



"Não há razão para qualquer indivíduo ter um computador em casa."
(Ken Olsen, 1977)

Formas de onda e Clocks

Paulo Ricardo Lisboa de Almeida

Níveis

Um sinal digital possui dois níveis

Nível alto (ex.: 1 lógico)

Nível baixo (ex.: 0 lógico)

Os níveis alto e baixo são definidos por alguma tensão

Exemplo:

Nível alto: 5 Volts

Nível baixo: 0 Volts

Níveis



V_H <- Tensão para nível alto (Voltage High)

Qualquer tensão entre V_L e V_H não é válida (não gera um nível lógico válido)

V_L <- Tensão para nível baixo (Voltage Low)

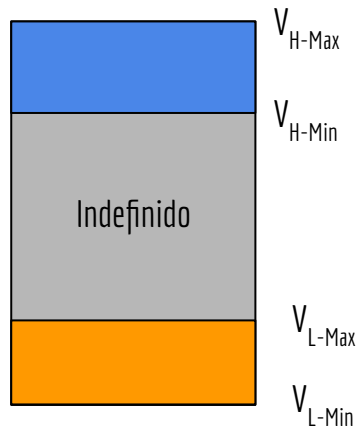
Faixas de Operação

Difícil enviar uma tensão exata V_H/V_L para um nível alto/baixo

Componentes geralmente definem um mínimo e um máximo para interpretar um nível alto

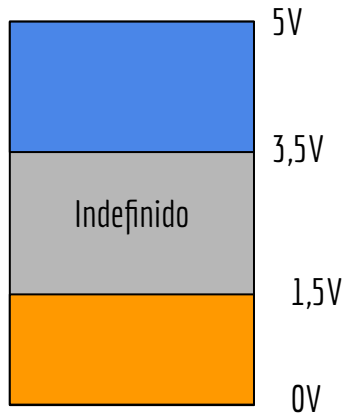
$$V_{H-\min} \text{ e } V_{H-\max}$$

Raciocínio análogo para nível baixo



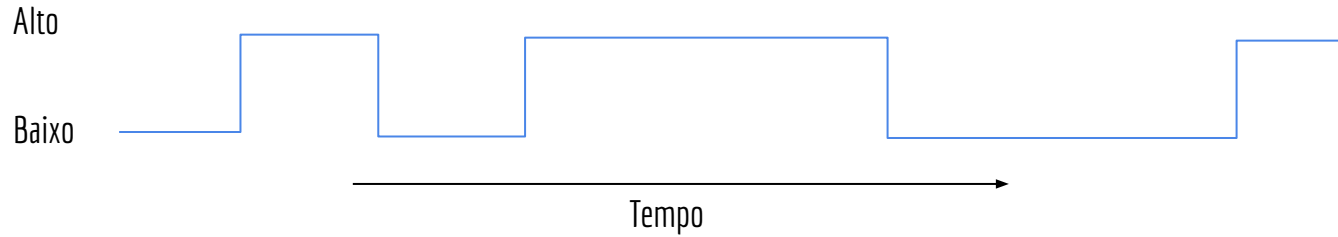
Exemplo

CD4012 - Texas Instruments

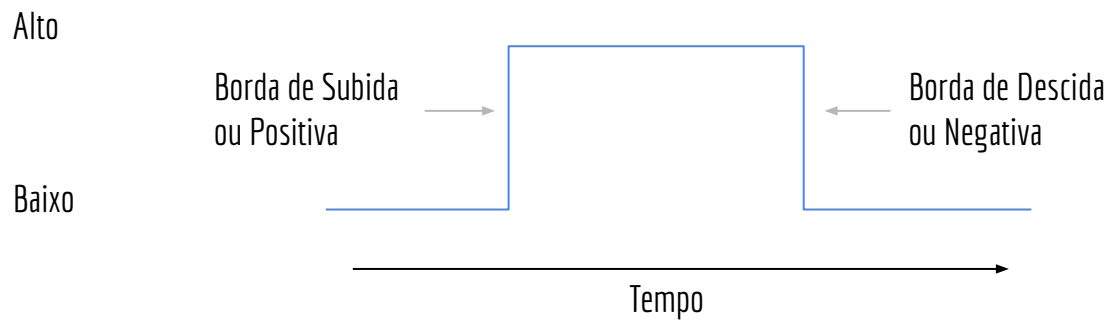


Onda Digital

Uma onda digital comuta entre alto e baixo em pulsos no tempo



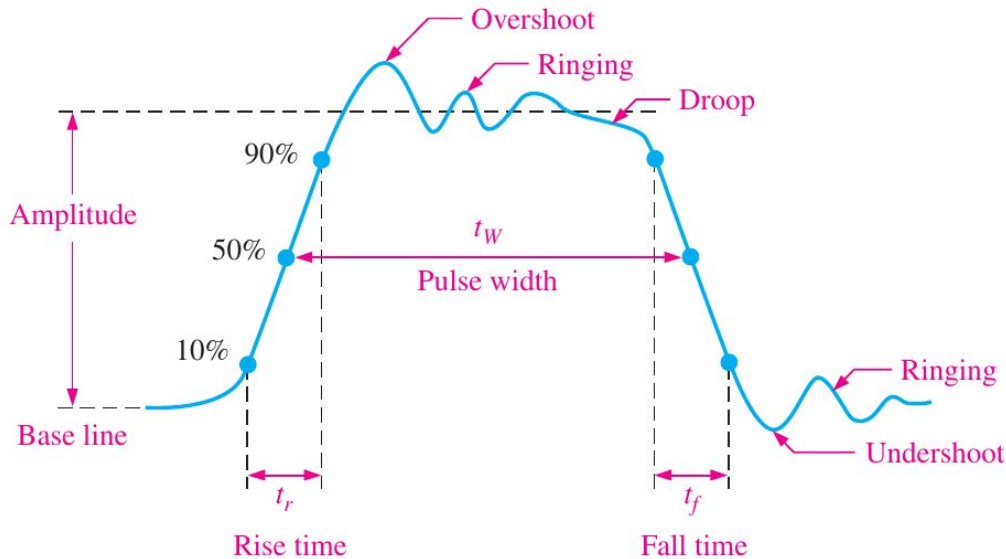
Bordas



Pulsos não ideais

No mundo real os pulsos **não são ideais**

Não trocam de baixo para alto, e vice-versa, instantaneamente



Pulsos não ideais

Veja o vídeo de demonstração

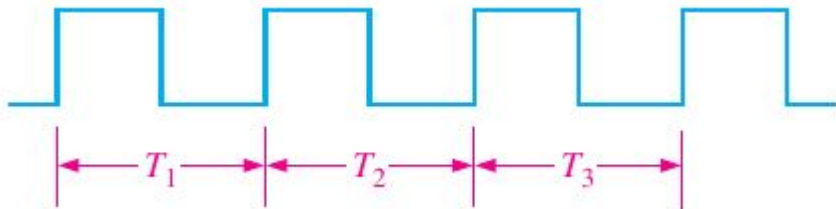
<https://youtu.be/xewNLsn5dQU>

Tipos de onda

Não Periódica

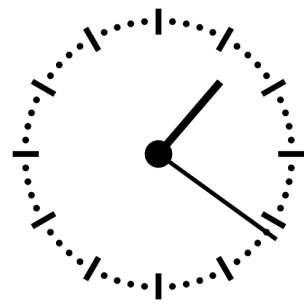


Periódica (quadrada)



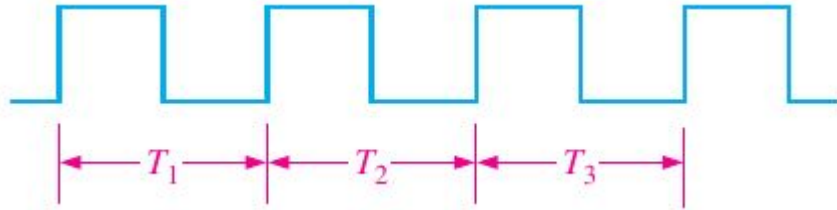
$$\begin{aligned}\text{Período} &= T_1 = T_2 = \dots = T_N \\ \text{Frequência} &= 1/T\end{aligned}$$

Clock



Em sistemas digitais é comum o uso de um sinal de **Clock** (relógio) para sincronização

O clock é uma onda periódica, com um período T (e frequência F) constantes



Clock

É comum nos referirmos a configuração do clock por sua frequência em Hertz

AMD Ryzen™ 9 5950X

Plataforma: Boxed Processor

Nº de núcleos de CPU: 16

Clock básico: 3.4GHz

TDP / TDP Padrão: 105W

CPU Socket: AM4

Data de lançamento: 11/5/2020

Família de produto: AMD Ryzen™ Processors

Nº de threads: 32

Cachê L2 total: 8MB

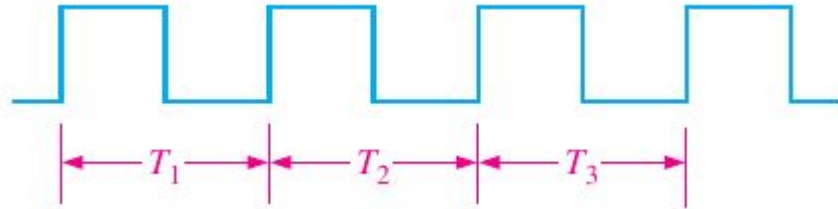
Processor Technology for CPU Cores: TSMC 7nm FinFET

Solução térmica (PIB): Not Included

***Suporte de SO:**

Faça você mesmo

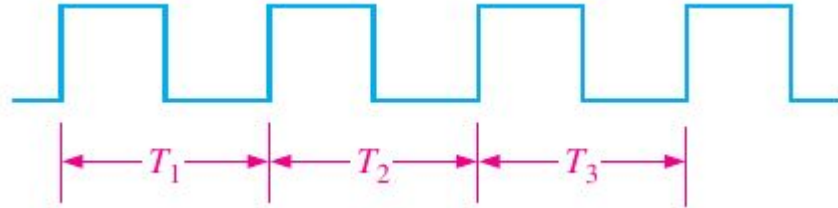
Considere que você comprou um processador com relógio de 4GHz. Qual o período do clock?



Faça você mesmo

Considere que você comprou um processador com relógio de 4GHz. Qual o período do clock?

$$T = 1/(4 \cdot 10^9) = \frac{1}{4} \cdot 10^{-9} \text{ segundos} = 0,25 \text{ ns}$$



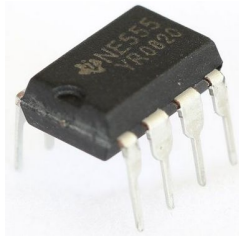
Multivibrador Astável

Dispositivos que geram sinais de clock são chamados de **multivibradores astáveis** ou osciladores

Oscila entre dois estados estáveis

Existem vários circuitos para gerar esses sinais

CI 555, que pode ser usado para gerar sinais de clock



RC e Cristais

O período de clock nos circuitos geralmente é definido por circuitos resistor-capacitor (RC), ou cristais de quartzo

Resistor-Capacitor

A carga/descarga do capacitor dita o período

O principal problema é que resistores e capacitores podem não ser precisos o suficiente para algumas aplicações

Mesmo resistores e capacitores extremamente precisos podem mudar suas propriedades devido a, por exemplo

Desgaste com o tempo

Temperatura

RC e Cristais

Circuitos que requerem precisão podem utilizar materiais piezoelétricos para realizar o controle do período

Cristais de quartzo

Muitos gostam de chamar da forma americanizada **xtal**

Cristais de quartzo podem ser fabricados para ressonar em frequências extremamente precisas

Se mantém estável com a temperatura e não perde precisão com o tempo

Os sinais de clock utilizados em nossos computadores e no seu relógio de pulso utilizam cristais de quartzo por conta disso

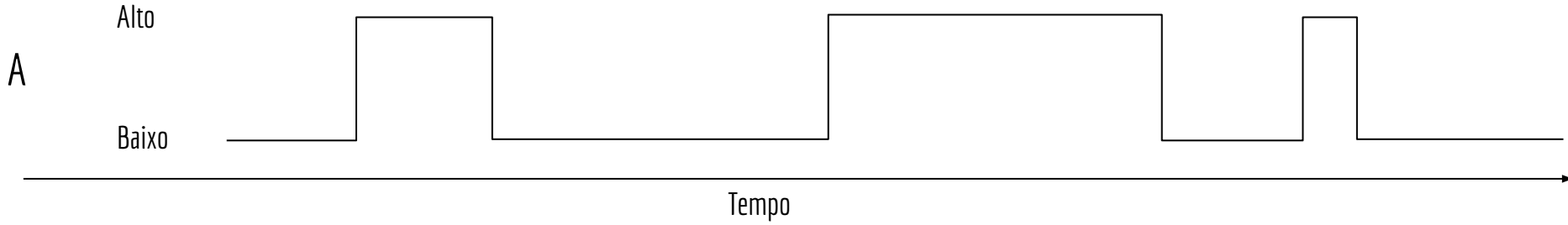
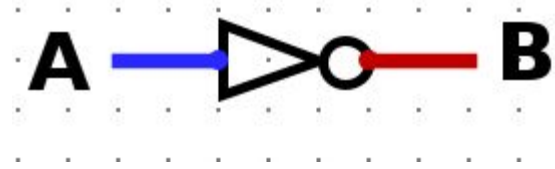


Análise no tempo

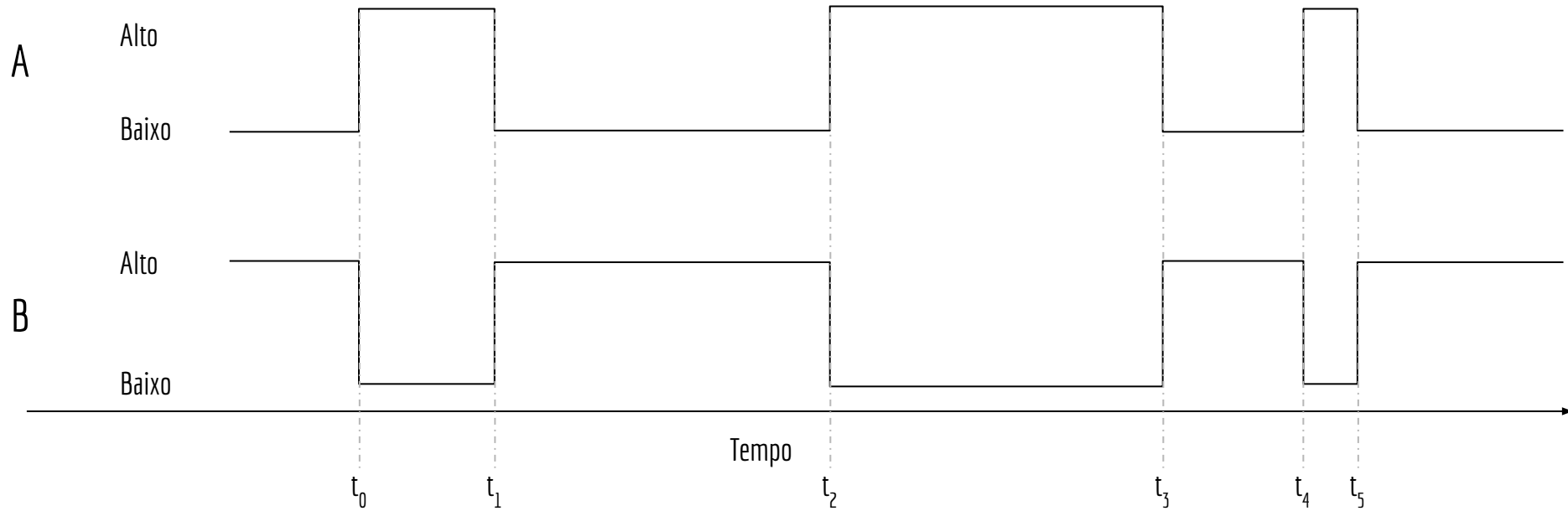
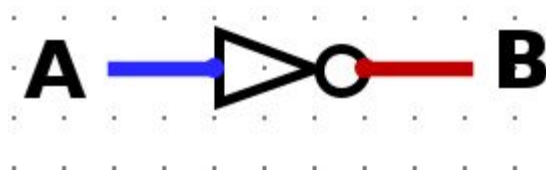
Sinais digitais podem mudar de alto para baixo, e vice-versa, no tempo

Para realizar a análise desses sinais no tempo, utilizamos **Diagramas de Temporização**

Exemplo

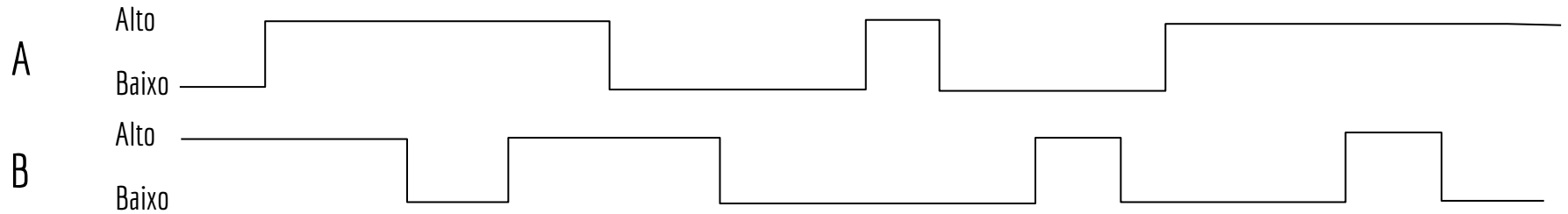
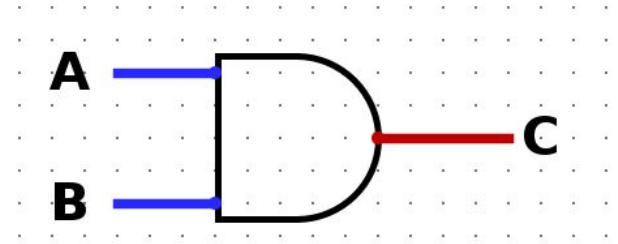


Exemplo



Faça você mesmo

Faça o diagrama de temporização para a porta AND



Veja os vídeos

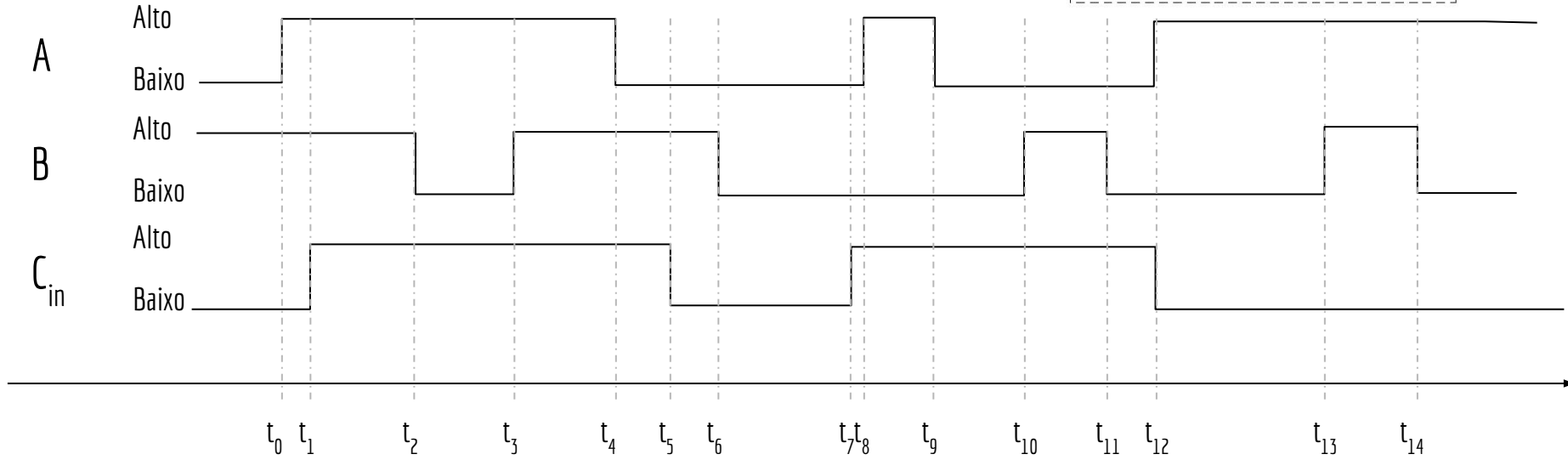
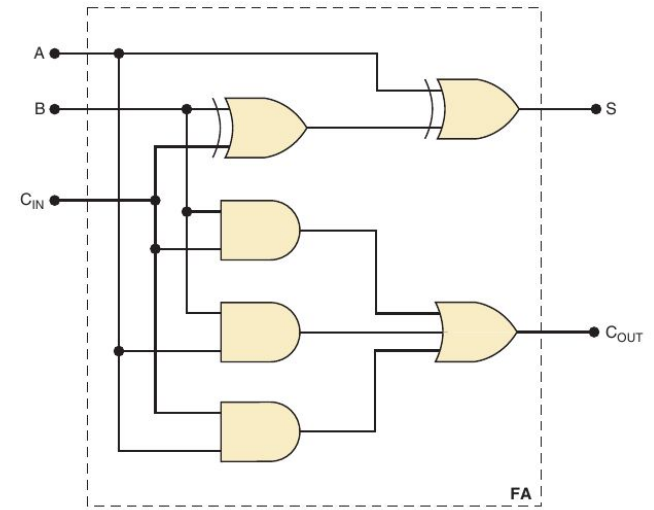
<https://youtu.be/xewNLsn5dQU>

<https://youtu.be/mwFKonHNgN4>

<https://youtu.be/ndz5BYBnt6U>

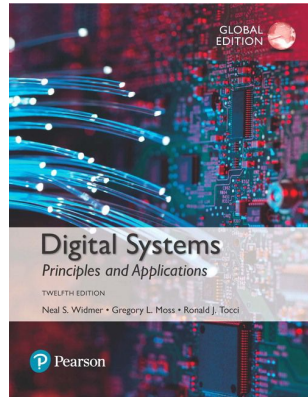
Exercícios

1. Faça o diagrama de temporização para o circuito a seguir, considerando a seguinte entrada

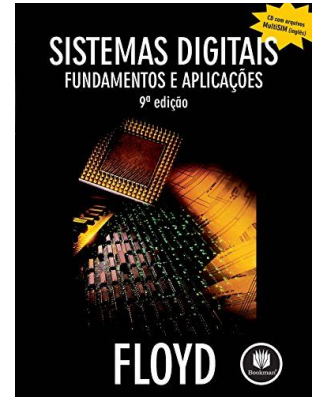


Referências

Ronald J. Tocci, Gregory L. Moss, Neal S. Widmer. Sistemas digitais. 10a ed. 2017.



Thomas Floyd. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações. 2009.



Licença

Este obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

