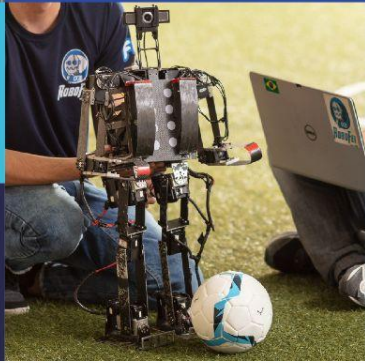




CCP010

Digital Experience



Portas Lógicas Avançadas

- As **portas lógicas avançadas** são portas digitais que realizam operações lógicas mais complexas, além das funções básicas realizadas com portas **AND**, **OR** e **NOT**
- Elas podem ser usadas em sistemas mais sofisticados, como unidades de processamento, circuitos de controle e comunicação

Portas Lógicas Avançadas

- Se considerarmos as portas **AND**, **OR** e **NOT** como sendo as portas elementares, as portas **NAND** e **NOR** podem ser consideradas portas lógicas avançadas
- Apesar de já conhecermos as portas **NAND** e **NOR**, podemos nos aprofundar ainda mais em suas funcionalidades e motivação

Portas Lógicas Avançadas

Universalidade de **NAND** e **NOR**

- Portas **NAND** e **NOR** podem ser usadas para **construir qualquer outra porta lógica ou circuito lógico**, tornando-as fundamentais para o design de circuitos digitais
- Pela combinação dessas 2 portas, é possível criar portas **AND**, **OR**, **NOT** entre outras, sem a necessidade de componentes adicionais

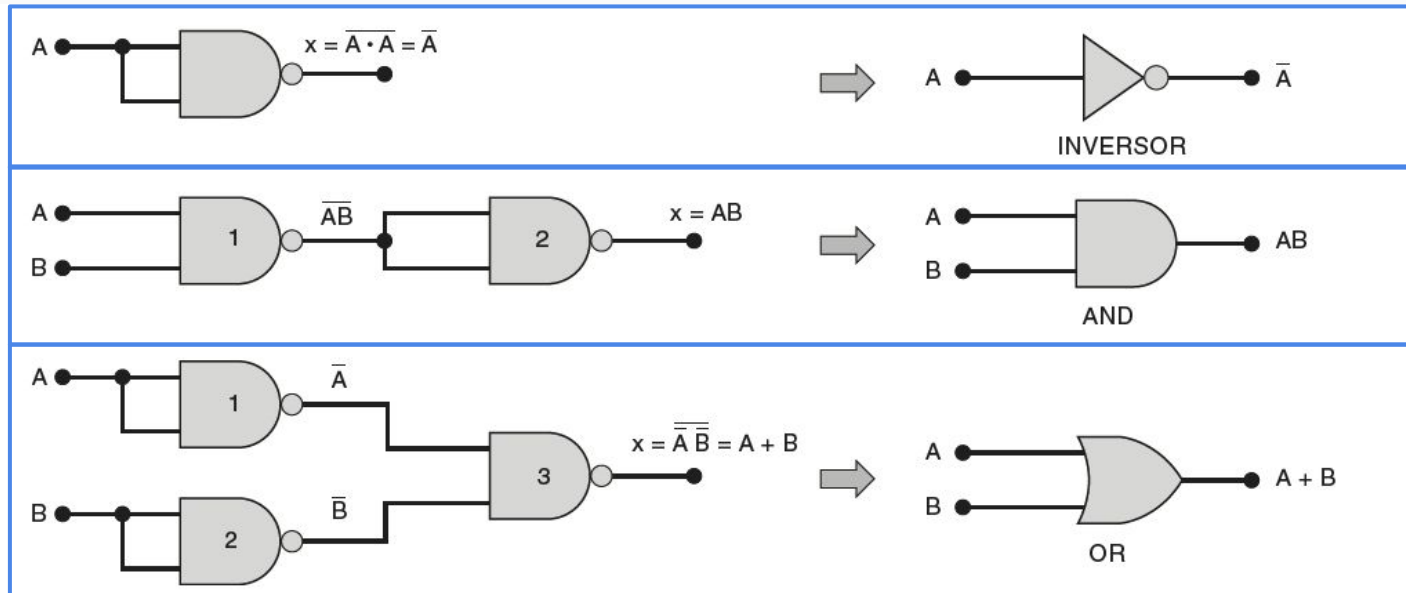
Portas Lógicas Avançadas

Universalidade de **NAND** e **NOR**

- A importância da universalidade das portas **NAND** e **NOR** no projeto de circuitos digitais é enorme!
- A universalidade oferece várias vantagens em termos de **simplicidade**, **custo**, **eficiência** e **escalabilidade** na construção de sistemas eletrônicos
 - Por exemplo: **NAND** e **NOR** usam menos transistores, então, é possível colocar mais circuitos em um mesmo CI

Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NAND**



Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NAND**

- Por que $\overline{A \cdot A} = \overline{A}$?
- Por que $\overline{\overline{A} \overline{B}} = A + B$?

Essas transformações podem ser explicadas / entendidas com o uso dos **Teoremas Booleanos**

Portas Lógicas Avançadas

Teoremas Booleanos

- São regras e propriedades usadas na álgebra booleana para **simplificar e transformar** expressões booleanas
- Os teoremas booleanos podem variar um pouco conforme a literatura, mas geralmente são divididos em 10 categorias

Portas Lógicas Avançadas

Teoremas Booleanos

1. Teorema da Identidade

- $A + 0 = A$
- $A \cdot 1 = A$

2. Teorema da Anulação

- $A + 1 = 1$
- $A \cdot 0 = 0$

3. Teorema da Idempotência

- $A + A = A$
- $A \cdot A = A$

4. Teorema do Complemento

- $A + \overline{A} = 1$
- $A \cdot \overline{A} = 0$

5. Teorema da Involução (Dupla Negação)

- $\overline{\overline{A}} = A$

6. Teorema da Comutatividade

- $A + B = B + A$
- $A \cdot B = B \cdot A$

Portas Lógicas Avançadas

Teoremas Booleanos

7. Teorema da Associatividade

- $(A + B) + C = A + (B + C)$
- $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$

8. Teorema da Distributividade

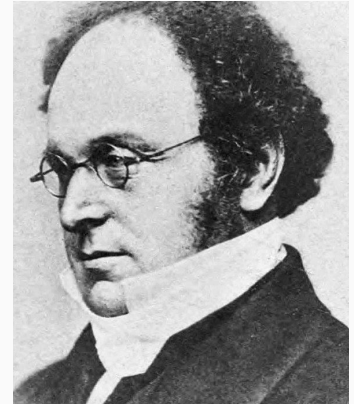
- $A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$
- $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$

9. Teorema da Absorção

- $A + (A \cdot B) = A$
- $A \cdot (A + B) = A$

10. Teoremas de De Morgan

- $\overline{(A \cdot B)} = \bar{A} + \bar{B}$
- $\overline{(A + B)} = \bar{A} \cdot \bar{B}$



***De Morgan:** matemático que propôs a simplificação de expressões em álgebra booleana. Define regras usadas para converter operações lógicas OR em AND e vice-versa*

Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NAND**

- Por que $\overline{A \cdot A} = \overline{A}$
- Por que $\overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A + B$

3. Teorema da Idempotência

- $A + A = A$
- $A \cdot A = A$

10. Teoremas de De Morgan

- $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$
- $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

5. Teorema da Involução (Dupla Negação)

- $\overline{\overline{A}} = A$

Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NAND**

- Exemplo: Dada a Tabela Verdade, desenhar o diagrama com portas **NAND** somente

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

→ $\bar{A}.\bar{B}$

→ $A.B$

$$S = \bar{A}.\bar{B} + A.B$$

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

$$S = \overline{(\bar{A}.\bar{B}).(A.B)}$$

*incluir
negação
dupla*

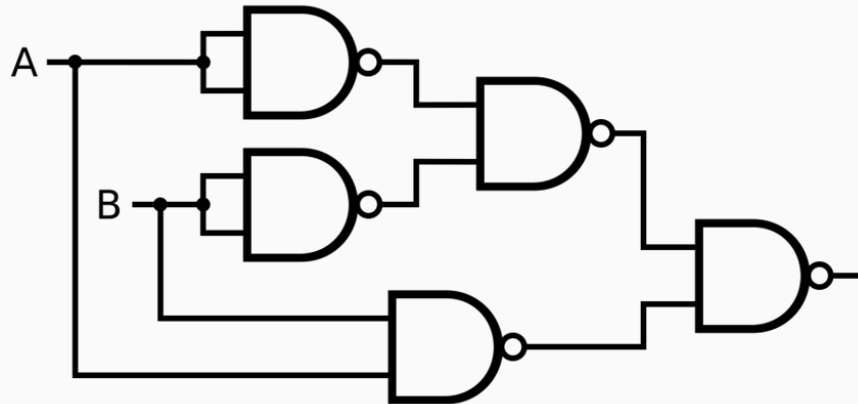
*depois de
aplicar de
morgan*

Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NAND**

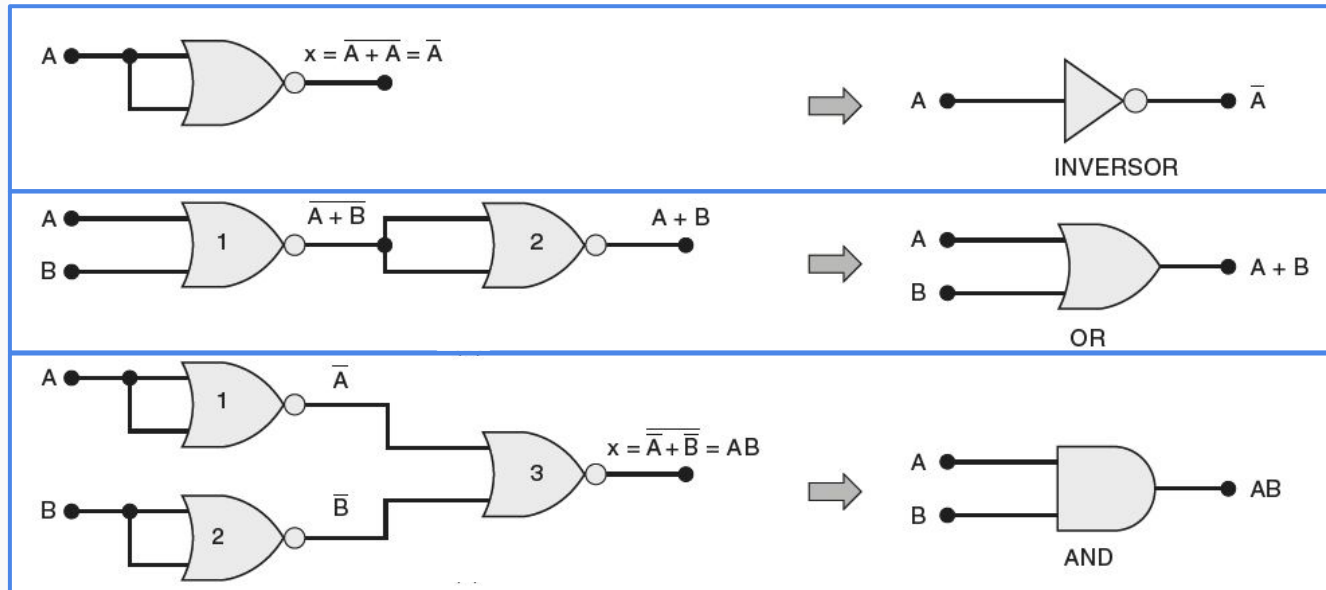
- Exemplo:

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



Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NOR**



Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NOR**

- Exemplo: Dada a Tabela Verdade, desenhar o diagrama com portas **NOR**

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

→ $\bar{A}.\bar{B}$

→ $A.B$

$$S = \bar{A}.\bar{B} + A.B$$

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

$$S = \overline{(\bar{A}.\bar{B}).(A.B)}$$

$$S = \overline{(\bar{A} + \bar{B}).(\bar{A} + \bar{B})}$$

$$S = \overline{(A+B)} + \overline{(\bar{A} + \bar{B})}$$

incluir
negação
dupla

depois de
aplicar de
morgan

de morgan

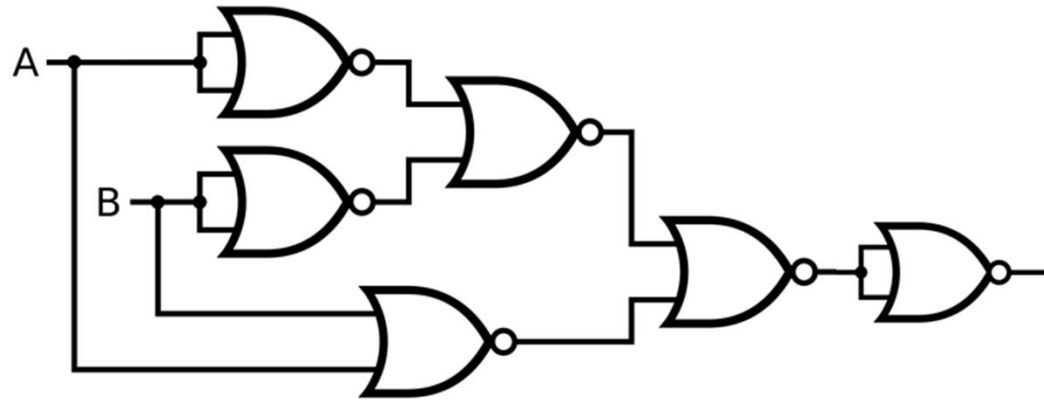
remover
dupla
negação

Portas Lógicas Avançadas

Universalidade da porta **NOR**

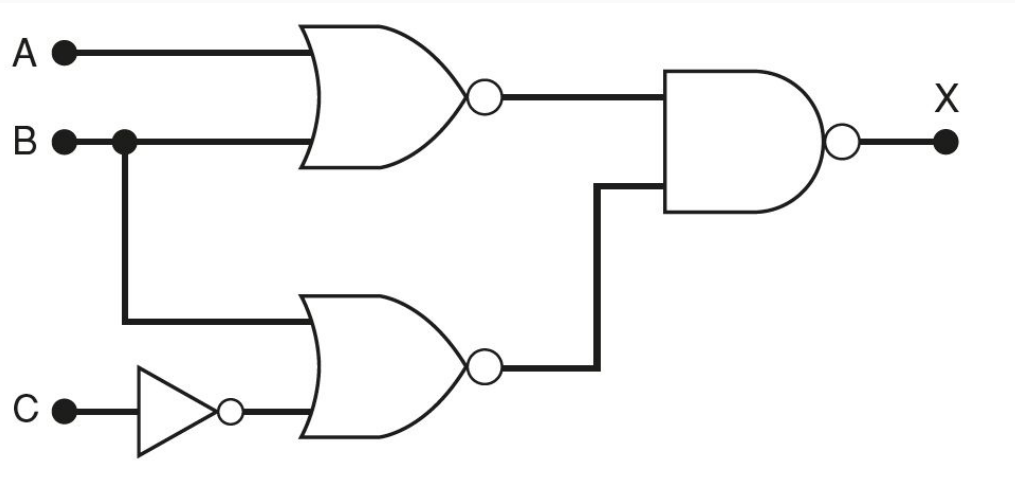
- Exemplo:

$$S = \overline{(\overline{A+B})} + \overline{(\overline{A}+\overline{B})}$$



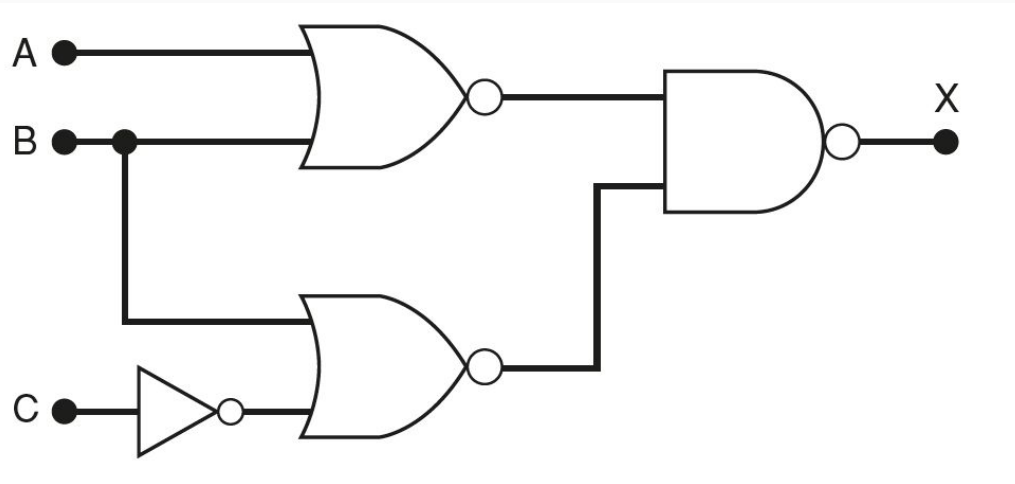
Portas Lógicas Avançadas

- **Exercício:** Determine a expressão booleana e construa um circuito somente com portas **NAND**



Portas Lógicas Avançadas

- **Exercício:** Determine a expressão booleana e construa um circuito somente com portas **NOR**



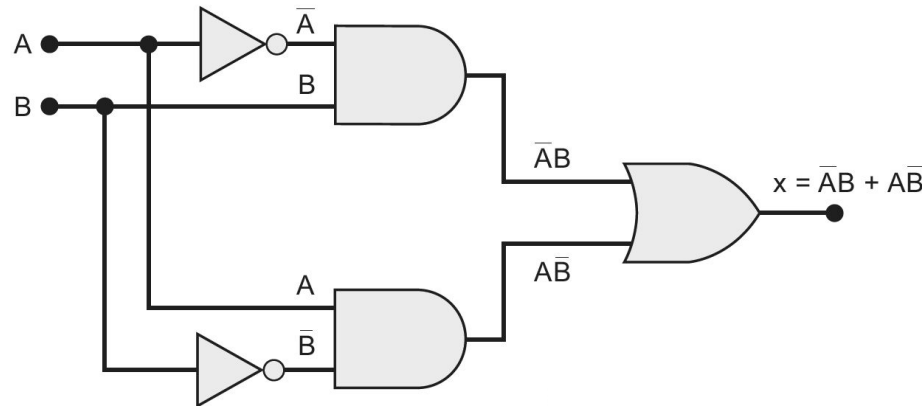
Portas Lógicas Avançadas

- Além das portas **NAND** e **NOR** temos também outras portas lógicas avançadas, como por exemplo, as portas:
 - **XOR** (*OR exclusivo*) e
 - **XNOR** (*coincidência*)

Portas Lógicas Avançadas

Porta **XOR** (*OR Exclusivo*)

- Essa porta produz uma saída em nível **ALTO (1)** sempre que as duas entradas estiverem em **níveis opostos**
- Circuito da porta **XOR**:

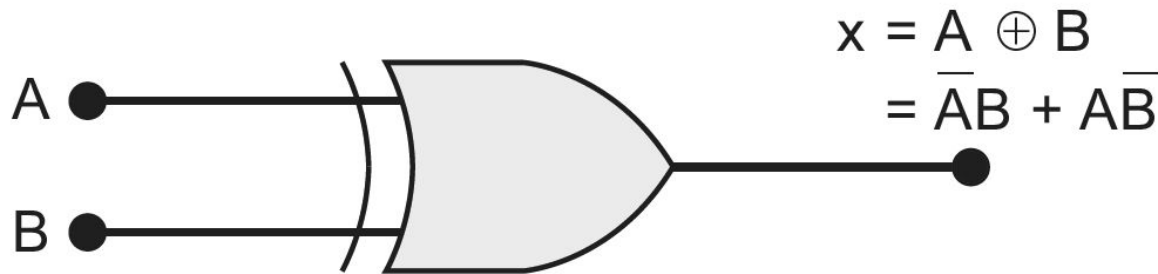


A	B	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Portas Lógicas Avançadas

Porta **XOR** (*OR Exclusivo*)

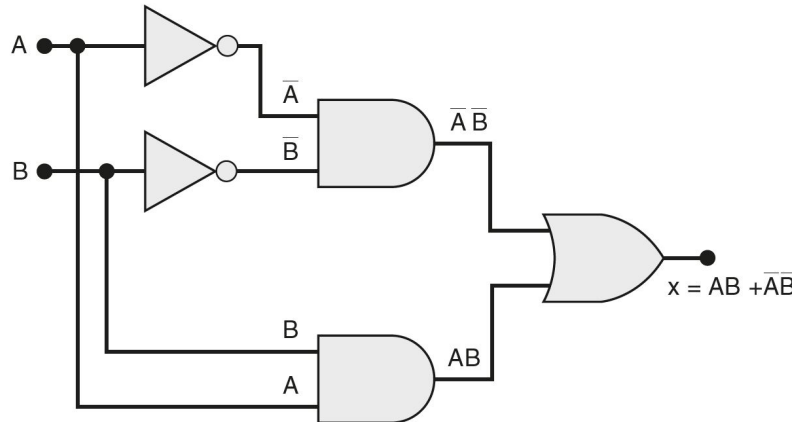
- Símbolo da porta **XOR** e da operação na expressão booleana



Portas Lógicas Avançadas

Porta **XNOR** (Coincidência)

- Essa porta produz uma saída em nível **ALTO (1)** sempre que as duas entradas **coincidirem**
- Circuito da porta **XNOR**:

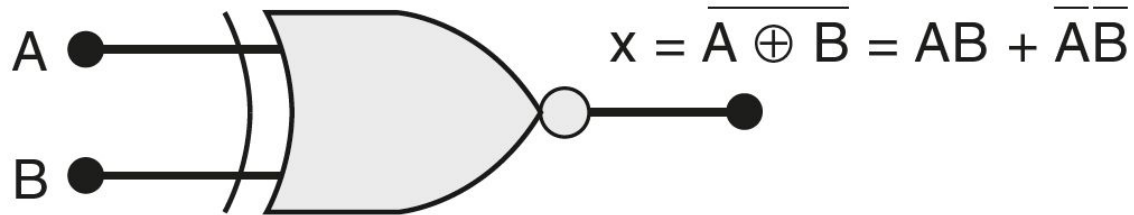


A	B	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Portas Lógicas Avançadas

Porta **XNOR** (Coincidência)

- Símbolo da porta **XNOR** e da operação na expressão booleana



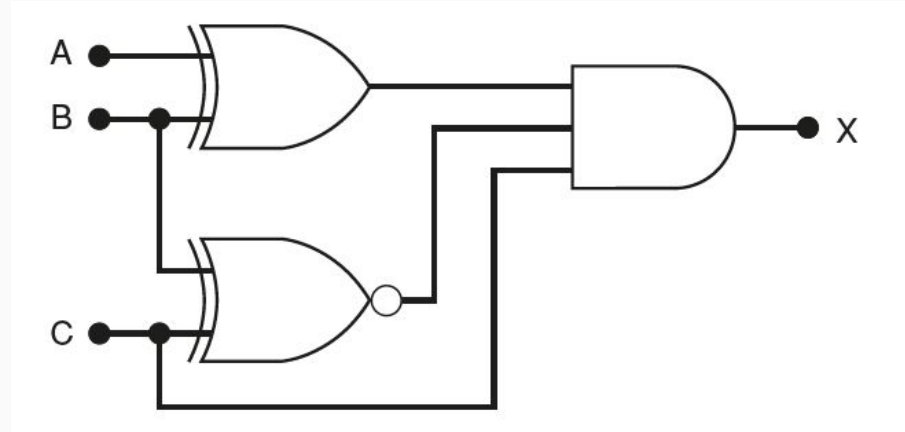
Portas Lógicas Avançadas

- **Exercício:** Projete um circuito que produza uma saída em nível **ALTO** só quando todas as três entradas do projeto estiverem no mesmo nível
 - Faça a Tabela Verdade para obter a expressão booleana
 - Faça o projeto com portas **AND**, **OR**, **NOT**
 - Faça o projeto considerando o uso de portas **NAND** somente
 - Faça o projeto considerando somente uso das portas **XOR** e/ou **XNOR**

Portas Lógicas Avançadas

- Exercícios para entrega

Exercício 01: Determine as condições de entrada necessárias para gerar uma saída $x = 1$ no circuito abaixo. Exiba a Tabela Verdade.



Portas Lógicas Avançadas

- **Exercícios para entrega**

Exercício 02: A porta **NOR** é universal, ou seja, é possível criar um circuito que represente qualquer lógica combinatória utilizando apenas esta porta. Assim, resolva os exercícios abaixo:

- a) Crie um circuito que representa a operação **XOR**, apenas utilizando Portas **NOR**. Exiba a Tabela Verdade do circuito criado;
- b) Crie um circuito que representa a operação **XNOR**, apenas utilizando Portas **NOR**. Exiba a Tabela Verdade do circuito criado.

Portas Lógicas Avançadas

- Exercícios para entrega

Exercício 03: Construa um circuito somente com portas **NAND**

a) $S = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}$

b) $S = \overline{A}\overline{B} + A\overline{C}\overline{D} + B\overline{C}\overline{D}$

Portas Lógicas Avançadas

- Exercícios para entrega

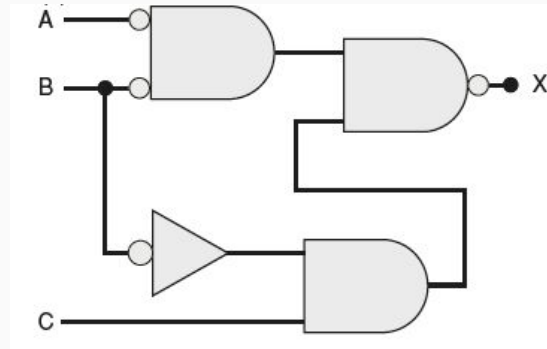
Exercício 04: Construa um circuito somente com portas **NOR**

- a) $S = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}$
- b) $S = \overline{A}\overline{B} + A\overline{C}\overline{D} + B\overline{C}\overline{D}$
- c) $S = \overline{(\overline{A} + B + \overline{C})} \cdot (\overline{A} + \overline{B} + C)$

Portas Lógicas Avançadas

- Exercícios para entrega

Exercício 05: Determine a expressão booleana e construa um circuito somente com portas **NAND**



Portas Lógicas Avançadas

- Exercícios para entrega

Exercício 06: Determine a expressão booleana e construa um circuito somente com portas **NAND**

