

# Capítulo 1

## Introdução

Podemos dizer que **circuitos lógicos** são aqueles que implementam **fórmulas lógicas**, ou, as proposições só assumem um dos dois **valores lógicos**.

0	1
Sim	Não
Falso (F)	Verdadeiro (V)
Desliga	Liga
(Nível) Baixo	(Nível) Alto
Chave Aberta	Chave Fechada

### 1.1 Fórmulas Lógicas

**Definição 1.1** *Fórmulas lógicas são expressões resultantes da combinação das proposições com uso de conectivos ( $\vee$ ,  $\wedge$ ,  $\rightarrow$ ,  $\leftrightarrow$ ) através de um conjunto de regras de formação.*

**Exemplo 1.1** *Proposições e as variáveis lógicas correspondentes:*

- $p$ :  $3 + 4 = 9$
- $q$ :  $2^0 = 1$
- $r$ :  $3$  é um número primo
- $s$ :  $6$  é um número ímpar
- $u$ : todos os números naturais pertencem a  $N$

- $v$ :  $2001$  é um número natural
- $w$ :  $2001$  pertence a  $N$
- $m$ : máquina está operando de forma apropriada
- $t$ : técnico está presente na sala de máquinas
- $a$ : operador  $a$  está presente na sala de máquinas
- $b$ : operador  $b$  está presente na sala de máquinas

**Exemplo 1.2** *Fórmulas lógicas:*

- $p \wedge q$  ( $3 + 4 = 9$  e  $2^0 = 1$ ).
- $r \vee s$  ( $\beta$  é número primo OU  $6$  é número ímpar).
- $u \wedge v \rightarrow w$  (Se todos os números naturais pertencem a  $N$  e  $2001$  é um número natural, então  $2001$  pertence a  $N$ ).
- $t \wedge (a \vee b) \rightarrow m$  (Se o técnico e um dos operadores estiverem presentes, então a máquina opera de forma apropriada).

### 1.2 Argumento

**Definição 1.2** *Chama-se **argumento** (lógico) a relação entre uma seqüência finita de fórmulas lógicas, denominadas **premissas**, e uma fórmula lógica consequente, conhecida como **conclusão**.*

**Exemplo 1.3** *Dadas as proposições:*

- $p$ :  $x > y$
- $q$ :  $x \neq y$
- $r$ :  $x = y$
- $s$ :  $x < y$

*A partir das premissas:*

- $p$

- $p \rightarrow q$

*pode-se concluir que q é Verdadeira.*

*Analogamente, a partir das premissas*

- s
- $s \rightarrow q$

*pode-se concluir que q é Verdadeira.*

*Supondo que q seja verdadeiro, temos as seguintes premissas:*

- q
- $q \rightarrow p \vee s$

*que nos leva a concluir que p ou s é verdadeiro.*

No capítulo 2 serão apresentadas algumas tautologias e regras de inferência que facilitam a dedução de uma conclusão a partir das premissas.

### 1.3 Sistemas Analógicos e Sistemas Digitais

Os **sistemas analógicos** são aqueles constituídos por dispositivos que manipulam parâmetros que variam **continuamente** (**variáveis analógicas**). Enquanto os **sistemas digitais** operam com parâmetros que variam de forma discreta (**variáveis discretas**).

No caso dos circuitos lógicos, as variáveis processadas só podem assumir dois valores lógicos 0 e 1. Portanto, eles são comumente designados de **circuitos digitais**.

Algumas vantagens dos sistemas digitais sobre os analógicos:

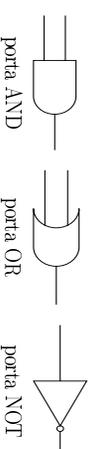
- reprodutibilidade dos resultados: “abstração digital” dos sinais analógicos em, por exemplo, dois níveis lógicos, facilita reprodução/interpretação dos sinais em dispositivos distintos.
- facilidade de projeto: durante a fase de projeto funcional, o projetista pode se deter só no aspecto lógico do problema.
- robustez: a abstração dos sinais em dois níveis torna o sistema menos suscetível a ruídos.

- programabilidade: o aspecto lógico facilita a modelagem e a estruturação dos circuitos lógicos a partir dos circuitos básicos.

- ocupação física/economia: os componentes básicos dos circuitos analógicos, como capacitores, resistores, indutores e transformadores) apresentam dimensões bem maiores que as dos componentes digitais.

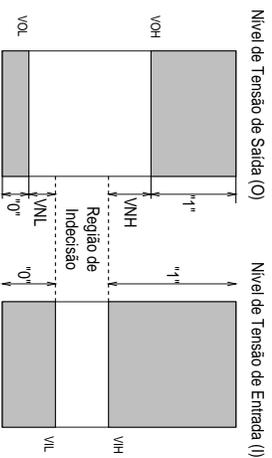
### 1.4 Componentes Digitais

**Portas** (*gates*) são os mais elementares. Esta denominação originou-se da sua função de permitir ou retardar (*gating*) a passagem de uma **informação digital**. Todos os circuitos digitais podem ser implementados com uso de 3 tipos de portas:



**Flip-flops**: são unidades de armazenamento elementares. Veremos que eles podem ser implementados com uso de portas.

No nível eletrônico, estes componentes são fabricados com uso de componentes tipicamente analógicos, adequáveis por tensões e/ou correntes que são variáveis analógicas. Entretanto, o seu comportamento nos permite abstrair em um dispositivo digital, que responde a dois níveis lógicos: baixo (0) e alto (1). Uma faixa de valores de tensão é mapeada em nível lógico 0 e a outra, em nível lógico 1.



É importante ressaltar que existe uma **faixa central de indecisão** onde o nível lógico não está perfeitamente definido, podendo produzir respostas imprevisíveis.

**Definição 1.3 Imunidade de ruído** de um circuito lógico refere à habilidade do circuito tolerar o ruído sem causar mudanças espúrias na tensão de saída. A medida quantitativa desta imunidade é a **margem de ruído**.

**Definição 1.4 Margem de ruído para nível alto:** é o maior (em módulo) valor de tensão (negativa) que pode aparecer como ruído na entrada sem levar o dispositivo à região de indecisão.

$$V_{NH} = V_{OH}(\text{do estágio anterior}) - V_{IH}$$

**Definição 1.5 Margem de ruído para nível baixo:** é o maior (em módulo) valor de tensão (positiva) que pode aparecer como ruído na entrada sem levar o dispositivo à região de indecisão.

$$V_{NL} = V_{IL} - V_{OL}(\text{do estágio anterior})$$

## 1.5 Diagrama de Tempo

Devido às características analógicas dos componentes digitais utilizados na implementação dos circuitos lógicos, muitas vezes é necessário considerar os fenômenos analógicos que possam comprometer a “abstração digital” para assegurar o correto funcionamento de um sistema.

Uma forma para visualizar tal comportamento analógico é representar graficamente as variáveis de entrada e de saída em função do tempo. Tal representação é conhecida como **diagrama de tempo**. Através de um diagrama de tempo, pode-se analisar a causa-efeito nos **atrasos** que ocorrem entre os sinais críticos.

A estes atrasos associam-se os seguintes conceitos:

$t_{PLH}$ : tempo de transição do nível baixo para o nível alto.

$t_{PHL}$ : tempo de transição do nível alto para o nível baixo.

$t_{pHL}$ : tempo de propagação (de entrada para saída com a saída variando de 1 para 0).

$t_{pLH}$ : tempo de propagação (de entrada para saída com a saída variando de 0 para 1).

