

Circuitos Lógicos

Aula 8

Aula passada

- Portas NAND e NOR
- Teoremas booleanos
- Teorema de DeMorgan
- Universalidade NAND e NOR

Aula de hoje

- Circuitos Combinacionais
- Expressão SOP
- Simplificação
- Construindo circuito via tabela verdade

Circuitos Combinacionais

- Circuitos que saída depende apenas no atual valor das entradas
- Todos os circuitos que vimos até agora!

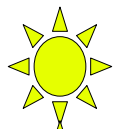


**Isto é um limitante?
Poderia ser diferente?**

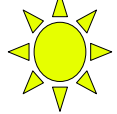
- Circuitos combinacionais não possuem memória
- Sério limitante
 - não permite lembrar das coisas!
- Veremos mais tarde circuitos com memória

Sum-of-Products (SOP)

- Padronização da representação de expressões algébricas booleanas
 - simplificar a expressão
 - facilitar construção do circuito
- Padrão SOP: Sum-of-Products (Soma-de-Produtos)
 - variáveis ou suas negações ANDed (Produto) e depois ORed (Soma)
 - AND pode ter 1,2,3,... variáveis
 - negação é somente na variável
- Exemplos



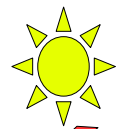
$$ABC + B'D$$



$$A'B' + BC + BD$$



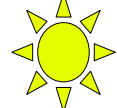
$$A' + CD(E+F)$$



$$A + B + C$$



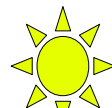
$$(AB)' + BC$$

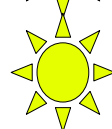



$$AB + CD + EF + A'$$

Product-of-Sums (POS)


- Padrão POS: Sum-of-Products (Soma-de-Produtos)
 - variáveis ou suas negações ORed (Soma) e depois ANDed (Produto)
 - OR pode ter 1,2,3,... variáveis
 - negação é somente na variável
- Exemplos

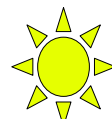
 ■ $(A+B+C)(B'+D)$

 ■ $A'(B+C)(B+D)$

 ■ $A'(CD+E)(E+F)$

 ■ ABC

 ■ $(A+B)'(B+C)$

 ■ $(A+B)CDE(F+G)$

Simplificação de Circuitos

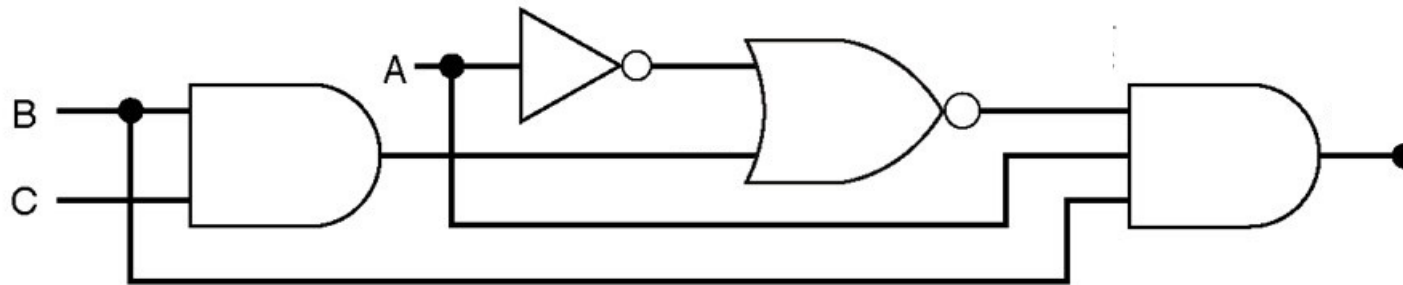
- Uso de teoremas (regras) para simplificar expressões
 - simplificação algébrica de circuitos

■ $A + 1 = 1$	■ $A \cdot 1 = A$	■ $A + B = B + A$
■ $A + 0 = A$	■ $A \cdot 0 = 0$	■ $A \cdot B = B \cdot A$
■ $A' + 1 = 1$	■ $A' \cdot 1 = A'$	■ $(A + B) + C = A + (B + C)$
■ $A' + 0 = A'$	■ $A' \cdot 0 = 0$	■ $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$
■ $A + A = A$	■ $A \cdot A = A$	■ $A(B + C) = AB + AC$
■ $A + A' = 1$	■ $A \cdot A' = 0$	■ $(A + B)(C + D) = AC + AD + BC + BD$

■ $A + AB = A$	■ Leis de DeMorgan
■ $A + A'B = A + B$	■ $(A + B)' = A' \cdot B'$
■ $A' + AB = A' + B$	■ $(AB)' = A' + B'$

Exemplo 1

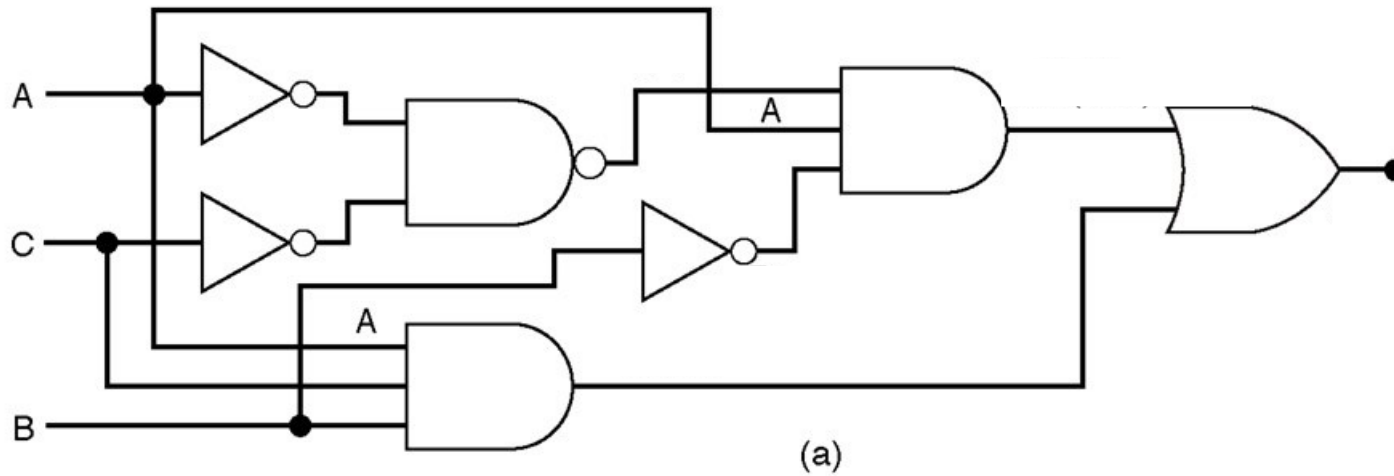
■ Expressão algébrica?



■ Expressão e circuito simplificado?

Exemplo 2

■ Expressão algébrica?



■ Expressão e circuito simplificado?

Exemplo 3

- Simplificar as expressões
- $Z = A'C(A'BD)' + A'BC'D' + AB'C$
- $Z = (A' + B)(A + B + D)D'$

Como simplificar (mecanicamente)?

- Difícil mecanizar processo de simplificação
 - até mesmo para um computador!
- Ideia: Colocar no formato SOP; Colocar em evidência termos com maior fator comum; cortar e repetir

Projetando Circuitos

- Você tem um problema para resolver
- Dada uma entrada, sabe os valores de saída
- ex. se temperatura acima de 50C liga alarme



Como projetar um circuito?

- Tabela verdade do *problema* determina como será o circuito!
- Obter expressão booleana que representa a tabela verdade
- Construir circuito a partir desta expressão
- Já sabemos!

Tabela Verdade → Expressão



Como obter a expressão booleana que representa uma tabela verdade?

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

(a)

- Quando o resultado da tabela verdade é 1?
- Como podemos capturar isto?
- Expressão $A'B$ representa exatamente a tabela verdade!
- Vale 1 exatamente quando tabela verdade vale 1

Tabela Verdade → Expressão



Caso geral, para qualquer tabela?

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

→ $A'BC'$

→ $A'BC$

→ ABC

- Quando o resultado da tabela verdade é 1?
- Como podemos capturar isto?
- Quando qualquer um deles é 1
- $A'BC' + A'BC + ABC$
- **SOP!**

Tabela Verdade → Expressão

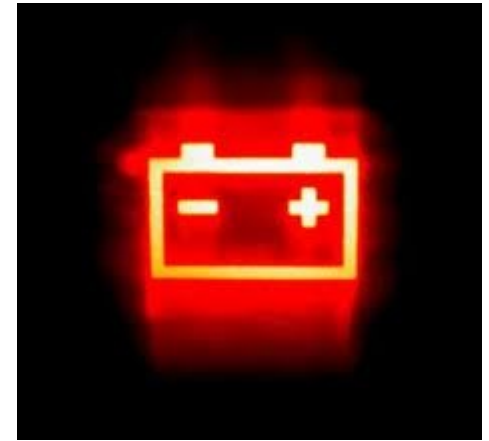
Receita de bolo

- 1) Interpretar o problema e construir tabela verdade que determina sua funcionalidade
- 2) Escrever o produto (AND) das variáveis para cada linha da tabela que possui valor 1
- 3) Escrever SOP para expressão resultante que representa a tabela
- 4) Simplificar expressão acima
- 5) Implementar o circuito usando expressão simplificada

Bateria do Carro

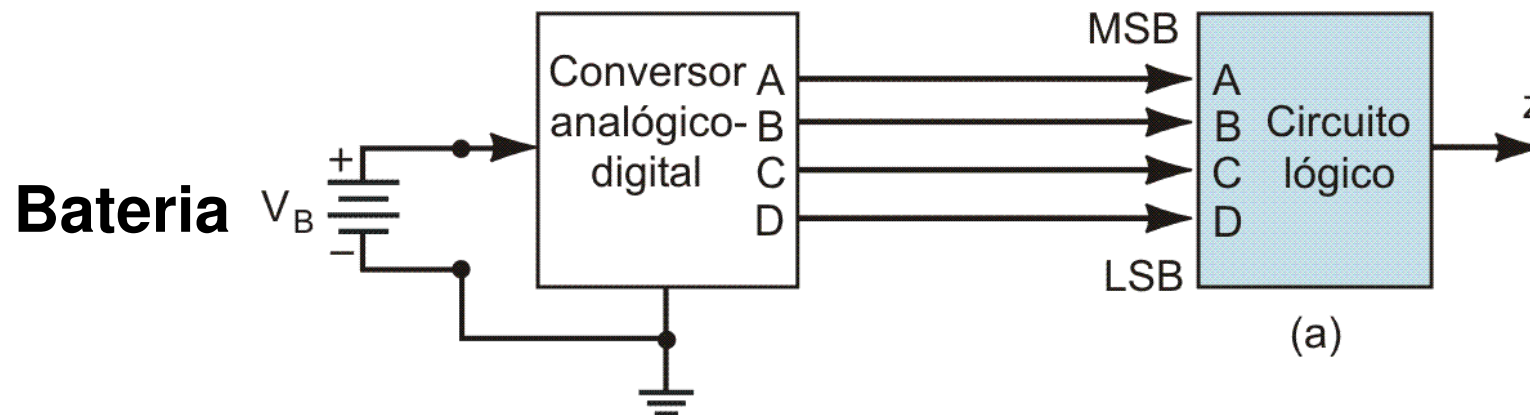


- Ascender luz de alerta quando tensão estiver com menos do que 9 volts



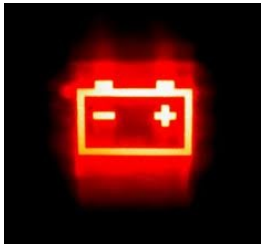
Circuito?

- Voltagem é convertida para sinal digital (4 bits), representando entre 0 e 15 volts



- $A=1, B=0, C=1, D=0$: Quantos volts?

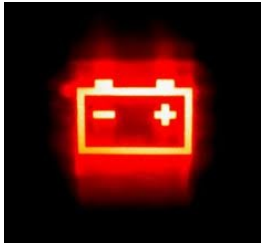
Bateria do Carro



- Construir tabela verdade com a lógica (funcionalidade) que queremos
- Ascender luz de alerta quando tensão estiver com menos do que 9 volts
- Expressão lógica que representa tabela verdade?
- $Z = A'B'C'D' + A'B'C'D + A'B'CD' + A'B'CD + A'BC'D' + A'BC'D + A'BCD' + A'BCD + AB'C'D'$

A	B	C	D	x
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

Bateria do Carro



- Simplificando expressão
- $Z = A'B'C'D' + A'B'C'D + A'B'CD' + A'B'CD + A'BC'D' + A'BC'D + A'BCD' + A'BCD + AB'C'D'$
- ...
- $Z = A' + AB'C'D'$
- Construindo o circuito