

# ORGANIZAÇÃO E ARQUITETURA DE COMPUTADORES

---

## Circuitos Combinacionais

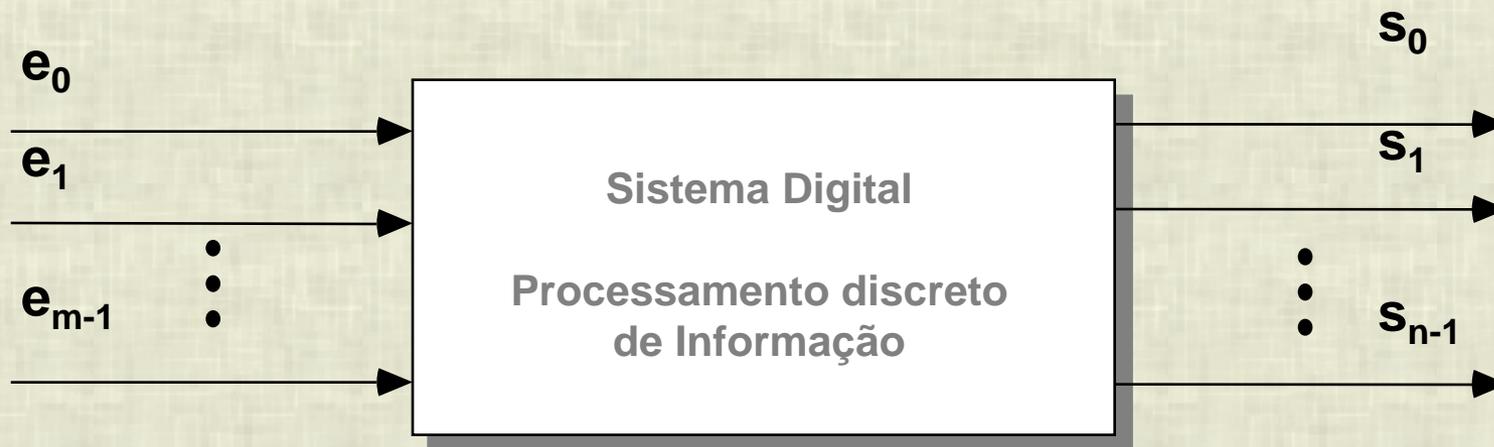
### Portas Lógicas

# Sistemas Digitais

## Definição funcional:

**Aparato** dotado de conjuntos finitos de **entradas** e **saídas** e capaz de processar informação representada sob forma **discreta**

## Representação estrutural:



## Subdivisão:

- Circuitos combinacionais
- Circuitos seqüenciais

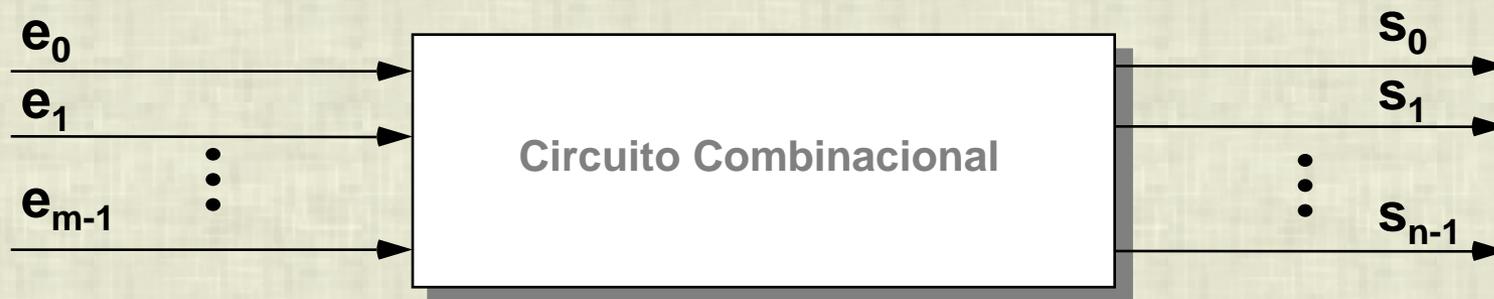
# Sistemas Digitais Combinacionais

---

## Definição:

Circuito, cujo comportamento de cada saída é descrito como função exclusivamente dos valores instantâneos das entradas

## Representação Estrutural:



## Função:

$$s_i = f(e_0, e_1, \dots, e_{m-1}) \quad \forall i = 0 \dots n-1$$

# Porta Lógica NÃO (NOT) ou Complemento

- Complementa o sinal de entrada. Se o sinal de entrada for 0 ela produz uma saída 1, se a entrada for 1 ela produz uma saída 0

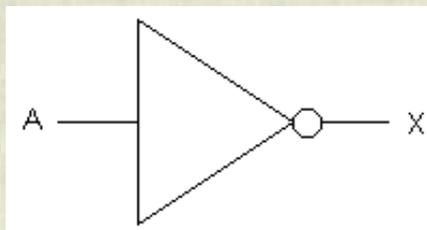
- Função Booleana

$$X = \bar{A}$$

- Tabela Verdade

A	X
0	1
1	0

- Representação gráfica



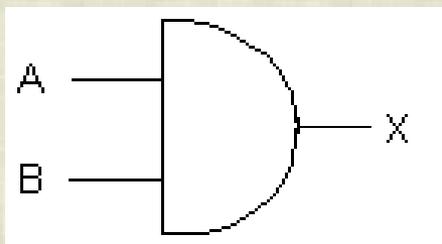
# Porta Lógica E (AND)

- Combina sinais de entrada equivalentemente a um **circuito em série**. Produz uma saída 1, se todos os sinais de entrada forem 1. Senão produz 0
- Função Booleana
- Tabela Verdade

$$X = A \cdot B$$

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

- Representação gráfica



# Porta Lógica OU (OR)

- Combina dois ou mais sinais de entrada equivalentemente a um **circuito paralelo**. Produz uma saída 1, se qualquer um dos sinais de entrada for 1. Senão produz 0

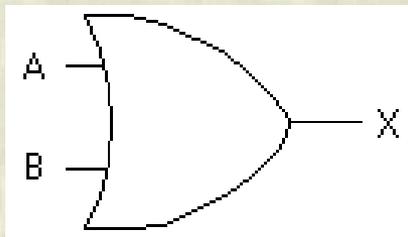
- **Função Booleana**

$$X = A + B$$

- **Tabela Verdade**

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

- **Representação gráfica**



# Porta NÃO E (NAND)

- Equivale a uma porta AND seguida por uma porta NOT. Ela produz uma saída que é o inverso da saída produzida pela porta AND

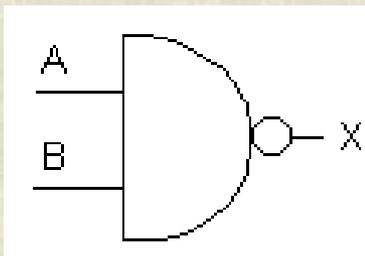
- **Função Booleana**

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

- **Tabela Verdade**

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

- **Representação gráfica**



# Porta NÃO OU (NOR)

- Equivale a uma porta OR seguida por uma porta NOT. Ela produz uma saída que é o inverso da saída produzida pela porta OR

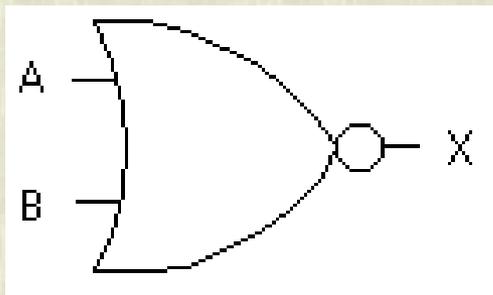
- **Função Booleana**

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

- **Tabela Verdade**

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

- **Representação gráfica**



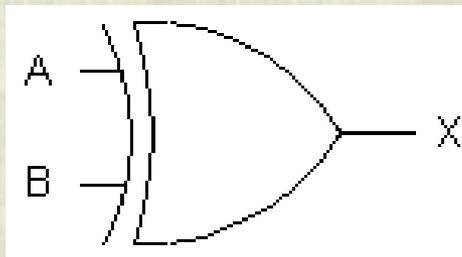
# Porta OU Exclusivo (XOR)

- A porta XOR produz 0 na saída 0 quando todos os bits de entrada são iguais e saída 1 quando pelo menos um dos bits de entrada é diferente dos demais
- Função Booleana
- Tabela Verdade

$$X = A \oplus B$$

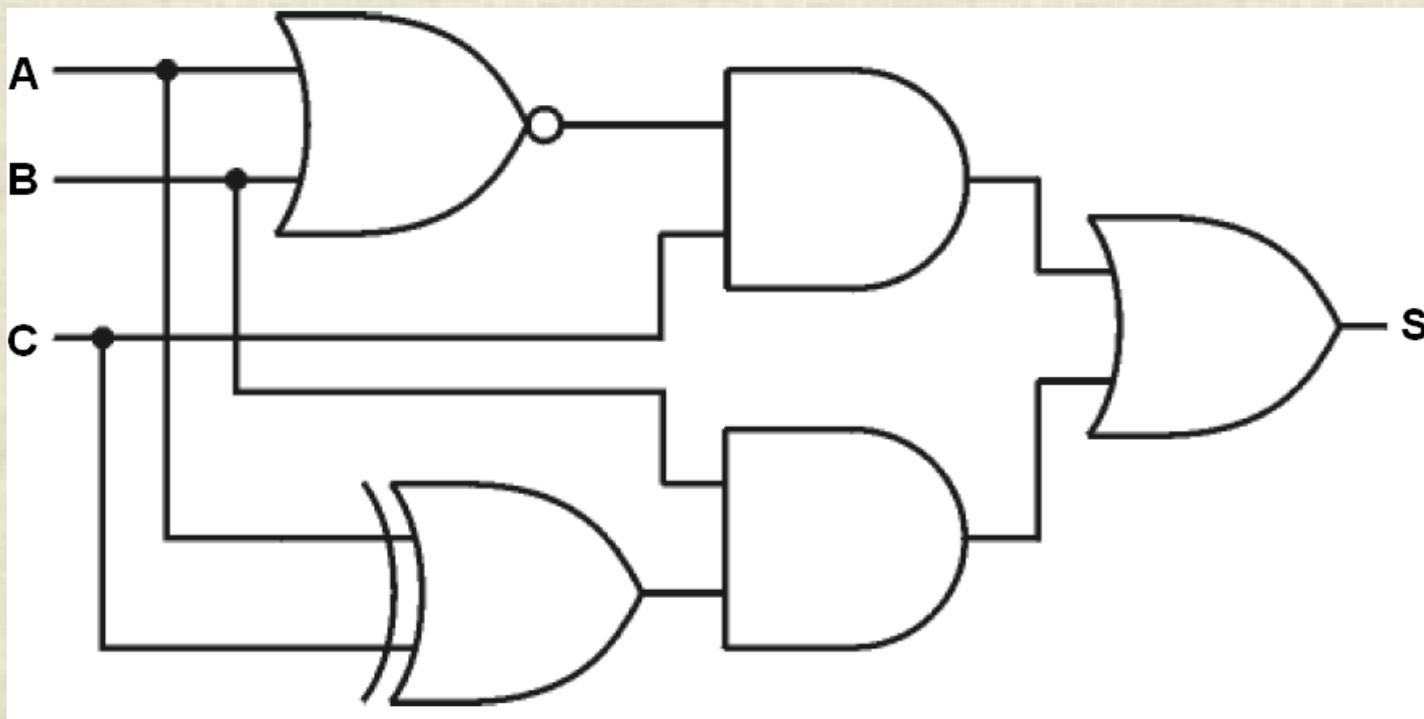
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- Representação gráfica



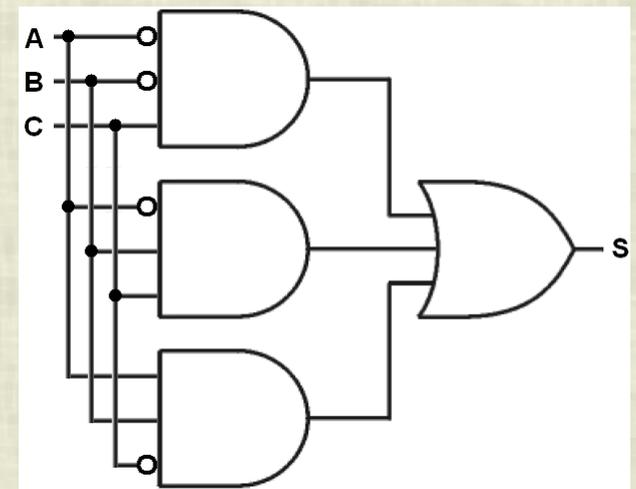
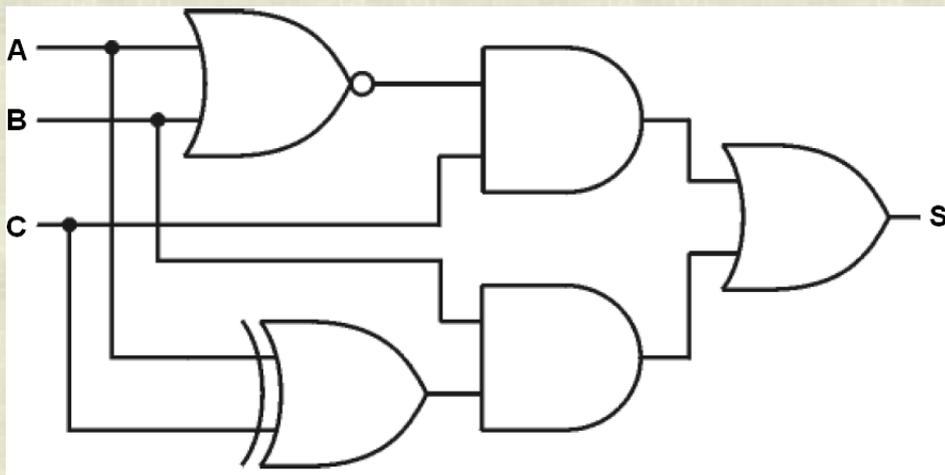
# Composição de Portas Lógicas

- Dado o circuito abaixo, descreva com funções Booleanas cada porta e, inclusive a saída, em função de suas entradas



# Circuitos com 1, 2 ou mais Níveis Lógicos

- **Existem infinitas possibilidades para implementar a mesma lógica combinacional, utilizando 1, 2 ou mais níveis de portas lógicas**
- **Lógica com 1 nível é aplicada apenas para circuitos muito simples**
  - A complexidade do circuito deve ser resolvida na própria porta
- **Lógica multinível aplicada a maior parte dos circuitos customizados**
- **Lógica 2 níveis aplicada normalmente aplicada a circuitos pré-fabricados e/ou regulares, tais como PLAs (matrizes lógicas programáveis)**
- **Exemplo de circuitos equivalentes implementados com 2 e 3 níveis de portas lógicas**



# Obtenção de Funções Booleanas em 2 Níveis

- Uma mesma lógica Booleanas pode ser obtida por diversas funções diferentes, mas equivalentes, com diversos níveis de lógica
- Funções Booleanas em 2 níveis
  - Soma de produtos
    - lista as combinações das variáveis para as quais a função de saída vale 1
  - Produto de Somas
    - lista as combinações das variáveis para as quais a função de saída vale 0

## Exemplo

X	Y	Z	S
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

### Soma de Produtos

$$S = \bar{X}\bar{Y}\bar{Z} + \bar{X}Y\bar{Z} + X\bar{Y}Z + XYZ$$

$$S = \Sigma(0, 2, 5, 7)$$

### Produto de Somas

$$S = (X+Y+\bar{Z})(X+\bar{Y}+\bar{Z})(\bar{X}+Y+Z)(\bar{X}+\bar{Y}+Z)$$

$$S = \Pi(1, 3, 4, 6)$$

# Exercícios Lógicos

---

**Extraia as funções lógicas e implemente as mesmas utilizando portas lógicas. Faça as tabelas verdade e extraia a soma de produtos e o produto de somas**

- 1. O caixa forte de um banco funciona com um sistema de chaves. Três pessoas têm as chaves: o gerente, seu auxiliar e o tesoureiro. A porta abre com, pelo menos, duas das três chaves, sendo que uma delas tem que ser a do tesoureiro**
- 2. O alarme de um carro possui interruptores para ligar/desligar nas duas portas da frente e um interruptor geral. O alarme soará se qualquer uma ou ambas as portas forem abertas quando o interruptor geral estiver ligado**
- 3. Uma casa possui um sistema de sensores e um cachorro dão suporte a um sistema de alarme ser disparado, avisando uma suposta tentativa de invasão. O alarme soará sempre que o cachorro da casa estiver latindo e qualquer um de 2 sensores, um instalado na janela e o outro na porta, for acionado**
- 4. Um laboratorista químico possui 4 produtos químicos A, B, C e D, que devem ser guardados em um depósito. Por conveniência, é necessário mover um ou mais produtos de um depósito para outro de tempos em tempos. A natureza dos produtos é tal, que é perigoso guardar B e C juntos, a não ser que A esteja no mesmo depósito. Também é perigoso guardar C e D juntos se B não estiver no depósito. Escreva uma expressão lógica S, de tal forma que,  $S=1$  sempre que existir uma combinação perigosa no depósito**

# Exercícios

---

5. O diretor de uma empresa solicitou ao departamento de Recursos Humanos (RH) a contratação de um funcionário que atenda a um dos requisitos Abaixo:

- **Sexo Masculino, com curso superior ou**
- **Sexo Feminino com curso superior e idade mínima de 30 anos ou**
- **Sem curso superior com experiência na área ou**
- **Sexo Feminino, menor de 30 anos, com curso superior.**

O gerente de RH, lendo tais requisitos, e usando seus conhecimentos de lógica, resolveu simplificá-los considerando cada característica como uma variável lógica:

- **M = sexo Masculino**
- **S = com curso Superior**
- **E = com Experiência**
- **I = Idade mínima 30**