolean algebra* fue sugerido por primera vez por Henry M. Sheffer en 1913, aunque Charles Sanders Peirce dio el título *A Boolian Algebra with One Constant* al primer capítulo de su *The Simplest Mathematics* en 1880.

En lógica proposicional y álgebra de Boole, las leyesdeMorganson un par de reglas de transformación que son ambas reglas de inferencia válidas. Las normas permiten la expresión de las conjunciones y disyunciones puramente en términos de vía negación.

Las reglas se pueden expresar en español La negación de la conjunción es la disyunción de las negaciones.  
La negación de la disyunción es la conjunción de las negaciones. o informalmente como: "no(A y B)" es lo mismo que "(no A) o (no B)"

**Conclusiones**

Se ha podido apreciar la manera en que las propiedades del álgebra de Boole y las leyes de Morgan como afecta la forma de ver las ecuaciones algebraicas, de manera que, a ciencia cierta, su desarrollo durante su época pasó de ser una teoría a todo un teorema de posibilidades en base a la lógica proposicional.