



Análise e síntese de circuitos combinatórios básicos

Sistemas Digitais 2016/2017

Pedro Salgueiro
pds@di.uevora.pt



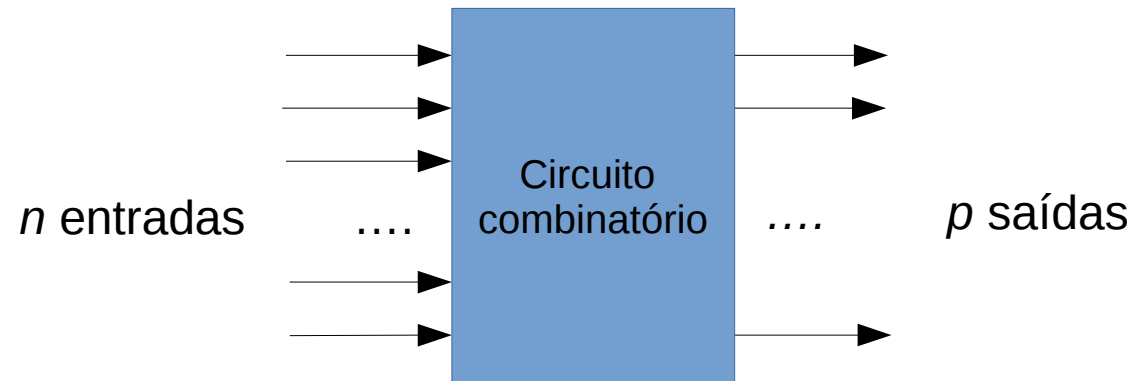
Sumário

- Circuito combinatório
- Análise
- Síntese
- Circuito integrado



Circuito combinatório

- O que é
 - Circuito lógico com n entradas e p saídas
 - O valor das saídas depende exclusivamente do valor das entradas no mesmo instante

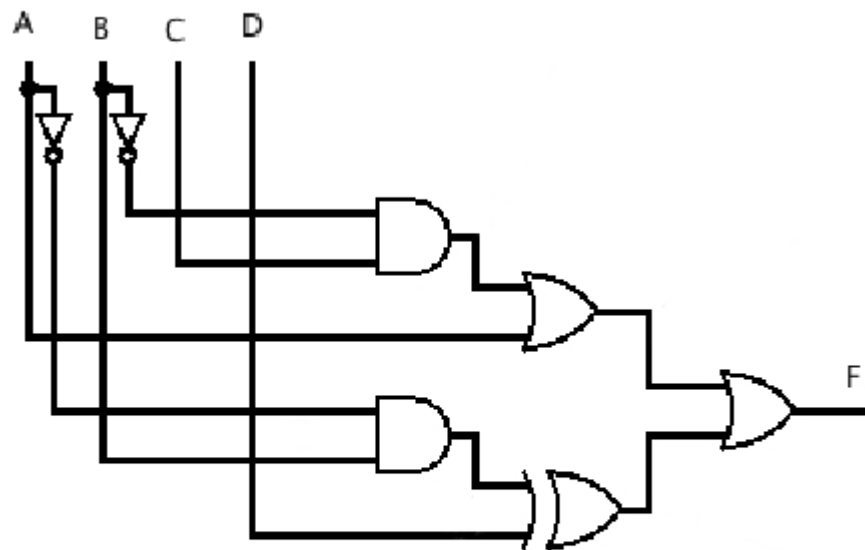




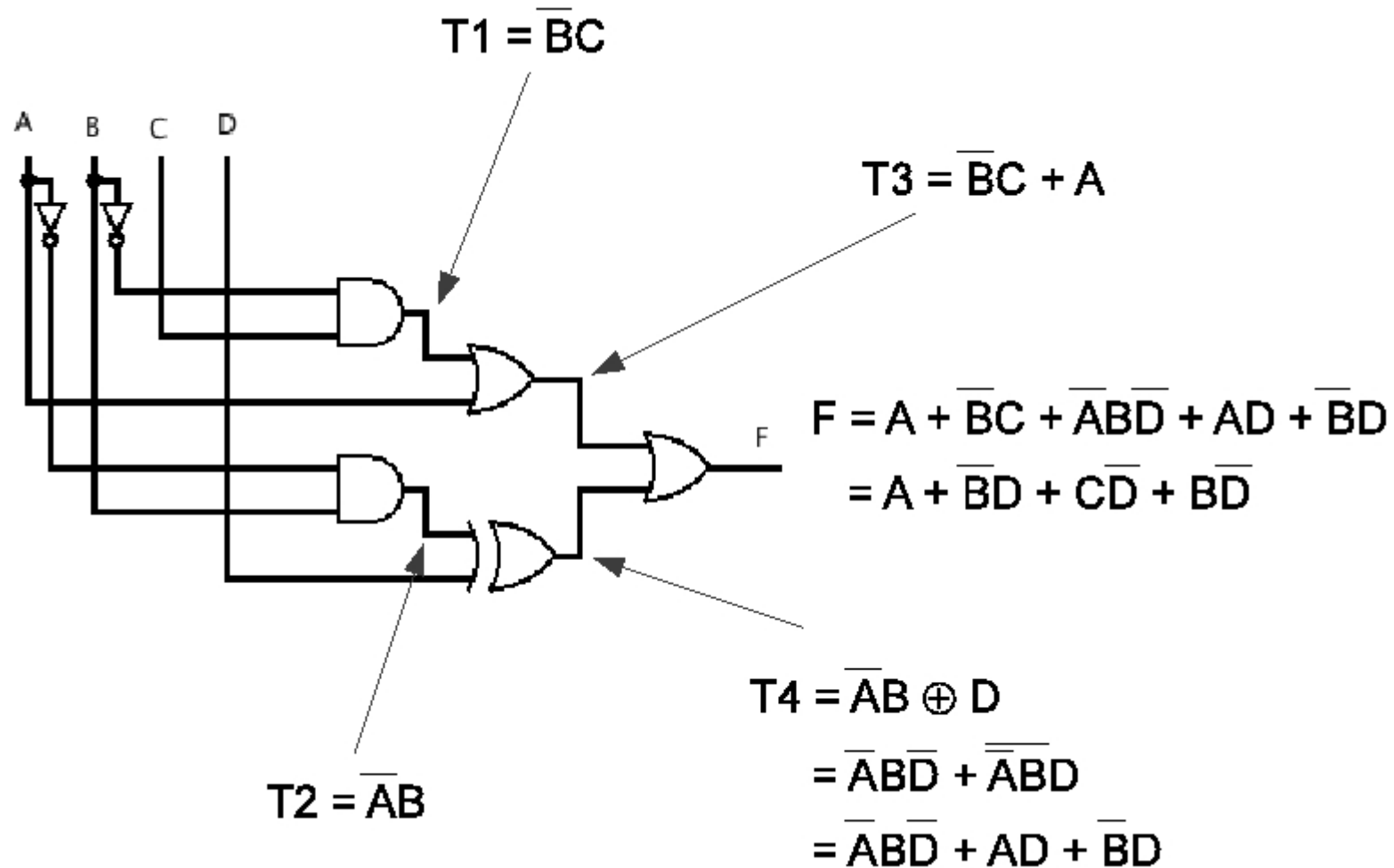
Análise de um circuito

- O que é
 - Inferir do logigrama as expressões mais simples usando ANDs, ORs e NOTs que relacionam as entradas com as saídas
- Como
 - Levantamento de equações, ou
 - Escrita da tabela de verdade

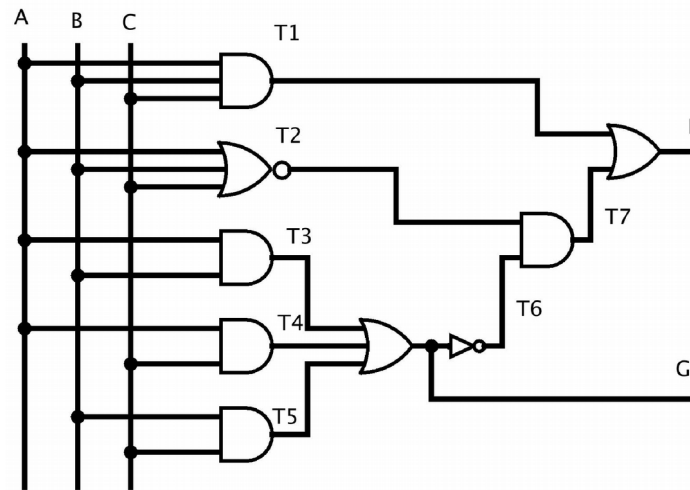
Levantamento de equações



Levantamento de equações



Escrita da tabela de verdade



A	B	C	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	F	G
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1



Síntese de um circuito

- O que é
 - Desenhar o logigrama que satisfaz o enunciado
- Como?
 1. Definir o nº de entradas e saídas
 2. Obter a tabela de verdade para cada saída
 3. Obter as expressões lógicas simplificadas
 4. Desenhar o logigrama do circuito
- Restrições
 - Portas NAND
 - Usar a forma normal disjuntiva
 - Portas NOR
 - Usar a forma normal conjuntiva



Exemplo 1

- Sintetize com portas NAND um circuito de três entradas que toma o valor 1 quando a maioria das entradas tomar o valor 1

A	B	D	F
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

Exemplo 1

- Sintetize com portas NAND um circuito de três entradas que toma o valor 1 quando a maioria das entradas tomar o valor 1

A	B	D	F
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

		BC			
A		00	01	11	10
		0	0	1	0
1		0	1	1	1

$$F = AB + AC + BC$$

Exemplo 1

- Sintetize com portas NAND um circuito de três entradas que toma o valor 1 quando a maioria das entradas tomar o valor 1

A	B	D	F
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

		BC			
A		00	01	11	10
	0	0	0	1	0
1		0	1	1	1

$$F = AB + AC + BC$$

$$F = \overline{\overline{AB + AC + BC}}$$

$$F = \overline{\overline{AB}} \cdot \overline{\overline{AC}} \cdot \overline{\overline{BC}}$$



Exemplo 1

- Sintetize com portas NAND um circuito de três entradas que toma o valor 1 quando a maioria das entradas tomar o valor 1

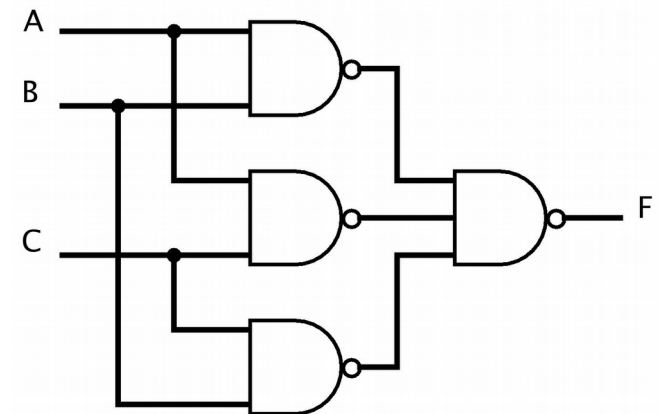
A	B	D	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

A \ BC				
	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

$$F = AB + AC + BC$$

$$F = \overline{\overline{AB + AC + BC}}$$

$$F = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{BC}}$$





Exemplo 2

- Os sócios de uma companhia possuem as percentagens de capital $A=40\%$, $B=30\%$, $C=20\%$ e $D=10\%$. As resoluções são votadas por maioria de 60% referentes ao capital. Cada sócio tem um botão que prime para votar a favor. Projete o circuito de forma a acender uma lâmpada no caso de uma moção merecer aprovação. Sempre que uma moção seja aceite ou rejeitada por unanimidade dever a acender uma segunda lâmpada.

Exemplo 2

A	B	C	D	M	U
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1

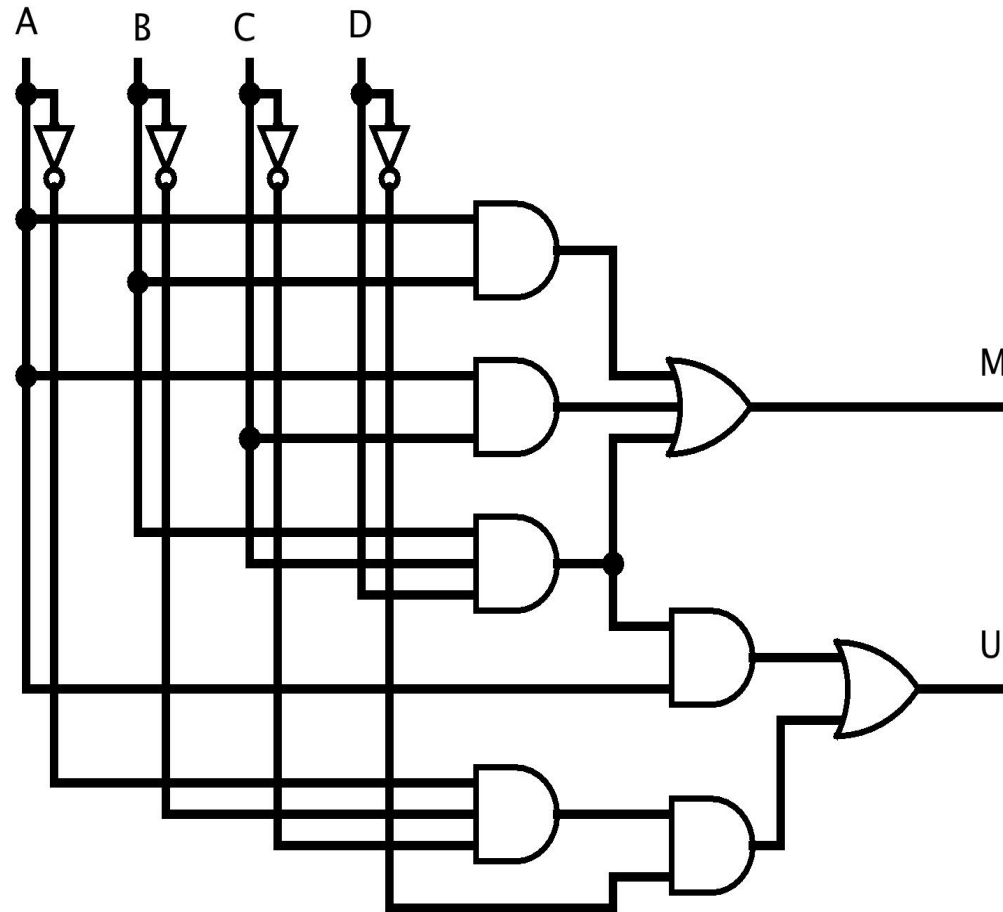
AB \ CD	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	1	1	1	1
10	0	0	1	1

$$M = AB + AC + BCD$$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	0

$$U = \bar{A} \bar{B} \bar{C} \bar{D} + ABCD$$

Exemplo 2



CI com portas lógicas simples

- Existem diversas tecnologias
 - TTL
 - CMOS: mais lenta que TTL mas consome menos
 - É a tecnologia em mais rápido crescimento, devido a ganhos de velocidade conseguidos recentemente, a sua grande capacidade de integração e o seu baixo consumo energético
 - ECL: É a tecnologia mais rápida, mas de consumo muito elevado
- TTL
 - 7404: 6 portas NOT
 - 7400: 4 portas NAND
 - 7402: 4 portas NOR
 - 7408: 4 portas AND
 - 7432: 4 portas OR
 - ...

