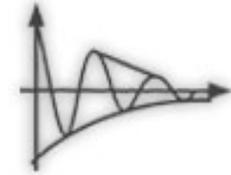




# VI Escola do CBPF

Rio de Janeiro, 17 a 28 de julho de 2006



## **G4** Eletrônica Digital para Instrumentação

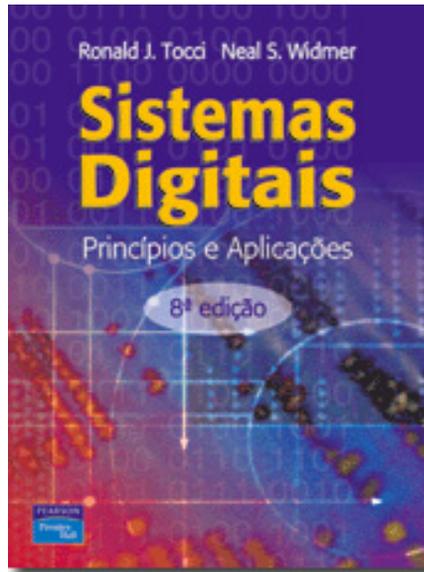
Prof. Márcio Portes de Albuquerque (mpa@cbpf.br)  
Prof. Herman P. Lima Jr (hlima@cbpf.br)

**Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)**

# Bibliografia

- **Circuitos digitais e microprocessadores,** Herbert Taub, Makron Books do Brasil, 1984.
- **Sistemas digitais - princípios e aplicações,** Ronald Tocci, Pearson Brasil, 8ª ed, 2003.
  - [www.prenhall.com/tocci\\_br](http://www.prenhall.com/tocci_br) (Alunos)
- **Fundamentals of digital logic with VHDL design,** Stephen Brown, McGraw-Hill, 2000. Digital Design: Principles and Practices, John Wakerly, Prentice Hall, 3rd ed, 2000

[www.prenhall.com/tocci\\_br](http://www.prenhall.com/tocci_br)



# Sistemas digitais princípios e Aplicações

Ronald Tocci, Pearson Brasil, 8ª ed, 2003.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying the 'Recursos para Alunos' (Student Resources) page. The browser's address bar shows the URL: http://wps.prenhall.com/br\_tocci\_sistedigi\_8/0,8736,1132499-,00.html. The page header includes the Pearson Education logo and the title 'Redes de Computadores e a Internet' by James F. Kurose. A navigation menu contains 'Home', 'Busca', 'Ajuda', 'Syllabus', and 'Perfil'. The main content area is titled 'Recursos para Alunos Bem-vindo!' and contains a welcome message and a list of resources:

- Arquivos de simulação desenhados no software **Electronics Workbench**. Caso não possua o software instalado em seu computador é possível obter o programa através do site <http://www.electronicsworbench.com>. Faça aqui o download do arquivo [Readme.txt](#) com a descrição dos circuitos encontrados nos capítulos;
- Arquivos de simulação desenhados nos software **CircuitMaker**. Caso não possua o software instalado em seu computador é possível obter uma versão para estudante do programa através do endereço <http://www.circuitmaker.com/downloads/student.htm>. Faça aqui o download do arquivo [Index.txt](#) com a descrição dos circuitos encontrados nos capítulos;
- Exercícios on-line de múltipla escolha;
- Exercícios on-line verdadeiro/falso.

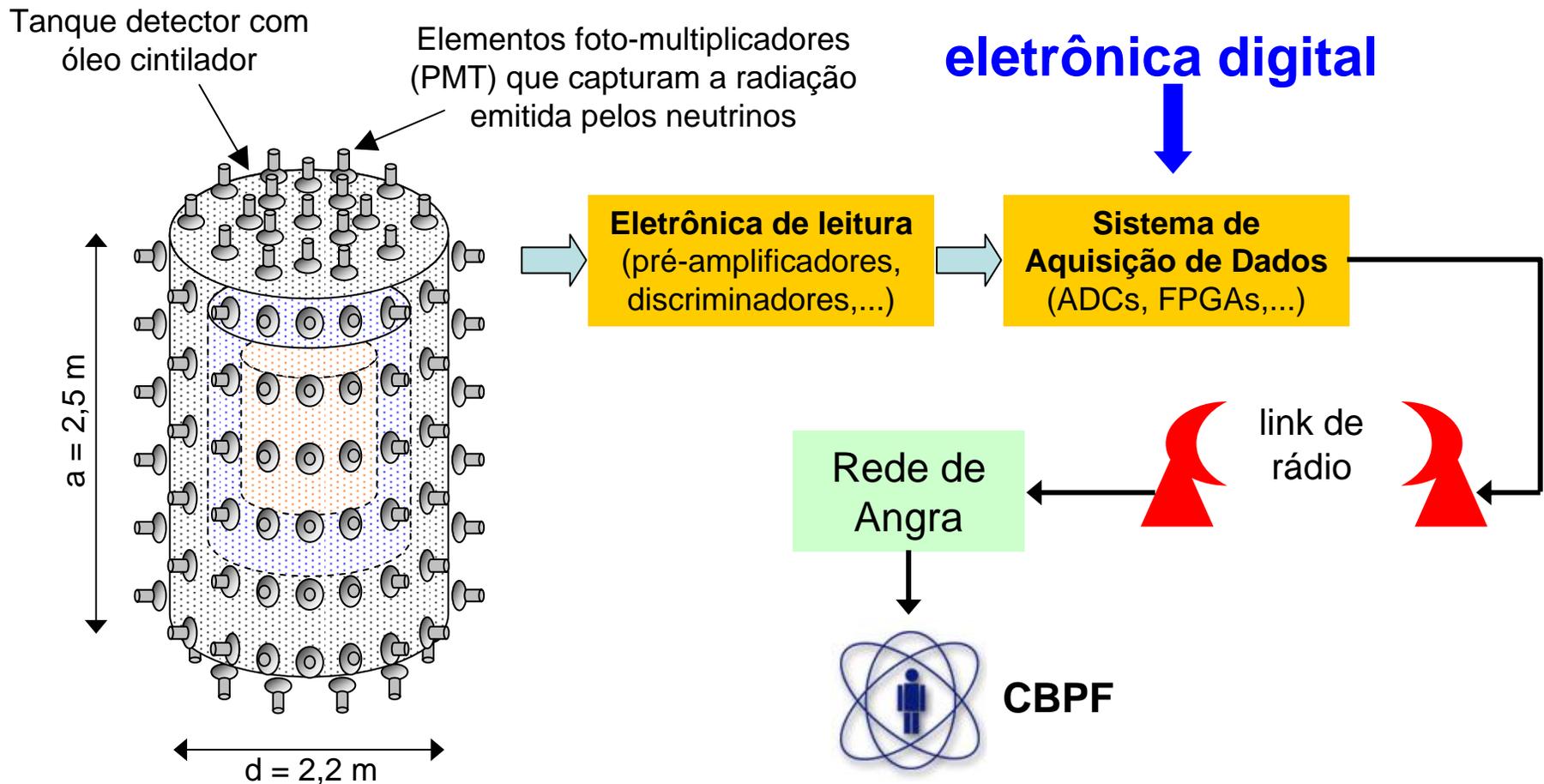
The page also includes a note: 'Obs: Os capítulo 1, 11 e 12 não possuem simulações.' and a copyright notice: 'Copyright © 1995-2004, Pearson Education, Inc. [Legal and Privacy Terms](#)'.

# Como será o Curso ?

- ***Introdução aos Circuitos Digitais***
  - *Motivação para a Instrumentação Científica*
  - *Representação Binária (Números e Portas Lógicas)*
  - *Álgebra – Mapas de Simplificação*
  - *Tipos de Flip-Flops*
- ***Circuitos Digitais Clássicos***
  - *Combinacionais e Seqüenciais*
  - *Aritméticos*
  - *Contadores, Codificadores e Decodificadores*
  - *Multiplexadores e Demultiplexadores*
  - *Comparadores e Barramento*
- ***Linguagem de Descrição de Hardware***
- ***Laboratório Prático***

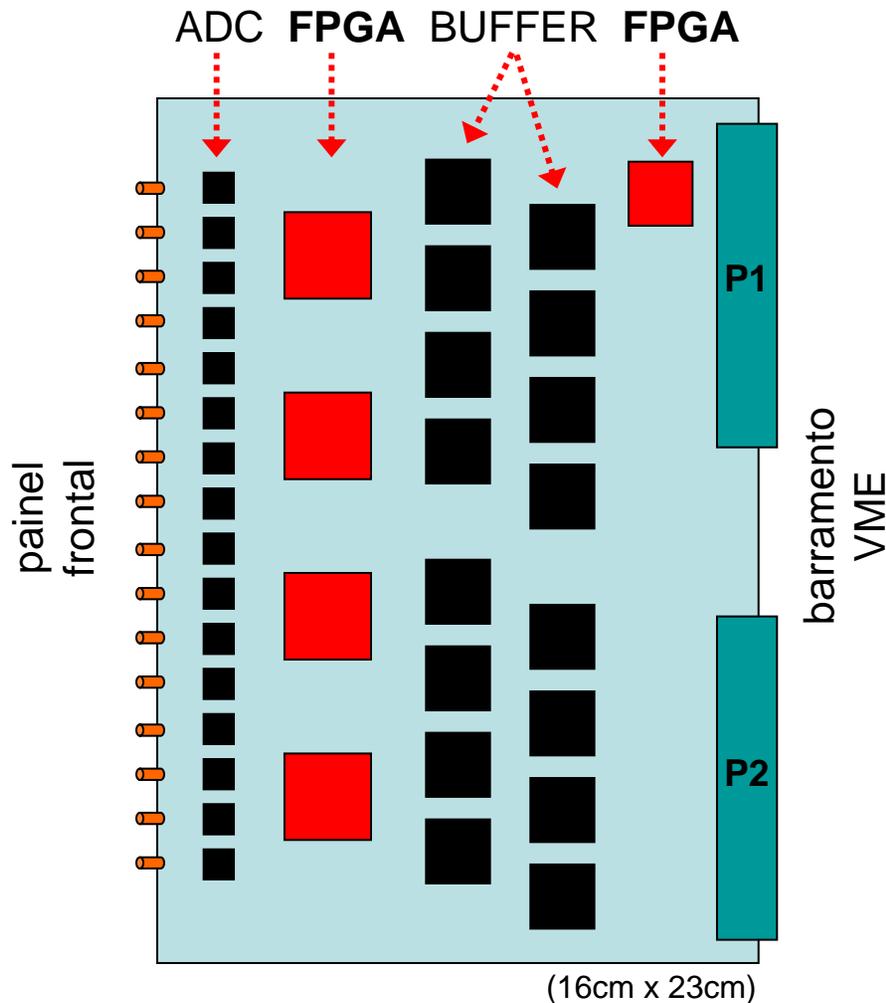
# Projeto Angra $\nu$ (“Angra Ni”)

Objetivo: estudar o comportamento dos Neutrinos, observando-se aqueles que são produzidos ininterruptamente pelas reações nucleares nas usinas de Angra I e Angra II.



# Projeto Angra v (“Angra Ni”)

## O Sistema de Aquisição de Dados



- ✓ padrão de comunicação: VME 6U
- ✓ por módulo:
  - 16 canais de digitalização a 250MHz
  - *buffer* por canal de 2ms
- ✓ 128 PMT's → 8 módulos
- ✓ registradores de controle e estado
- ✓ FPGA's de alta capacidade e velocidade
- ✓ projeto digital todo em VHDL (linguagem descritiva de *hardware*)
- ✓ cerca de 10 máquinas de estado por FPGA
- ✓ processamento digital a 250MHz

- **Principais Objetivos:**
  - Voltados para físicos e engenheiros.
  - formação de recursos humanos qualificados para o desenvolvimento de instrumentação científica e produção de tecnologia.
- Os trabalhos são desenvolvidos em laboratórios do CBPF ou em cooperação com instituições de ensino, pesquisa e tecnológicas.
- Avaliação da PG do CBPF pela CAPES: 6

**CBPF** | CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

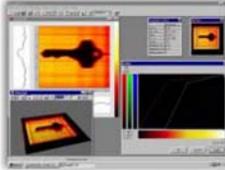


# MESTRADO

## EM INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

### PROFISSIONALIZANTE EM FÍSICA

Formação interdisciplinar de recursos humanos qualificados para instrumentação, em ambiente de pesquisa de fronteira, voltado à inovação tecnológica e à física aplicada


ÁREAS DE ATUAÇÃO

- APLICAÇÕES DE RAIOS-X
- AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS
- CRIOGENIA
- DETECÇÃO DE PARTÍCULAS
- PROCESSAMENTO DE SINAIS E IMAGENS
- COMPUTAÇÃO DE ALTO DESEMPENHO
- TÉCNICAS EXPERIMENTAIS EM
- MAGNETISMO
- NANOSCOPIA

INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES ▶ [www.cbpf.br/instrumentacao](http://www.cbpf.br/instrumentacao)

PROGRAMA PARA 2006/2007

**SEGUNDO SEMESTRE 2006**

- ▶ MECÂNICA QUÂNTICA APLICADA
- ▶ METROLOGIA
- ▶ MÉTODOS EXPERIMENTAIS E SISTEMAS DE MEDIDAS
- ▶ COMPUTAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ALTO DESEMPENHO

**PRIMEIRO SEMESTRE 2007**

- ▶ ELETRÔNICA (ANALÓGICA E DIGITAL)
- ▶ PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS E IMAGENS
- ▶ MAGNETISMO APLICADO



Mínistério da  
Ciência e Tecnologia






Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas • CBPF/MCT  
 Coordenação de Formação Científica • CFC  
 Rua Dr. Xavier Sigaud, 150, Urca - 22290-180 •  
 Rio de Janeiro - RJ, Brasil • E-mail: instrumentacao@cbpf.br •  
 Tel: +55 (21) 2141-7163/2141-7203 • Fax: +55 (21) 2141-7400

# Estrutura de Cursos

- A estrutura e as ementas passaram por um ajuste da CAPES no momento da criação do programa (2000).

- **Cursos Obrigatórios:**

- Eletrônica Analógica e Digital
- Mecânica Quântica Aplicada
- Métodos Experimentais e Sistemas de Medidas
- Curso com ênfase em: Altas Energias ou Baixas Energias

- **Cursos Opcionais:**

- Processamento de Sinais e Imagens
- Materiais Magnéticos e suas Aplicações
- Instrumentação Básica em Altas Energias
- Redes de Computadores e Computação de Alto Desempenho
- Técnicas de Detecção
- Outras
  - Da pós-graduação Acadêmica do CBPF
  - De outras Instituições reconhecidas.

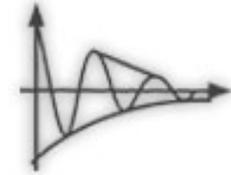
1º ano – cursos totalizando 20 créditos.

2º ano – desenvolvimento do projeto e da dissertação. .



# VI Escola do CBPF

Rio de Janeiro, 17 a 28 de julho de 2006



## **G4** Eletrônica Digital para Instrumentação

Prof. Márcio Portes de Albuquerque (mpa@cbpf.br)  
Prof. Herman P. Lima Jr (hlima@cbpf.br)

**Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)**

# Analog versus Digital

- Digital circuits use digitised variables that can take a finite number of distinct values (usually two: hence **binary numbers**).
- Analog circuits use continuous variables that can take an infinite number of possible values (usually, the **real numbers**).

# Temperature Control System

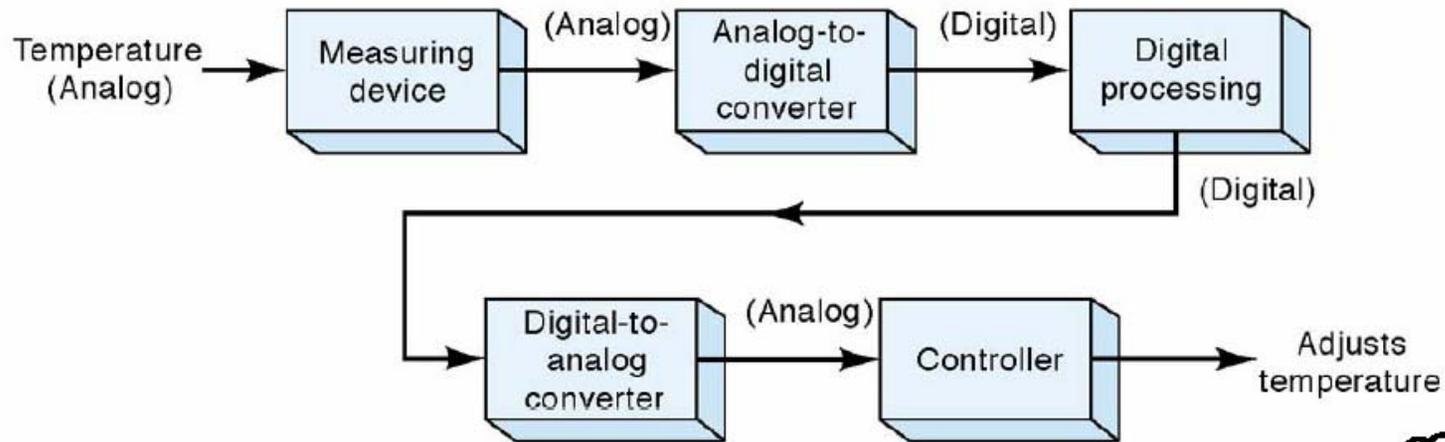
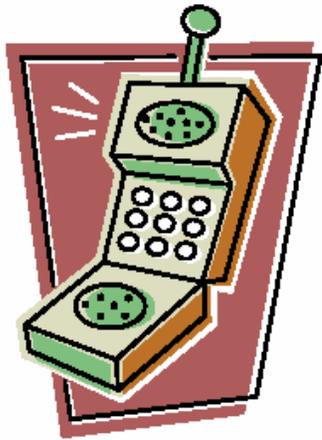
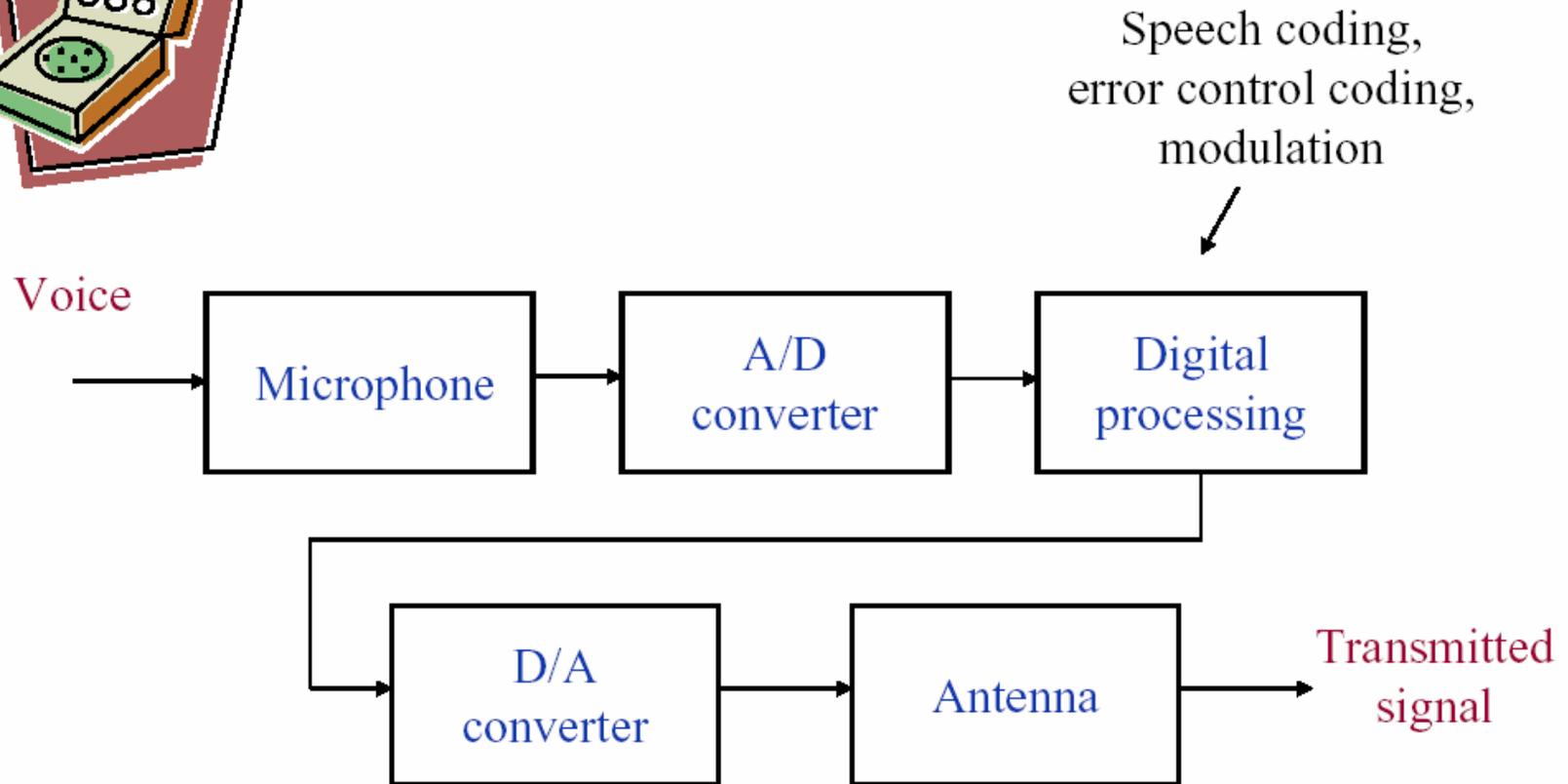


Figure 1-1  
Ronald J. Tocci and Neal S. Widmer  
*Digital Systems*, Eighth Edition



# Mobile Phone



# Advantages of Digital Circuits

- Easier to design
- Information storage is easy
- Accuracy and precision are greater
- Operation can be programmed
- Well-developed mathematical theory
- Immunity to effects of noise
- Compact integrated circuit (IC) chips
- Steadily advancing technology

Digital circuits have analog characteristics. They are built with analog components (transistors, diodes).

# Representing Binary Quantities

- Binary information is represented by voltages (or currents) in a circuit
- Exact value of a voltage is not important in digital circuits
- Rate of digital information flow, 'baud rate', [bit/second]

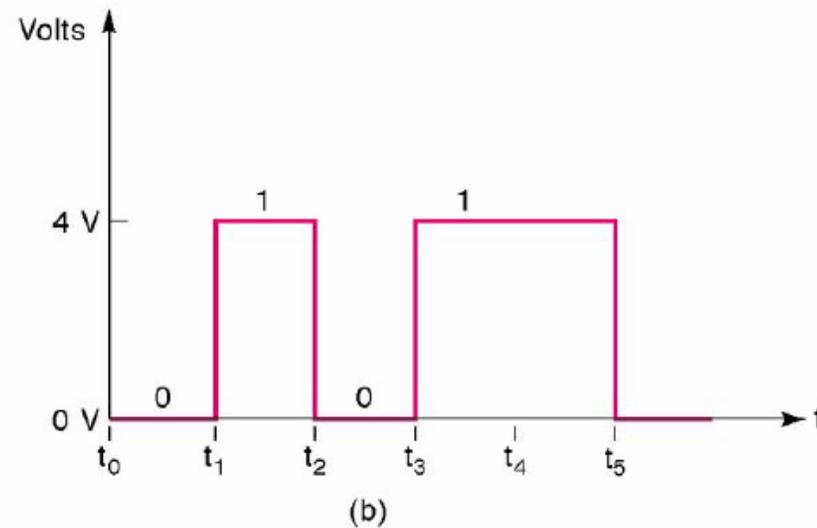
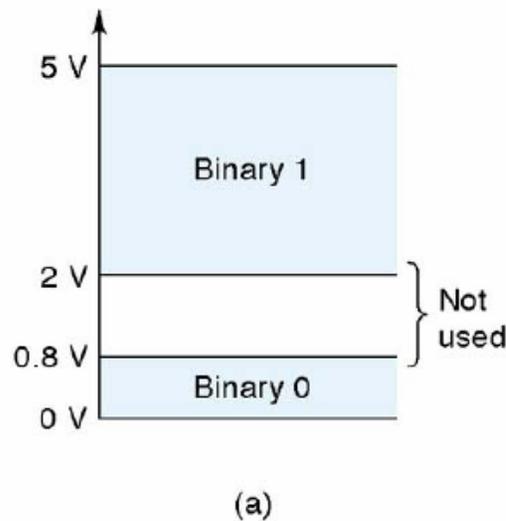
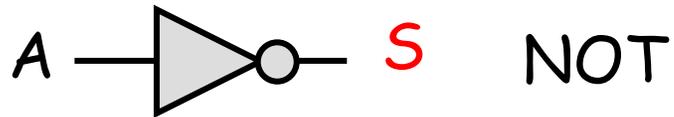


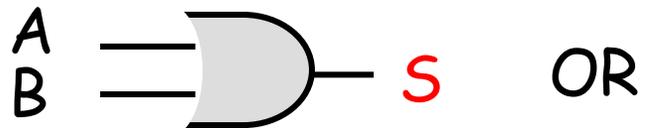
Figure 1-7  
Ronald J. Tocci and Neal S. Widmer  
*Digital Systems*, Eighth Edition

# Portas Lógicas - Eletrônica Digital

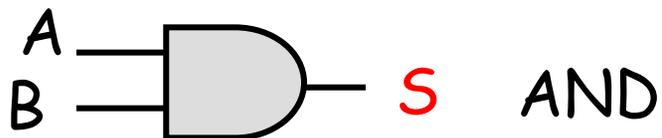
---



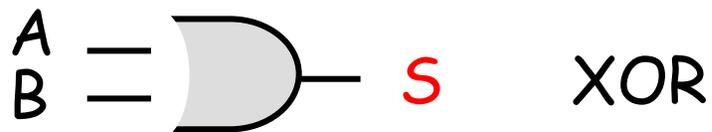
A	S
0	1
1	0



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



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



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

# Digital Circuits

Digital circuits are designed to:

- Accept input voltages that are within the defined 0 and 1 ranges
- Process the input signals in a predictable way
- Produce output voltages that fall within the prescribed 0 and 1 ranges

**This subject is all about the design of digital circuits!**

# Number Systems and Codes

Digital systems are built from circuits that process binary digits - however binary digits are not usually the things we deal with in the real world.

How can we represent real world numbers, letters, audio, video and other things of interest by 0s and 1s?

# Positional Number Systems

- Number represented by a string of digits where each digit position has an associated weight.
- In a base- $r$  system, the digit in position  $i$  has weight  $r^i$  and each digit can have value  $0, 1, \dots, r-1$ .
- The base- $r$  number  $d_{p-1} d_{p-2} \dots d_1 d_0 . d_{-1} d_{-2} \dots d_{-n}$  has decimal (base-10) representation

$$D = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i r^i$$

# Decimal Numbers

- Composed of 10 numerals or symbols (base-10)
- A positional-value system

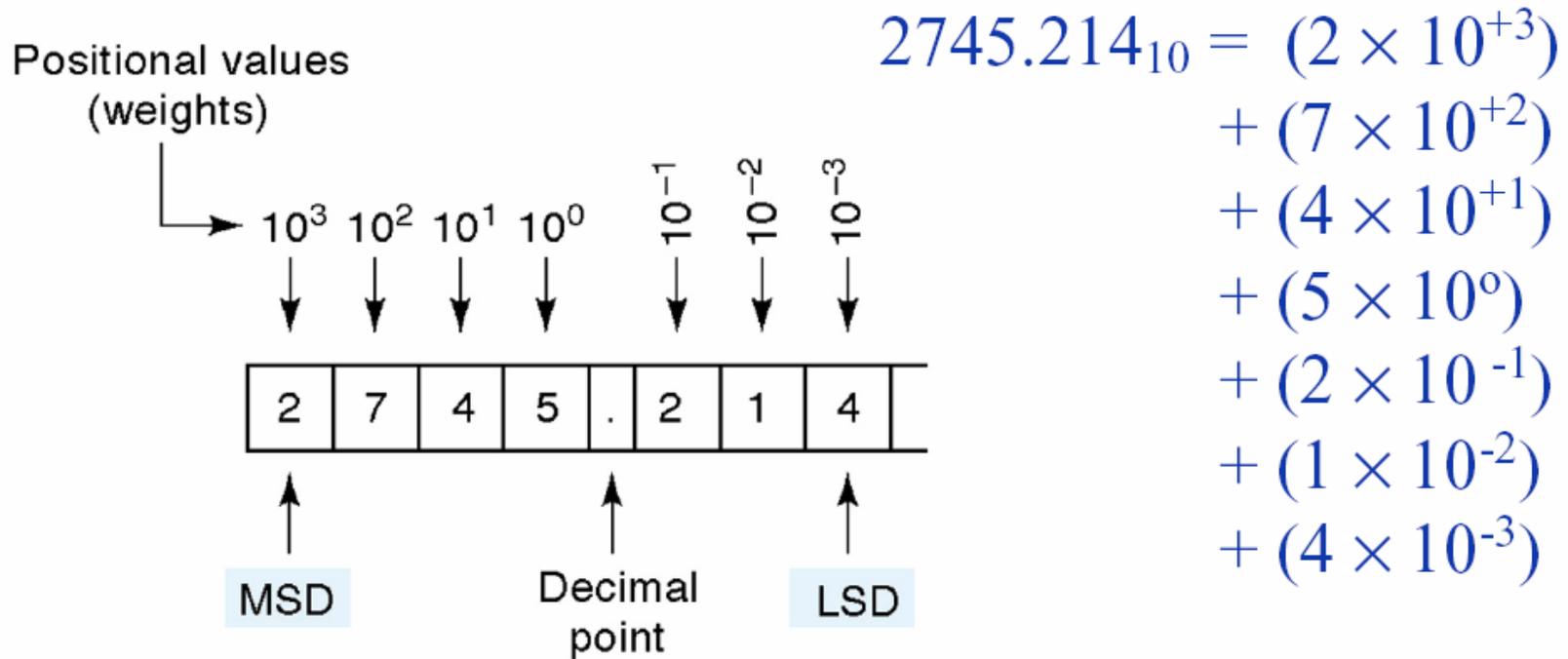
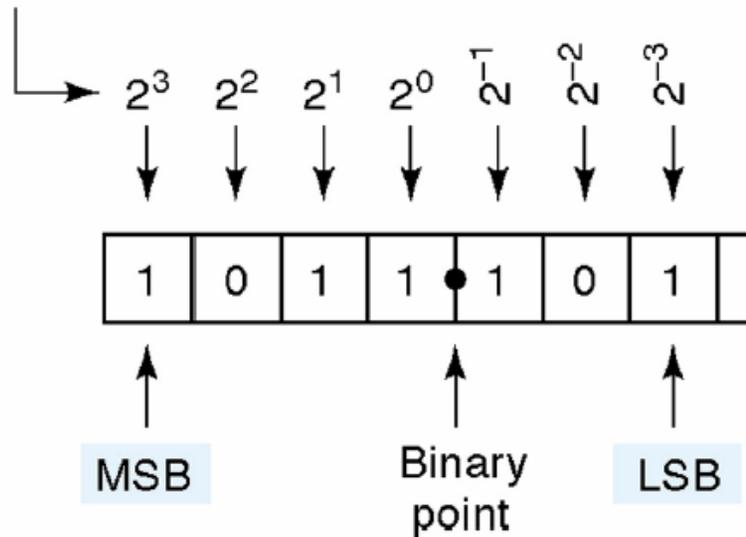


Figure 1-2  
Ronald J. Tocci and Neal S. Widmer  
*Digital Systems*, Eighth Edition

# Binary Numbers

- Only two symbols (0 and 1) (base-2)
- Most important for implementing digital systems
- $N$ -bit binary number --- numbers up to  $(2^N - 1)_{10}$

Positional  
values



$$\begin{aligned} 1011.101_2 = & (1 \times 2^{+3}) \\ & + (0 \times 2^{+2}) \\ & + (1 \times 2^{+1}) \\ & + (1 \times 2^0) \\ & + (1 \times 2^{-1}) \\ & + (0 \times 2^{-2}) \\ & + (1 \times 2^{-3}) \end{aligned}$$

**Figure 1-4**  
Ronald J. Tocci and Neal S. Widmer  
*Digital Systems*, Eighth Edition

# Example

- **Example:** Convert the binary number 110101.101 to decimal.

# Octal Numbers

- Base-8 system using decimal digits 0 to 7
- Convenient system for representing multibit (binary) numbers
- **Example:** Convert the octal number 625.071 to decimal.
- **Example:** Convert the binary number 11110101100 to octal.

# Hexadecimal Numbers

- Base-16 system using decimal digits 0 to 9 plus letters A, B, C, D, E and F
- Another convenient system for representing multibit numbers
- **Example:** Convert the hexadecimal number 2BAD to decimal.
- **Example:** Convert the binary number 0111010.11 to hexadecimal.

# Conversion from Decimal

- Conversion from decimal to binary, octal or hexadecimal is a little more involved.
- Systematic procedure using repeated division (see Tocci and Widmer p. 27)
- **Example:** Convert  $179_{10}$  to binary, octal and hexadecimal.

# Binary-Coded-Decimal

- A set of bit strings in which each string represents a different number or letter or other thing is called a code.
- In the BCD code for decimal numbers, each digit of decimal number is coded in binary.
- **Example:** Show how  $943_{10}$  is coded using BCD  
9      4      3  
1001   0100   0011      (BCD)
- **Question:** How many 4-bit decimal codes are there?

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal	BCD
0	0	0	0	0000
1	1	1	1	0001
2	10	2	2	0010
3	11	3	3	0011
4	100	4	4	0100
5	101	5	5	0101
6	110	6	6	0110
7	111	7	7	0111
8	1000	10	8	1000
9	1001	11	9	1001
10	1010	12	A	0001 0000
11	1011	13	B	0001 0001
12	1100	14	C	0001 0010
13	1101	15	D	0001 0011
14	1110	16	E	0001 0100
15	1111	17	F	0001 0101

# Alphanumeric Codes

- Most information processed by computers is nonnumeric.
- Text (strings of characters from some character set) is very common e.g. keyboard.
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange) is a 7-bit alphanumeric code for 128 different characters (see Table 2-4 in Text).
- **Example:** The bit string  
1000001 1010011 1000011 1001001 1001001  
is ASCII for “ASCII”.

# Parity Check Codes

- When digital data is transmitted from one place to another it is possible for some bits to be received in error.
- Many digital systems employ codes to detect (and even correct) such errors.
- A very simple error detection code results when one additional bit is added to the existing codewords so that the total number of ones is even (or odd).
- **Question:** How many bit errors can be detected using this scheme?