




Objetivos


- Apresentação do plano de ensino da disciplina
- Introdução aos sistemas digitais
- Introdução aos sistemas numéricos de representação


Plano de Ensino



UCS



Conta



Painel de controle


Cursos


Calendário


Caixa de entrada



Histórico

 FBX4025A - Sistemas Digitais I > Páginas

Graduação 2022/4

Página inicial


Avisos


Tarefas 

Fóruns


Notas

Pessoas

Páginas 

Arquivos 

Rubricas


Testes 

Título da página ▲

☐ Avaliação

☐ Horário, Local e Modalidade da Disciplina

☐ Metodologia

☐ Plano de Ensino da Disciplina 

Avaliação

$$MH = \frac{10}{\frac{4}{Nota_prova1} + \frac{4}{Nota_prova2} + \frac{2}{Media_atividades}}$$

$$Media_atividades = \frac{\Sigma(notas\ de\ n\ atividades\ realizadas)}{\Sigma(notas\ de\ n\ atividades\ propostas)} * 10$$

- **Prova substitutiva (N_{PS})**

Ao aluno que não obtiver nota final igual ou superior a 6,0 será oferecida uma prova substitutiva, ao final do semestre. A prova substitutiva terá obrigatoriamente o mesmo conteúdo da respectiva prova a ser substituída. A nota da prova substituída apenas incorpora o cálculo da nota final quando for maior que a nota da prova a ser substituída.

Bibliografia básica



TOCCI, Ronald J.; Widmer, Neal S.; Moss, Gregory L. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**, 12ª ed. Editora Pearson, 2018. 1056 p. ISBN 9788543025018.



CAPUANO, Francisco Gabriel. **Elementos de eletrônica digital**. 42. São Paulo Erica 2019 1 recurso online ISBN 9788536530390.



CAPUANO, Francisco Gabriel. **Sistemas digitais : circuitos combinacionais e sequenciais**. São Paulo Erica 2014 1 recurso online ISBN 9788536520322.

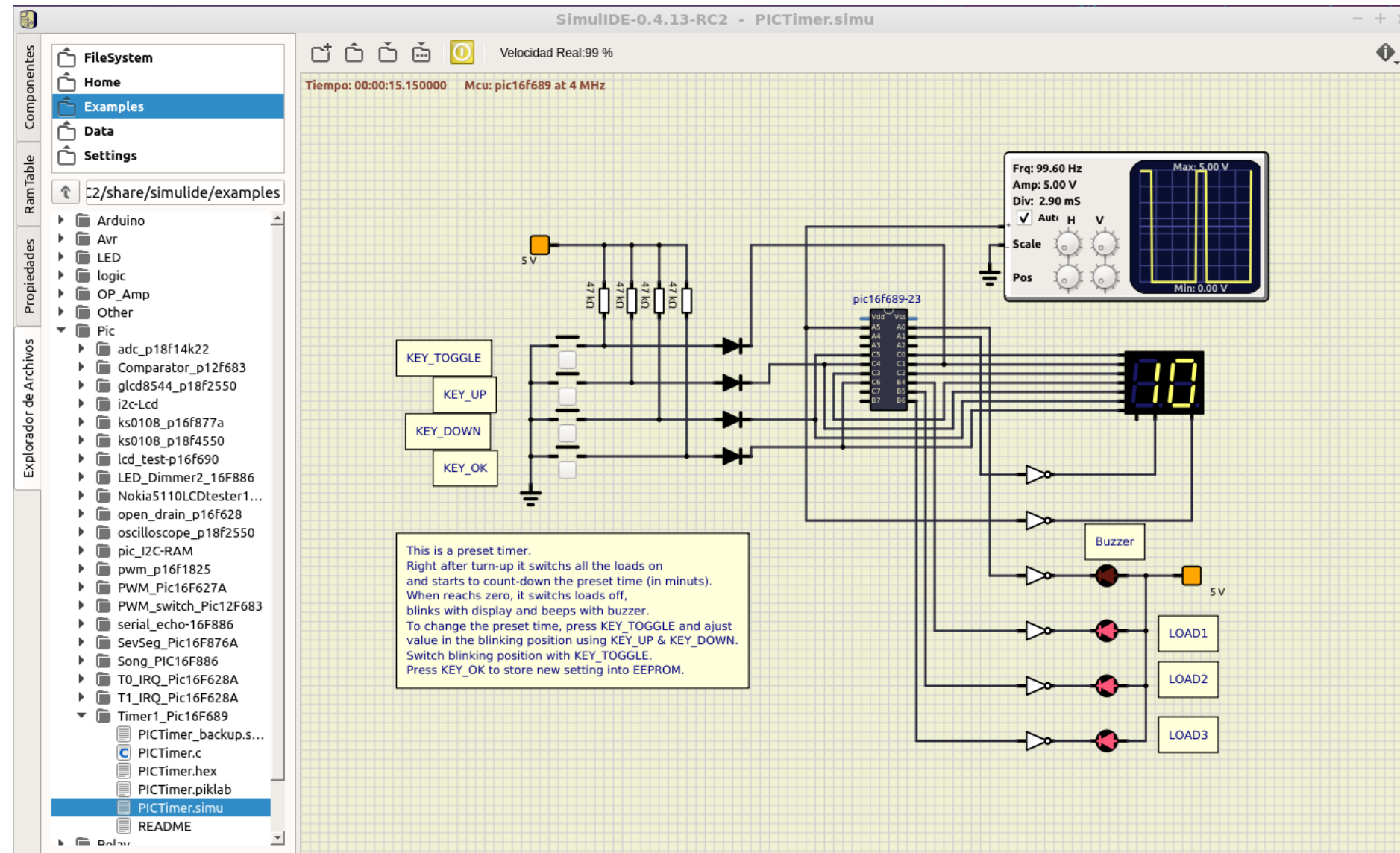
FBX4025 – Sistemas Digitais I

Software

<https://www.simulide.com/p/home.html>

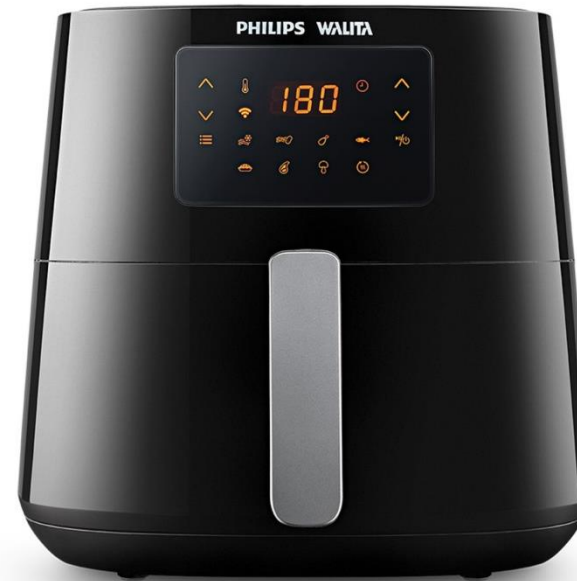
SimulIDE

Real Time Electronic Circuit Simulator. With PIC, AVR and Arduino simulation.



Introdução

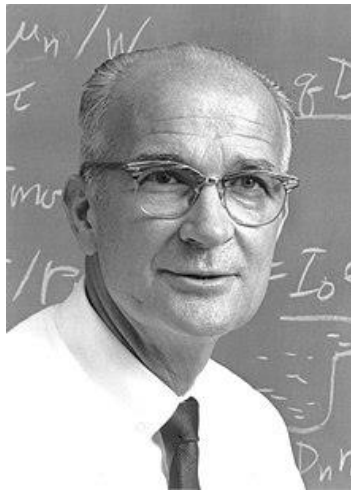
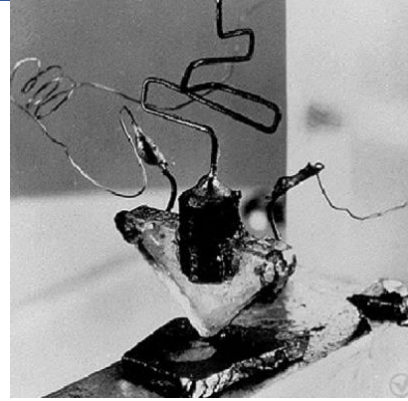
Onde encontro sistemas digitais?



Introdução

Histórico

A era moderna da eletrônica inicia com a criação do transistor bipolar em 1947 por William Shockley, John Bardeen e Walter Brattain na empresa Bell Laboratories.



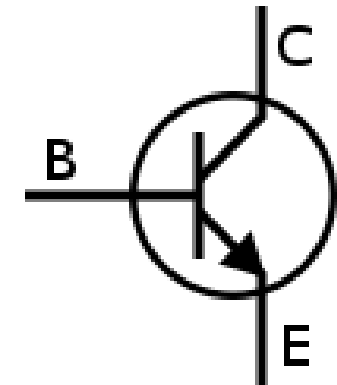
William Bradford Shockley Jr.
1910 - 1989



John Bardeen
1908 - 1991



Walter Houser Brattain
1902 - 1987



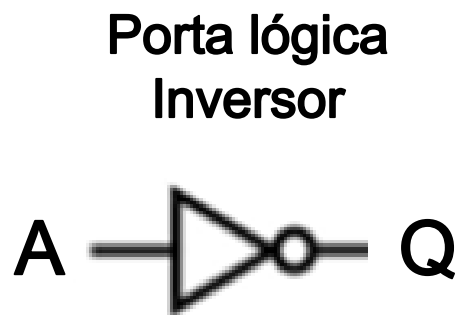
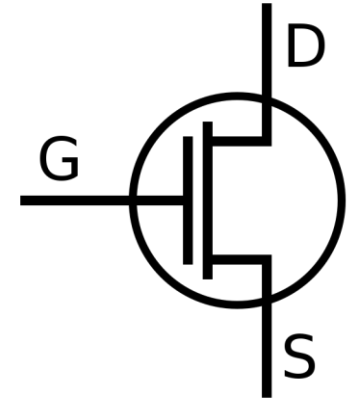
Transistor bipolar de
Junção NPN (símbolo)

Introdução

Histórico

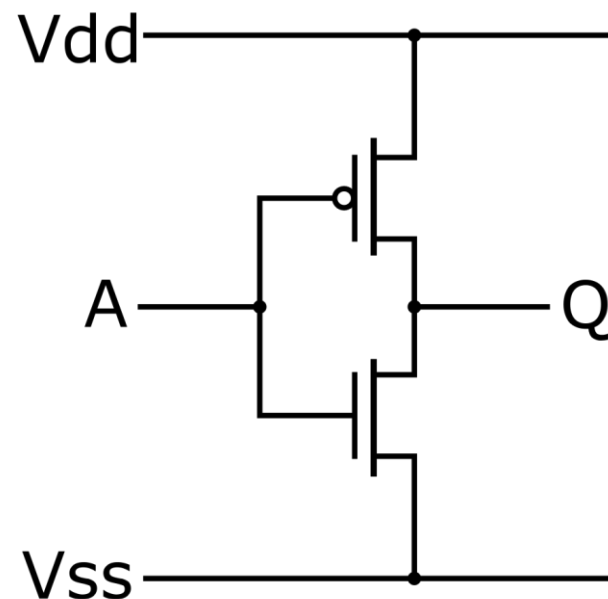
Desenvolvimento pela Intel dos transistores com tecnologia MOS que demorou a ser alcançada por empresas concorrentes.⁽¹⁾

Hoje a tecnologia CMOS domina o mercado de CI's digitais por ser mais rápida e mais adaptada para operação em baixa tensão de alimentação além de consumir menor potência.⁽²⁾

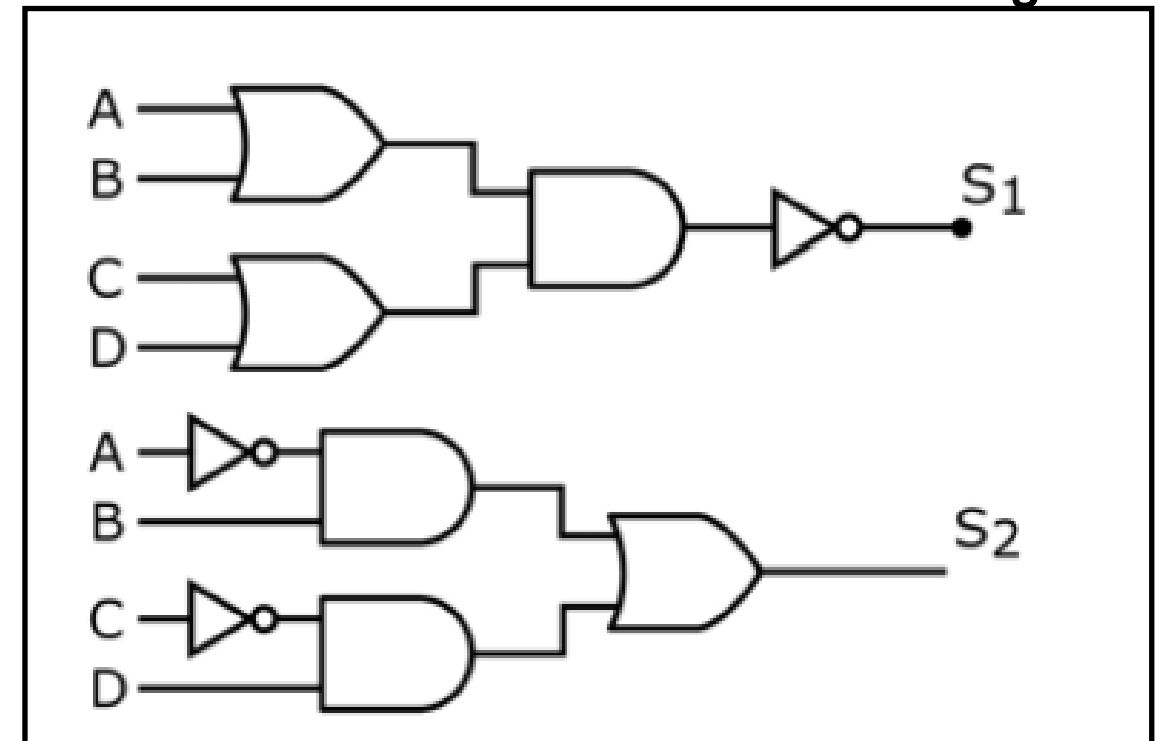


A	Q
0	1
1	0

Inversor – Circuito eletrônico



Portas Lógicas

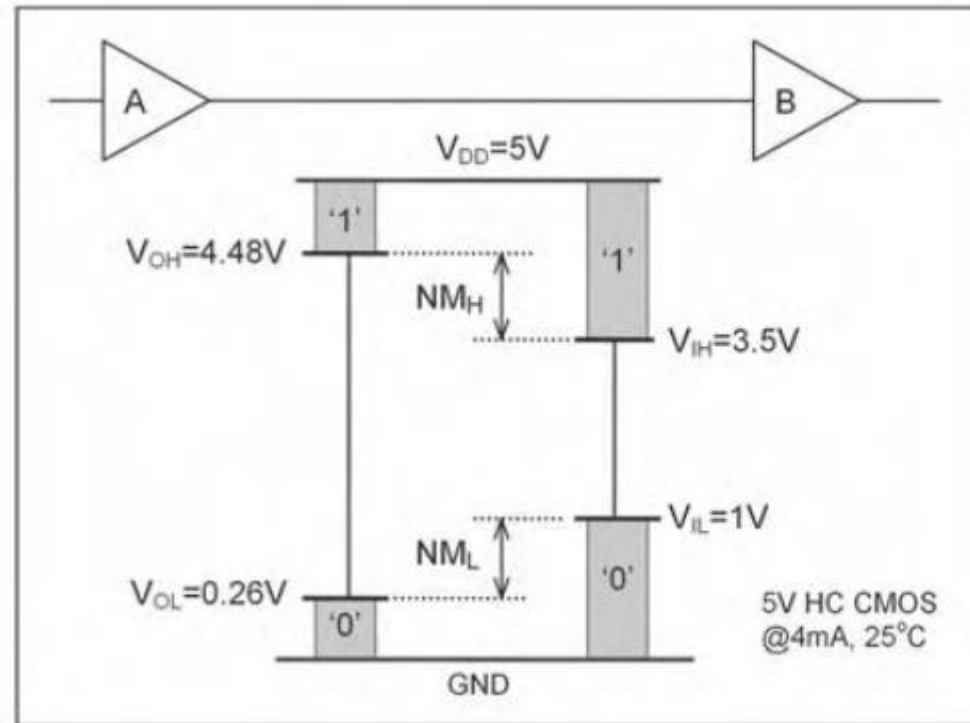


(1) PEDRONI, Volnei Antonio. **Eletrônica digital moderna e VHDL**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 619 p. ISBN 9788535234657. P. 2-3

(2) Horowitz, P.; Hill, W. **A Arte da Eletrônica: Circuitos Eletrônicos e Microeletrônica**. 3ªEd. Porto Alegre: Bookman, 2017. 1192 p. ISBN-13 978-8582604342. P. 714

Introdução

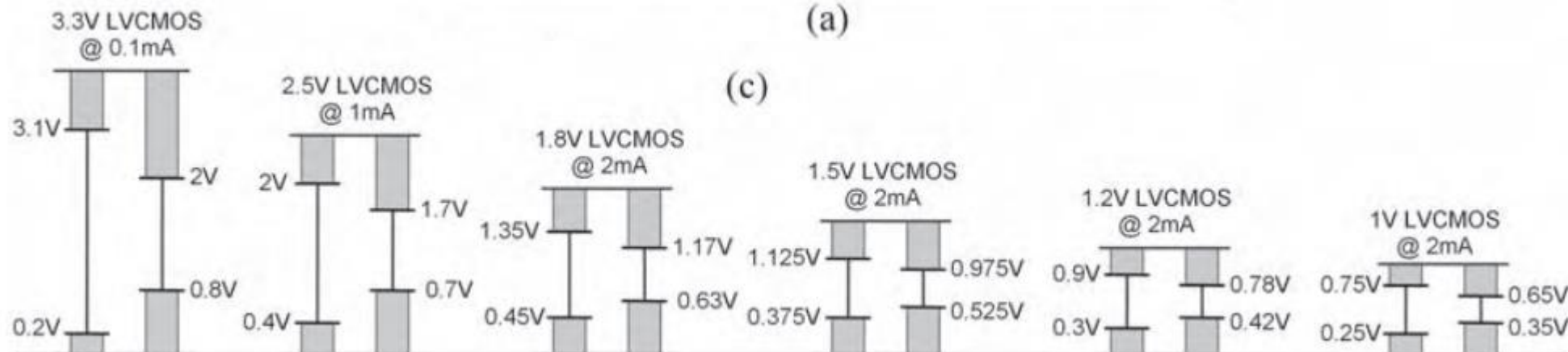
Valores lógicos X Valores físicos



5V HC @4mA, 25°C		
Output	V_{OL}	0.26V
	V_{OH}	4.48V
Input	V_{IL}	1V
	V_{IH}	3.5V

Noise margin	
NM_L	0.74V
NM_H	0.98V

(b)

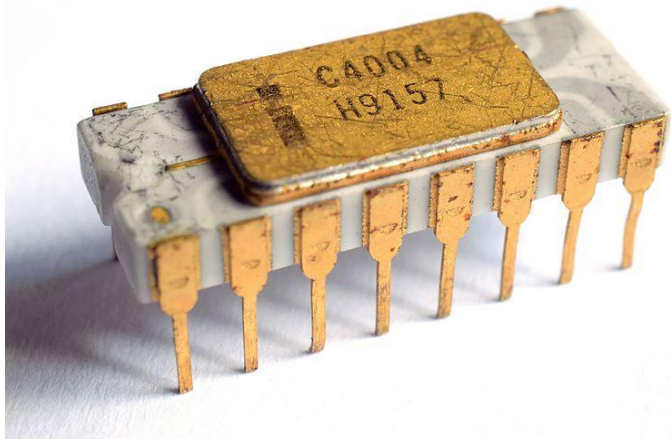


(c)

Introdução

Histórico

Microprocessador Intel 4004



1971

Tecnologia nMOS 10 μ m
~2300 transistores
108 kHz

Microprocessador Intel Pentium 4



2006

Tecnologia CMOS 90nm
180 milhões de transistores
>3 GHz

Microprocessador Ryzen 7 5700U



2021

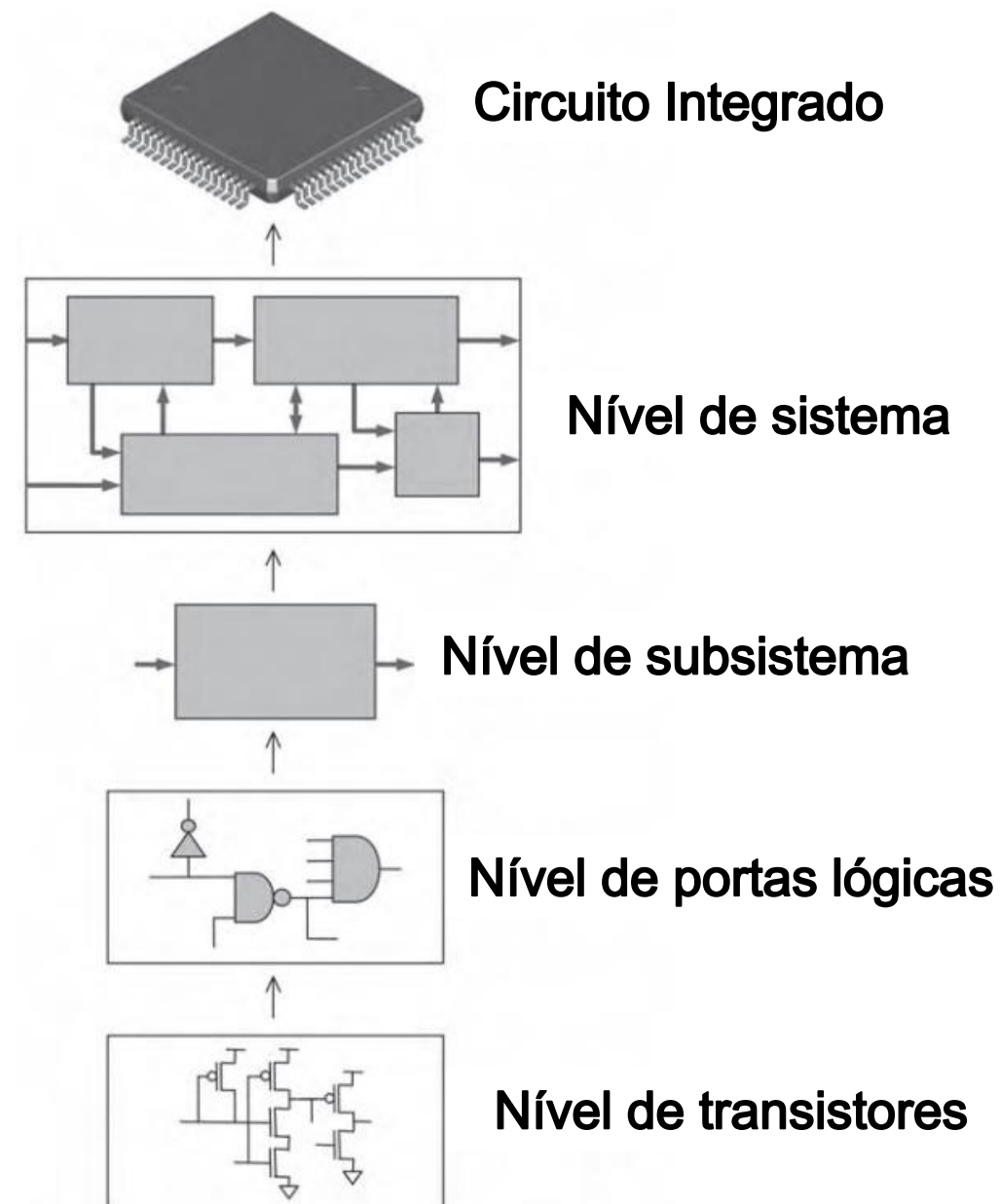
Tecnologia FinFET 7nm
> 9 bilhões de transistores
>4 GHz

Introdução

Circuitos digitais

O projeto de sistemas digitais modernos de grande porte (VLSI) normalmente utiliza uma linguagem de descrição de hardware (VHDL, VERILOG, SYSTEM VERILOG).

Essas linguagens permitem que o circuito seja sintetizado e simulado antes de qualquer implementação física.



Introdução

Analógico X Digital

Analógico: tempo, temperatura, pressão, nível...

Discreto: resultado de um jogo, dia do mês...

Analógico

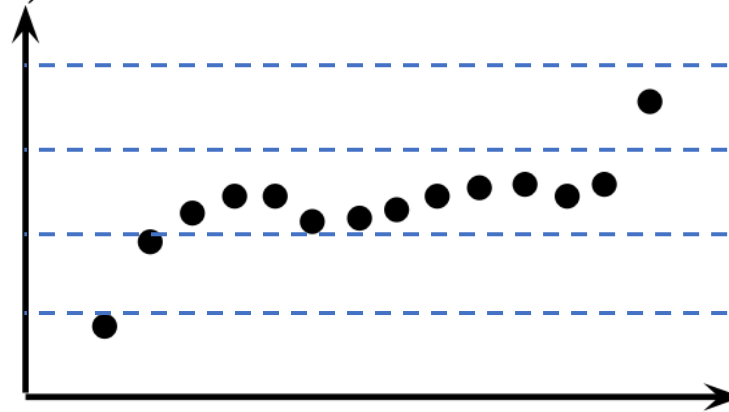
$$y(t) \in \mathbb{R}$$



$t \in \mathbb{R}$
Contínuo

Analógico

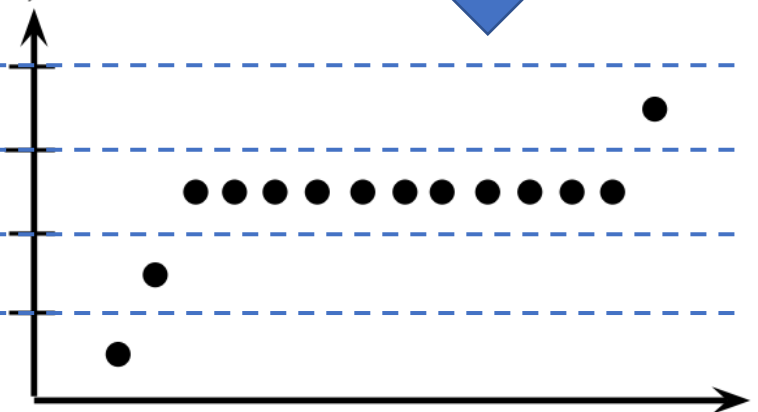
$$y(k) \in \mathbb{R}$$



$k \in \mathbb{Z}$
Discreto

Digital

$$y(k) \in \mathbb{D}$$



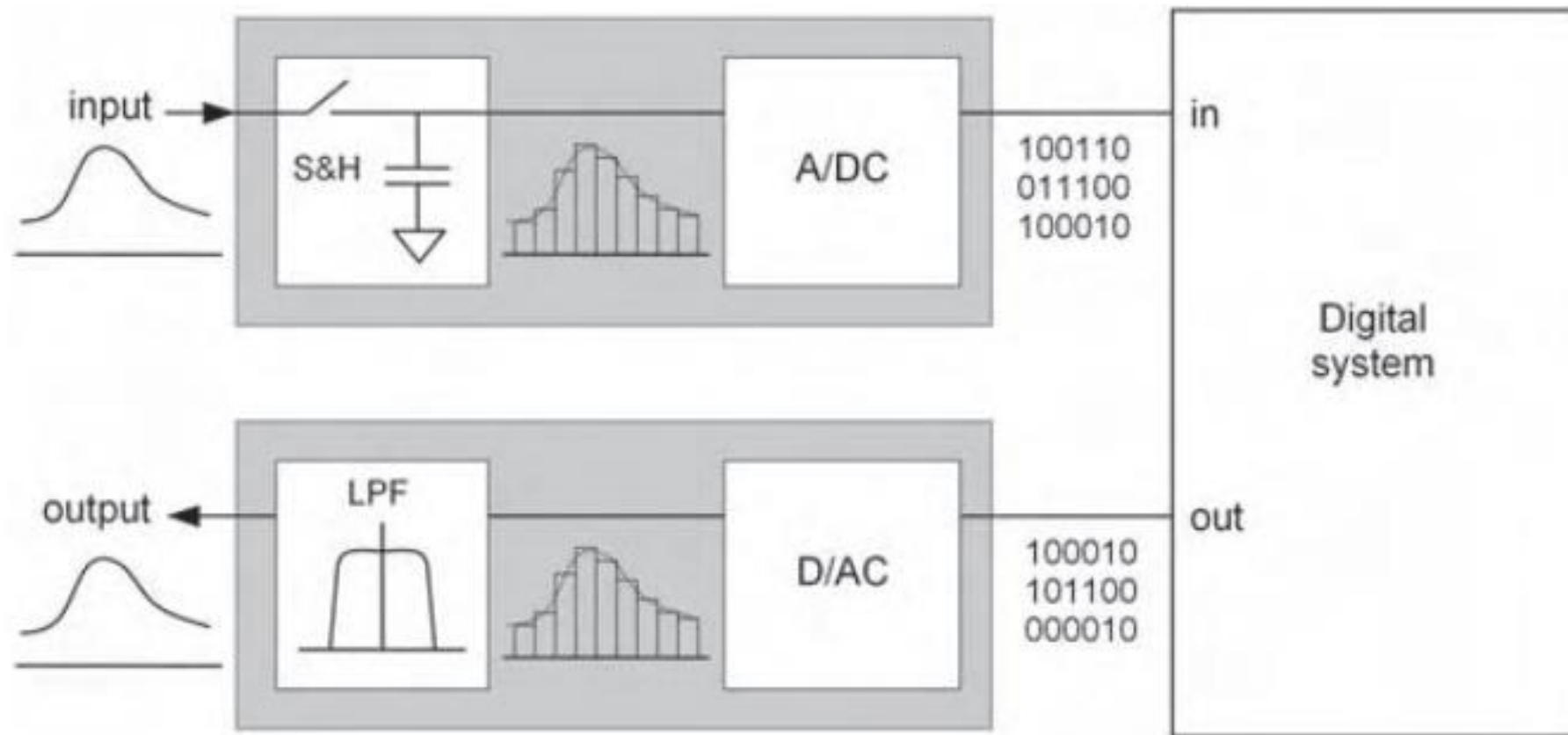
$k \in \mathbb{Z}$
Discreto

**Efeitos da
quantização**



Introdução

Interface entre Sistema Digital ↔ Mundo analógico



Sistemas numéricos de representação

Sistemas Numéricos

Diversos sistemas numéricos são utilizados no dia a dia:

- Sistema **Decimal (base 10)**: sistema utilizado em quase todas aplicações.
- Sistema **Duodecimal (base 12)**: medida de tempo (2 períodos de 12 horas), comprimento (12 polegadas em 1 pé), medidas como dúzia.
- Base **Sexagesimal (base 60)**: medida de tempo (minutos em hora, segundos em minuto).
- Base **binária (base 2)**: representação de informação em sistemas digitais

Sistemas numéricos de representação

Sistemas Numéricos – Valor/Posição

Decimal	Duodecimal	Binário
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011

$$(128,8)_{10} = 1.10^2 + 2.10^1 + 8.10^0 + 8.10^{-1}$$

$$(4A, 6)_{12} = 4.12^1 + \overset{A}{10}.12^0 + 6.12^{-1}$$

$$(4A, 6)_{12} = (58,5)_{10}$$

$$(1011,01)_2 = 1.2^3 + 0.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0 + 0.2^{-1} + 1.2^{-2}$$

$$(1011,01)_2 = (11,25)_{10}$$

Sistemas numéricos de representação

Exemplo 01

Converta os números abaixo para representação na **base decimal**.

$$(1001011,0110)_2 = (75,375)_{10}$$

$$(756,25)_8 = (494,328125)_{10}$$

$$(1A5F,BC)_{16} = (6751,734375)_{10}$$

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

Sistemas numéricos de representação

Sistemas Numéricos – Binário/Octal/Hexadecimal

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

Como todos esses sistemas apresentam base com potência de 2, suas conversões são facilmente mapeadas na base binária.

$$(271)_8 = (\underbrace{010}_2 \underbrace{111}_7 \underbrace{001}_1)_2$$

$$(A0E)_{16} = (\underbrace{1010}_A \underbrace{0000}_0 \underbrace{1110}_E)_2$$

Sistemas numéricos de representação

Exemplo 02

Converta os números abaixo para representação nas **bases indicadas**.

$$(1001011)_2 = (\quad)_{16} = (4B)_{16}$$

$$(756)_8 = (\quad)_2 = (111101110)_2$$

$$(1A5F)_{16} = (\quad)_8 = (15137)_8$$

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

Sistemas numéricos de representação

Números binários

Com n bits, o maior número representável é $2^n - 1$

O bit mais à direita é chamado de LSB (*least significant bit*, bit menos significativo)

O bit mais à esquerda é chamado de MSB (*most significant bit*, bit mais significativo)

A sequência de 8 bits é chamada de byte.

A sequência de 4 bits é chamada de nibble.

Decimal	Binário
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Sistemas numéricos de representação

Exemplo 03

Quantos bits são necessários para contar até 1 milhão em decimal?

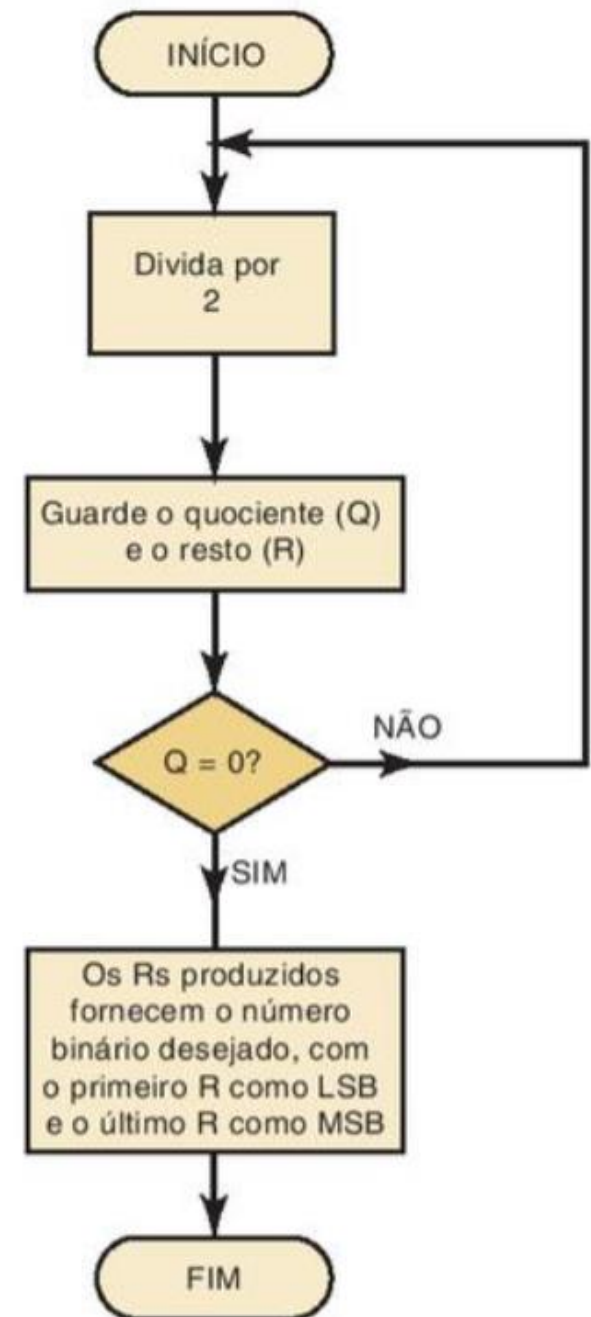
São necessários **20 bits** para se representar 1 milhão na contagem decimal.

Sistemas numéricos de representação

Conversão Decimal→Binário (Método das divisões sucessivas)

$$(45)_{10} = (101101)_2$$

45	$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 22 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 11 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 5 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2 \\ \hline 0 \end{array}$
1	22	11	5	2	1	0
	0	1	1	0	1	



Sistemas numéricos de representação

Exemplo 04

Converta os números abaixo para representação na **base binária**.

$$(27)_{10} = (\quad)_2 = (11011)_2$$

$$(33)_{10} = (\quad)_2 = (100001)_2$$

$$(135)_{10} = (\quad)_2 = (10000111)_2$$

Sistemas numéricos de representação

Conversão Decimal→Binário Fracionários (Método das multiplicações sucessivas)

Multiplica-se a parte fracionária do número por 2, recuperando-se o carry. O primeiro bit produzido é o mais significativo da parte fracionária.

$$(0,3125)_{10} = (0,0101)_2$$

$$0,3125 \cdot 2 = 0,625$$

$$0,6250 \cdot 2 = 1,25$$

$$0,2500 \cdot 2 = 0,5$$

$$0,5000 \cdot 2 = 1,0$$

MSB Decimal

LSB Decimal

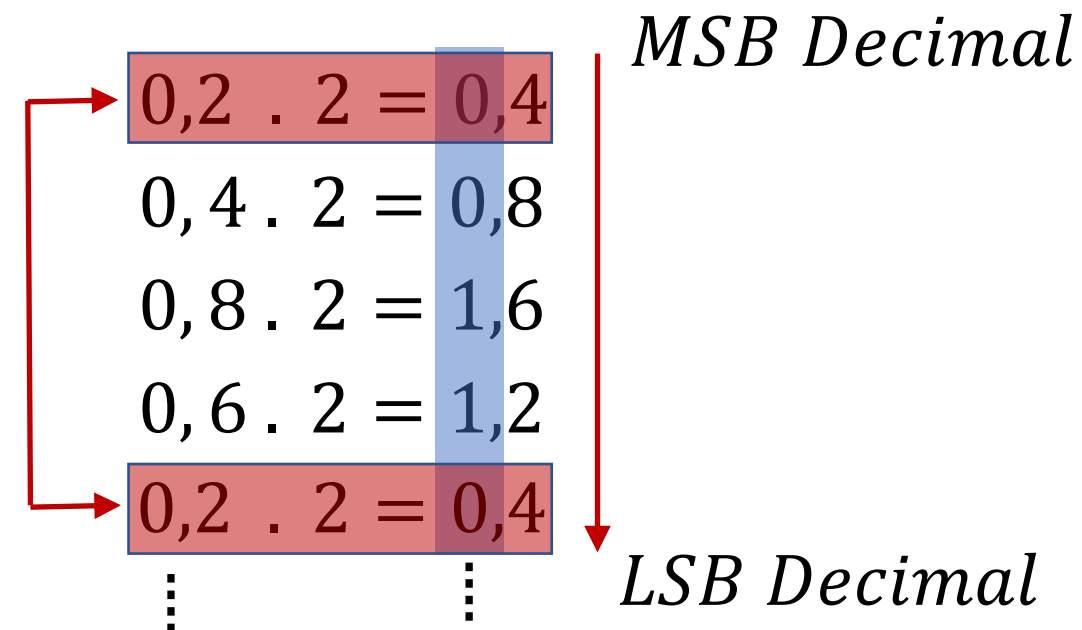
O zero na parte decimal indica o término do procedimento

Sistemas numéricos de representação

Conversão Decimal→Binário Fracionários (Método das multiplicações sucessivas)

Multiplica-se a parte fracionária do número por 2, recuperando-se o carry. O primeiro bit produzido é o mais significativo da parte fracionária.

$$(0,2)_{10} = (0,00110011 \dots)_2$$



Sistemas numéricos de representação

Exemplo 05

Converta os números abaixo para representação na **base binária**.

$$(0,27)_{10} = (\quad)_2 = (0,0100010100011 \dots)_2$$

$$(0,575)_{10} = (\quad)_2 = (0,10010011001 \dots)_2$$

$$(0,389)_{10} = (\quad)_2 = (0,01100011 \dots)_2$$

Sistemas numéricos de representação

Referências

PEDRONI, Volnei Antonio. **Eletrônica digital moderna e VHDL**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 619 p. ISBN 9788535234657. Capítulo 1 – Introdução.

TOCCI, Ronald J.; Widmer, Neal S.; Moss, Gregory L. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**, 12^a ed. Editora Pearson, 2018. 1056 p. ISBN 9788543025018. Capítulo 2 – Sistemas de numeração e códigos.

UNIVESP. Circuitos Digitais – Sistemas Numéricos de Numeração. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ms4h3dzp>> . Acesso em: 31 julho 2022