INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

CST Análise e Desenvolvimento de Sistemas
AOC786201 - Fundamentos de Arquitetura e Organização de Computadores

# Lógica combinacional
# Funções e Portas Lógicas

# Funções Lógicas

- Um circuito digital emprega um conjunto de funções lógicas, onde função é a relação existente entre a variável independente e a variável dependente (função) assim como aprendemos na matemática. Para cada valor possível da variável independente determina-se o valor da função.
- O conjunto de valores que uma variável pode assumir depende das restrições ou especificações do problema a ser resolvido. Esta variável é, normalmente, conhecida como variável independente.

## Características das variáveis lógicas

As variáveis lógicas (dependentes ou independentes) possuem as seguintes características:

- Pode assumir somente um de dois valores possíveis;
- Os seus valores são expressos por afirmações declarativas, ou seja, cada valor está associado a um significado;
- Os dois valores possíveis das variáveis são mutuamente exclusivos.

Uma variável lógica A pode assumir um valor verdadeiro (A=V) ou o valor falso (A=F). Em geral, usa-se uma faixa de tensão em volts compatível com os circuitos digitais utilizados para representar o valor falso ou verdadeiro de uma variável lógica.

# Tipos de lógica

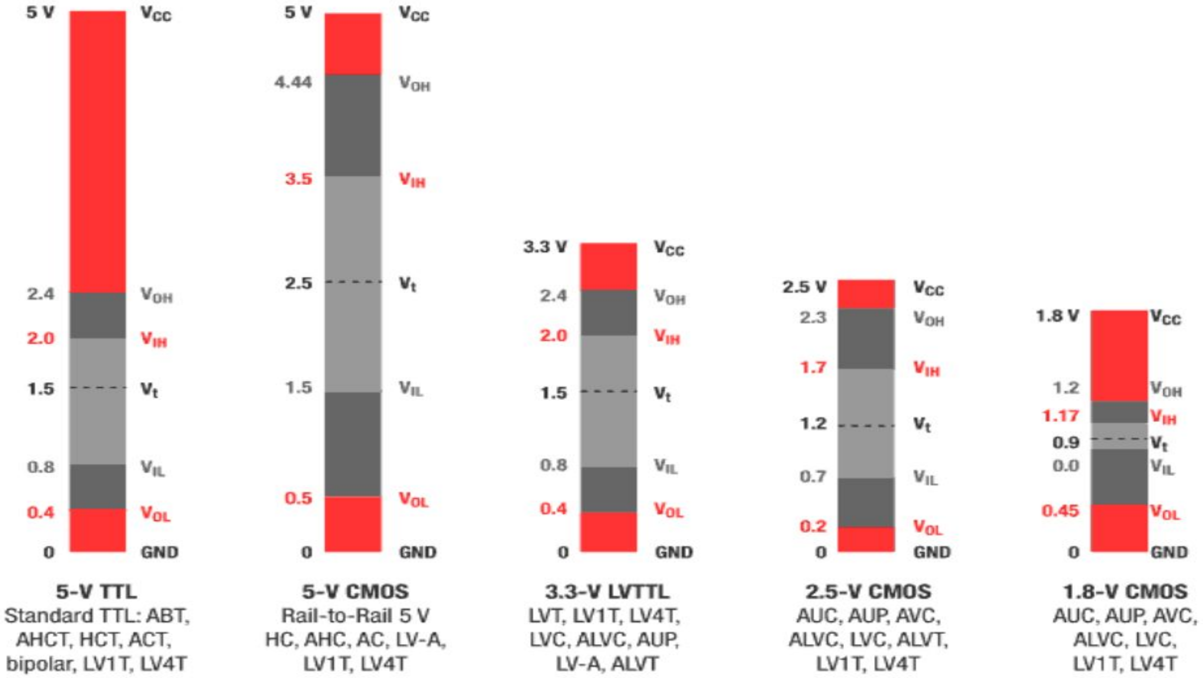
- Lógica Positiva: A tensão mais positiva representa o valor V (1) e a mais negativa o valor F(0).
- Lógica Negativa: O valor V é representado pela tensão mais negativa (1) e F pela tensão mais positiva (0).
- Lógica Mista: No mesmo sistema, usam-se as lógicas positiva e negativa.

# Representação lógica

Nos circuitos digitais tem-se somente dois níveis de tensão, que apresentam correspondência com os possíveis valores das variáveis lógicas.

Uma lógica bastante utilizada é a TTL (“Transistor Transistor Logic”) positiva, onde:

- 0 V representa 0 lógico
- +5 V representa 1 lógico



# Funções Lógicas Básicas

- **NOT**: NÃO / INVERSORA
- **AND**: E / CONJUNÇÃO
- **OR**: OU / DISJUNÇÃO
- **NAND**: NÃO-E
- **NOR**: NÃO-OU
- **XOR**: OU EXCLUSIVO / DISJUNÇÃO EXCLUSIVA
- **XNOR**: COINCIDÊNCIA

## Tabela-verdade

Técnica utilizada para descrever o valor de saída para cada possível entrada de um sistema.

Entrada Saída

| A | Y |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

## Função Lógica NÃO (NOT)

É normalmente denominado de inversor, pois se a entrada tem um valor a saída apresentará o outro valor possível.

Função: $Y = f(A) = \overline{A}$

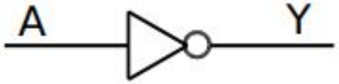
Símbolo: 


Tabela da Verdade: É uma tabela que mostra todas as possíveis combinações de entrada e saída de um circuito lógico.

Entrada → A | Y ← Saída

| A | Y |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

# Função Lógica E (AND)

Função: Y = f(A,B) = A.B = B.A (produto lógico)

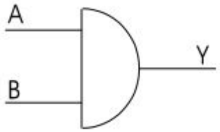
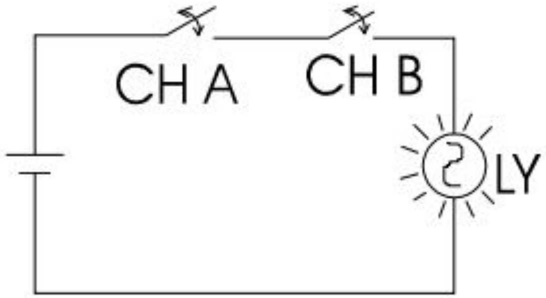
Símbolo: 

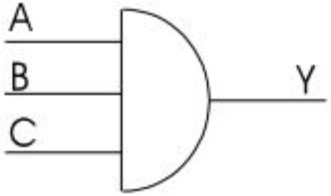

Tabela da Verdade:

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

**Exemplo:**



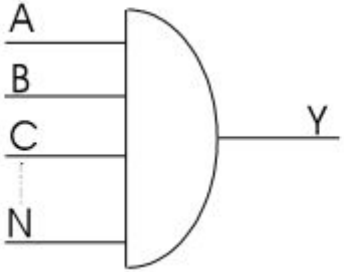
## Funções com mais de duas variáveis: lógica AND




$Y = A.B.C$

| A | B | C | Y |
|---|---|---|---|
| 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 |

Se tivermos N entradas teremos:




$Y = A.B.C.....N$

## Função Lógica OU (OR)

Função: Y = f(A,B) = A+B (soma lógica)

Símbolo:

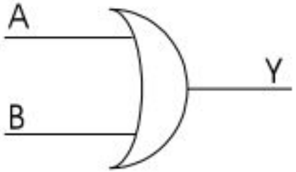
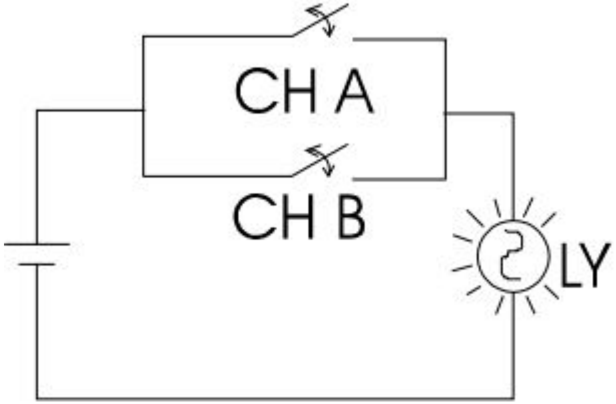


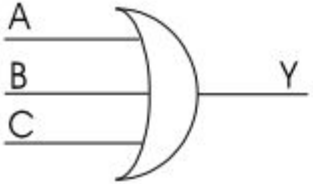

Tabela da Verdade:

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

**Exemplo:**



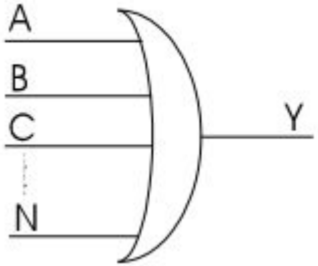
# Funções com mais de duas variáveis: lógica OR




$$Y = A+B+C$$

| A | B | C | Y |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 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 | 1 |

Se tivermos N entradas, teremos:

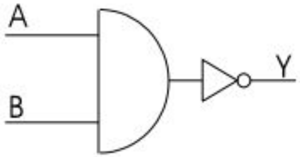



$$Y = A+B+C+\ldots+N$$

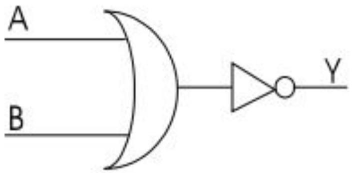
Exercícios

Combine as portas lógicas E e OU com a porta Inversora, como ficam as tabelas-verdade?

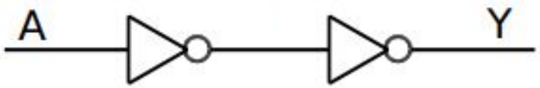
Exemplo:




Faça você mesmo:

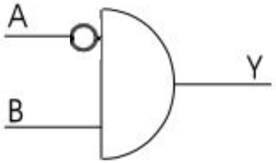



Como fica a tabela-verdade da lógica inversora seguida por outra inversora?

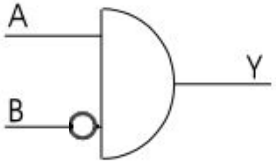


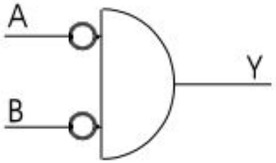

Como fica a tabela-verdade de uma porta com a entrada invertida?

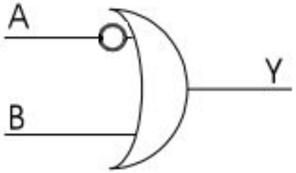
Exemplo:




Faça você mesmo:



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

# Função Lógica NÃO E (NAND)

Função: $Y = f(A,B) = \overline{A.B}$

Símbolo:


Tabela da Verdade:

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

## Função Lógica NÃO OU (NOR)

Função: $Y = f(A,B) = \overline{A+B}$

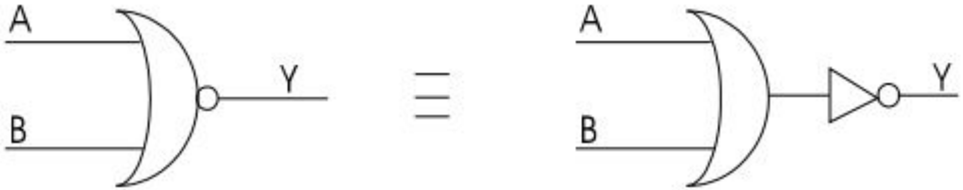
Símbolo: 


Tabela da Verdade:

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

# Função Lógica OU EXCLUSIVO

Função: $S = f(A,B) = A \oplus B = \overline{A}.B + A.\overline{B}$

Símbolo:


Tabela da Verdade:

| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

# Função Lógica COINCIDÊNCIA

Função: S = f(A,B) = $\overline{A \oplus B}$

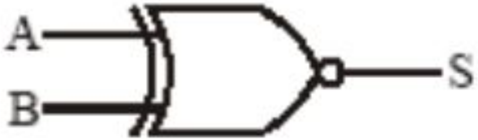
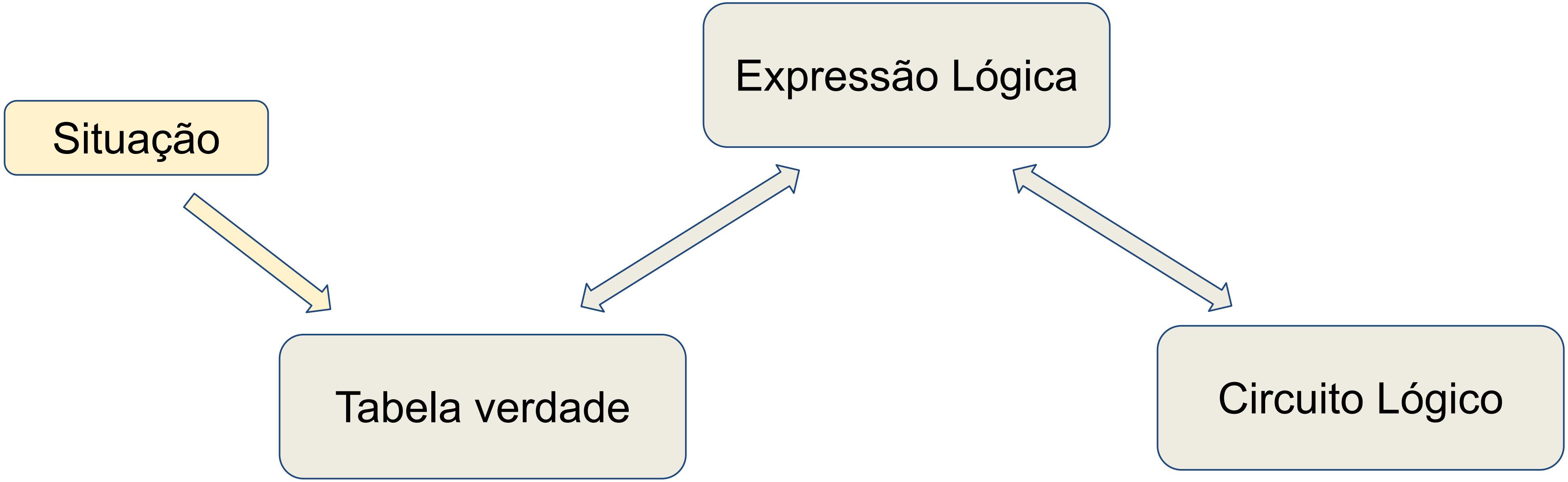
Símbolo: 


Tabela da Verdade:

| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

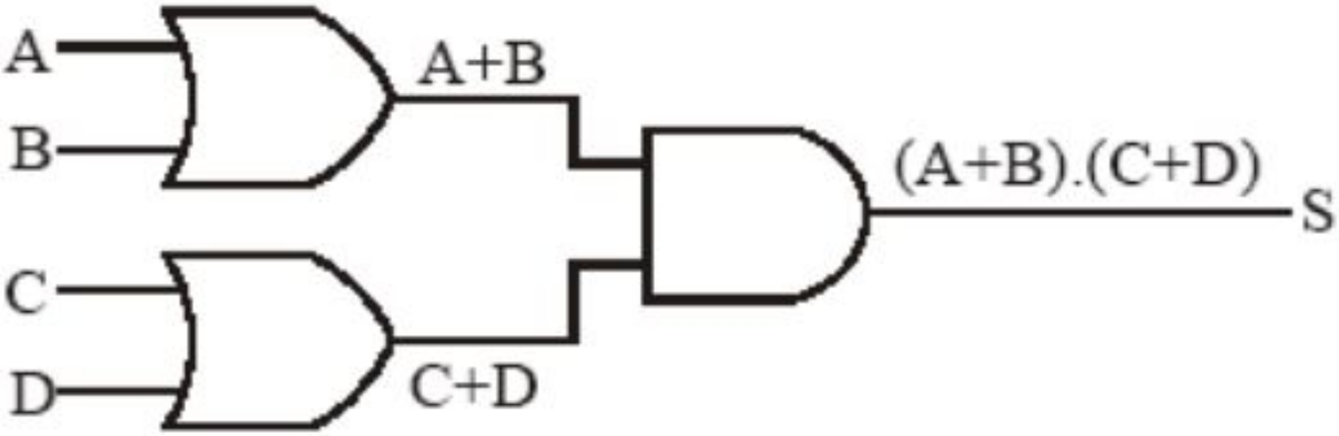
# Equivalências entre as formas de expressar um circuito lógico



Obtendo-se Expressões Booleanas a partir de Circuitos Lógicos

Analisa-se cada porta lógica separadamente, observando a expressão booleana que cada uma realiza.

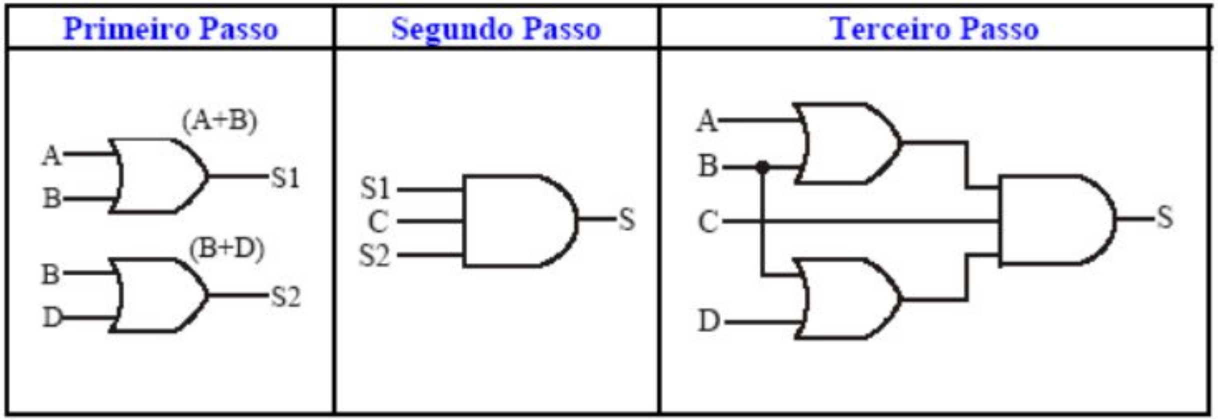
Exemplo:



# Obtendo-se Circuitos Lógicos a partir de Expressões Booleanas

Identificam-se as portas lógicas na expressão para desenhá-las com as respectivas ligações, a partir das variáveis de entrada respeitando a hierarquia das funções da aritmética elementar, ou seja, a solução inicia-se primeiramente pelo conteúdo entre parênteses.

Exemplo: S=(A+B).C.(B+D)



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

# Obtendo-se Tabelas da Verdade a partir de Expressões Booleanas

Para extrair a tabela da verdade de uma expressão deve-se seguir alguns procedimentos:
1) Montar o quadro de possibilidades;
2) Montar colunas para os vários membros da equação;
3) Preencher estas colunas com os seus resultados;
4) Montar uma coluna para o resultado final e
5) Preencher esta coluna com os resultados finais.

Exemplo: $S = A.\bar{B}.C + A.\bar{D} + \bar{A}.B.D$

| Variáveis de entrada | | | | 1º membro | 2º membro | 3º membro | Resultado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | $A.\bar{B}.C$ | $A.\bar{D}$ | $\bar{A}.B.D$ | Final |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# Obtendo-se Expressões Booleanas a partir de Tabelas da Verdade

Exemplo:

| A | B | C | S | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | (a) |
| 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | (b) |
| 1 | 1 | 0 | 1 | (c) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | (d) |

Em (a), S=1 se $S = \overline{A}.B.C$

Em (b), S=1 se $S = A.\overline{B}.C$

Em (c), S=1 se $S = A.B.\overline{C}$

Em (c), S=1 se $S = A.B.C$

$$S = \overline{A}.B.C + A.\overline{B}.C + A.B.\overline{C} + A.B.C$$