# Introdução à Computação

Prof.: Heron Aragão Monteiro

# Introdução à Computação

- Livro-texto
  - Elementos de Eletrônica Digital
    - Idoeta e Capuano

# Sistemas de Numeração

Capítulo 1

- Bases Computacionais
  - Decimal
  - Binário
  - Octal
  - Hexadecimal

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Base Binária
  - Algarismos
    - 0
    - 1
  - Nomenclatura
    - 1 dígito binário: bit – BInary digiT
    - 4 dígitos binários: nibble
    - 8 dígitos binários: byte
  - Notação
    - $101011_2$

# Sistemas de Numeração
## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Binário para o Decimal
  - Ponto de partida: decomposição de número decimal
    - Exemplo: 594
  - Conversão de binário para decimal
    - Escreve o binário com notação exponencial
      - Base binária
    - Obtém o decimal correspondente
    - Exemplo: converter $1101_2$ para decimal
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.2.1.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Decimal para o Binário
  - Método das divisões sucessivas pela base (2)
    - Exemplos
      - Converter 47 para binário
      - Converter 23 para binário
      - Converter 400 para binário
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.2.2.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão de Números Binários Fracionários para Decimais
  - Mesmo método da conversão de inteiros
  - Notação polinomial
  - Exemplo
    - Converter para decimal: 101,101
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.2.3.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão de Números Decimais Fracionários para Binários
  - Parte inteira: método das divisões sucessivas
  - Parte fracionária: método das multiplicações sucessivas
  - Exemplos
    - Converter para decimal: 8,375
    - Converter para decimal: 4,8
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.2.4.1

# Sistemas de Numeração

Capítulo 1

- Sistema Octal de Numeração
  - Algarismos
    - 0 a 7
  - Notação
    - $2175_8$
    - $101011_8$

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Octal para o Decimal
  - Escreve o octal com notação exponencial
    - Base oito
  - Obtém o decimal correspondente
  - Exemplo: converter $137_8$ para decimal
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.3.1.1

# Sistemas de Numeração

Capítulo 1

- Conversão do Sistema Decimal para o Octal
  - Método das divisões sucessivas pela base (8)
    - Exemplos
      - Converter 38 para octal
      - Converter 102 para octal
      - Converter 413 para octal
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.3.2.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Octal para Binário
  - Cada octal corresponde aos seguintes números binários
    - 0 – 000
    - 1 – 001
    - 2 – 010
    - 3 – 011
    - 4 – 100
    - 5 – 101
    - 6 – 110
    - 7 – 111
  - Método: troca o octal pelo grupo de binários correspondentes
  - Exemplo: converter $3015_8$ para binário.
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.3.3.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Binário para Octal
  - Método: troca cada grupo de três binários pelo octal correspondente
  - Começar o agrupamento da direita para a esquerda
  - Caso necessário, preencher com zeros para completar um grupo de três dígitos binários
  - Exemplo: converter $1001110101_2$ para octal.
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.3.4.1

# Sistemas de Numeração

Capítulo 1

- Sistema Hexadecimal de Numeração
  - Algarismos
    - 0 a 9 e as letras A, B, C, D, E, F
  - Notação
    - $A532_{16}$
    - $2175_{16}$
    - $101011_{16}$

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Hexadecimal para o Decimal
  - Escreve o octal com notação exponencial
    - Base dezesseis
    - Trocar a letra pelo decimal respectivo
  - Obtém o decimal correspondente
  - Exemplo: converter $53F_{16}$ para decimal
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.4.1.1

# Sistemas de Numeração
## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Decimal para o Hexadecimal
  - Método das divisões sucessivas pela base (16)
    - Para os restos entre 10 e 15, trocar o decimal pela respectiva letra.
    - Exemplos
      - Converter 538 para hexadecimal
      - Converter 64202 para hexadecimal
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.4.2.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Hexadecimal para Binário
  - Cada hexadecimal corresponde aos seguintes números binários

| | |
|---|---|
| 0 – 0000 | 8 – 1000 |
| 1 – 0001 | 9 – 1001 |
| 2 – 0010 | A – 1010 |
| 3 – 0011 | B – 1011 |
| 4 – 0100 | C – 1100 |
| 5 – 0101 | D – 1101 |
| 6 – 0110 | E – 1110 |
| 7 – 0111 | F – 1111 |

  - Método: troca o hexadecimal pelo grupo de binários correspondentes
  - Exemplo: converter $AE213_8$ para binário.
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.4.3.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Conversão do Sistema Binário para Hexadecimal
  - Método: troca cada grupo de quatro binários pelo hexadecimal correspondente
  - Começar o agrupamento da direita para a esquerda
  - Caso necessário, preencher com zeros para completar um grupo de quatro dígitos binários
  - Exemplo: converter $1101110101_2$ para hexadecimal.
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.4.4.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Operações Aritméticas no Sistema Binário
  - Adição
    - Tabuada
      - 0+0 = 0
      - 0+1 = 1
      - 1+0 = 1
      - 1+1 = **1**0 (Vai um, transporte ou carry)
    - Exemplos
      - 111000 + 111
      - 1001 + 11
      - 10111101011 + 11111
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.5.1.1

# Sistemas de Numeração
## Capítulo 1

- Operações Aritméticas no Sistema Binário
  - Subtração
    - Tabuada
      - 0-0 = 0
      - 0-1 = **1**1 (Vai um, transporte ou carry)**
      - 1-0 = 1
      - 1-1 = 0
    - Exemplos
      - 110111 - 111
      - 10110101 - 100
      - 101001011 - 11111
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.5.2.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Operações Aritméticas no Sistema Binário
  - Multiplicação
    - Tabuada
      - 0x0 = 0
      - 0x1 = 0
      - 1x0 = 0
      - 1x1 = 1
    - Exemplos
      - 110111 * 100
      - 101 * 101
      - 101011 * 111
  - Para estudar:
    - Exercícios resolvidos: 1.5.3.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Notação dos Números Binários Positivos e Negativos
  - Convenção: bit mais significativo (mais à esquerda)
    - 0 – número positivo
    - 1 – número negativo
  - Sinal-módulo ou sinal-magnitude
    - Exemplos
      - Representar +31 e -31
      - Representar -8 e +13 com oito bits
    - Desvantagens
      - Duas representações para o número zero
      - Estudo de sinal nas operações aritméticas

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Notação dos Números Binários Positivos e Negativos
  - Complemento de dois
    - Números positivos
      - Mesma forma de sinal-módulo
    - Números negativos
      - Obtém a representação do número positivo em sinal-módulo
      - Calcula o complemento de um
        - Inverte todos os bits do número
      - Calcula o complemento de dois
        - Soma um ao complemento de um
    - Exemplos:
      - Representar +19 e -12

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Notação dos Números Binários Positivos e Negativos
  - Complemento de dois
    - Motivação
    - Expansão do número de bits
      - Exemplos
        - Representar -8 e +14 com oito bits
    - Vantagens
      - Só uma representação para o número zero
      - Evita estudo de sinal nas operações aritméticas
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 1.5.4.1

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Utilização do Complemento de Dois em Operações Aritméticas
  - Para operações de soma com parcelas de sinais diferentes
    - A – B interpretado como A + (-B)
    - Calcula-se o complemento de dois de A e B, com mesma quantidade de bits
    - Efetua a soma com A
    - Caso resultado negativo
      - Calcular complemento de dois para avaliar resultado
    - Os números devem ter a mesma quantidade de bits
    - Estouro do número de bits deve ser desconsiderado

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Utilização do Complemento de Dois em Operações Aritméticas
  - Para operações de soma com parcelas de sinais iguais (**)
    - A + B ou (-A) + (-B)
    - Calcula-se o complemento de dois das parcelas, com a mesma quantidade de bits
    - Efetua a soma
    - Estouro do número de bits deve ser desconsiderado

(**) Este assunto não está no livro texto

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Utilização do Complemento de Dois em Operações Aritméticas
  - Para operações de soma com parcelas de sinais iguais (**)
    - Faz-se uma análise do sinal da soma, que deve ser o mesmo das parcelas
    - Se sinal da soma diferente, implica em overflow
      - Solução: expansão do número de bits das parcelas
    - Exemplos
      - Verifique se há overflow nas operações abaixo e corrija se necessário
        - 15 + 5
        - -30 + -8

(**) Este assunto não está no livro texto

# Sistemas de Numeração

## Capítulo 1

- Para fixação do capítulo
  - Exercícios propostos: 1.6

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Introdução
  - George Boole – 1854
    - Propôs Álgebra de Boole
  - Claude Shannon - 1938
    - Utilizou a Álgebra de Boole em circuitos

# Funções e Portas Lógicas

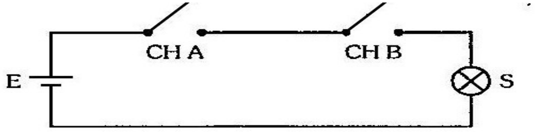
## Capítulo 2

- Funções Lógicas E, OU, NÃO, NE, NOU
  - Também chamadas de funções booleanas
  - São usados dois estados distintos:
    - 0
    - 1

# Funções e Portas Lógicas

## Capítulo 2

- Função E ou AND
  - Efetua a multiplicação lógica de duas ou mais variáveis
  - Representação
    - $S = A . B$
    - Circuito




    - Tabela verdade

| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

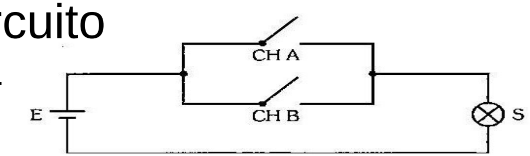
# Funções e Portas Lógicas

## Capítulo 2

- Função E ou AND
  - Porta lógica
    - 

  - Porta com mais de duas entradas

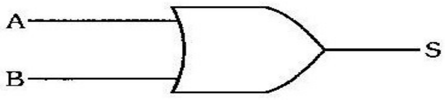
# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Função OU ou OR
  - Efetua a soma lógica de duas ou mais variáveis
  - Representação
    - $S = A + B$
    - Circuito
      -



    - Tabela verdade

| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

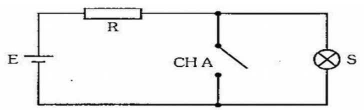
# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Função OU ou OR
  - Porta lógica
    - 

  - Porta com mais de duas entradas

# Funções e Portas Lógicas

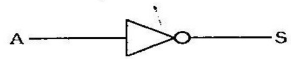
## Capítulo 2

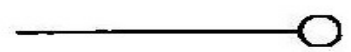
- Função NÃO ou NOT
  - Efetua a inversão do valor lógico de uma variável
  - Representação
    - $S=\bar{A}$
    - Circuito
      - 

    - Tabela verdade

| A | S |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Função NÃO ou NOT
  - Porta lógica
    - 

(antes de um outro bloco lógico)

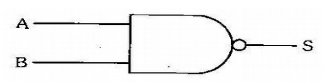
  - Não há portas com mais de uma entrada

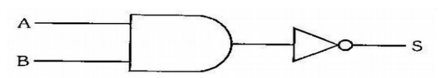
# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Função NÃO E, NE ou NAND
  - Efetua a o inverso da função E
  - Representação
    - $S=(\overline{A\,.\,B})$
    - Tabela verdade

| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

    - Representação



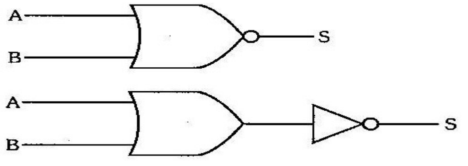



# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Função NÃO OU, NOU ou NOR
  - Efetua a o inverso da função E
  - Representação
    - $S = (\overline{A + B})$
    - Tabela verdade

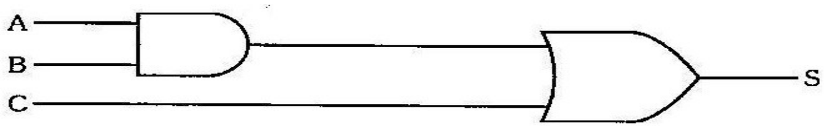
| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

    - Representação



# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

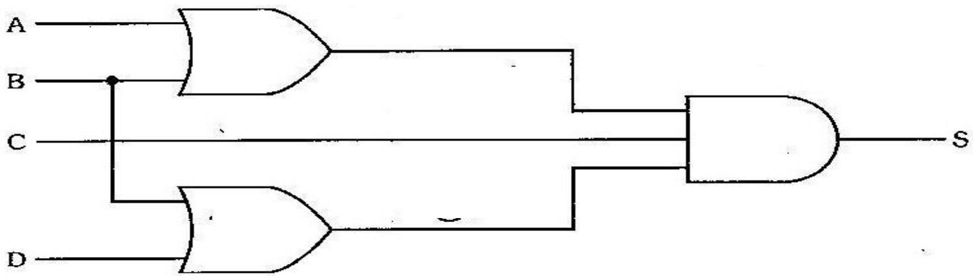
- Expressões Booleanas Obtidas de Circuitos Lógicos
  - Exemplo




  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 2.3.1

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Circuitos Obtidos de Expressões Booleanas
  - Exemplo
    - Expressão
      - $S=(A+B).C.(B+D)$
    - Circuito




  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 2.4.1

# Funções e Portas Lógicas

## Capítulo 2

- Tabelas da Verdade Obtidas de Expressões Booleanas
  - Procedimento
    - Montar o quadro de possibilidades – símbolos proposicionais
    - Montar colunas para os membros das expressões (subfórmulas)
    - Preencher as colunas com os resultados
    - Montar uma coluna para o resultado final
    - Preencher essa coluna com o resultado final

# Funções e Portas Lógicas

## Capítulo 2

- Tabelas da Verdade Obtidas de Expressões Booleanas
  - Exemplo
    - Obter a tabela verdade da expressão

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

  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 2.5.1

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Expressões Booleanas Obtidas de Tabelas Verdade
  - Forma Normal Disjuntiva
    - Escolher as linhas da tabela cuja saída é igual a 1
    - Montar cada subfórmula como multiplicação lógica
      - Os símbolos proposicionais com valor lógico zero devem ser negados
    - Unir todas as subfórmulas pela soma lógica

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Expressões Booleanas Obtidas de Tabelas Verdade
  - Forma Normal Conjuntiva
    - Escolher as linhas da tabela cuja saída é igual a 0
    - Montar cada subfórmula como soma lógica
      - Os símbolos proposicionais com valor lógico um devem ser negados
    - Unir todas as subfórmulas pela multiplicação lógica

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Expressões Booleanas Obtidas de Tabelas Verdade
  - Exemplo
    - Tabela Verdade
    - Forma Normal Disjuntiva
      - $S=\overline{A}.\overline{B}+A.\overline{B}$
    - Forma Normal Conjuntiva
      - $S=(A+\overline{B}).(\overline{A}+\overline{B})$
    - Para estudar
      - Exercícios resolvidos: 2.6.1

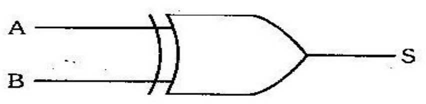
| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Bloco Lógico OU EXCLUSIVO
  - Tem a função de fornecer o valor lógico 1 quando apenas uma de suas entradas for igual a 1
  - Tabela verdade

| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

  - Representação



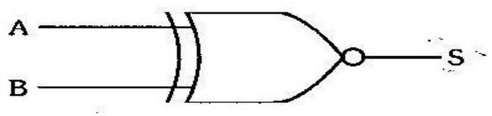
# Funções e Portas Lógicas

## Capítulo 2

- Bloco Lógico COINCIDÊNCIA
  - Tem a função de fornecer o valor lógico 1 quando as suas duas entradas tiverem valores iguais
  - Tabela verdade

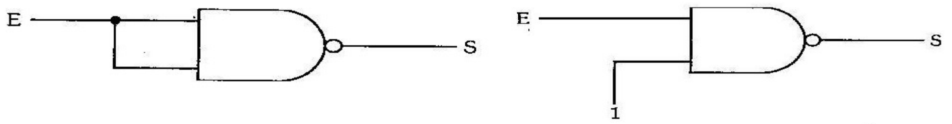
| A | B | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

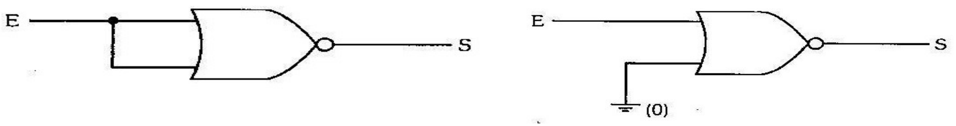
  - Representação

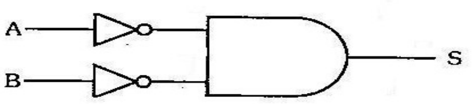



  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 2.7.4

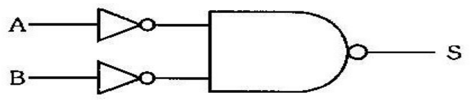
# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

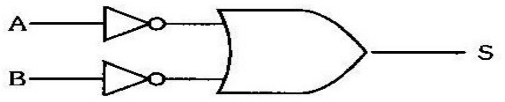
- Equivalência entre Blocos Lógicos
  - Inversor a partir de uma porta NE
    - 

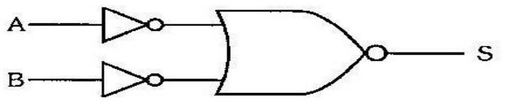
  - Inversor a partir de uma porta NOU
    - 

  - NOU a partir de inversores e porta E
    - 

# Funções e Portas Lógicas
## Capítulo 2

- Equivalência entre Blocos Lógicos
  - OU a partir de inversores e porta NE
    - 

  - NE a partir de inversores e uma porta OU
    - 

  - E a partir de inversores e uma porta NOU
    - 

# Funções e Portas Lógicas

Capítulo 2

- Equivalência entre Blocos Lógicos
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 2.8.6

- Para fixação do capítulo
  - Exercícios propostos: 2.9

# Álgebra de Boole e Simplificação

Capítulo 3

- Variáveis
  - Cada um dos diferentes símbolos proposicionais representado por uma letra
  - Podem assumir apenas um dos valores booleanos
    - 0 ou 1
- Expressões
  - Sentenças matemáticas compostas de termos cujas variáveis são booleanas
  - A ligação dos termos e das variáveis se dá por meio das funções lógicas
  - Podem assumir apenas um dos valores booleanos
    - 0 ou 1

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

- Postulados da complementação
  - Se $A=0$ → $\overline{A}=1$
  - Se $A=1$ → $\overline{A}=0$
- Identidade da complementação
  - $\overline{\overline{A}} = A$

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

- Postulados da adição
  - $0+0=0$
  - $0+1=1$
  - $1+0=1$
  - $1+1=1$
- Identidades da adição
  - $A+0=A$
  - $A+1=1$
  - $A+A=A$
  - $A+\overline{A}=1$

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

- Postulados da multiplicação
  - $0.0=0$
  - $0.0=0$
  - $1.0=0$
  - $1.1=1$
- Identidades da multiplicação
  - $A.0=0$
  - $A.1=A$
  - $A.A=A$
  - $A.\overline{A}=0$

# Álgebra de Boole e Simplificação

Capítulo 3

- Propriedade comutativa
  - Adição
    - $A+B=B+A$
  - Multiplicação
    - $A.B=B.A$
- Propriedade associativa
  - Adição
    - $A+(B+C)=(A+B)+C=A+B+C$
  - Multiplicação
    - $A.(B.C)=(A.B).C=A.B.C$

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

- Propriedade distributiva
  - $A.(B+C)=A.B+A.C$
  - Tabela verdade para verificação
- Teoremas de De Morgan
  - $(\overline{A.B})=\overline{A}+\overline{B}$
  - $(\overline{A+B})=\overline{A}.\overline{B}$

# Álgebra de Boole e Simplificação

Capítulo 3

- Identidades auxiliares
  - $A+A.B=A$
  - $(A+B).(A+C)=A+B.C$
  - $A+\overline{A}.B=A+B$

# Álgebra de Boole e Simplificação

Capítulo 3

- Simplificação Algébrica de Expressões Booleanas
  - Consiste em simplificar as expressões booleanas utilizando a Álgebra de Boole
  - Exemplo
    - Simplificar

$$S = ABC + A\overline{C} + A\overline{B}$$

$$S = A\left(BC + \overline{C} + \overline{B}\right)$$

$$S = A\left[BC + \left(\overline{C} + \overline{B}\right)\right]$$

$$S = A\left[BC + \overline{\overline{\left(\overline{C} + \overline{B}\right)}}\right]$$

$$S = A\left[BC + \left(\overline{BC}\right)\right]$$

$$S = A\left[1\right]$$

$$S = A$$

# Álgebra de Boole e Simplificação

Capítulo 3

- Simplificação Algébrica de Expressões Booleanas
  - Exemplo
    - Simplificar $S=\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}\,B\,\overline{C}+A\,\overline{B}\,C$

$$S=\overline{A}\,\overline{C}\left(\overline{B}+B\right)+A\,\overline{B}\,C$$

$$S=\overline{A}\,\overline{C}+A\,\overline{B}\,C$$

  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 3.8.1

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

- Mapa de Karnaugh
  - Mintermos e Maxtermos
    - Identificação
    - Representação
  - Formas Normais
    - Conjuntiva
    - Disjuntiva

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

- Mapa de Karnaugh
  - Preenchimento do mapa
    - Para duas variáveis
    - Para três variáveis
    - Para quatro variáveis
  - Regras de simplificação
    - Para duas variáveis
    - Para três variáveis
    - Para quatro variáveis

# Álgebra de Boole e Simplificação

## Capítulo 3

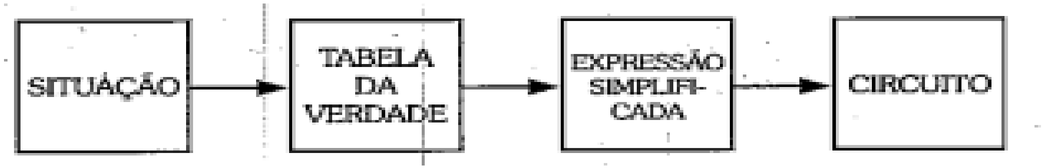
- Mapa de Karnaugh
  - Obtenção das expressões simplificadas
    - Mintermos
    - Maxtermos
  - Condições Irrelevantes
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 3.9.4 e 3.9.6.1
- Para fixação do capítulo
  - Exercícios propostos: 3.10
    - Não fazer 3.10.13, 3.10.16, 3.10.17 e 3.10.18

# Circuitos Combinacionais (1)

Capítulo 4

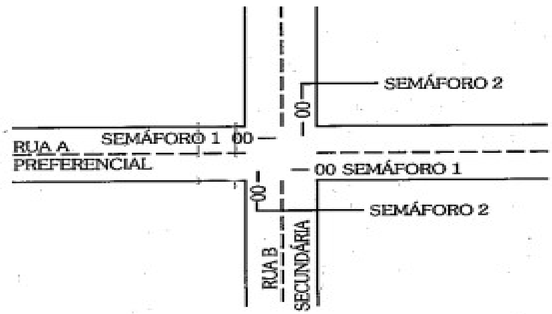
- Definição
  - São circuitos que dependem exclusivamente das combinações das variáveis de entrada


  - O circuito pode ser obtido pelo processo abaixo:



# Circuitos Combinacionais (1)
## Capítulo 4

- Circuito com duas variáveis
  - Controle de cruzamento




Condições:

- Trânsito só na rua B → sinal 2 aberto
- Trânsito só na rua A → sinal 1 aberto
- Trânsito nas duas ruas → sinal 1 aberto – preferencial

# Circuitos Combinacionais (1)

## Capítulo 4

- Circuito com duas variáveis
  - Controle de cruzamento
    - Variáveis de entrada
      - Existência de carro na rua A: A
      - Existência de carro na rua B: B
    - Variáveis de saída
      - Verde do sinal 1 aceso: $V_1$
      - Verde do sinal 2 aceso: $V_2$
      - Vermelho do sinal 1 aceso: $V_{m1}$
      - Vermelho do sinal 2 aceso: $V_{m2}$

# Circuitos Combinacionais (1)

Capítulo 4

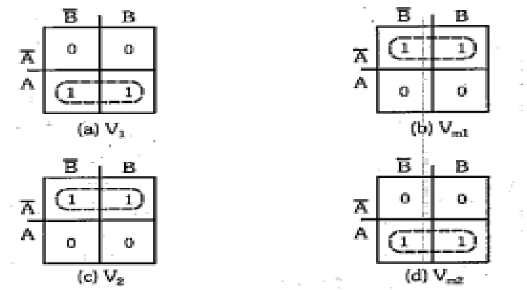
- Circuito com duas variáveis
  - Controle de cruzamento
    - Tabela verdade

| A | B | $V_1$ | $V_{m1}$ | $V_2$ | $V_{m2}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

← suposição

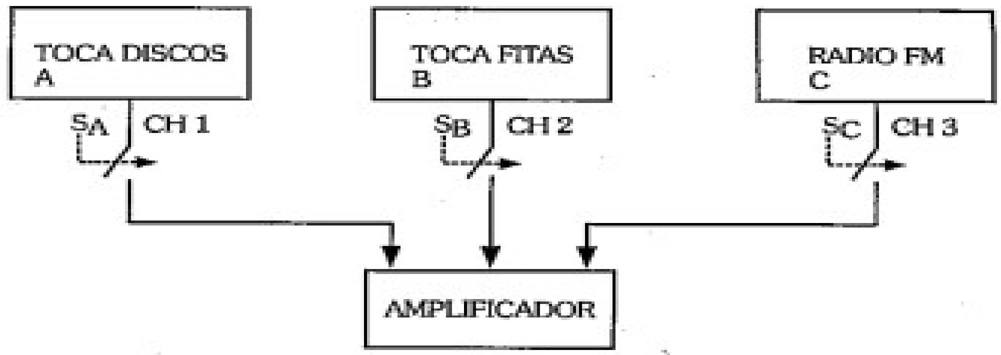
# Circuitos Combinacionais (1)
## Capítulo 4

- Circuito com duas variáveis
  - Controle de cruzamento
    - Simplificação
      - As expressões para $V_1$ e $V_{m2}$ são idênticas
      - As expressões para $V_2$ e $V_{m1}$ são idênticas
      - $V_1 = V_{m2} = A$
      - $V_2 = V_{m1} = \overline{A}$
    - Circuito



# Circuitos Combinacionais (1)
## Capítulo 4

- Circuito com três variáveis
  - Controle de amplificador
    - Condições
      - O toca-discos tem maior prioridade
      - O tocas fitas tem prioridade intermediária
      - O rádio tem prioridade inferior



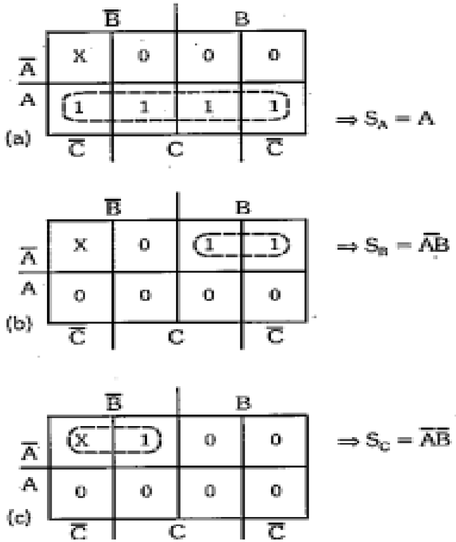
# Circuitos Combinacionais (1)
## Capítulo 4

- Circuito com três variáveis
  - Controle de amplificador
    - Variáveis de entrada: A, B e C
    - Variáveis de saída: $S_A$, $S_B$ e $S_C$
    - Tabela Verdade

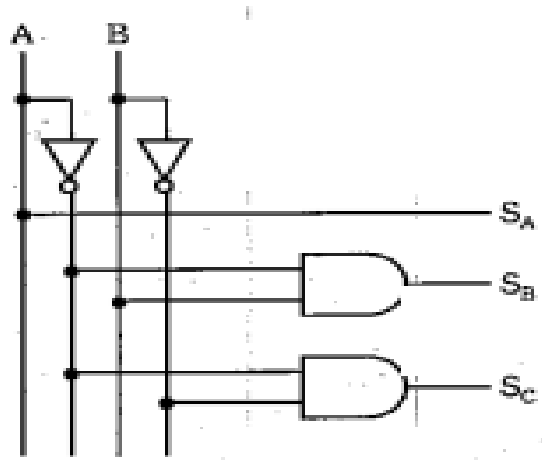
| A | B | C | SA | SB | SC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | X | X | X |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (1)
## Capítulo 4

- Circuito com três variáveis
  - Controle de amplificador
    - Simplificação




Circuito



# Circuitos Combinacionais (1)

Capítulo 4

- Circuito com quatro variáveis
  - Intercomunicadores
    - Estudar (4.2.3)
- Para estudar
  - Exercícios resolvidos: 4.2.4
- Para fixação do capítulo
  - Exercícios propostos: 4.3

# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

- Códigos
  - Exemplos de códigos existentes na eletrônica digital:
    - Código BCD – Binary Code Decimal
      - Usado para conversão de decimal para binário de quatro dígitos

| Decimal | BDC 8421 | BDC 7421 | BDC 5211 | BDC 2421 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1 | 0001 | 0001 | 0001 | 0001 |
| 2 | 0010 | 0010 | 0011 | 0010 |
| 3 | 0011 | 0011 | 0101 | 0011 |
| 4 | 0100 | 0100 | 0111 | 0100 |
| 5 | 0101 | 0101 | 1000 | 1011 |
| 6 | 0110 | 0110 | 1001 | 1100 |
| 7 | 0111 | 1000 | 1011 | 1011 |
| 8 | 1000 | 1001 | 1101 | 1110 |
| 9 | 1001 | 1010 | 1111 | 1111 |

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Códigos
  - Código excesso 3
    - Consiste na transformação, em binário, do decimal somado em três unidades

| Decimal | Excesso 3 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Códigos
  - Código Gray
    - Tem como principal característica a mudança de apenas um bit entre um número e outro

| Decimal | Gray | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 0 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

- Códigos
  - Código 2 entre 5
    - Possui sempre dois bits iguais a 1 dentro dos cinco bits.

| Decimal | 2 entre 5 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (2)
Capítulo 5

- Códigos
  - Código Johnson
    - Utilizado na construção do contador Johnson

| Decimal | Johnson | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (2)

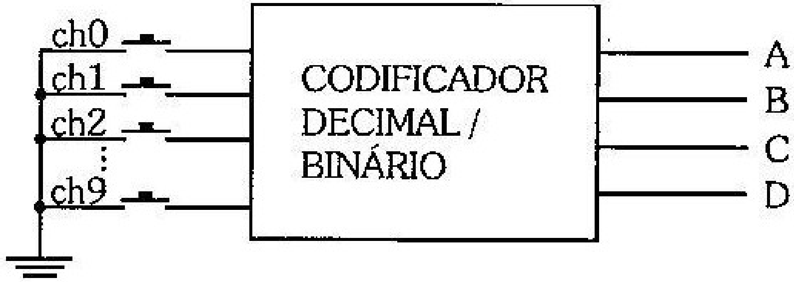
## Capítulo 5

- Codificadores e Decodificadores
  - Codificadores são circuitos combinacionais que permitem a passagem de um código conhecido para um código desconhecido
  - Decodificadores fazem o processo inverso
    - Porém essa diferenciação depende de um referencial
  - No geral esses circuitos podem ser chamados de decodificadores

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Codificador decimal/binário
  - Entrada consiste de um conjunto de chaves numeradas (0 a 9)
  - Saída composta por tantos fios quantas forem as quantidades de bits da saída
  - Estrutura geral




    - Por convenção a chave fechada equivale ao nível lógico 0

# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Codificador decimal/binário
  - Decimal → BCD 8421
    - Tabela Verdade

| Chave | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Ch0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ch2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Ch3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Ch4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Ch5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Ch6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Ch7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Ch8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Ch9 | 1 | 0 | 0 | 1 |

A saída A será 1 se Ch8 ou Ch9 for acionada

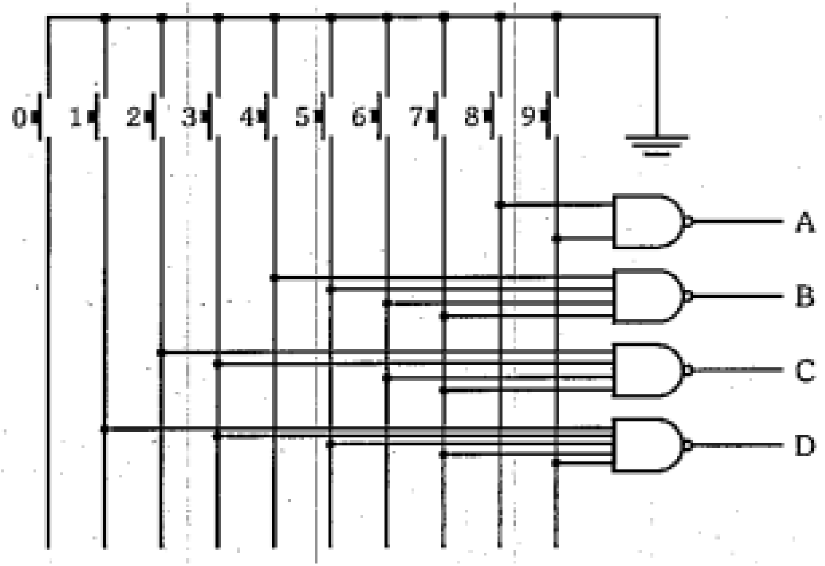
A saída B será 1 para Ch4, Ch5, Ch6 ou Ch7

A saída C será 1 para Ch2, Ch3, Ch6 ou Ch7

A saída D será 1 para Ch1, Ch3, Ch5, Ch7 ou Ch9

# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Codificador decimal/binário
  - Decimal → BCD 8421
    - Circuito




| Chave | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Ch0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ch2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Ch3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Ch4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Ch5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Ch6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Ch7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Ch8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Ch9 | 1 | 0 | 0 | 1 |

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

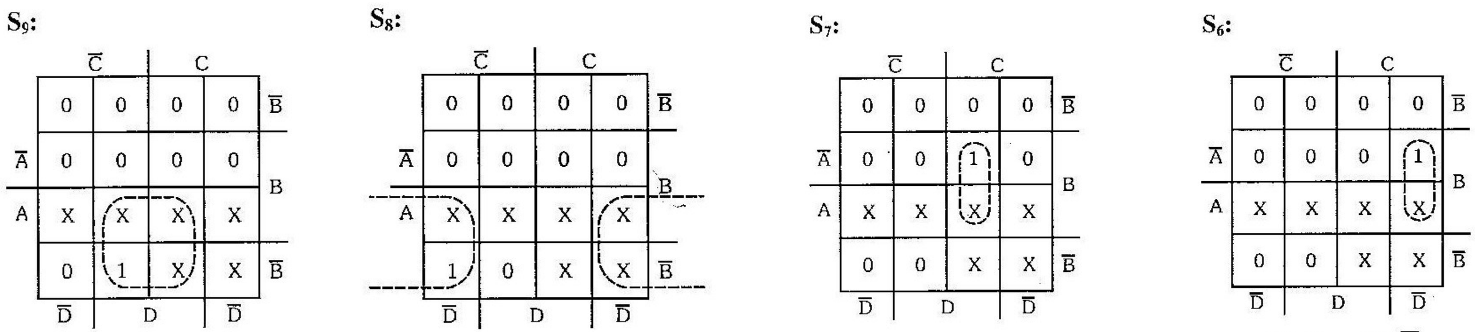
- Codificador binário/decimal
  - BCD 8421 → decimal
    - Entrada: bits do código
    - Saída: respectivos bits do código decimal 9876543210
    - Tabela verdade

| BCD 8421 | | | | Código 9876543210 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | S9 | S8 | S7 | S6 | S5 | S4 | S3 | S2 | S1 | S0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

- Codificador binário/decimal
  - BCD 8421 → decimal
    - Obtenção da expressão lógica de cada uma das saídas S, via mapa de Karnaugh

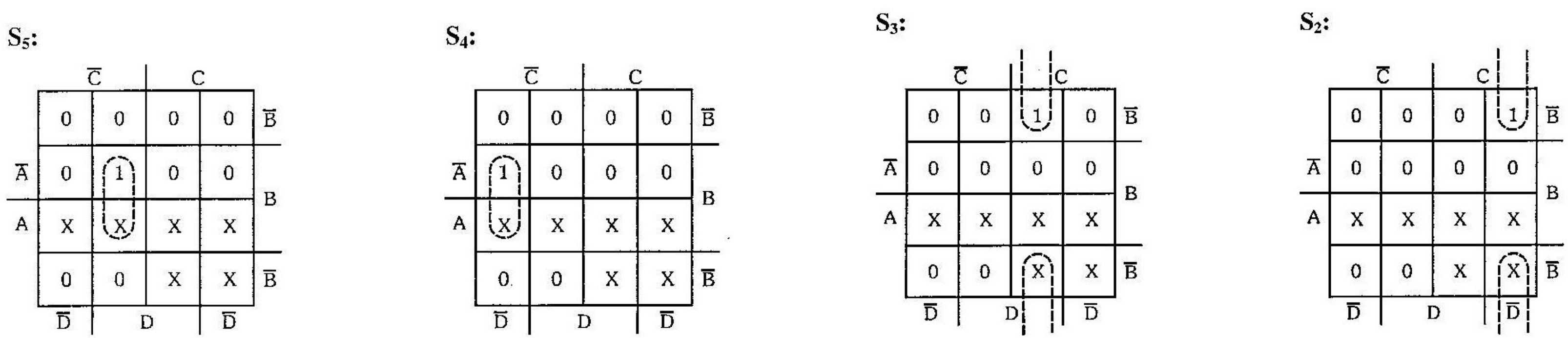



(a) $S_9 = AD$ (b) $S_8 = A\overline{D}$ (c) $S_7 = BCD$ (d) $S_6 = BC\overline{D}$

# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

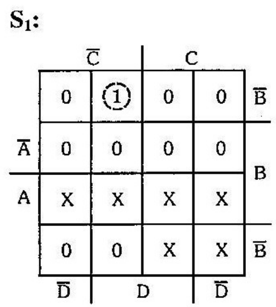
- Codificador binário/decimal
  - BCD 8421 → decimal
    - Obtenção da expressão lógica de cada uma das saídas S, via mapa de Karnaugh



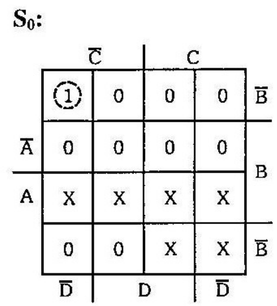

(e) $S_5 = B\overline{C}D$ (f) $S_4 = B\overline{C}\overline{D}$ (g) $S_3 = \overline{B}CD$ (h) $S_2 = \overline{B}C\overline{D}$

# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Codificador binário/decimal
  - BCD 8421 → decimal
    - Obtenção da expressão lógica de cada uma das saídas S, via mapa de Karnaugh




(i) $S_1 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}D$




(j) $S_0 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}$

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Codificador binário/decimal
  - BCD 8421 → decimal
    - Circuito

$S_9 = A\,D$

$S_8 = A\,\overline{D}$

$S_7 = B\,C\,D$

$S_6 = B\,C\,\overline{D}$

$S_5 = B\,\overline{C}\,D$

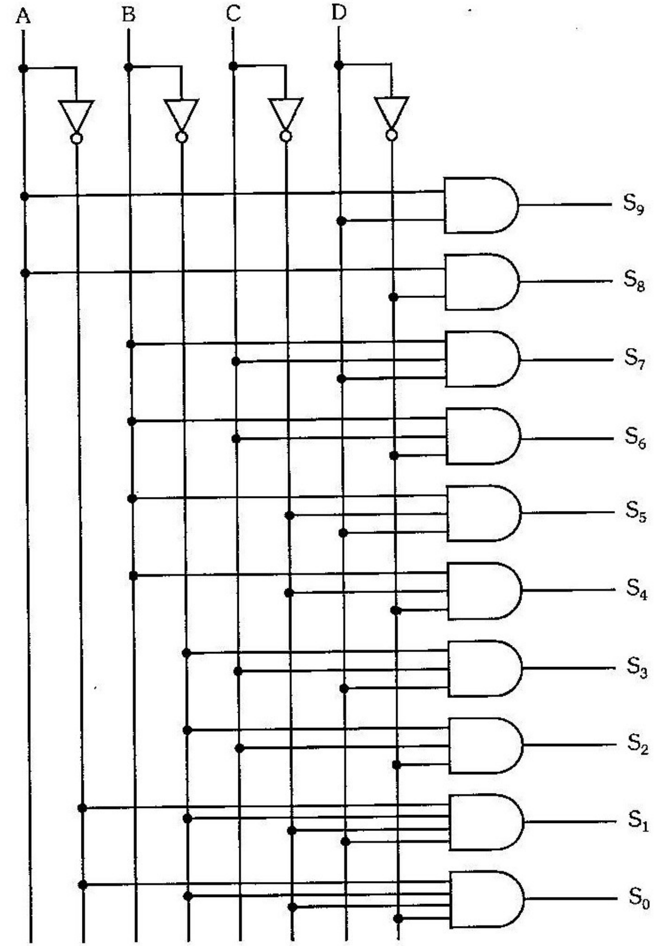
$S_4 = B\,\overline{C}\,\overline{D}$

$S_3 = \overline{B}\,C\,D$

$S_2 = \overline{B}\,C\,\overline{D}$

$S_1 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,D$

$S_0 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}$



# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

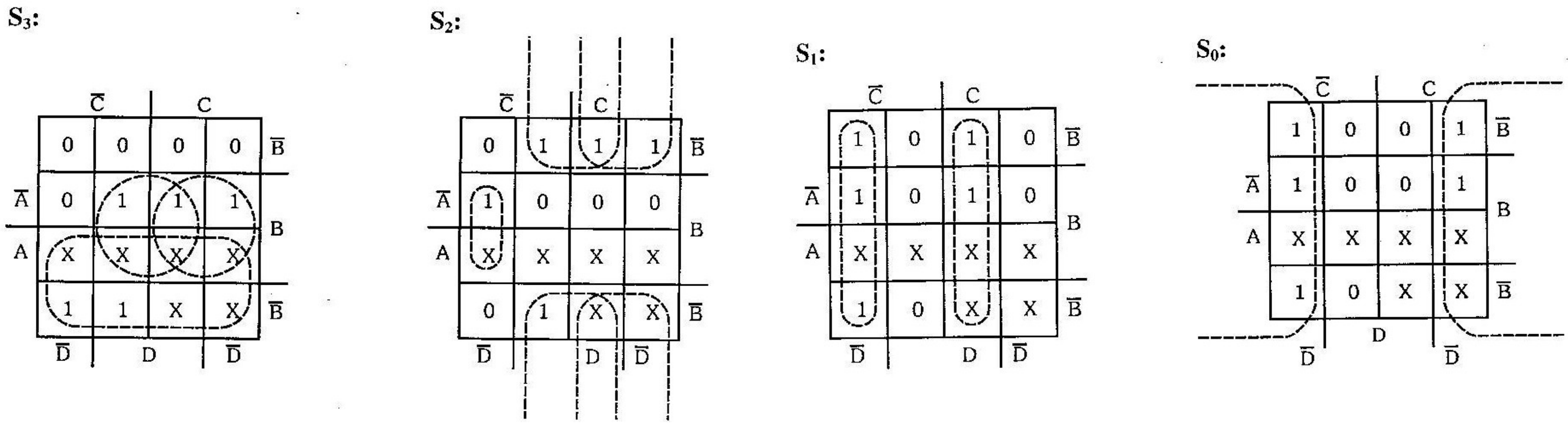
- Projetos de Decodificadores
  - Para passar de um código binário para outro
  - Decodificador de BDC 8421 para Excesso 3
    - Tabela Verdade

| BCD 8421 | | | | Excesso 3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | $S_3$ | $S_2$ | $S_1$ | $S_0$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Projetos de Decodificadores
  - Decodificador de BDC 8421 para Excesso 3
    - Obtenção da expressão lógica de cada uma das saídas S, via mapa de Karnaugh




$S_3 = A + BD + BC$ $\qquad$ $S_2 = \overline{B}\,D + \overline{B}\,D + B\,\overline{C}\,\overline{D}$ $\qquad$ $S_1 = \overline{C}\,\overline{D} + CD = C \odot D$ $\qquad$ $S_0 = \overline{D}$

# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

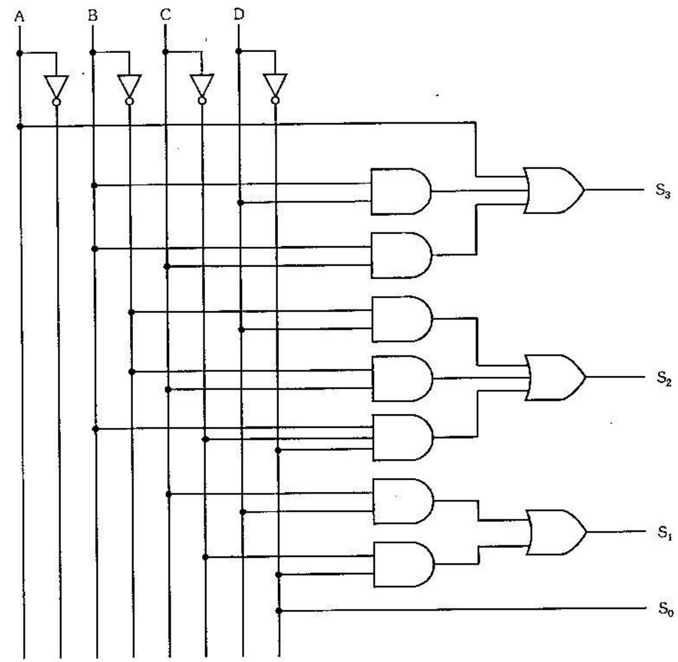
- Projetos de Decodificadores
  - Decodificador de BDC 8421 para Excesso 3
    - Circuito

$$S_3 = A + BD + BC$$

$$S_2 = \overline{B}\,D + \overline{B}\,D + B\,\overline{C}\,\overline{D}$$

$$S_1 = \overline{C}\,\overline{D} + CD = C \odot D$$

$$S_0 = \overline{D}$$



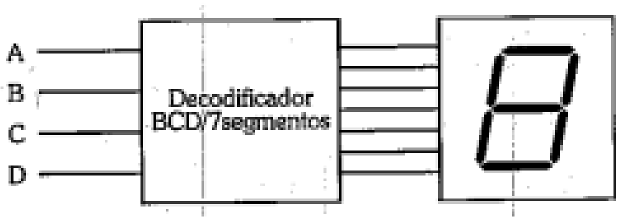
# Circuitos Combinacionais (2)

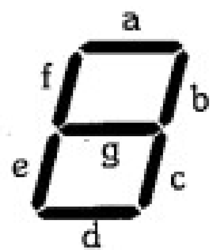
## Capítulo 5

- Projetos de Decodificadores
  - Para estudar
    - Exemplo de decodificador Excesso 3 para BDC 8421 (pág. 194)

# Circuitos Combinacionais (2)
Capítulo 5

- Decodificador para Display de 7 Segmentos
  - Esquema geral do decodificador

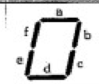
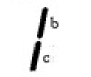
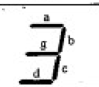
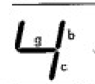
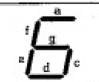
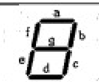
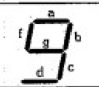


# Circuitos Combinacionais (2)

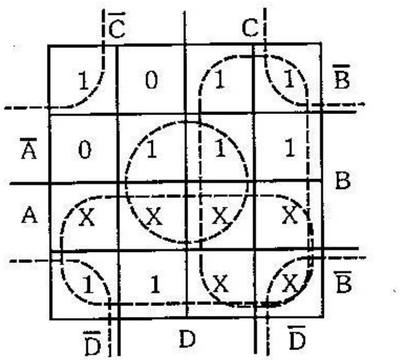
## Capítulo 5

- Decodificador para Display de 7 Segmentos
  - Tabela verdade

| Characteres | Display | BCD 8421 | | | | Código para 7 Segmentos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | a | b | c | d | e | f | g |
| 0 |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 |  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 |  | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 3 |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4 |  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 |  | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 |  | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 |  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 |  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

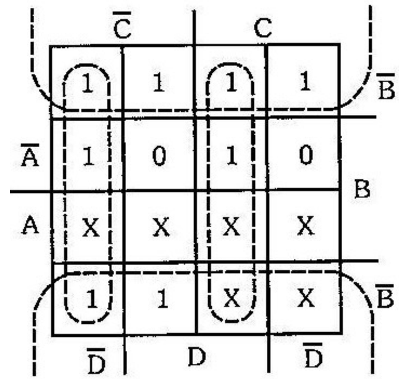
# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Decodificador para display de 7 segmentos
  - Simplificação



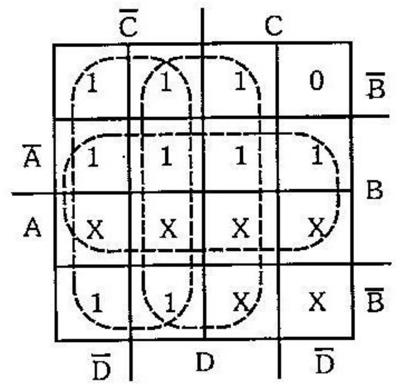

(a) $a = A + C + BD + \overline{B}\,\overline{D}$

ou $a = A + C + B \odot D$




(b) $b = \overline{B} + \overline{CD} + CD$

ou $b = \overline{B} + C \odot D$

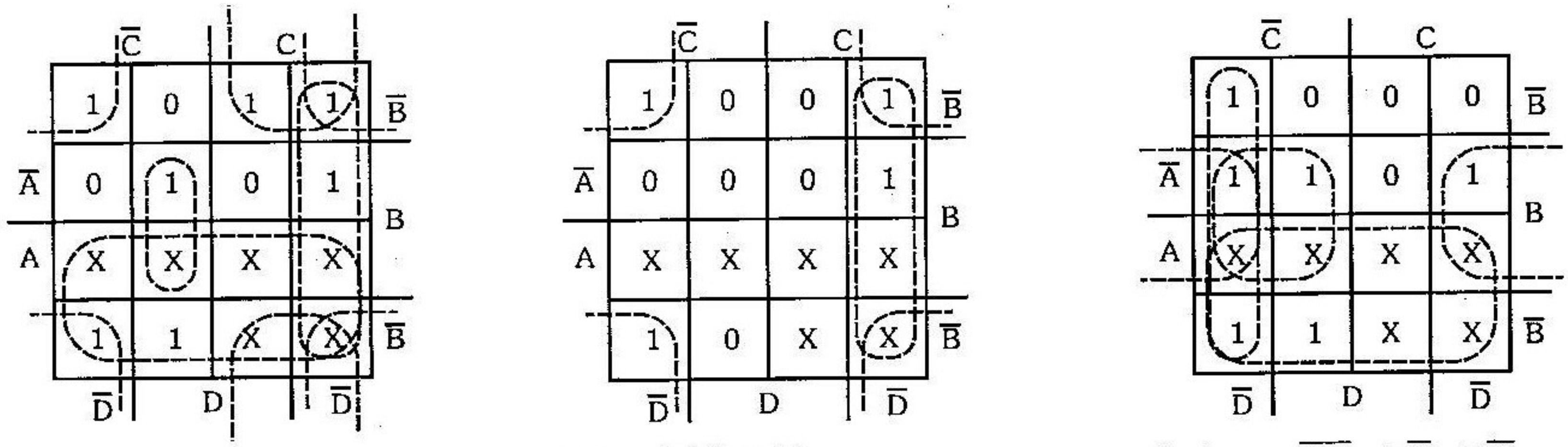



(c) $c = B + \overline{C} + D$

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Decodificador para display de 7 segmentos
  - Simplificação




(d) $d = A + \overline{B}\overline{D} + \overline{B}C + C\overline{D} + B\overline{C}D$

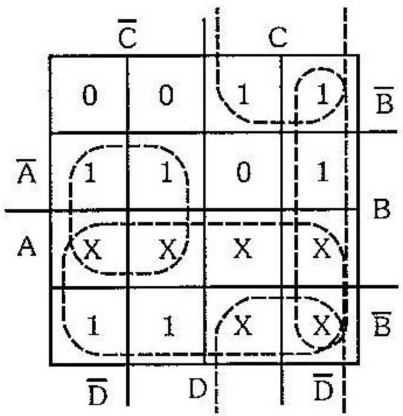
(e) $e = \overline{B}\overline{D} + C\overline{D}$

(f) $f = A + \overline{C}\overline{D} + B\overline{C} + B\overline{D}$

# Circuitos Combinacionais (2)

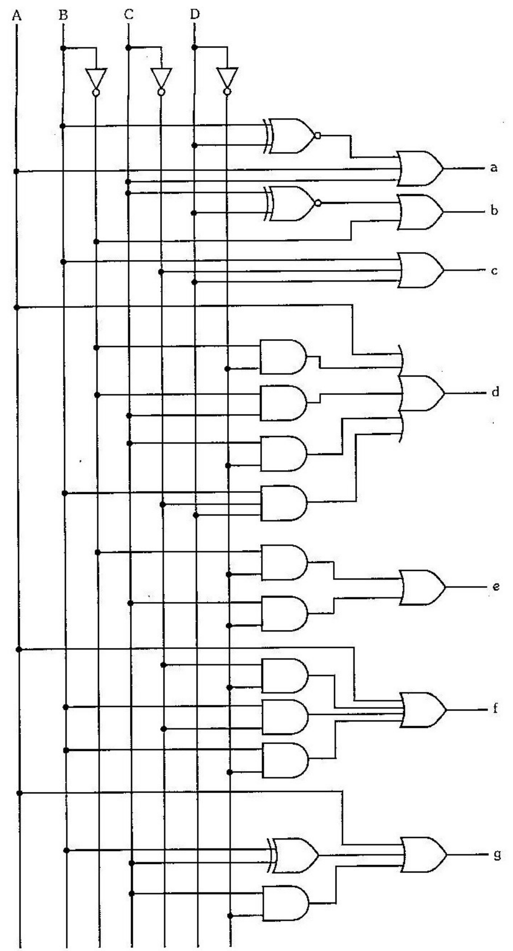
Capítulo 5

- Decodificador para display de 7 segmentos
  - Simplificação e circuito




(g) $g = A + B\overline{C} + \overline{B}C + C\overline{D}$

ou $g = A + B \oplus C + C\overline{D}$



# Circuitos Combinacionais (2)

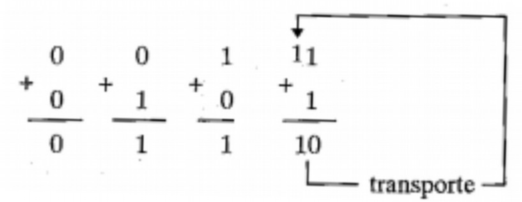
Capítulo 5

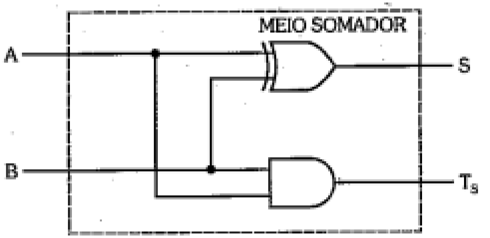
- Decodificadores
  - Para estudar
    - Exercícios resolvidos: 5.3.5

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Circuitos Aritméticos
  - Meio somador



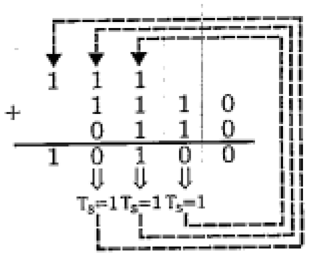




| A | B | S | Ts |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

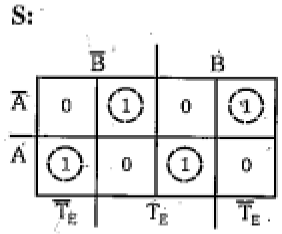
# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

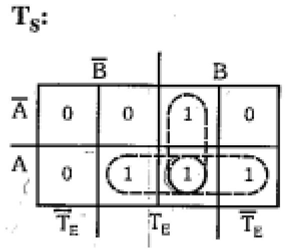
- Circuitos aritméticos
  - Somador completo



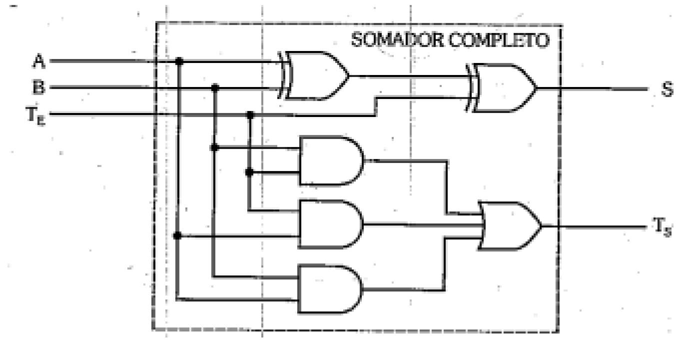

| A | B | $T_E$ | S | $T_S$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |




$$S = A \oplus B \oplus T_E$$

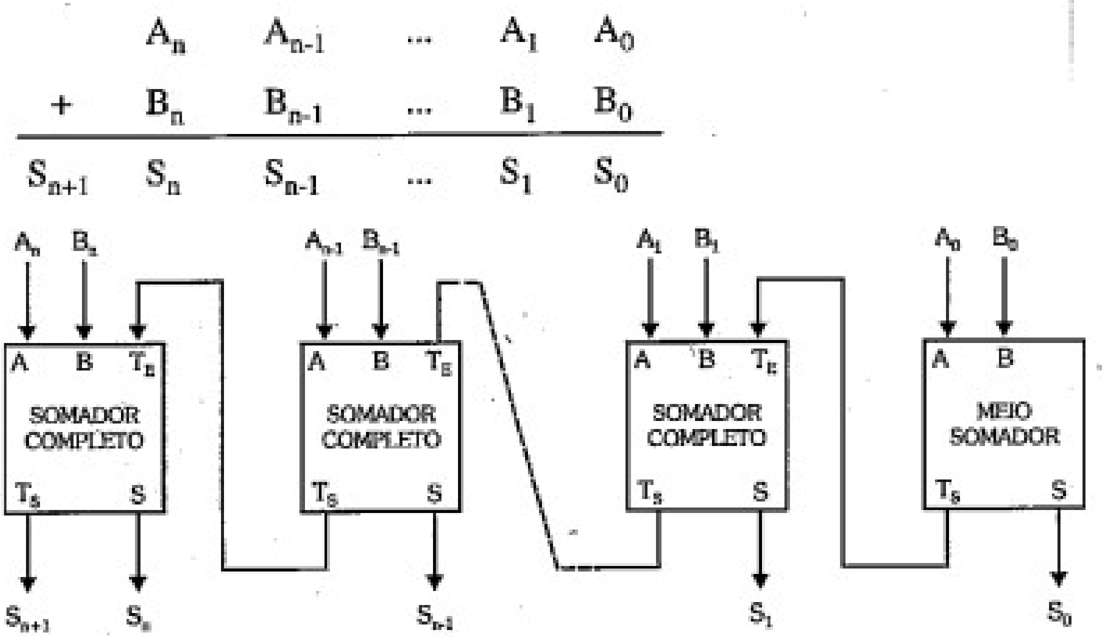



$$T_S = BT_E + AT_E + AB$$



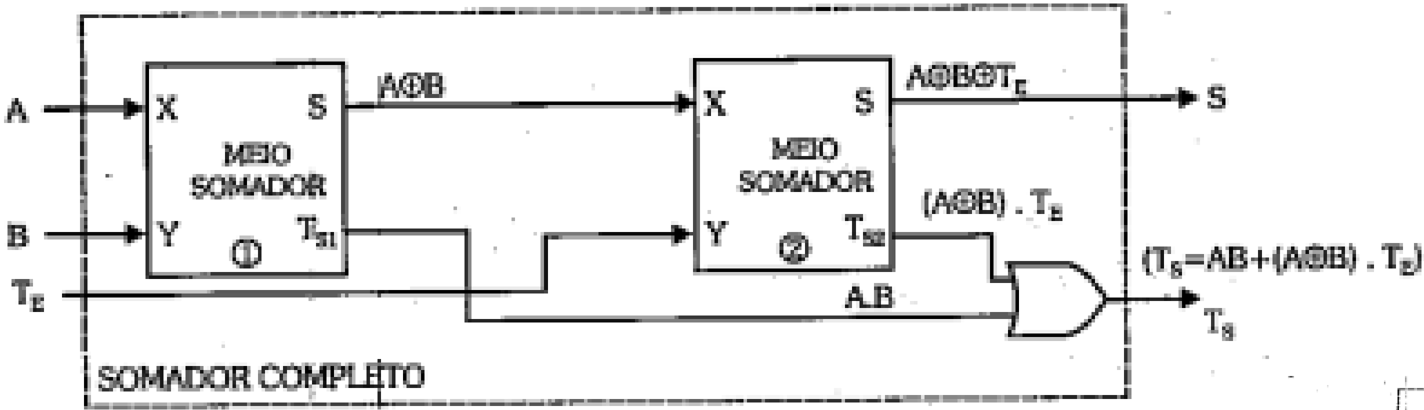
# Circuitos Combinacionais (2)
Capítulo 5

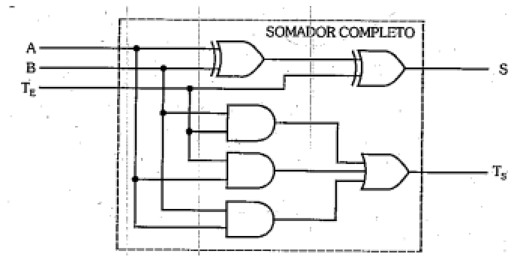
- Circuitos aritméticos
  - Somador completo



# Circuitos Combinacionais (2)
Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Somador completo a partir de meio somadores



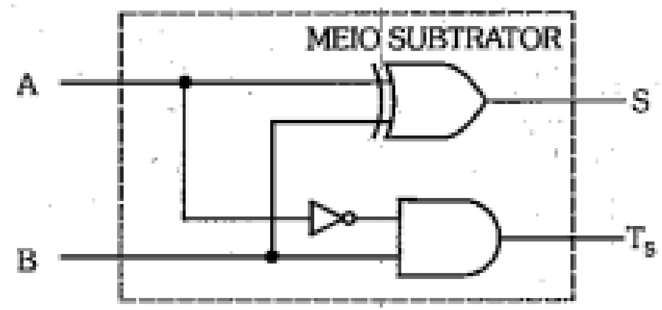
# Circuitos Combinacionais (2)
Capítulo 5

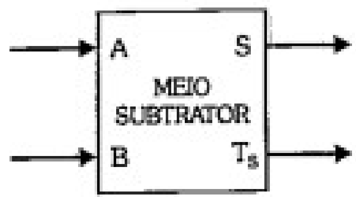
- Circuitos aritméticos
  - Meio subtrator
    - Tabela verdade

| A | B | S | Ts |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

$(0 - 0 = 0 \rightarrow Ts = 0)$
$(0 - 1 = 1 \rightarrow Ts = 1)$
$(1 - 0 = 1 \rightarrow Ts = 0)$
$(1 - 1 = 0 \rightarrow Ts = 0)$

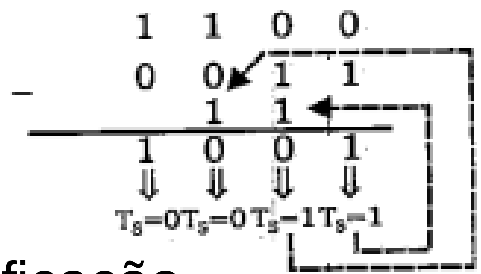
Circuito



# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Subtrator completo



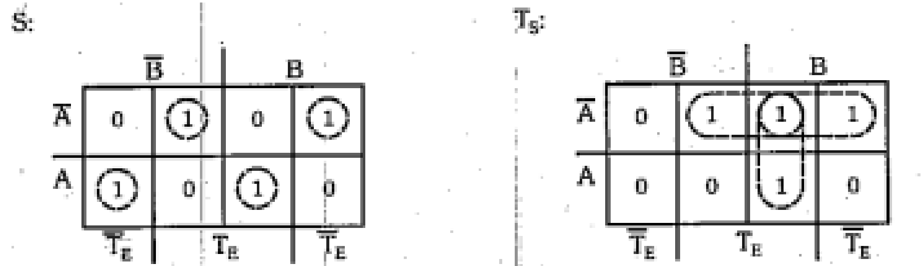

  - Tabela Verdade

| A | B | $T_E$ | S | $T_S$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Simplificação

$$S = \overline{A}\,\overline{B}T_E + \overline{A}B\overline{T_E} + A\overline{B}\overline{T_E} + ABT_E$$

$$Ts = \overline{A}\,\overline{B}T_E + \overline{A}B\overline{T_E} + \overline{A}BT_E + ABT_E$$

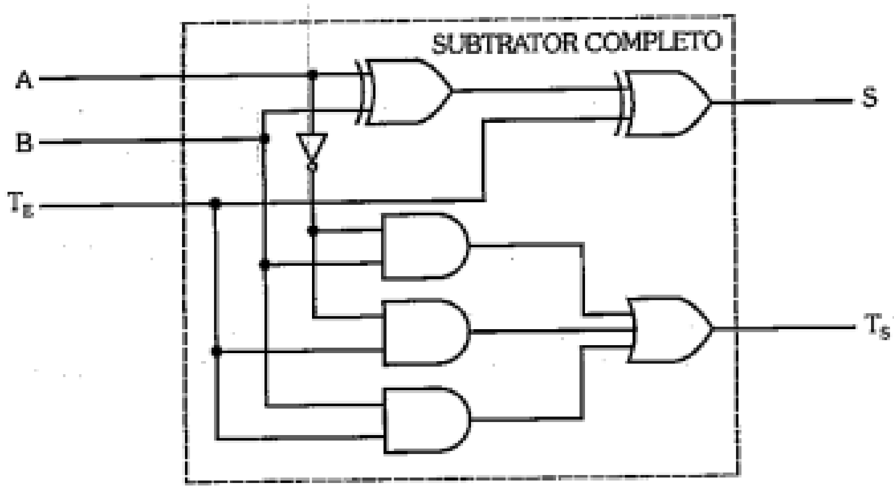


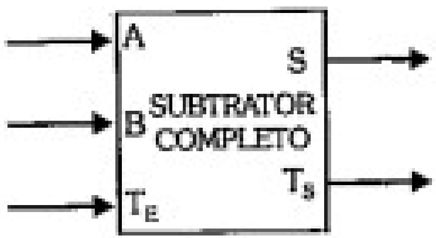

(a) $S = A \oplus B \oplus T_E$ (b) $Ts = \overline{A}B + \overline{A}T_E + BT_E$

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Subtrator completo
    - Circuito

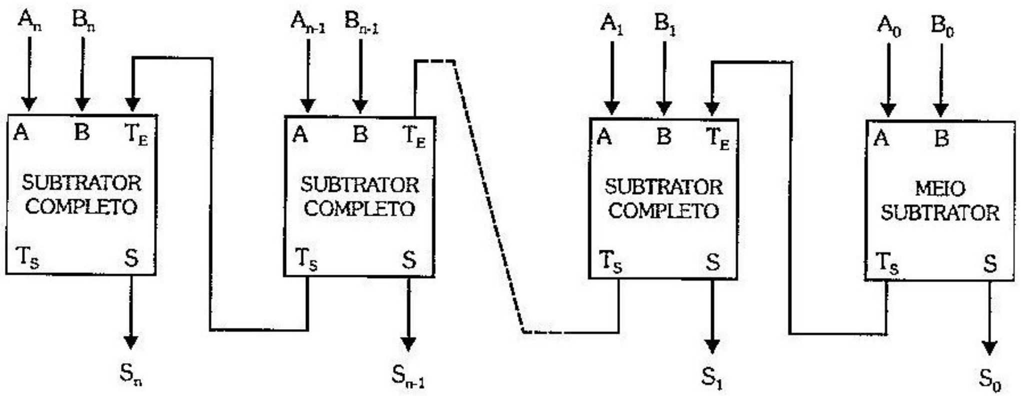


# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

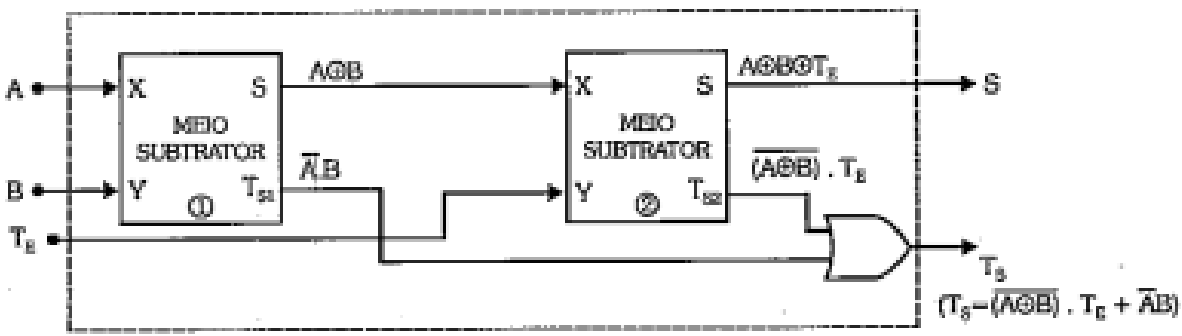
- Circuitos aritméticos
  - Subtrator completo
    - Circuito



# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Subtrator completo a partir de meio subtratores
    - Circuito



# Circuitos Combinacionais (2)
## Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Somador/Subtrator completo
    - Tabela verdade
      - M=0: somador
      - M=1: subtrator

| M | A | B | $T_E$ | S | $T_S$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Soma Completa (M = 0)

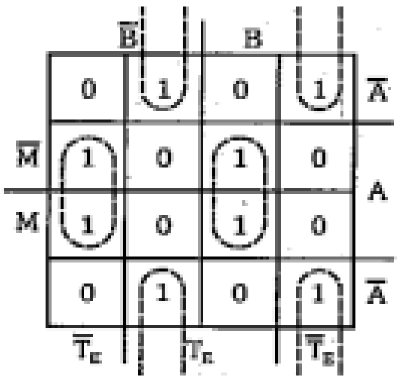
Subtração Completa (M = 1)

# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Somador/Subtrator completo
    - Simplificação

**S:**




$$S = A\overline{B}\,\overline{T}_E + \overline{A}\,\overline{B}T_E + ABT_E + \overline{A}B\overline{T}_E$$

$$S = \overline{A}(\overline{B}T_E + B\overline{T}_E) + A(\overline{B}\,\overline{T}_E + BT_E)$$

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

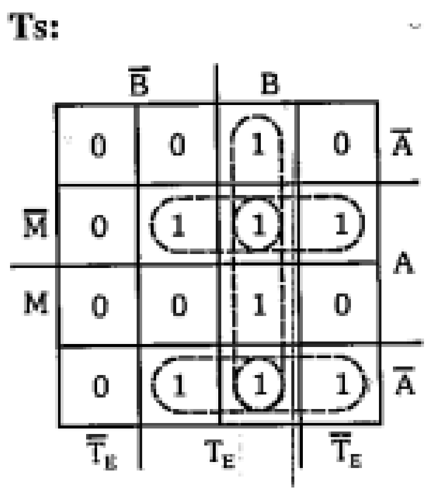
$$S = \overline{A}(B \oplus T_E) + A(\overline{B \oplus T_E})$$

$$\therefore S = A \oplus B \oplus T_E$$

# Circuitos Combinacionais (2)

## Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Somador/Subtrator completo
    - Simplificação




$$Ts = BT_E + \overline{M}AB + \overline{M}AT_E + M\overline{A}B + M\overline{A}T_E$$

$$Ts = BT_E + B(\overline{M}A + M\overline{A}) + T_E(M\overline{A} + \overline{M}A)$$

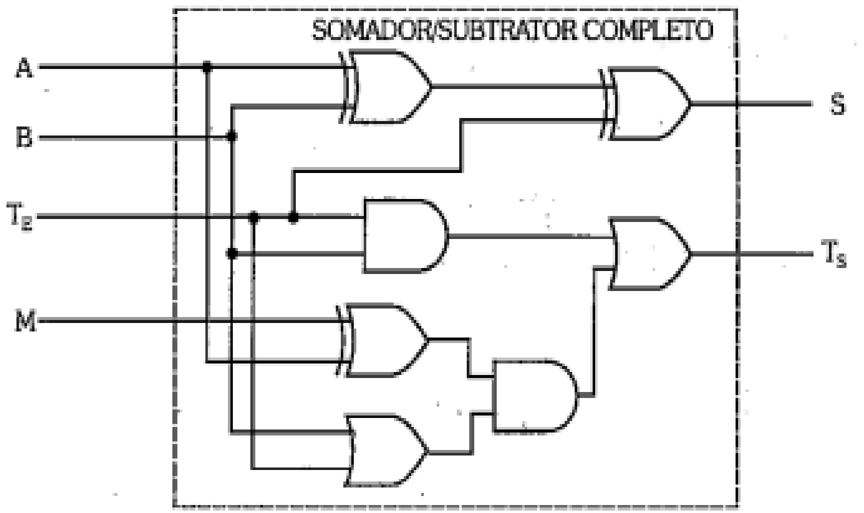
$$Ts = BT_E + B(M \oplus A) + T_E(M \oplus A)$$

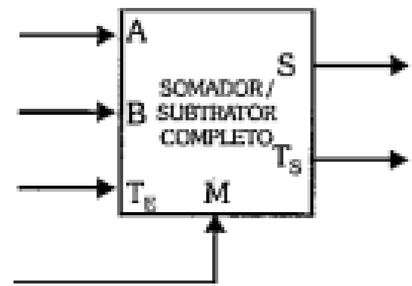
$$Ts = BT_E + (M \oplus A)(B + T_E)$$

# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Circuitos aritméticos
  - Somador/Subtrator completo
    - Circuito



# Circuitos Combinacionais (2)

Capítulo 5

- Para estudar
  - Exercícios resolvidos: 5.4.8

- Para fixação do capítulo
  - Exercícios propostos: 5.6