

Circuitos Digitais

Introdução aos Circuitos Digitais

Descrição do Curso

Começando com **transistores MOS**, o curso desenvolve uma série de blocos de construção - **portas lógicas, circuitos combinacionais, circuitos sequenciais, máquinas de estado finitos e memória.**

Objetivos de Aprendizagem

Compreender o papel da **abstração** no projeto de sistemas digitais.

Analisar métricas de desempenho de sistemas digitais.

Conhecer uma **linguagem de descrição de hardware** e **utilizá-la** em uma ferramenta para **simulação**.

Projetar sistemas de hardware simples com base em uma variedade de abstrações digitais e **testá-los** em **simulação**.

Codificação Física da Informação

Se desejamos projetar dispositivos que **manipulam informação**, como esta deve ser **codificada fisicamente**?

O **bit (dígito binário)** é a **menor unidade de informação** que pode ser armazenada ou transmitida. Um bit pode assumir **somente 2 valores: 0 ou 1**

Propriedades desejadas para o bit físico:

- **Pequeno, barato** (desejamos vários deles);
- **Estável** (confiável, repetível);
- **Facilidade na velocidade de manipulação**: (acessar, transformar, combinar, transmitir, armazenar).

Fenômenos Elétricos

Fenômenos associados com partículas carregadas eletricamente

- Tensões, Correntes, Fase ou Frequência

Usaremos aqui unicamente **tensões** para codificação da informação. Mas a melhor escolha pode depender da aplicação desejada.

Vantagens:

Fácil geração e medição

Grande conhecimento de engenharia

Baixo consumo em regime

Desvantagens:

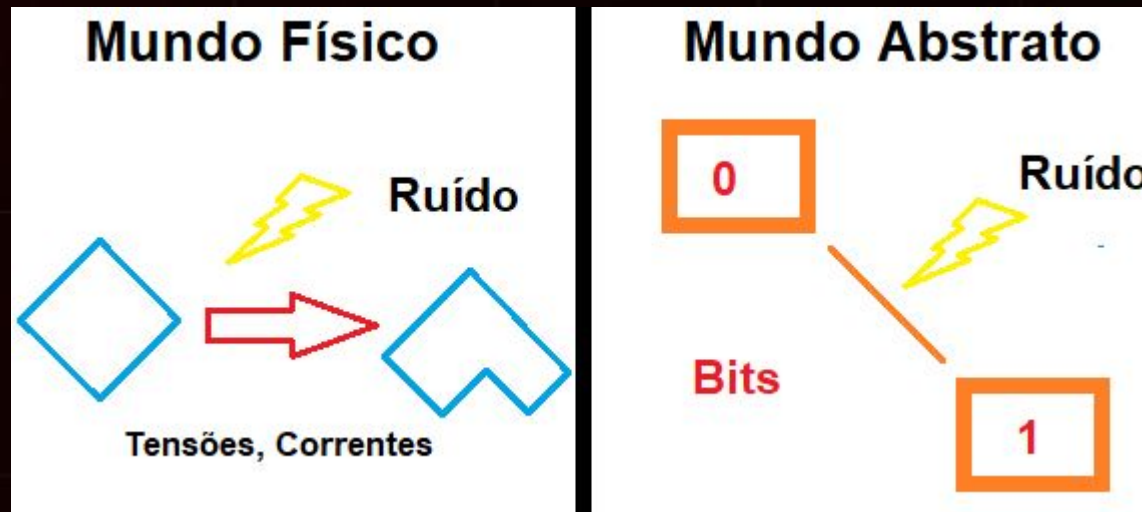
Facilmente corrompida por ruídos

Conexão física necessária

Efeitos RC limitam a velocidade de propagação

Abstração Digital

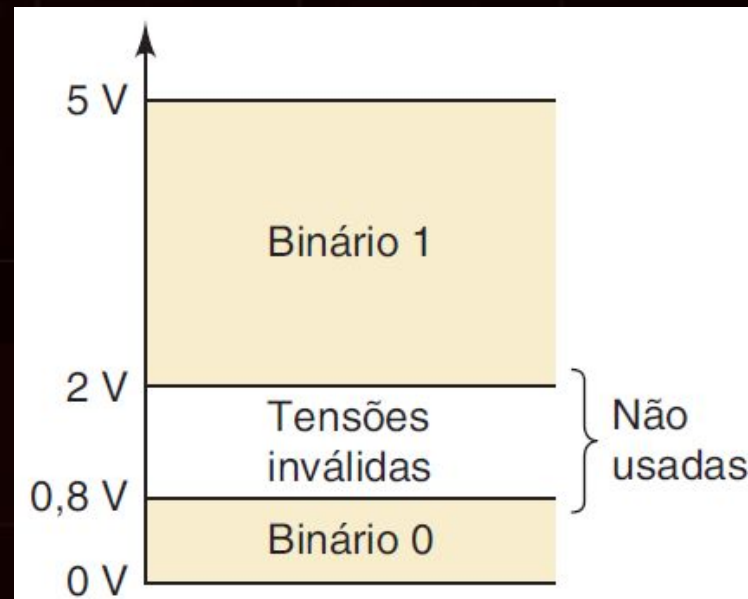
O mundo (não quântico) **não é digital**, apenas desejamos criar **sistemas que se comportem desta forma**. Precisamos usar fenômenos físicos reais para implementar projetos digitais



Usando Tensões “*Digitalmente*”

Ideia principal: codificar apenas 1 bit de informação, “0” ou “1”

Usar tal representação uniforme para cada componente e condutor do circuito



Controle da Eletricidade

A **eletrônica** é a arte de se **controlar** os **elétrons** migrando entre dois lugares.

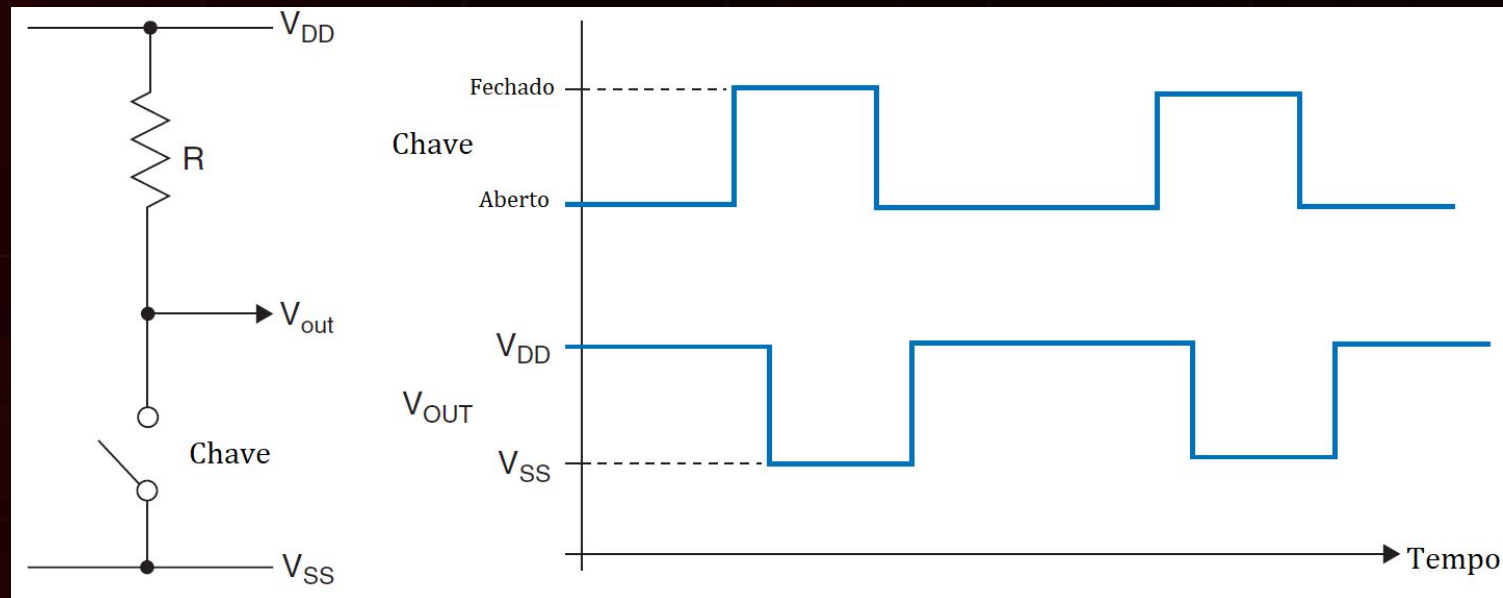
Um **interruptor** é a forma mais simples de controle. No interruptor mecânico, a falta de contato físico dos condutores cria esta barreira.

É possível implementar **funções lógicas** com conexão de interruptores.

Circuitos com chaves

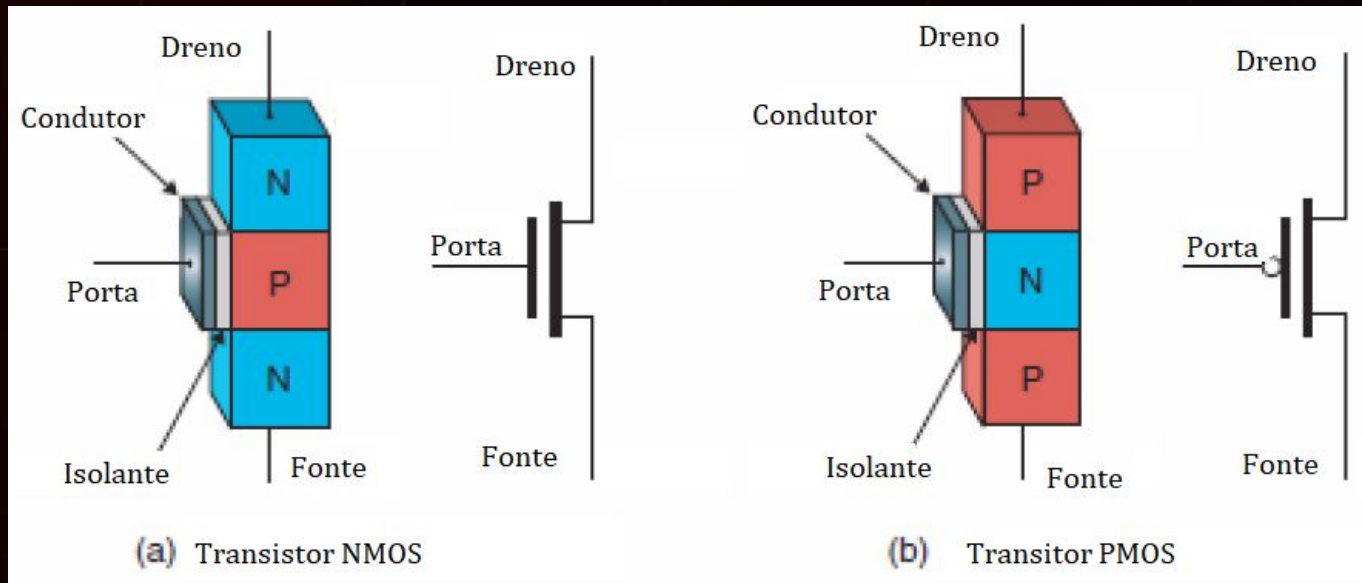
Seja $V_{DD} > V_{SS}$

Quando a chave está **fechada**, $V_{out} = V_{SS}$ pelo curto circuito. Quando a chave está **aberta**, $V_{out} = V_{DD}$ pelo **resistor R**.



Transistor

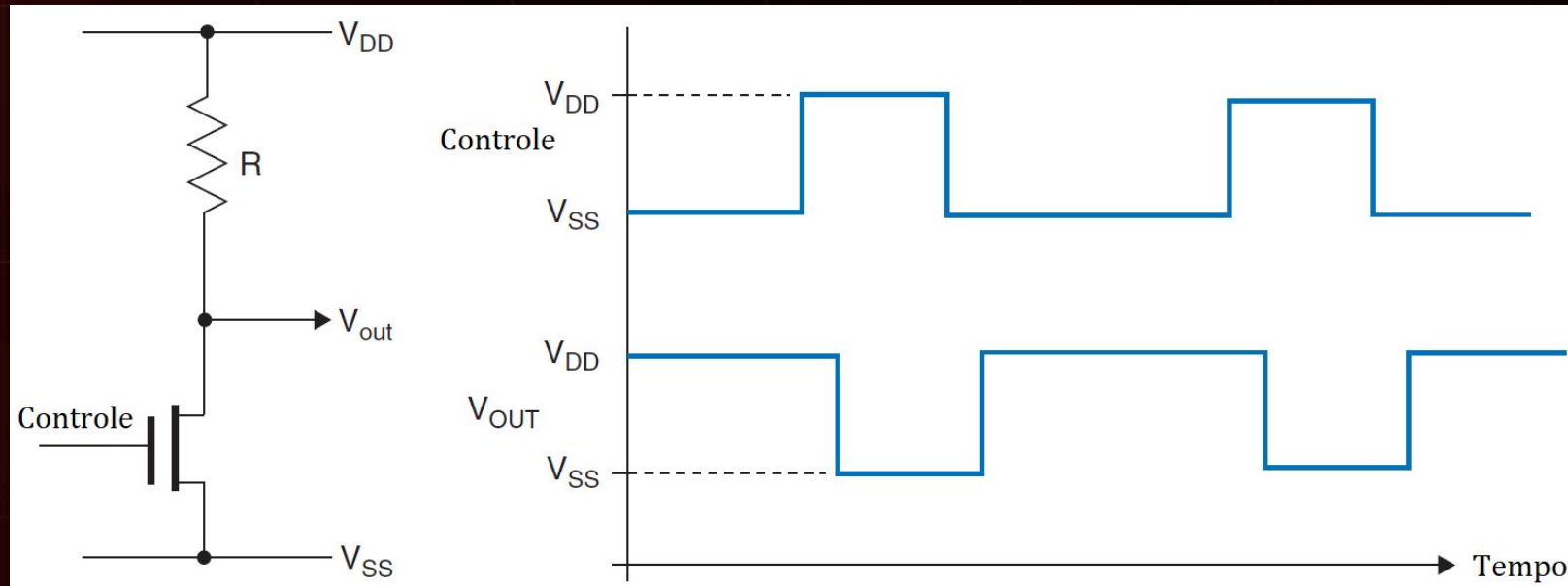
Transistores são componentes semicondutores que, na eletrônica digital, têm como função primária a de servir como interruptor.



Circuitos com Transistor

Seja $V_{DD} > V_{SS}$ e considere o circuito com **transistor NMOS**

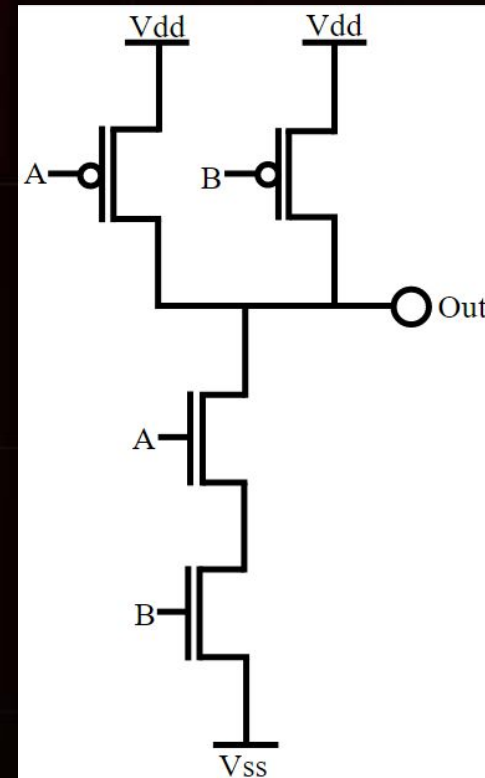
Quando o controle estiver em V_{DD} o transistor liga, fecha o circuito, e $V_{out} = V_{SS}$. Quando o controle estiver em V_{SS} , a chave abre e $V_{out} = V_{DD}$.



Circuitos com Transistores

CMOS se refere a uma tecnologia de circuitos digitais, e possui **3 regras principais**:

- A rede de conexão com a baixa tensão (**pull-down**) é feita com transistores **NMOS**
- A rede de conexão com a alta tensão (**pull-up**) é feita com transistores **PMOS**
- Os circuitos de **pull-down** e **pull-up** são duais (conexões em série se transformam em paralelas e vice-versa);



Elemento de Processamento Digital

Um **dispositivo combinacional** é um circuito com as seguintes propriedades:

**Requisitos
Estáticos**

- Uma ou mais entradas digitais;
- Uma ou mais saídas digitais;
- **Especificação funcional**: Sabe-se o valor de cada saída para qualquer combinação possível de entradas válidas;
- **Especificação temporal**: Sabe-se um limitante superior t_{PD} no tempo de propagação necessário para que o dispositivo calcule a saída especificada a partir de qualquer conjunto estável de valores de entrada.

Sistema Digital Combinacional

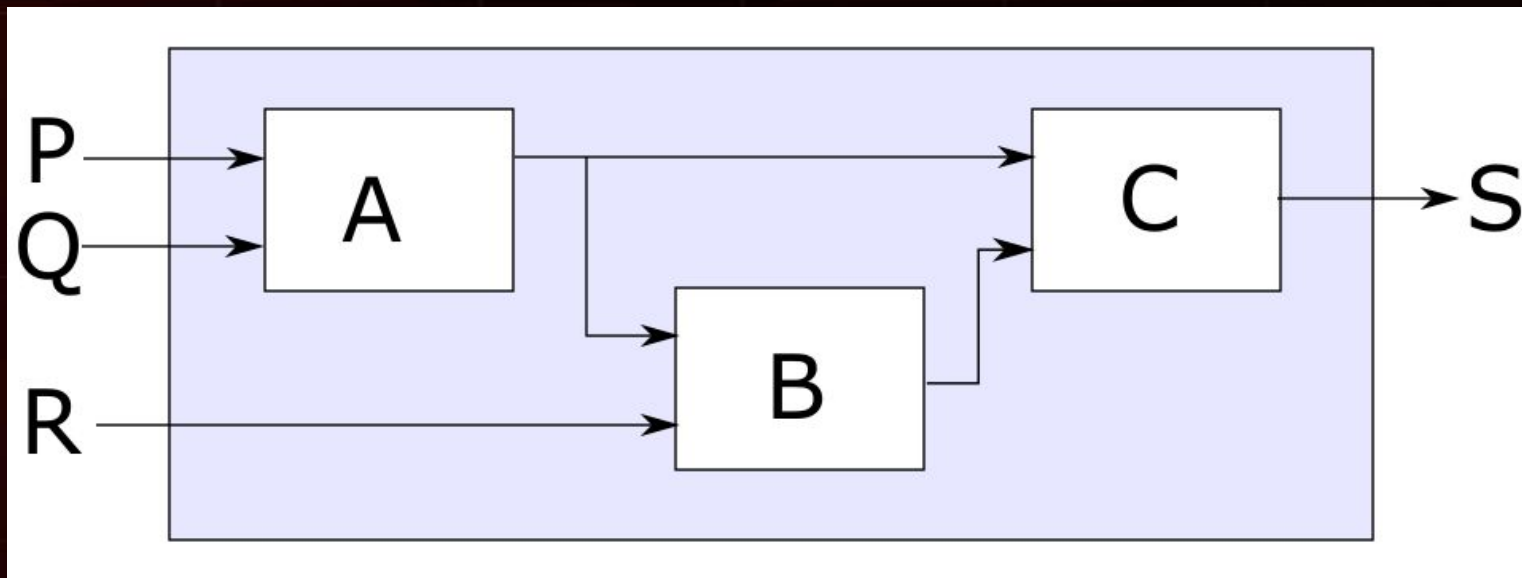
Um conjunto de **elementos interconectados** é um dispositivo combinacional se:

- Cada **elemento** do circuito é por si **combinacional**;
- Cada **entrada** do circuito é **conectada** a uma e apenas **uma saída** ou a um fornecimento externo de '**0**' ou '**1**';
- O circuito **não contém ciclos** diretos.

Os **sistemas construídos desta forma** serão, eles mesmos, **dispositivos combinacionais**.

Exemplo

Circuitos **A**, **B** e **C** são **combinacionais**. Podemos dizer o mesmo do dispositivo abaixo, cujas entradas são **P**, **Q** e **R** e saída **S**?



Referências

**TOCCI, R. T.; WIDMER, N. S; MOSS, G. L. |
Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações,
ed. 12**

TERMAN, C. | Computation Structures

**MAXFIELD, C. | Bebop to the Boolean
Boogie: An Unconventional Guide to
Electronics, ed. 3**

Circuitos Digitais

Introdução aos Circuitos Digitais