

Variáveis Lógicas

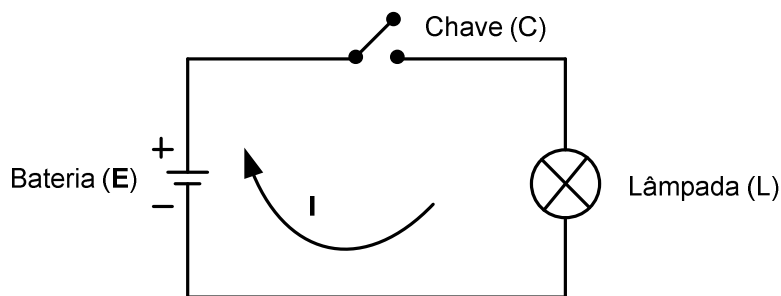
Uma variável lógica é aquela que pode assumir apenas os valores 1 (um) e 0 (zero).

As variáveis lógicas são normalmente representadas por letras e seu uso permite escrever expressões algébricas, que podem ser manipuladas matematicamente dentro das regras da álgebra booleana.

Na prática, as variáveis lógicas são utilizadas para descrever o funcionamento de um sistema qualquer. Normalmente, atribui-se o valor 1 (um) às variáveis quando representam elementos ativos, acionados, ligados, etc, e o valor 0 (zero) para situações inversas.

Exemplo:

Seja circuito abaixo:



Este circuito pode ser representado por variáveis lógicas da seguinte forma:

Chave \longrightarrow Variável C
Lâmpada \longrightarrow Variável L

A partir daí tem-se:

A chave está aberta \longrightarrow $C = 0$
A chave está fechada \longrightarrow $C = 1$

A lâmpada está apagada \longrightarrow $C = 0$
A lâmpada está acesa \longrightarrow $C = 1$

Pode-se representar, matematicamente, o circuito acima da seguinte forma: $L = C$, ou seja, a lâmpada acende quando a chave está fechada.

Esta igualdade matemática é chamada de função e, por utilizar apenas variáveis lógicas, é conhecida como função lógica.

Tabela Verdade

É uma representação em forma de tabela das funções lógicas e facilita a representação e a análise das mesmas.

A tabela verdade é dividida em partes:

A	B	S
0	0	X
0	1	X
1	0	X
1	1	X

Uma tabela verdade tem um número de linhas (combinações) que depende do número de variáveis lógicas de entrada,

Cada variável lógica pode assumir apenas 2 valores (binário), portanto:

$$L = 2^n$$

Onde:

L = número de linhas da tabela da verdade

n = número de variáveis de entrada

Exemplos:

Tabela verdade para 2, 3 e 4 variáveis de entrada.

$L = 2^2 = 4$ (combinações)

A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

$L = 2^3 = 8$ (combinações)

A	B	C	S
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

$L = 2^4 = 16$ (combinações)

A	B	C	D	S
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Álgebra Booleana

A álgebra booleana é uma ferramenta fundamental para descrever a relação entre as saídas de um circuito lógico e suas entradas através de uma equação (expressão booleana ou função booleana).

A álgebra booleana classifica as informações em dois tipos: verdadeiras e falsas.

Atribui-se as informações verdadeiras o símbolo matemático 1 (um) e às falsas o símbolo 0 (zero). Isto facilita o manuseio matemático das informações.

A álgebra booleana tem como base três operações AND (E), OR (OU), e NOT (NÃO), das quais derivam várias outras.

A partir destas três operações básicas é possível implementar desde o mais simples circuito eletrônico até o mais sofisticado computador digital.

Portas Lógicas

As portas lógicas constituem os dispositivos básicos dos circuitos digitais e têm como objetivo a implementação de funções lógicas.

A facilidade do processamento de números binários decorre da existência de apenas dois dígitos, 0 e 1, que podem ser representados por 2 níveis de tensão (exemplo 0 = 0 volt e 1 = 5 volts).

Os símbolos representam um **bloco lógico** com uma ou mais **entradas lógicas** A, B, etc. e uma ou mais **saídas lógicas** S₁, S₂, etc. As entradas e saídas lógicas só assumem valores correspondentes aos níveis lógicos 0 e 1.

Um bloco lógico executa uma determinada **função lógica** para a qual foi projetado. Essa função determina os valores que as saídas assumem para cada combinação de valores das entradas. Tais relações são muitas vezes exibidas sob a forma de **tabelas verdade**.

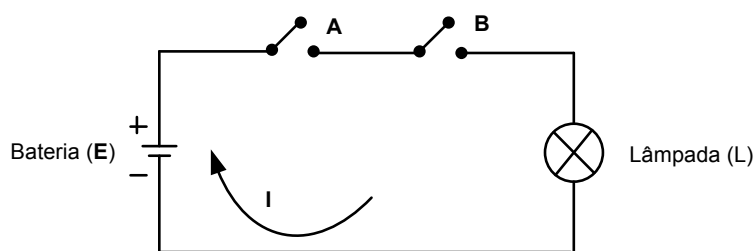
Existem três funções lógicas básicas (**AND, OR e NOT**) e outras que serão derivadas destas (**NAND, NOR, XOR e XNOR**).

Portas Lógicas Básicas:

a) Porta Lógica AND (E)

A porta lógica AND (E), o circuito executa a função lógica AND (E).

Seja circuito abaixo:



Variáveis de entrada → A e B

Variável de saída → L

Possibilidade → 4

Chave aberta → 0

Chave fechada → 1

L = 0 → Lâmpada apagada

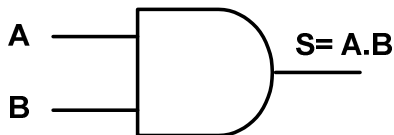
L = 1 → Lâmpada acesa

A	B	L	A	B	L
Aberta	Aberta	Aberta	0	0	0
Aberta	Fechada	Aberta	0	1	0
Fechada	Aberta	Aberta	1	0	0
Fechada	Fechada	Fechada	1	1	1

Uma função AND assume o valor 1 se, e somente se, todas as variáveis lógicas de entrada assumirem o valor 1. Ou seja, ela é verdadeira se, e somente se, todas as variáveis de entrada forem verdadeiras.

A porta AND é chamada porta “TUDO ou NADA”

Representação de uma porta AND com duas entradas:



Ela é escrita para duas variáveis de entrada, A e B, como: $S = A.B$ (lê-se S é igual a A AND B ou S é igual a A E B).

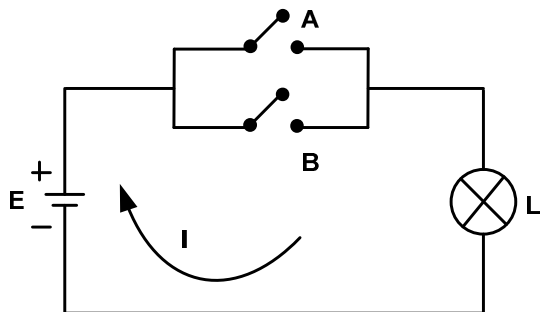
O símbolo (.) é utilizado para representar a operação AND (E).

Tabela verdade de uma função AND com duas variáveis:

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

b) Porta Lógica OR (OU)

A porta lógica OR (OU), o circuito executa a função lógica OR (OU).



Variáveis de entrada → A e B

Variável de saída → L

Possibilidade → 4

Chave aberta → 0

Chave fechada → 1

L = 0 → Lâmpada apagada

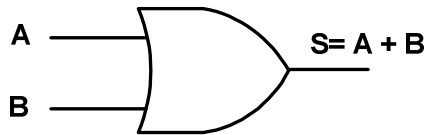
L = 1 → Lâmpada acesa

A	B	L	A	B	L
Aberta	Aberta	Aberta	0	0	0
Aberta	Fechada	Fechada	0	1	1
Fechada	Aberta	Fechada	1	0	1
Fechada	Fechada	Fechada	1	1	1

Uma função OR assume o valor 1 se pelo menos uma das variáveis de entrada assumir o valor 1. Ou seja, ela é verdadeira se pelo menos uma das variáveis de entrada for verdadeira.

A porta OR é chamada porta “QUALQUER UMA ou TODAS”

Representação de uma porta OR com duas entradas:



Ela é escrita para duas variáveis de entrada, A e B, como: $S = A + B$ (lê-se S é igual a A OR B ou S é igual a A OU B).

O símbolo (+) é utilizado para representar a operação OR (OU).

Tabela verdade de uma função OR com duas variáveis:

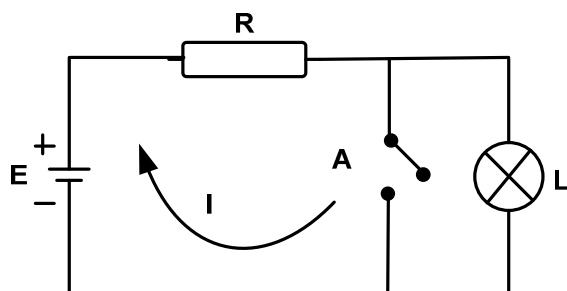
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

c) Porta Lógica NOT (NÃO)

A porta lógica NOT (NÃO) também denominada porta Inversora ou Inversor executa a função lógica NOT (NÃO).

Ela converte o estado ou valor de uma função ou variável lógica em seu complemento. Portanto, realizar a operação NOT em uma função ou variável de valor 1, resulta num valor 0 e vice-versa.

Seja o circuito abaixo:



Variáveis de entrada \longrightarrow A

Variável de saída \longrightarrow L

Possibilidade \longrightarrow 1

Representação de uma porta NOT:

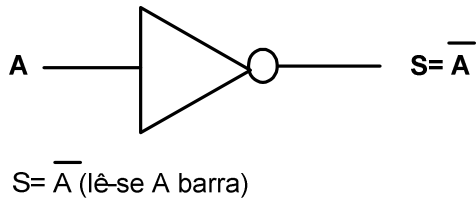


Tabela verdade de uma função NOT:

A	S
0	1
1	0

Portas Lógicas Derivadas

a) Porta Lógica NAND (NÃO E / NE)

A porta lógica NAND (NE) é o circuito lógico que executa o inverso da função lógica AND (E), ou seja, a saída apresenta nível lógico 1 se pelo menos uma das variáveis de entrada assumir o valor 0 (zero).

Representação de uma porta NAND:

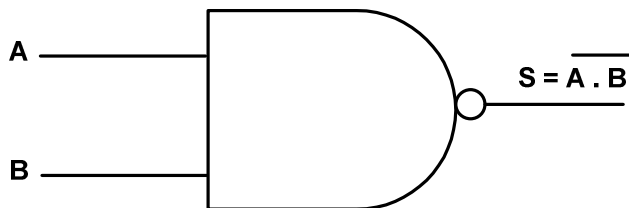


Tabela verdade de uma função NAND com duas variáveis:

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

b) Porta Lógica NOR (NÃO OU / NOU)

A porta lógica NOR (NÃO OU) é um circuito lógico que executa o inverso da função lógica OR (OU), ou seja, a saída apresenta nível lógico 1 se todas as variáveis de entrada assumirem o valor 0 (zero)

Representação de uma porta NOR:

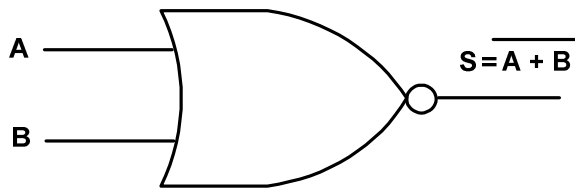


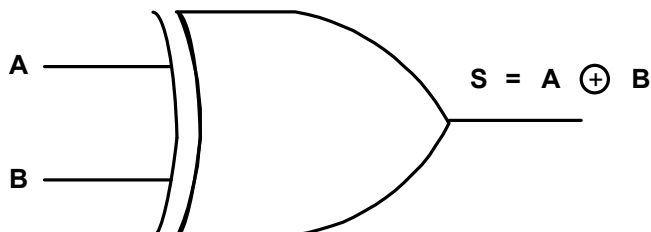
Tabela verdade de uma função NOR com duas variáveis:

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

c) Porta Lógica XOR (OU Exclusivo)

A função lógica XOR (OU Exclusivo) apresenta como resultado nível lógico 1 sempre que existir um número ímpar de níveis lógicos 1 nas entradas.

Representação de uma porta XOR:



$$S = A \oplus B \quad (\text{lê-se A OU Exclusivo B})$$

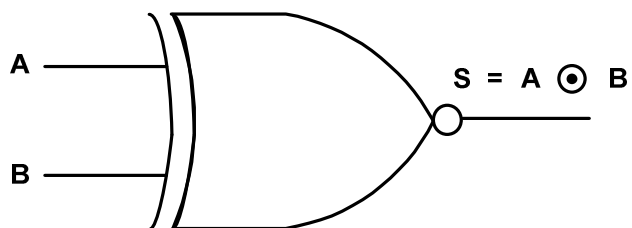
Tabela verdade de uma função XOR com duas variáveis:

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

d) Porta Lógica XNOR (Coincidência)

A função lógica XNOR (coincidência), em contraposição à XOR, tem como resultado nível lógico 1, sempre que existir em suas variáveis de entrada um número par de níveis lógicos 0 (zero) e 1 (um).

Representação de uma porta XNOR:



$$S = A \odot B \quad (\text{lê-se A coincidência B})$$

Tabela verdade de uma função XNOR com duas variáveis:

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

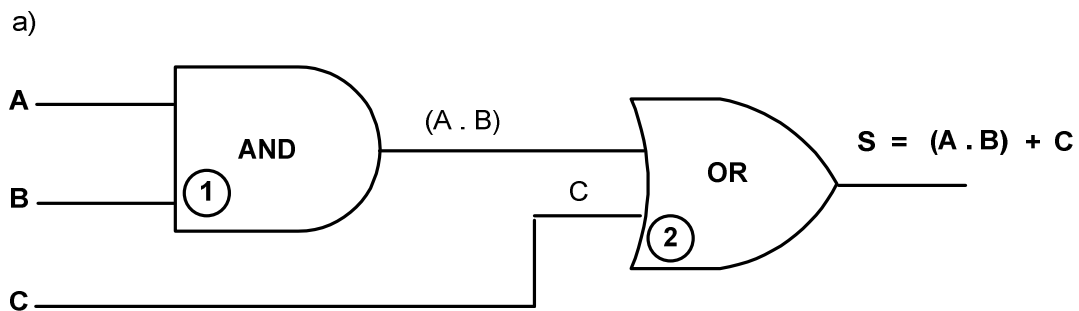
$$S = A \oplus B = \overline{A \odot B}$$

Expressões Booleanas geradas por circuitos lógicos

Podemos escrever a expressão booleana que é executada por qualquer circuito lógico.

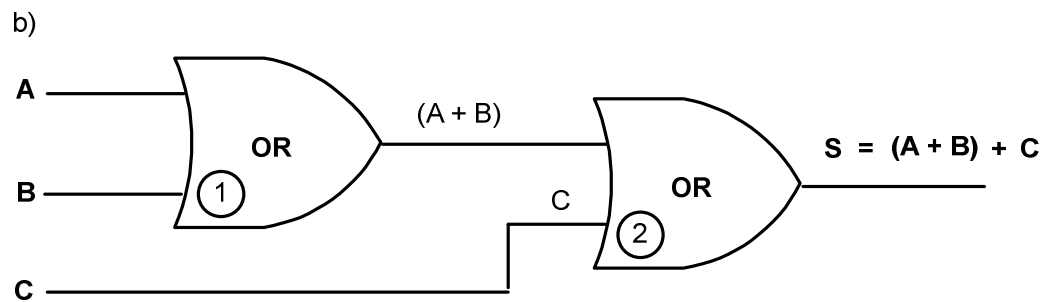
Exemplos:

Nos circuitos abaixo determine a expressão booleana de saída:



O bloco lógico (1) é uma porta AND cuja expressão de saída é $(A \cdot B)$. Esta saída será injetada em uma das entradas do bloco lógico (2) que é uma porta OR (OU).

Na segunda entrada da porta OR está a variável C, e a expressão de saída do circuito será: $S = (A \cdot B) + C$



Apostila elaborada por: Oswaldo da Silva Lopes Júnior

Referências Bibliográficas:

- CAPUANO, Francisco G.; IODETA, Ivan V. **Elementos de Eletrônica Digital**. 13ª ed., Érica
- LOURENÇO, Antonio Carlos.; CRUZ, Eduardo C. Alves; JÚNIOR, Salomão C; FERREIRA, Sabrina R. **Circuitos Digitais**. 9 ed., Érica