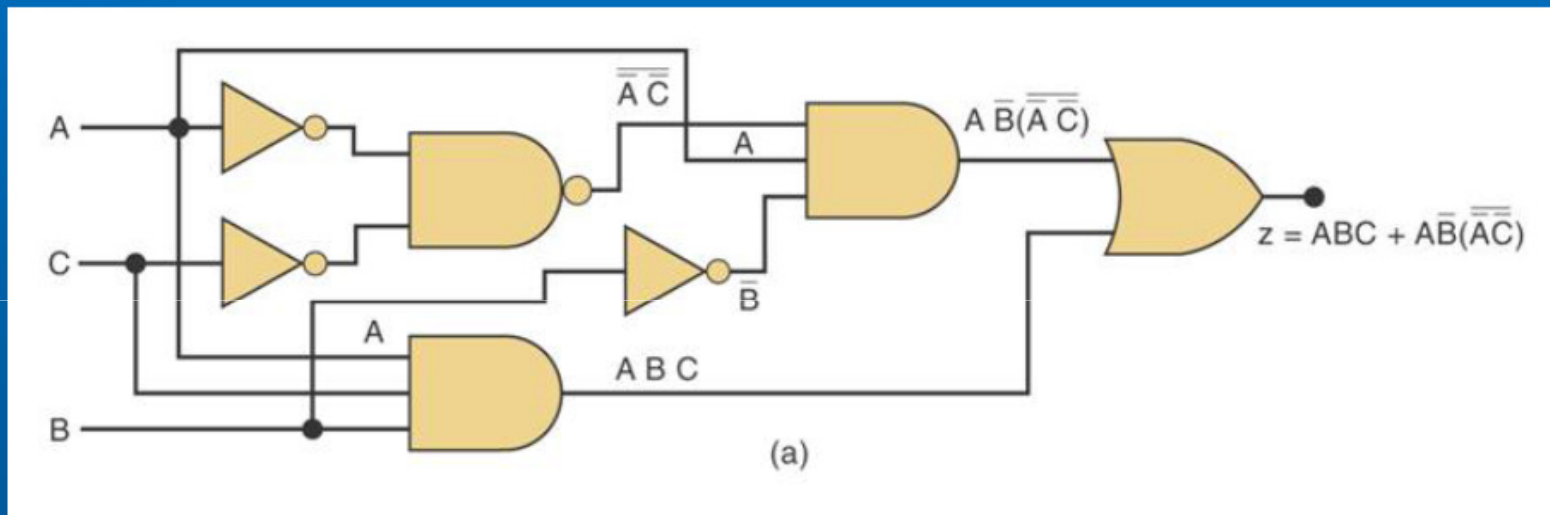


Aula 5 – Circuitos Combinacionais

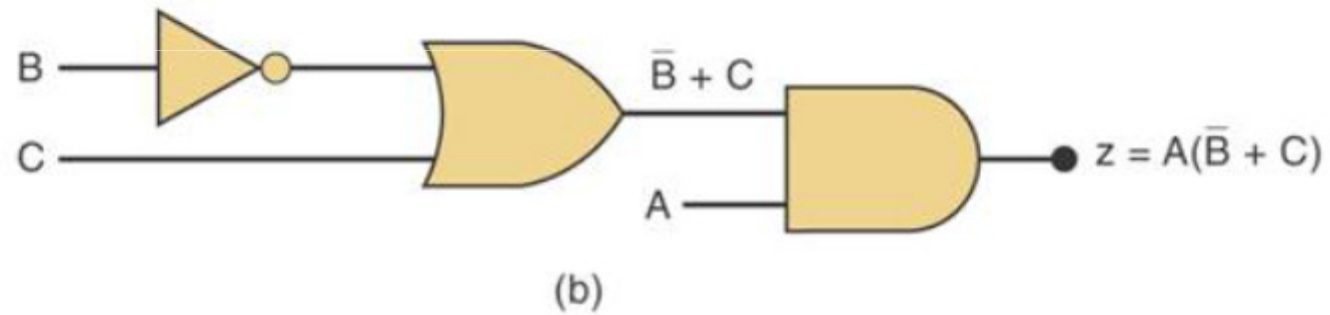
Prof. Dr. Emerson Carlos Pedrino
024376 – Circuitos Digitais
DC/UFSCar
www.dc.ufscar.br/~emerson

Simplificação de Circuitos Lógicos



- Determinar a expressão de saída
- Simplificar a expressão (álgebra de Boole)
- Montagem do novo circuito

Circuito Simplificado



Projeto de Circuitos Digitais

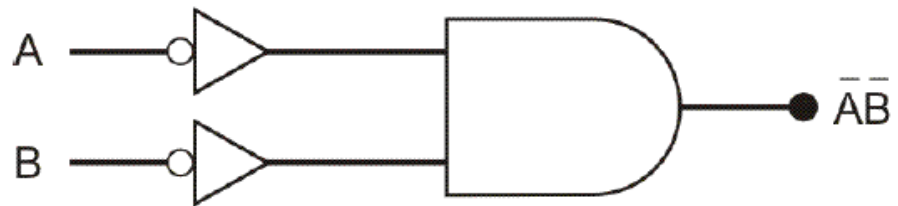
- Montagem da Tabela Verdade;
- Determinação da “expressão de saída” do circuito;
- Simplificação da expressão de saída
 - Álgebra Booleana
- Montagem do circuito lógico

Expressão de Saída

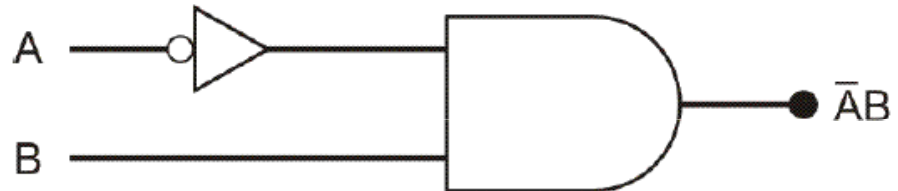
- Existem 4 maneiras possíveis de fazer a operação AND com dois sinais de entrada;
- Essas saídas são chamadas de produtos fundamentais ou produtos canônicos
- Para esses produtos, só existe uma combinação possível para que o resultado seja 1.

A	B	Produto Fundamental
0	0	$\overline{A} \cdot \overline{B}$
0	1	$\overline{A} \cdot B$
1	0	$A \cdot \overline{B}$
1	1	$A \cdot B$

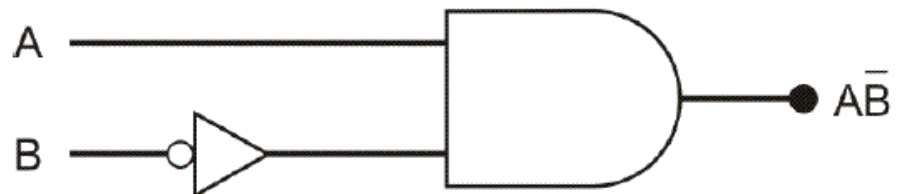
Produtos Canônicos



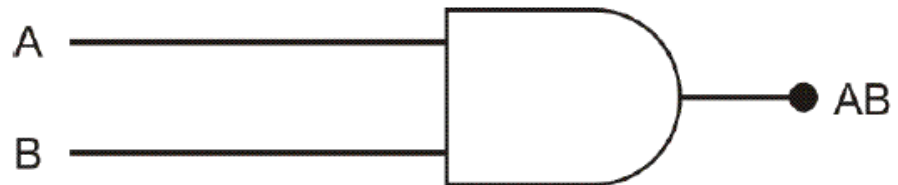
{ ALTO apenas quando $A = 0, B = 0$ }



{ ALTO apenas quando $A = 0, B = 1$ }



{ ALTO apenas quando $A = 1, B = 0$ }



{ ALTO apenas quando $A = 1, B = 1$ }

Soma de Produtos

- Método utilizado para encontrar a equação lógica de um circuito digital;
- A equação fica como uma soma dos produtos canônicos que produzem uma saída alta;
- A expressão do circuito fica sempre correta pois, para uma soma ter resultado alto ($= 1$), basta que apenas um dos termos da soma seja igual a 1: $(A + 1 = 1)$

Soma de Produtos

- Por exemplo, se na tabela verdade as entradas $A=1$, $B=0$ e $C=0$ resultam em uma saída alta, então seu produto fundamental é:

$$1 \cdot \overline{0} \cdot \overline{0} = A \overline{B} \overline{C} = 1$$

Soma de Produtos

- Dada a tabela-verdade, localize as saídas altas e escreva o produto fundamental delas

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

Soma de Produtos

- Localizado as saídas altas na tabela anterior, a equação da soma de produtos é:

$$0 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \rightarrow \overline{A}BC$$

$$1 \cdot 0 \cdot 1 = 1 \rightarrow A\overline{B}C$$

$$1 \cdot 1 \cdot 0 = 1 \rightarrow AB\overline{C}$$

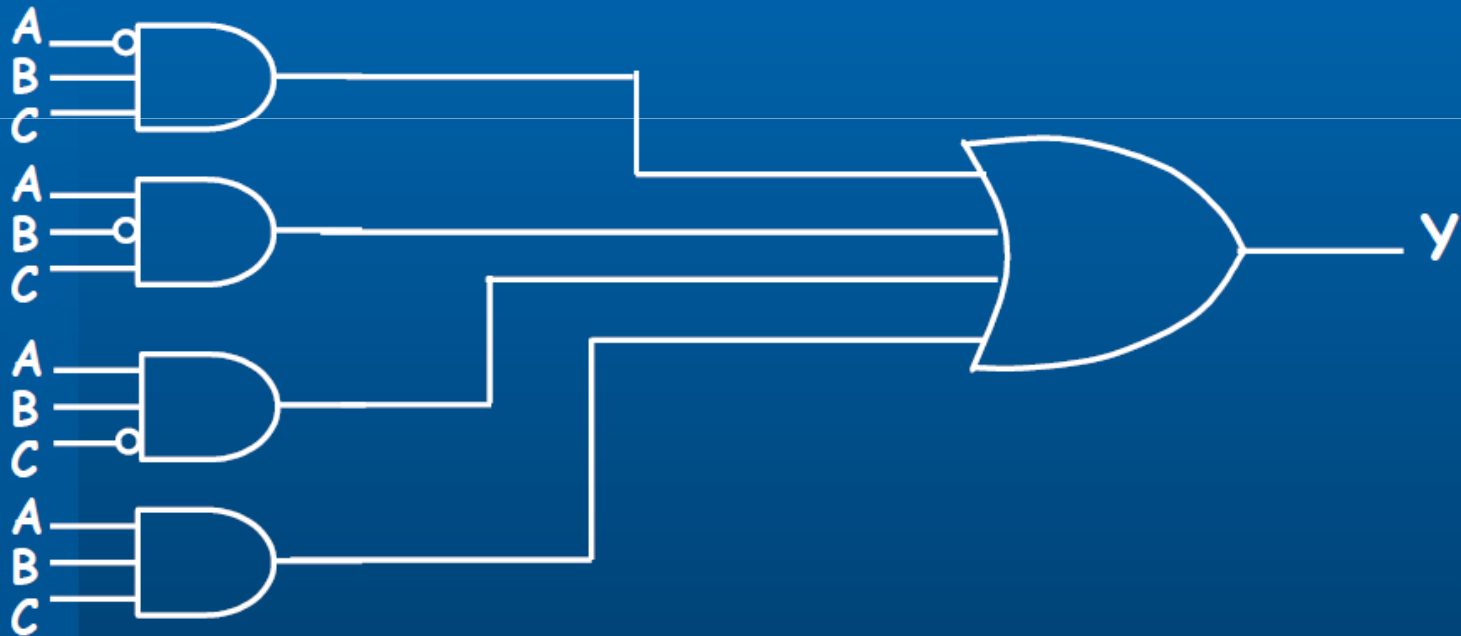
$$1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \rightarrow ABC$$

- Portanto, a equação de saída do circuito é:

$$Y = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

Soma de Produtos

- Desenhando o circuito lógico com portas AND e OR temos:



Produto das Somas

- Método também utilizado para encontrar a equação lógica de um circuito digital;
- A equação fica como um produto das somas das entradas que produzem uma saída **baixa**;
- A expressão do circuito fica sempre correta pois, para um produto ter resultado baixo (= 0), basta que apenas um dos termos seja igual a 0:
($A \cdot 0 = 0$)

Produto das Somas

- Por exemplo, se na tabela verdade as entradas $A=1$, $B=0$ e $C=0$ resultam em uma saída baixa, então sua soma é:

$$\overline{1} + 0 + 0 = \overline{A} + B + C = 0$$

Produto das Somas

- Dada a tabela-verdade, localize as saídas baixas e escreva a soma que resulta em 0

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

Produto das Somas

- Localizado as saídas baixas na tabela anterior, a equação das somas ficam:

$$0 + 0 + 0 = 0 \rightarrow A+B+C$$

$$0 + 0 + \overline{1} = 0 \rightarrow A+B+\overline{C}$$

$$0 + \overline{1} + 0 = 0 \rightarrow A+\overline{B}+C$$

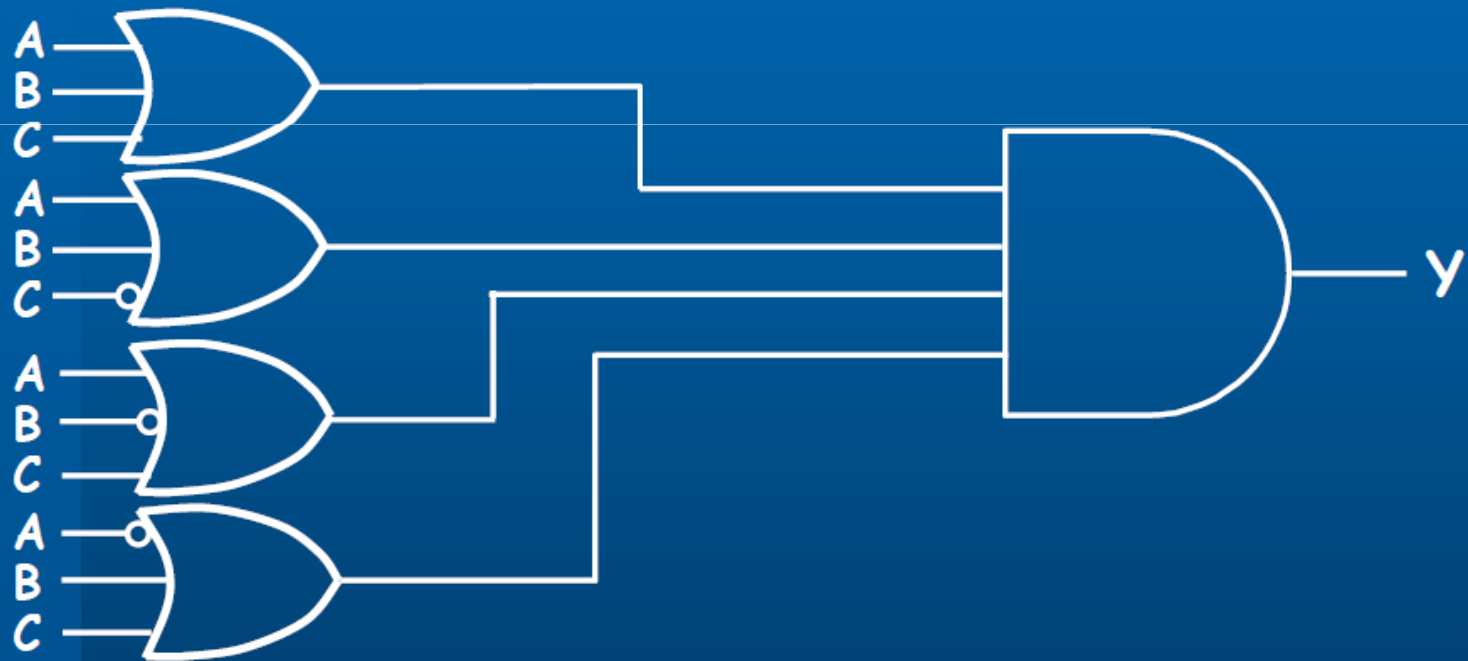
$$\overline{1} + 0 + 0 = 0 \rightarrow \overline{A}+B+C$$

- Portanto, a equação de saída do circuito é:

$$Y = (A+B+C) \cdot (A+B+\overline{C}) \cdot (A+\overline{B}+C) \cdot (\overline{A}+B+C)$$

Produto das Somas

- Desenhando o circuito lógico com portas OR e AND temos:



Exercícios*😊

Exercício 1

- Dada a Tabela Verdade ao lado, ache a equação simplificada de saída utilizando:
 - a) Soma de produtos
 - b) Produto das somas

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

Exercícios*😊

Exercício 2

- **Projetar um circuito para uma máquina copiadora. Um LED de advertência deve acender quando o papel enroscar ou quando faltar papel na bandeja.**
- **Três sensores são instalados na máquina. Eles fornecem nível lógico 1 na saída na presença de papel.**
- **O sensor A indica a presença (1) ou ausência (0) de papel na bandeja e os sensores B e C indicam que o papel enroscou se ambos os sensores estiverem em (1) ao mesmo tempo;**

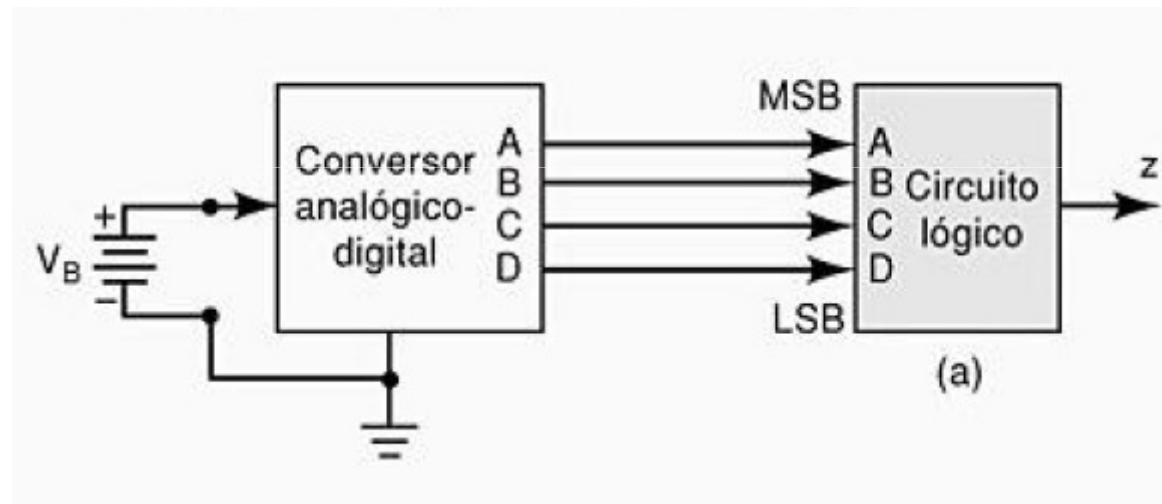
Exercícios* 😊😊

- Exercício 3 – Para acionar o LED na saída do circuito anterior, utilize um transistor NPN com resistor de base de $33\text{K}\Omega$ e de coletor de 100Ω . Mostre o diagrama esquemático completo do circuito final. Qual CI TTL poderia ser usado para implementar tal circuito?

Exercícios* 😊

- Exercício 4 – Na figura a seguir, um conversor AD (analógico-digital) está monitorando a tensão CC de uma bateria de 12 V de uma certa espaçonave em órbita. A saída de tal conversor é um número binário de 1 *nibble*, que corresponde à tensão da bateria em degraus de 1 V, sendo a variável A o MSB. Suas saídas são as entradas de um circuito que gera uma saída em nível Alto, sempre que o valor binário for maior que 6 (dec). Projete esse circuito lógico.

Exercício 4*😊😊



Referências

- Tocci, R. J. et al. Sistemas Digitais (princípios e aplicações), 10a Edição. Pearson, 2007.
- Vieira, M. A. C. SEL-0414-Sistemas Digitais, EESC-USP.