

Vamos verificar a utilização de todos os conceitos vistos até aqui sobre matemática binária e expressões binárias. Também iremos compreender e estudar a composição básica dos circuitos elétricos que formam os chips dos computadores. Esses chips vão desde pequenas utilidades nas placas de vídeo, placas de redes etc, até o próprio processador, que simboliza um dos maiores chips encontrados nos computadores.

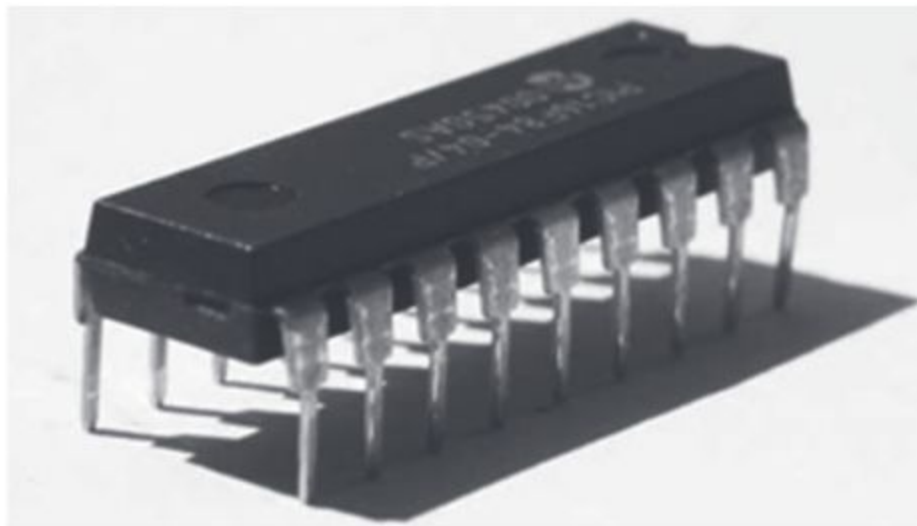
Todos eles são formados pelo que chamamos de “portas lógicas”, que são na verdade a representação física da aritmética e expressões binárias. Essas portas lógicas são, por sua vez, formadas por componentes eletrônicos, em sua maioria transístores.

Sendo assim, uma definição formal para as portas lógicas é que são dispositivos, ou circuitos lógicos, que operam um ou mais sinais lógicos de entrada, para produzir uma e somente uma saída. Essa saída é totalmente dependente da função implementada no circuito lógico ou da expressão lógica que ele representa. As portas lógicas foram escolhidas para a composição dos circuitos computacionais, por operarem no formato binário, podendo apresentar a presença de sinal, simbolizada pelo nível "1", ou ausência de sinal, simbolizada pelo nível "0".

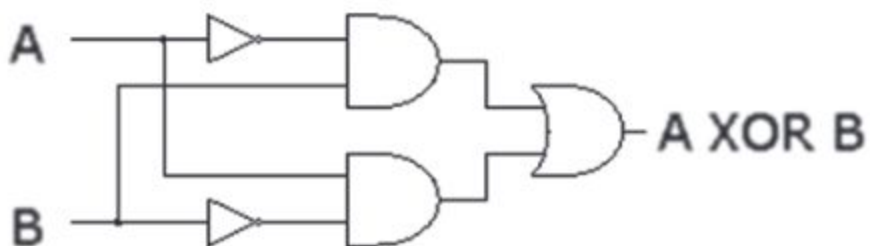
Dessa forma, as portas lógicas trabalham com os conceitos de "Verdadeiro" e "Falso" da mesma forma que as expressões binárias definidas pela álgebra de Boole. Porém, apesar da similaridade com a matemática booleana, somente em 1938 é que o engenheiro americano Claude Elwood Shannon utilizou as teorias da álgebra de Boole para a solução de problemas de circuitos lógicos, tendo publicado um trabalho denominado Symbolic Analysis of Relay and Switching, praticamente introduzindo na área tecnológica o campo da eletrônica digital. Devido à utilização da álgebra de Boole na eletrônica digital é que os operadores binários (AND, OR, XOR e NOT) dão nomes à maioria das portas lógicas existentes

Concluindo, dizemos que todas as complexas operações computacionais são combinações de operações simples, como somas, subtrações, comparações de bits, movimento de bits, etc. Essas operações estão implementadas dentro dos circuitos eletrônicos. Na figura a seguir vemos um desses circuitos, cuja principal composição se dá pelos arranjos de portas lógicas, também demonstrado na figura 16. Essa, por sua vez, representa a função XOR, através da combinação de outras portas lógicas.

Circuito Integrado



Porta Lógica



PORTA LÓGICA OR (OU, +)

A porta lógica OR simboliza, assim como o próprio operador binário OU, um circuito de soma entre duas entradas. Os resultados desse circuito seguem os resultados da tabuada booleana (visto anteriormente).

TABELA VERDADE PORTA OR

A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA OR

Para representar uma porta lógica OR num circuito eletrônico usa-se o símbolo abaixo, onde A e B são as entradas e S a saída. Lembrando que uma porta lógica sempre produzirá uma única saída.



SAÍDA DA PORTA OR

Analisando a tabela verdade da porta OR, define-se que a saída de uma porta OR será o nível lógico 1 se pelo menos uma das entradas for positiva. Caso contrário, se todas forem negativas, a saída será 0.

PORTA LÓGICA AND (E, *)

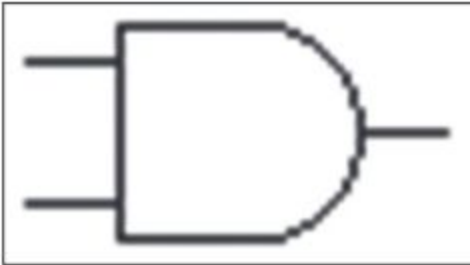
A porta lógica AND simboliza, assim como o próprio operador binário E, um circuito de multiplicação entre duas entradas. Os resultados desse circuito também seguem os resultados da tabuada booleana.

TABELA VERDADE DA PORTA AND

A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

SÍMBOLO DA PORTA AND

Para se representar uma porta lógica AND num circuito eletrônico usa-se o símbolo abaixo, onde A e B são as entradas e S a saída.



SAÍDA DA PORTA AND

Sendo assim, pode-se também definir que a saída de uma porta AND será o nível lógico 1 se todas as entradas forem positivas. Caso contrário, se pelo menos uma entrada for negativa, a saída será 0.

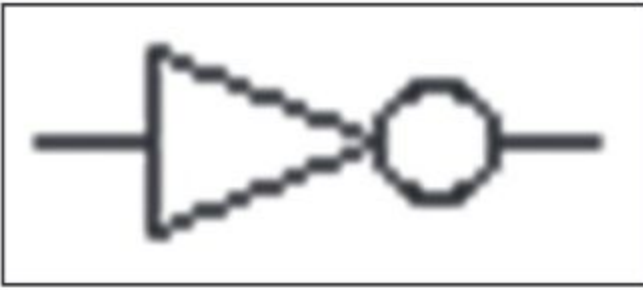
PORTA LÓGICA NOT

A porta lógica NOT simboliza, assim como o próprio operador binário NOT, um circuito inversor de sinais. Vale ressaltar que, como estamos utilizando operandos binários, as possibilidades são: 1 como entrada e 0 como saída ou 0 como entrada e 1 como saída. A porta lógica NOT é a única porta que possui somente uma entrada.

TABELA VERDADE PORTA NOT

A	NOT A
0	1
1	0

SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NOT



SAÍDA DA PORTA NOT

Observando a combinação da entrada com a saída fornecida pela porta lógica NOT, verifica-se que o resultado de uma porta lógica NOT sempre será Verdadeiro se a ÚNICA entrada for Falsa ou vice-versa. Como operação principal da porta NOT, podemos dizer que o sinal sempre será invertido na saída.

PORTA LÓGICA NOR

A porta lógica NOR simboliza um circuito inversor do resultado de uma porta OR. Simplificando, ela representa uma porta OR cuja saída passa por uma porta NOT, por isso dá inversão do sinal. Ela é uma porta derivativa da OR.

TABELA VERDADE PORTA NOR

A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NOR



SAÍDA DA PORTA NOR

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica NOR, verifica-se que o resultado de uma porta lógica NOR sempre será Verdadeiro se TODAS as entradas forem Falsas. Caso contrário, se pelo menos uma entrada for verdadeira, o resultado será falso.]

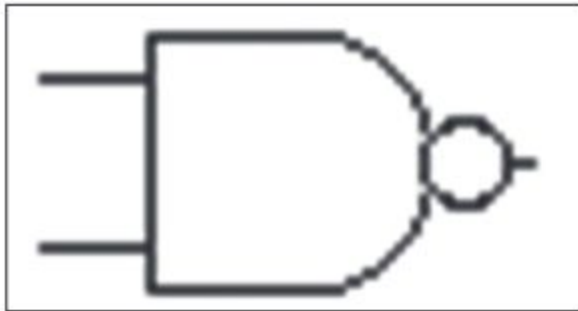
PORTA LÓGICA NAND

A porta lógica NAND simboliza um circuito inversor do resultado de uma porta AND. Simplificando, ela representa uma porta AND cuja saída passa por uma porta NOT, por isso dá inversão do sinal. Assim como a porta NOR, ela também é uma derivada, só que da porta AND.

TABELA VERDADE PORTA NAND

A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA NAND



SAÍDA DA PORTA NAND

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica NAND, verifica-se que o resultado de uma porta lógica NAND sempre será Verdadeiro se SOMENTE UMA OU NENHUMA das entradas for Verdadeira. Se ambas as entradas forem verdadeiras, o resultado da porta AND será 0.

Analogamente poderíamos dizer que a porta lógica NAND nos diz se é VERDADE a pergunta: "Pelo menos uma das ENTRADAS é ZERO?".

PORTA LÓGICA XOR

A porta lógica XOR simboliza um circuito que compara as entradas para saber se uma e somente uma é verdadeira, representando um ou exclusivo.

TABELA VERDADE PORTA XOR

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA XOR



SAÍDA DA PORTA XOR

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica XOR, verifica-se que o resultado de uma porta lógica XOR sempre será Verdadeiro se UMA E APENAS UMA ENTRADA FOR VERDADEIRA. Caso contrário, o resultado será Falso.

PORTA LÓGICA XNOR

A porta lógica XNOR simboliza um circuito que compara as entradas para saber se todas são iguais. Simplificando, ela representa uma porta XOR invertida.

TABELA VERDADE PORTA XNOR

A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

SÍMBOLO DA PORTA LÓGICA XNOR



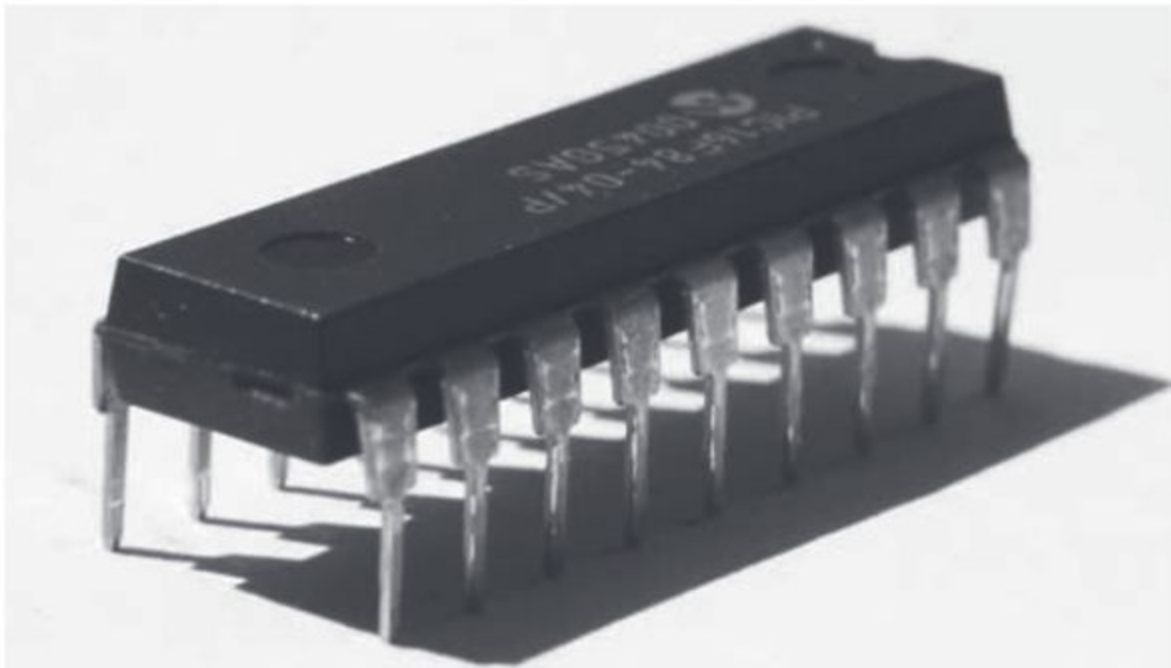
SAÍDA DA PORTA XNOR

Observando a combinação das entradas com a saída fornecida pela porta lógica XNOR, verifica-se que o resultado de uma porta lógica XNOR sempre será Verdadeiro se TODAS as entradas forem iguais. Caso contrário, o resultado será Falso.

CIRCUITOS DIGITAIS

Um circuito digital, também conhecido por chip, nada mais é do que um dispositivo microeletrônico constituído de muitas portas lógicas (às vezes chegando à casa dos milhares), além de outros componentes. Todas as portas lógicas, bem como os demais componentes, estão interligados e possuem alta capacidade para desempenhar suas funções. É por essa interligação que são também denominados de circuitos integrados, ou simplesmente CIs. Suas dimensões são extremamente reduzidas e sua construção é feita em pastilhas de material semicondutor, o Silício.

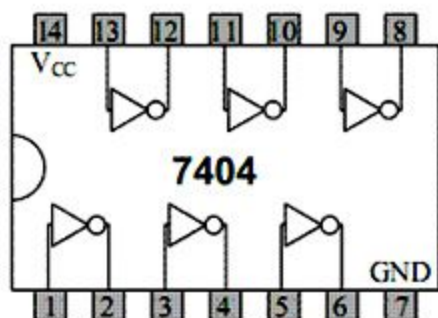
A seguir está ilustrado um circuito lógico, onde podemos ver que, apesar do tamanho de todo o bloco, o circuito é pequeno e conhecido como o núcleo do CI.



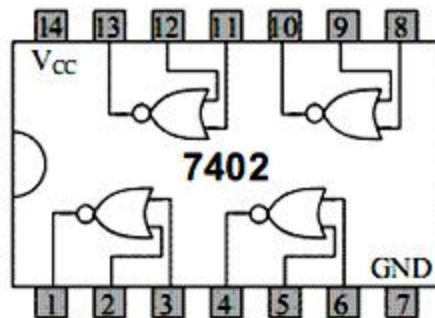
Sabendo que um CI é constituído de portas lógicas, dessa forma, a abaixo poderia representar a estrutura interna do CI, bem como a lógica que esse CI representa. Um CI contendo a estrutura lógica a

seguir é formado por quatro portas AND. A interligação das portas lógicas representa a expressão binária definida para o CI. Em outras palavras, a função que o CI irá desempenhar.

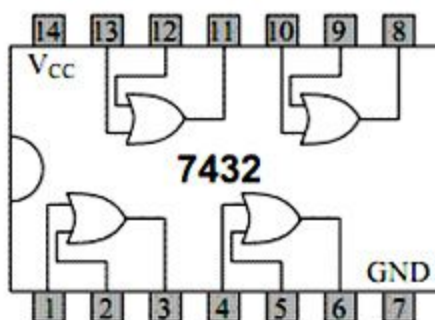
- 6 Portas NOT



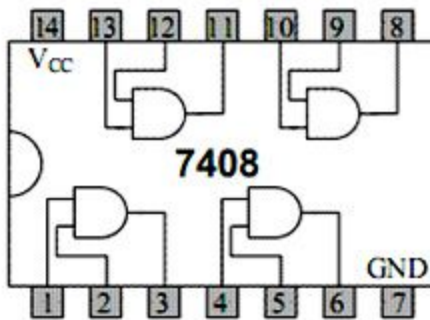
- 4 Portas NOR



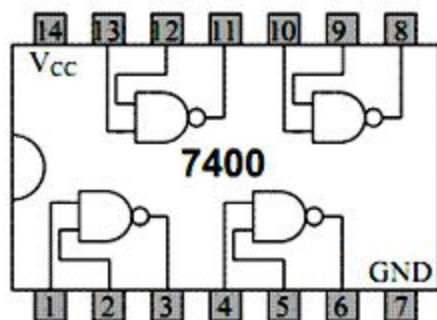
- 4 Portas OR:



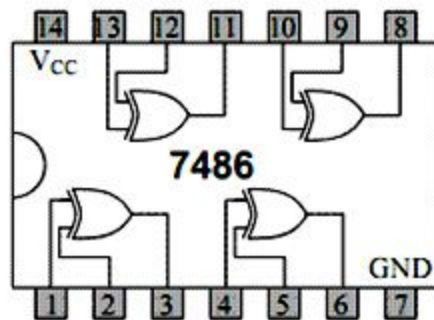
- 4 Portas AND



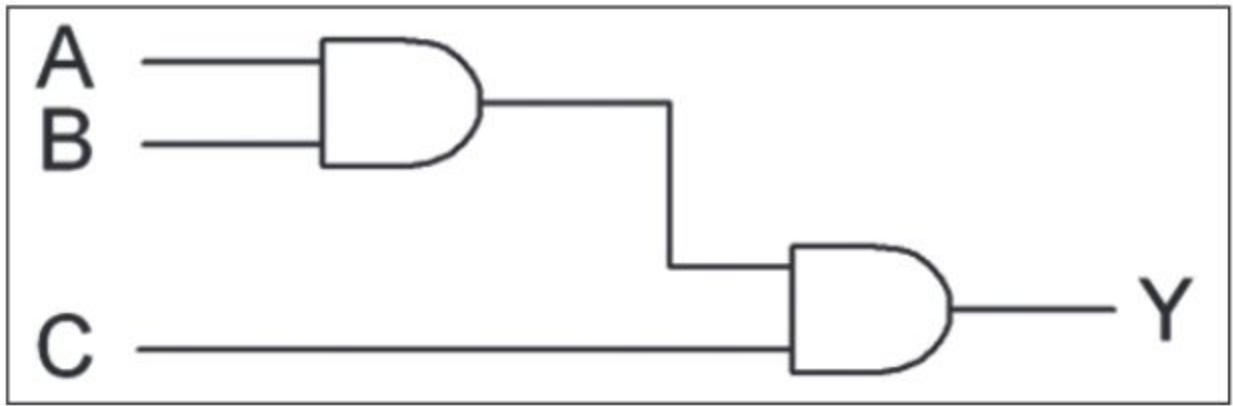
- 4 Portas NAND



- 4 Portas XOR



Como podemos observar, através da figura anterior, na maioria das vezes os CIs são construídos pelas interligações entre portas lógicas. Na verdade, trata-se de dependências entre as portas lógicas, aonde os sinais vão passando de porta em porta, gerando saídas. A saída de uma determinada porta pode representar a entrada de outra porta, e assim por diante, formando um circuito lógico combinacional. Esse aspecto poderá ser visto no circuito a seguir:



Sabemos que diversos problemas ou necessidades do mundo real podem ser representados através de expressões binárias. As expressões binárias são representadas por entradas binárias e operadores AND, OR, NOT XOR e seus derivados. Os operadores binários, por sua vez, podem ser representados por portas lógicas que possuem também as entradas binárias.

EXEMPLO DE ATIVIDADE

Calcular a saída e criar o diagrama de um circuito onde: $S = (A * B) * (B + C)$