



Universidade Federal de Pelotas
Instituto de Física e Matemática
Departamento de Informática
Bacharelado em Ciência da Computação

Técnicas Digitais

Aula 1

1. Introdução aos Sistemas Digitais:

**Variáveis Contínuas e Variáveis Discretas,
Componentes de um Sistema Digital, Níveis
de Abstração e Visões, Hierarquia**

Prof. José Luís Güntzel

guntzel@ufpel.edu.br

www.ufpel.edu.br/~guntzel/TD/TD.html

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Introdução

- Nesta disciplina iremos tratar de circuitos digitais básicos
- Tais circuitos são usados na construção de circuitos digitais mais complexos (com mais componentes), os quais recebem o nome de **sistemas digitais**

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Conceito de Sistema

- Sistema, no contexto desta disciplina, pode ser definido como sendo um “conjunto de elementos interligados de alguma maneira para compor um todo e assim, realizar funcionalidades específicas”
- Exemplo de sistema: um equipamento de som (hi-fi, 3 em um etc)
 - Seus componentes são receiver, cassete deck, prato, CD player, amplificador, caixas de som e os cabos que os conectam

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Características de um Sistema

- Um sistema possui um conjunto de funcionalidades bem definido, o qual pode ser identificado a partir das funcionalidades de seus componentes
- Por exemplo, a funcionalidade do equipamento de som é transformar a informação armazenada em discos ou fitas, ou proveniente de ondas eletromagnéticas (rádio) em som audível
 - Nenhum dos componentes pode realizar sozinho esta funcionalidade

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Características de um Sistema

- Assim, pode-se identificar duas “visões” (ou maneiras de encarar) de um sistema: a **estrutura** e o **comportamento**
- A **estrutura** diz respeito a quais são os componentes e como eles se interconectam
- O **comportamento** diz respeito à funcionalidade do sistema (e de seus componentes, individualmente)

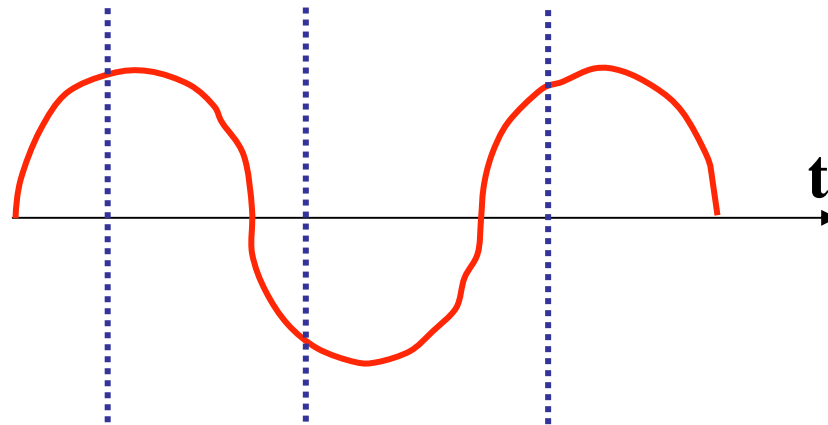
1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Variáveis Analógicas e Variáveis Discretas

- Uma variável **analógica** serve para representar uma grandeza física que é contínua no tempo
- Portanto, variáveis analógicas são representadas por **funções reais contínuas**
- Não é possível representar todos os valores que uma variável analógica assume, ainda que se considere um intervalo reduzido de tempo
- A maioria das grandezas da natureza são contínuas no tempo (Aqueles que não são contínuas são denominadas de “eventos”)

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Variáveis Analógicas e Variáveis Discretas



1. Introdução aos Sistemas Digitais

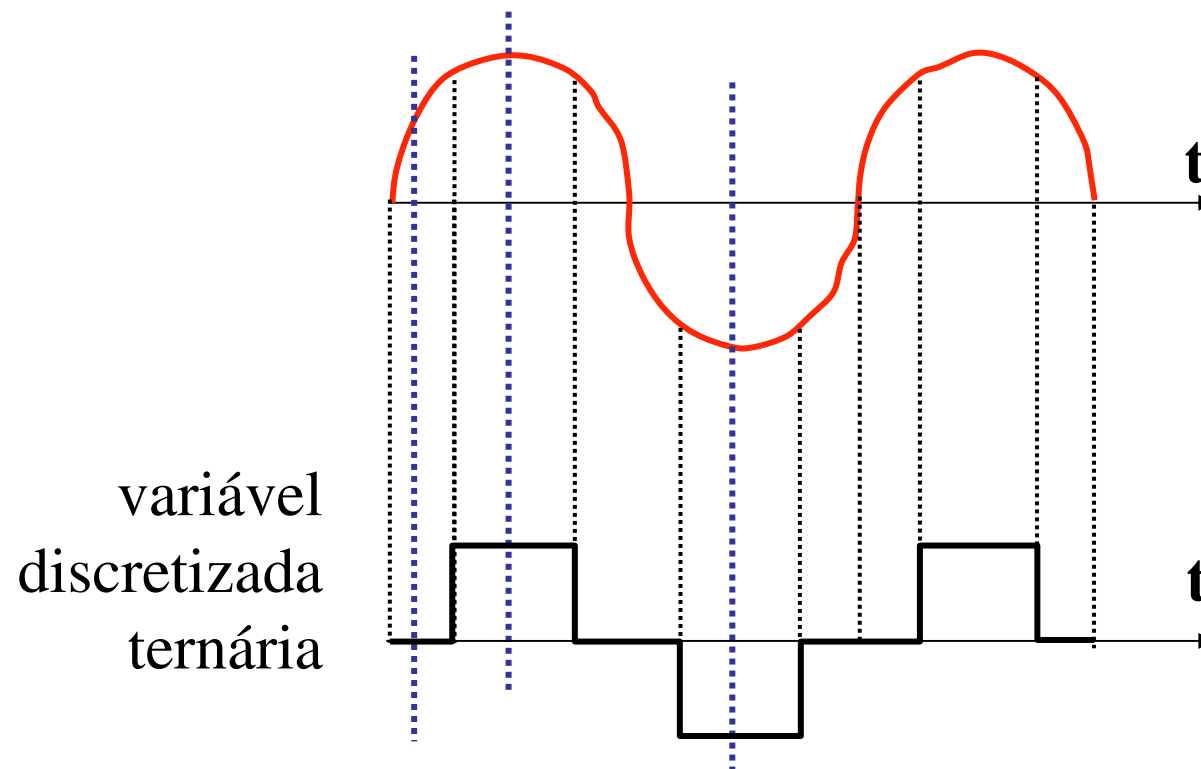
▶ Variáveis Analógicas e Variáveis Discretas

- Uma variável **discreta** pode assumir um número finito (e geralmente pequeno) de valores
- Uma variável **discreta** pode ser usada para realizar uma representação simplificada de uma grandeza física que é contínua no tempo
- Variáveis **discretas** são representadas por **funções não-contínuas**
- É possível representar todos os valores que uma variável **discreta** assume (por exemplo, mediante uma tabela)

1. Introdução aos Sistemas Digitais

► Variáveis Analógicas e Variáveis Discretas

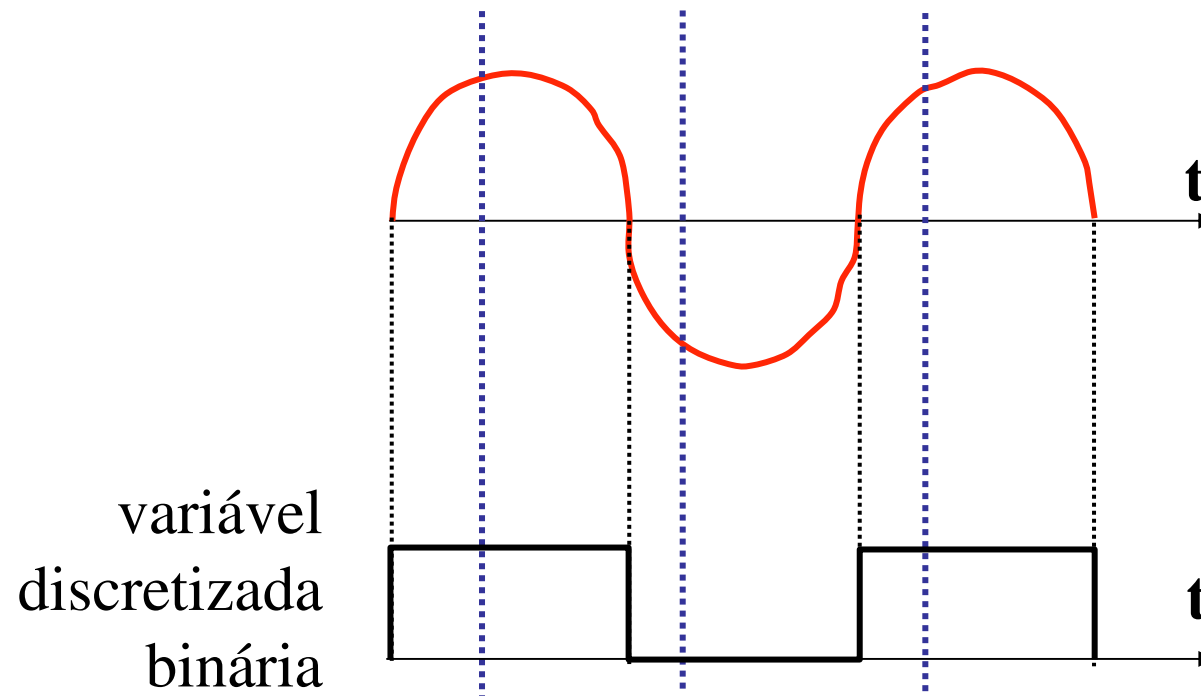
Discretizando uma variável, no tempo com 3 valores



1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Variáveis Analógicas e Variáveis Discretas

Discretizando uma variável, no tempo com 2 valores



1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ **Sistemas Digitais**

- **Um sistema digital é um conjunto de componentes conectados que processam informações de forma digital**
- **A funcionalidade de um sistema digital advém da quantidade de componentes e da maneira como estes estão associados**

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Sistemas Digitais

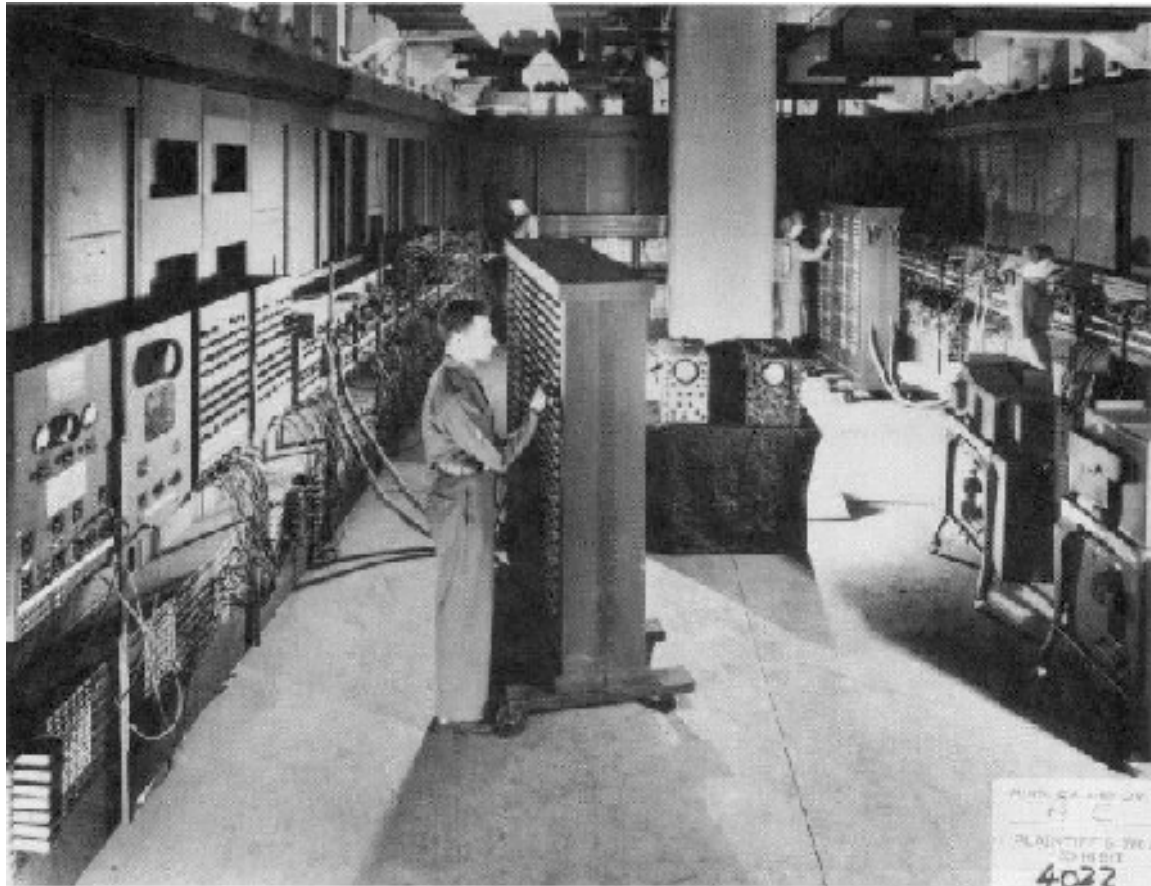
- Os sistemas digitais eletrônicos podem ter como componente básico:
 - Relés eletromecânicos
 - Válvulas ou
 - Transistores **e/ou**
 - Transistores integrados (CIs ou *chips*)

1. Introdução aos Sistemas Digitais

► Sistemas Digitais

O ENIAC

- Primeiro computador eletrônico
- Usava 18.000 válvulas
- Formato em U ocupando uma grande sala inteira
- Peso: **30 toneladas (!!)**
- 20 registradores de 10 dígitos cada
- Capaz de realizar 1.900 adições por segundo (!!)
- Pouca quantidade de memória
- Dificuldade para programá-lo



J. Rabaey - Digital Integrated Circuits, 2nd Edition - Prentice-Hall, 2003.

1. Introdução aos Sistemas Digitais

► Sistemas Digitais

O UNIVAC I

- Primeiro computador a ser comercializado (1951)
- Preço: U\$ 1 milhão por unidade
- Foram vendidas 48 unidades
- Previu corretamente o resultado da eleição presidencial de 1952 nos EUA



Patteson & Hennessy - Organização e Projeto de Computadores: a interface hardware/software. 3a Edição - Editora Elsevier, 2005.

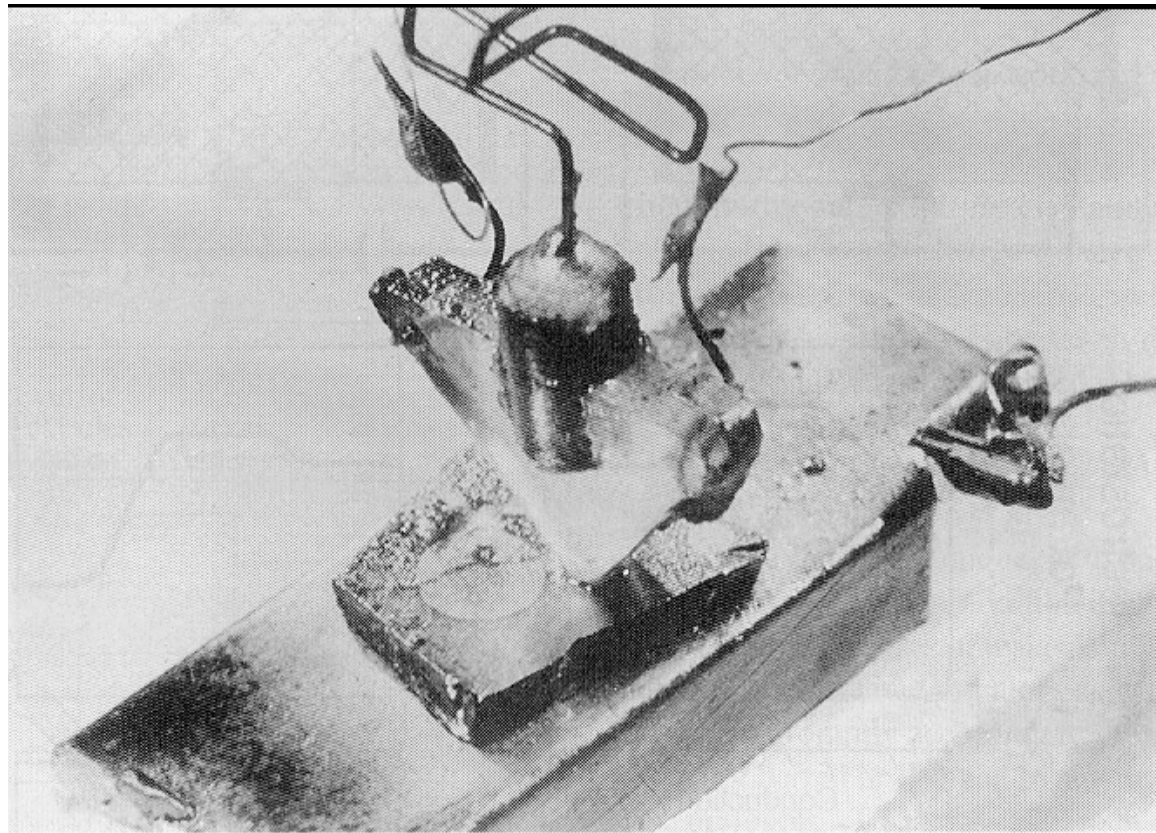
1. Introdução aos Sistemas Digitais

► Sistemas Digitais

Microeletrônica, o combustível para a evolução da computação

Primeiro Transistor

- Bell Labs, 1948



J. Rabaey - Digital Integrated Circuits, 2nd Edition - Prentice-Hall, 2003.

slide 1.15

Prof. José Luís Güntzel

1. Introdução aos Sistemas Digitais

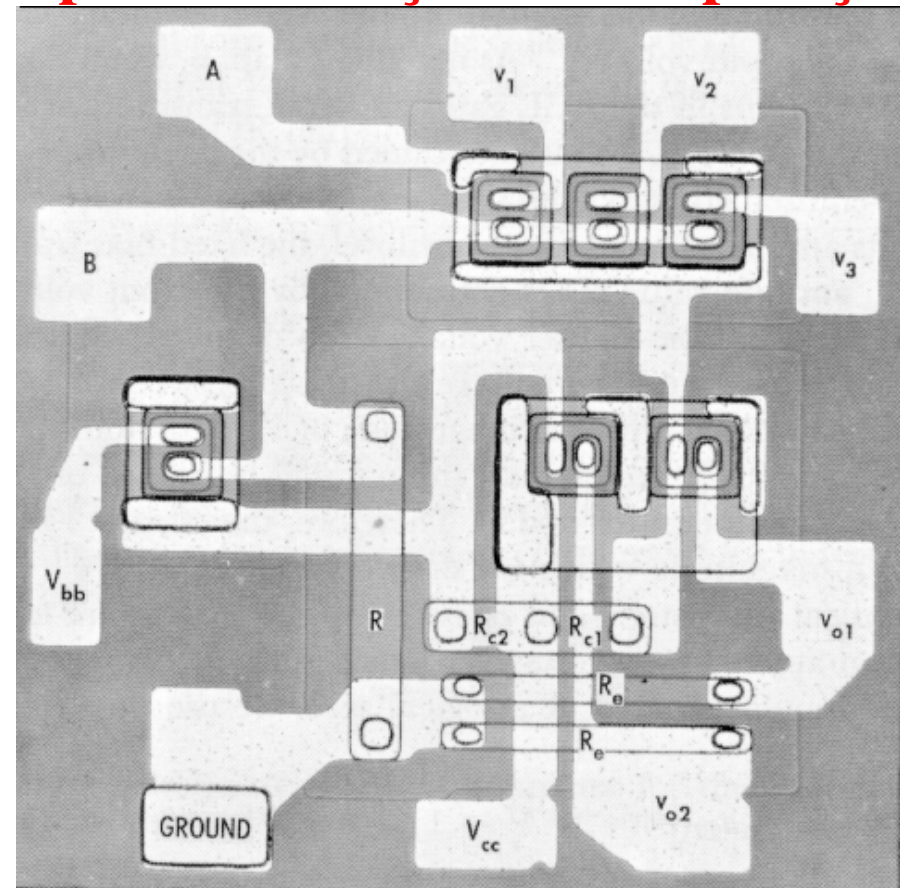
► Sistemas Digitais

Microeletrônica, o combustível para a evolução da computação

Primeira Porta Lógica

Integrada

- Motorola, 1966
- Porta lógica com três entradas
- Tecnologia Bipolar (ECL)



J. Rabaey - Digital Integrated Circuits, 2nd Edition - Prentice-Hall, 2003.

slide 1.16

Prof. José Luís Güntzel

1. Introdução aos Sistemas Digitais

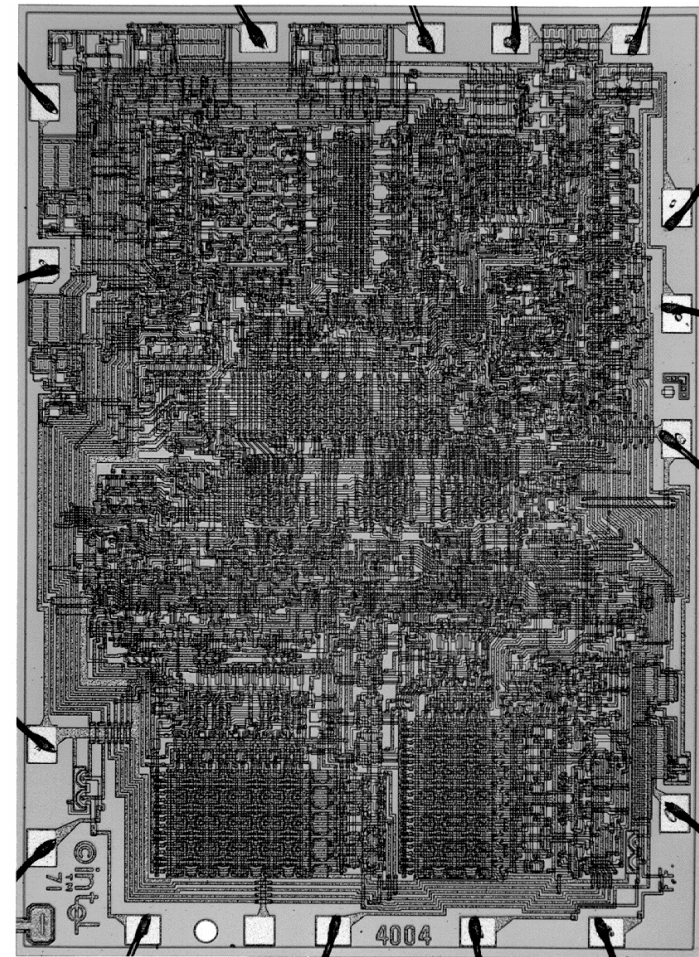
▶ Sistemas Digitais

Microeletrônica, o combustível para a evolução da computação

Primeiro Processador Integrado (Microprocessador)

- Intel 4004
- Objetivo: servir de controlador
- Aprox. 1000 transistores
- 1 MHz de frequência de operação

J. Rabaey - Digital Integrated Circuits, 2nd Edition - Prentice-Hall, 2003.



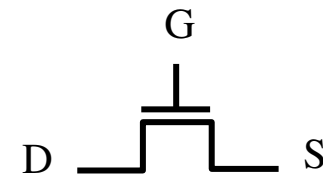
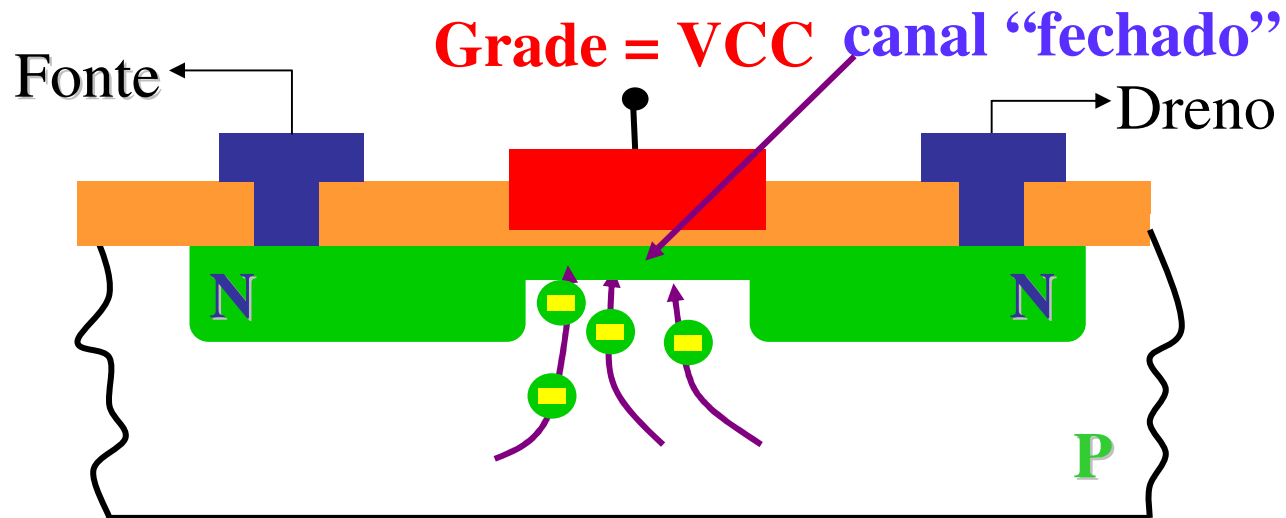
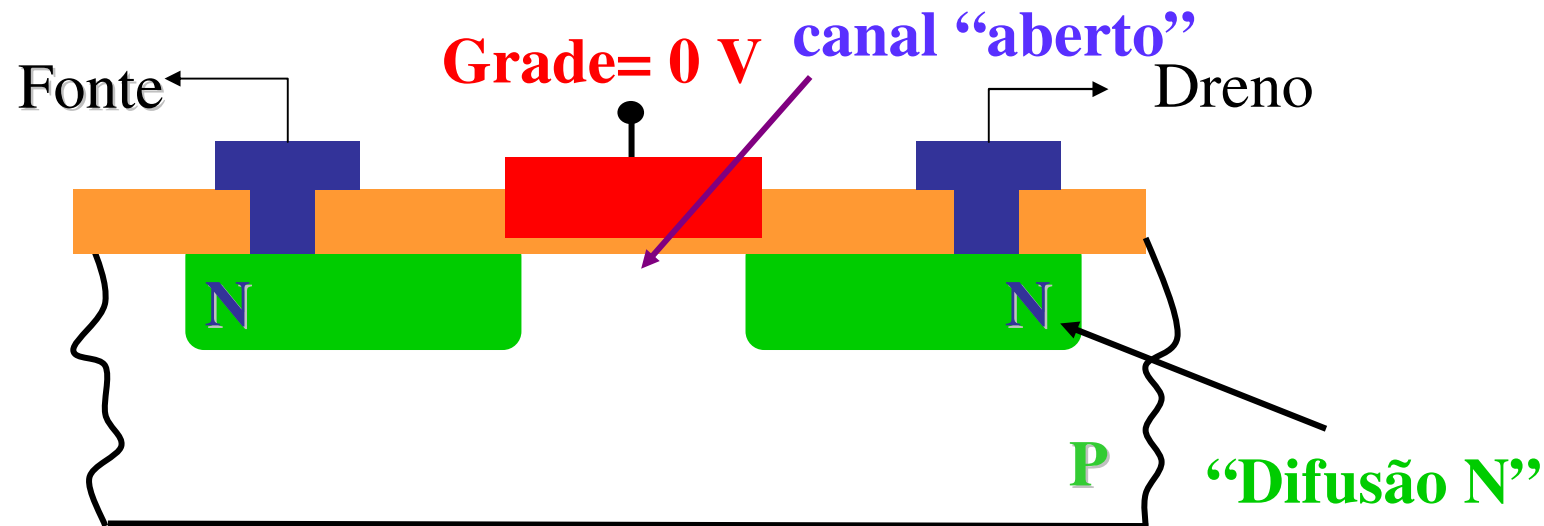
1. Introdução aos Sistemas Digitais

► Sistemas Digitais

- Em um sistema digital, o funcionamento de cada componente apresenta dois estados bem definidos (ligado/desligado, on/off, aberto/fechado etc)
- Ao completar uma operação, cada fio dentro do sistema digital possui um valor de tensão
- Há somente dois valores válidos, os quais representam: V/F (também referenciados por 0/1 ou low/high)

Valor lógico	Nível lógico	Nível de tensão (tec. 2.0 μm)	Nível de tensão (tec. 0.5 μm)	Nível de tensão (tec. 0.13 μm)
F	0	0 V	0 V	0 V
V	1	5 V	3.3 V	1.5 V

1. Introdução aos Sistemas Digitais

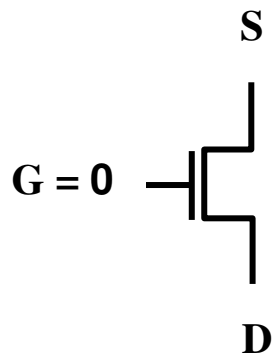


©Reis99

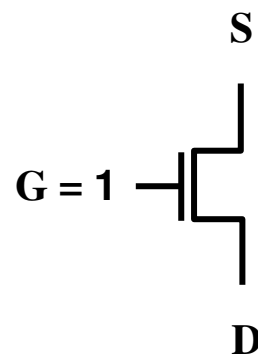
1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ O Transistor NMOS

Funcionamento Simplificado: “uma chave eletrônica”



chave aberta
(sem corrente elétrica)
 $D \neq S$

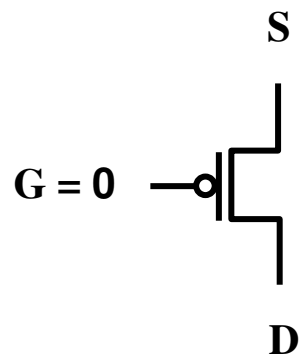


chave fechada
com corrente elétrica até que
 $D = S$

1. Introdução aos Sistemas Digitais

► O Transistor PMOS

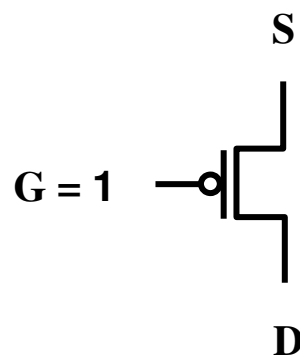
Funcionamento Simplificado: “uma chave eletrônica”



chave fechada

com corrente elétrica até que

$D=S$



chave aberta

(sem corrente elétrica)

$D \neq S$

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Sistemas Digitais

- Em função da dificuldade em projetar/analisar/implementar sistemas digitais complexos, utiliza-se uma representação **hierárquica**.
- A **hierarquia** diz respeito aos **níveis de abstração** em que o sistema é descrito
- Além disso, existem três **visões** possíveis:
 - Comportamental
 - Estrutural
 - Física

1. Introdução aos Sistemas Digitais

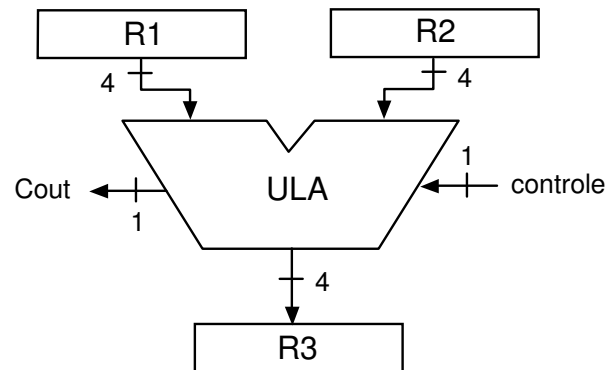
► Sistemas Digitais

Nível	Comportamental	Estrutural	Física
Transistor	Equações diferenciais, diagramas corrente-voltagem	Transistores, resistores, capacitores	Células analógicas e digitais
Portas	Equações Booleanas, máquinas de estado finitas (FSM)	Portas lógicas, Flip-flops	Módulos, unidades
RT	Algoritmos, <i>flowcharts</i> , conjunto de instruções, generalizações de FSMs	Somadores, comparadores, contadores, registradores	Microcircuitos
Processador	Especificação do executável, programas	Processadores, controladores, ASICs	Placas de circuito impresso, módulos multicircuitos

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Exemplo de Hierarquia em SDs

Estrutura de uma ULA e seus registradores, no Nível RT



1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Exemplo de Hierarquia em SDs

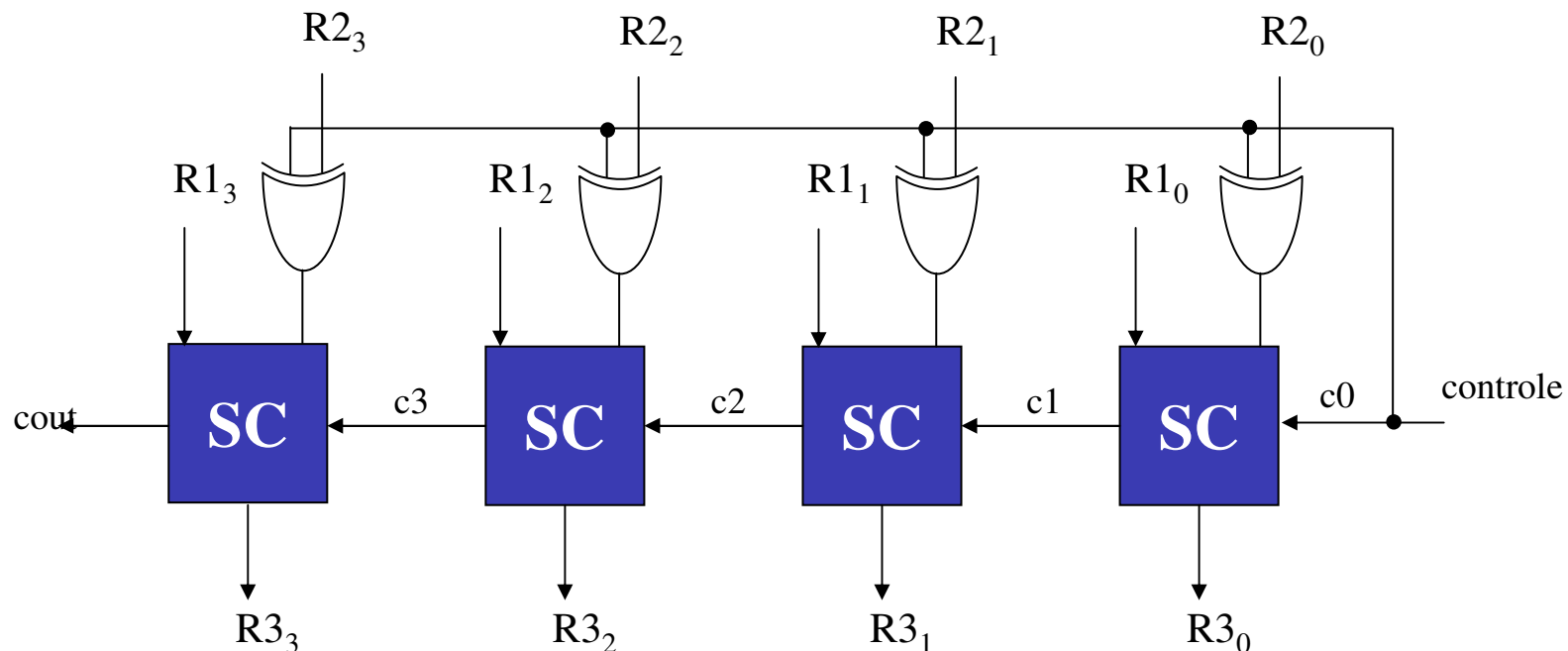
Comportamento de uma ULA e seus registradores,
no Nível RT

```
se (controle=0)
    R3←R1+R2;
senão
    R3←R1-R2;
```

1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Exemplo de Hierarquia em SDs

Estrutura dos blocos componentes de um somador/subtrator, no Nível RT



1. Introdução aos Sistemas Digitais

▶ Exemplo de Hierarquia em SDs

Estrutura de uma somador completo (*full-adder*), no Nível Lógico

