



Circuitos Lógicos

1 – Portas lógicas

Portas lógicas são dispositivos que operam e trabalham com sinais lógicos de entrada para produzir uma e somente uma saída.

São usadas em circuitos eletrônicos, por causa das situações que os sinais deste tipo de circuito podem apresentar: presença de sinal, “1”; e ausência de sinal, ou “0”.

As portas lógicas são componentes básicos da eletrônica digital.

Portas lógicas são usadas para criar circuitos digitais e até mesmo circuitos integrados complexos.

Em eletrônica digital apenas dois níveis são permitidos, os níveis “0” ou “1”.

Existem diversas portas lógicas, estudaremos as principais:

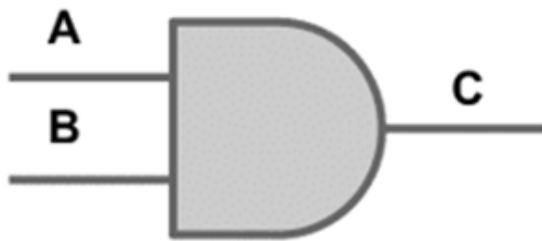
AND, OR, NOR, NAND, NOT e XOR

Porta AND

A porta AND tem a representação a seguir e o seguinte sinal de saída de acordo com suas entradas:

PORTA E (AND)

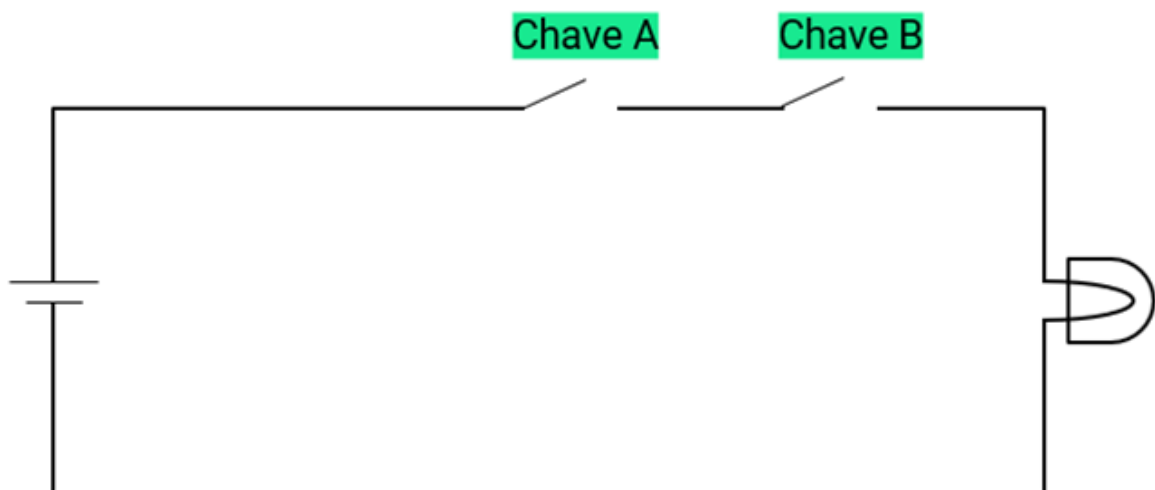
$$C = A \cdot B$$



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

A porta AND lembra a operação de multiplicação.

Observe abaixo uma ilustração da porta AND. Nesta ilustração temos as chaves A e B. A lâmpada irá se acender apenas se tanto a chave A e a chave B estiverem fechadas, neste caso, saída C igual a 1. Se uma das portas estiver aberta, a lâmpada não acenderá, isto é, C com sinal igual a 0.

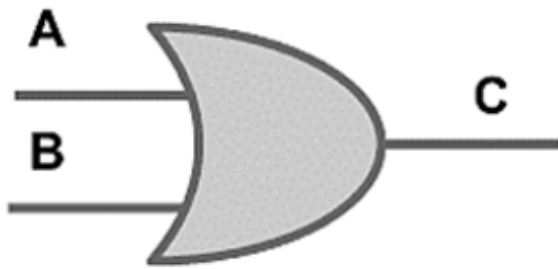


Porta OR

A porta OR tem a representação a seguir, além do seguinte sinal de saída de acordo com suas entradas:

PORTA OU (OR)

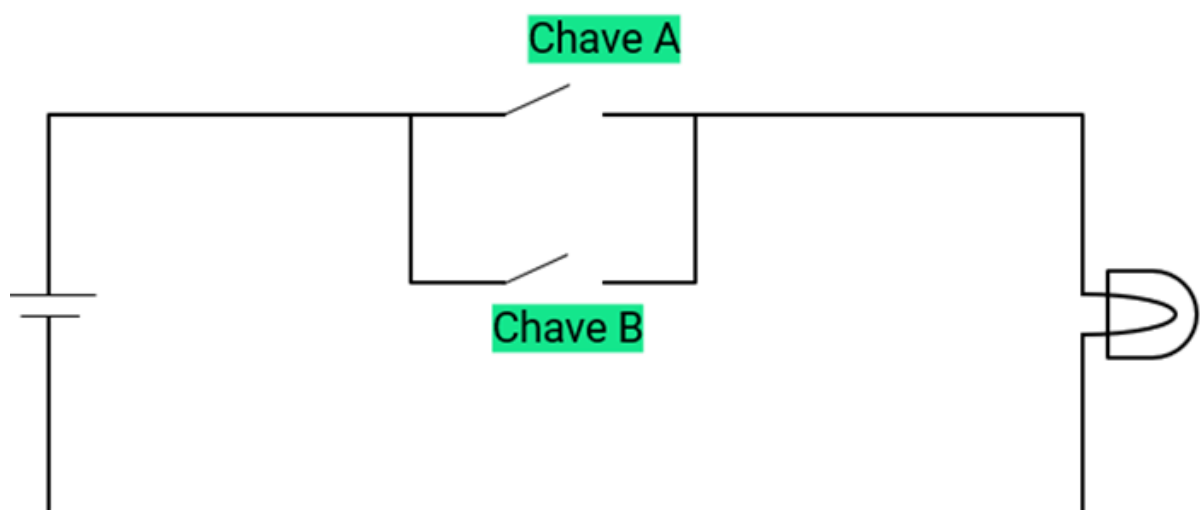
$$C = A + B$$



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

A porta OR lembra a operação de soma.

Observe abaixo uma ilustração da porta OR. Nesta ilustração temos as chaves A e B. A lâmpada irá se acender se a chave A estiver fechada ou se a chave B estiver fechada. Se ambas estiverem fechadas também a lâmpada acenderá, neste caso, saída C igual a 1. Se ambas as portas estiverem abertas, a lâmpada não acenderá, isto é, C terá sinal igual a 0.

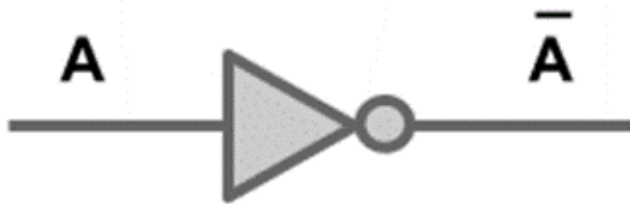


Porta NOT, NAND e NOR

A porta NOT tem a representação a seguir, além do seguinte sinal de saída de acordo com suas entradas:



PORTA NÃO (NOT)



A	\bar{A}
0	1
1	0

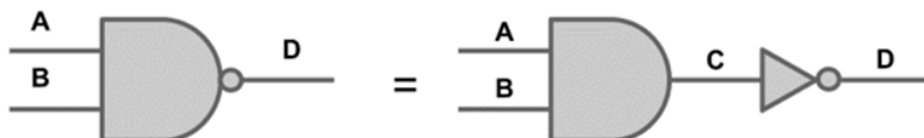
Observe que a porta NOT simplesmente inverte o sinal de entrada.

A porta NOT pode se combinar com a porta AND formando a porta NOT AND ou NAND.

O comportamento dela se dá de acordo com a representação e a tabela abaixo:

PORTA NÃO E (NAND)

$$D = \overline{A \cdot B}$$



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

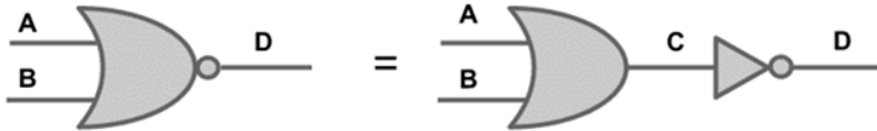
A porta NOT pode se combinar com a porta OR formando a porta NOT OR ou NOR.

O comportamento dela se dá de acordo com a representação e a tabela abaixo:



PORTA NÃO OU (NOR)

$$D = \overline{A+B}$$



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

Porta XOR

A porta XOR tem a representação a seguir e o seguinte sinal de saída de acordo com suas entradas:

PORTA OU EXCLUSIVO (XOR) $C = A \oplus B$

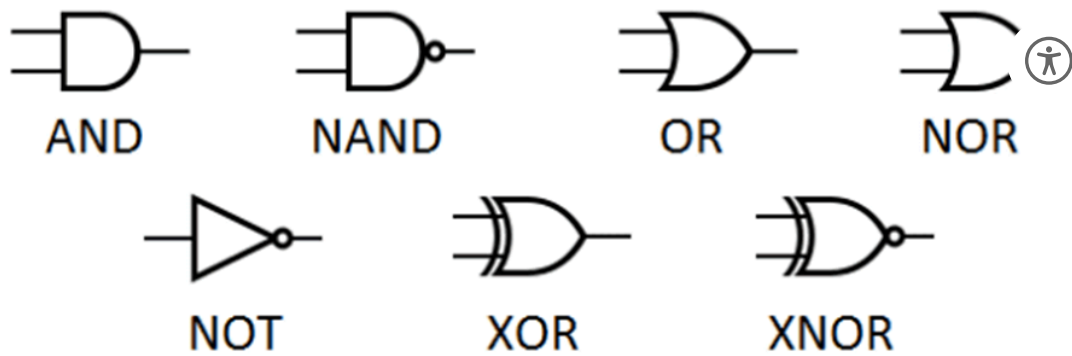


A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

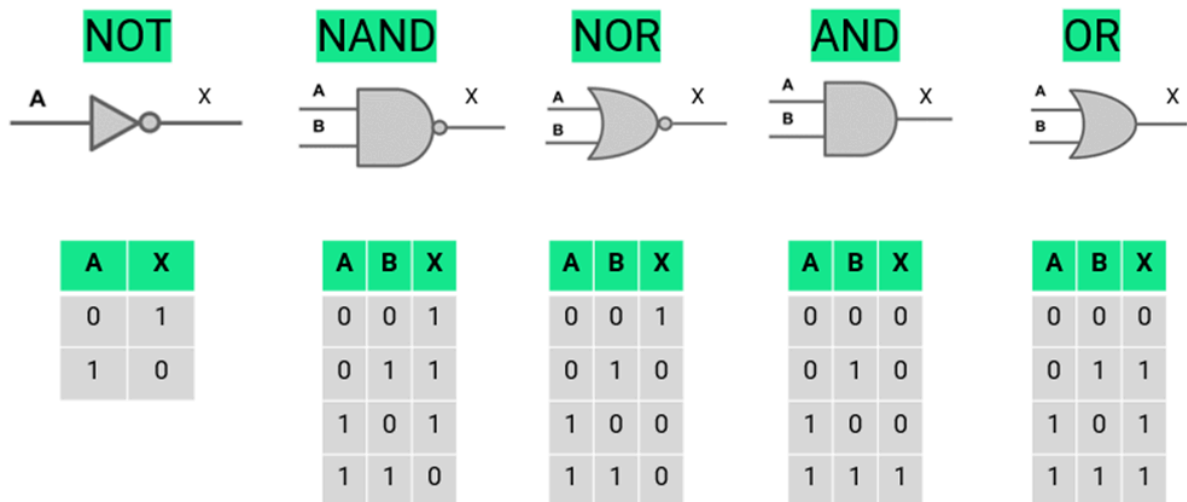
Note como a saída da porta XOR é 1 se, e somente se, as entradas tiverem sinais diferentes entre si (uma 0 e outra 1).

Pode-se inverter a saída XOR acoplando a ela uma NOT, isso resulta na porta XNOR, neste caso, entradas diferentes irão gerar saída 0.

Resumindo a simbologia das portas lógicas vistas até aqui temos:



Considerando os valores de entrada e saída, temos a seguinte síntese das portas lógicas:

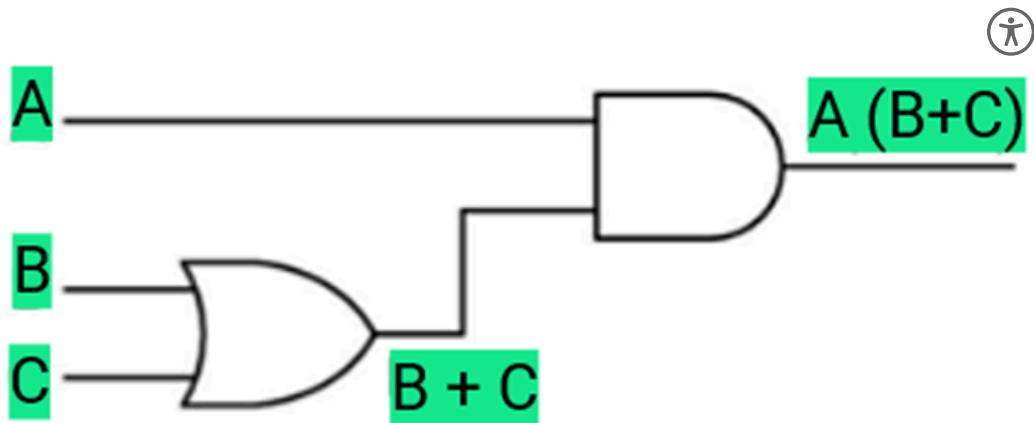


Fonte: esquema adaptado pelo professor.

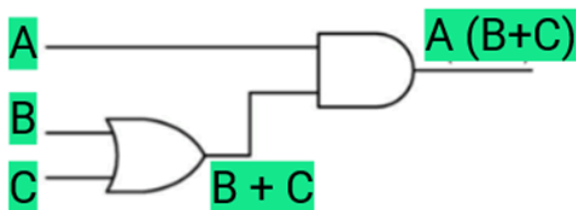
2 - Circuitos Lógicos

Associando portas lógicas umas às outras temos a composição de circuitos lógicos. Dispositivos digitais podem ser vistos como combinação de muitos circuitos lógicos/digitais.

O circuito abaixo é composto por duas portas lógicas e três sinais digitais de entrada, A, B e C.



Note que para três sinais digitais temos oito possíveis combinações de entradas: 000, 001, 010, 100, 101, 011, 110 e 111. Por esse motivo, a tabela que representa todos os possíveis comportamentos do circuito deve ter 8 linhas dedicadas às combinações de entrada.




A	B	C	A	B + C	A (B+C)
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1

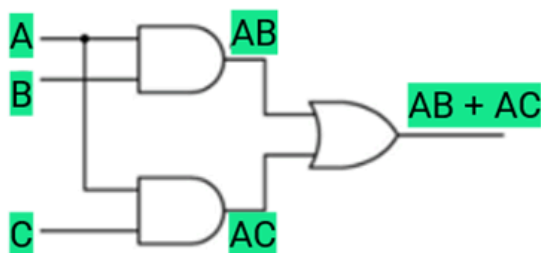
Outro ponto a destacar é que neste circuito a saída de uma porta OR é um sinal de entrada de uma porta AND.

Observe que a expressão matemática $A(B+C)$ representa a saída do circuito, considerando os sinais A, B e C.

Interessante notar que a expressão $A(B+C) = AB + AC$.

Neste caso, a expressão $AB + AC$ sugere outro circuito de comportamento equivalente ao primeiro. 

Para isso, tomemos três portas lógicas associadas conforme abaixo. Note como a saída é rigorosamente a mesma do circuito anterior, embora tenha três portas lógicas e o primeiro duas portas lógicas.



A	B	C	AB	AC	AB + AC
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1

Dica:

Simuladores de circuitos lógicos são extremamente úteis em projetos de circuitos. Com base na tabela-verdade (tabela com 0's e 1's) constrói-se um circuito ou, desenhando o circuito, o programa apresenta a tabela correspondente.

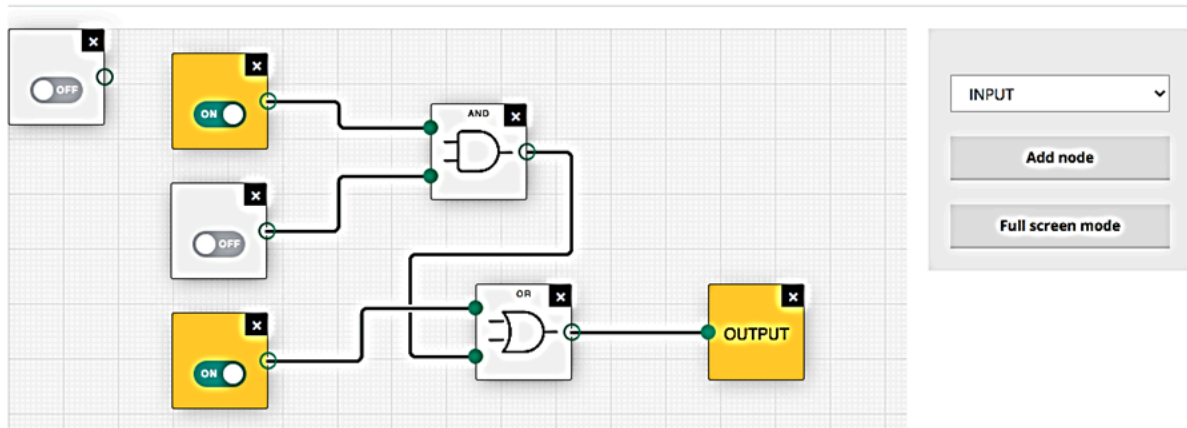
Um dos simuladores interessantes disponíveis é o *Logic Gate Simulator* (<https://academo.org/demos/logic-gate-simulator/>).

Logic Gate Simulator



A free, simple, online logic gate simulator. Investigate the behaviour of AND, OR, NOT, NAND, NOR and XOR gates. Select gates from the dropdown list and click "add node" to add more gates. Drag from the hollow circles to the solid circles to make connections. Right click connections to delete them. See below for more detailed instructions.

Engineering Electronics Logic



Referências Bibliográficas

BROOKSHEAR, J.G. **Ciência da Computação: uma visão abrangente**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FORBELLONE, A.L.V. & EBERSPACHER, H. F. **Lógica de Programação – A Construção de Algoritmos e Estruturas de Dados**. 3ª. Edição. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2005.

Ir para exercício