

Introdução aos Sistemas Digitais

Aula 1

Apresentação da disciplina
Introdução aos sistemas digitais
Sistemas de numeração



Apresentação da disciplina

Área científica: Arquitetura de Sistemas Computacionais

Cursos: Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática,
Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e de Telecomunicações

Escolaridade semanal: 2 horas de aulas teórico-práticas; 2 horas de aulas práticas

Créditos ECTS: 6

Código: 40332

O número de créditos ECTS, atribuído a uma disciplina, **não** indica quantas horas de aulas vão ter. Em vez disso, indica o número de horas espetável que **devem** estudar para esta disciplina.

1 ECTS = 25-30 horas de estudo. 6 ECTS = 150-180 horas de estudo.

O semestre tem ~15 semanas => devem estudar pelo menos 10 horas por semana.

Estas horas incluem: aulas presenciais, leitura de livros, resolução de exercícios, estudo para testes e exames, etc.



Avaliação

Nota final = $0.6 \times \text{nota teórica} + 0.4 \times \text{nota pratica}$

Nota teórica = nota obtida no exame escrito realizado na época de exames

Nota prática obtém-se através da avaliação do tipo "contínuo", resultante de 5 momentos de avaliação:

- Resolução de (pelo menos 2) problemas durante as aulas - 40%
- Um teste de avaliação realizado na última aula prática - 40%
- Trabalho de casa - 10%
- Qualidade da participação nas aulas - 10%



Avaliação (cont.)

Os alunos repetentes que tenham obtido classificação positiva na componente prática da disciplina no ano letivo de 2015/2016 em época normal mantêm este ano e caso assim o pretendam a sua nota nessa componente de avaliação.

Os alunos que se encontrem nesta situação e que se tenham inscrito, através do PACO, numa das turmas práticas, perdem automaticamente a nota prática obtida anteriormente.

A aprovação à disciplina implica uma avaliação global superior ou igual a **9.5 valores** sendo que em nenhuma das componentes (teórica e prática) a nota correspondente (arredondada à décima) pode ser inferior a **7.0 valores**.



Avaliação (cont.)

Não haverá registo de faltas nas aulas TP.

Em regime ordinário **as aulas práticas são de frequência obrigatória.**

Atendendo ao atual regulamento de estudos da UA, todos os estudantes que, não usufruindo do estatuto de trabalhador-estudante no ano letivo corrente, faltem injustificadamente a mais de 3 aulas práticas reprovam automaticamente à disciplina ficando impedidos de apresentar-se a qualquer prova da mesma durante o corrente ano letivo.

A justificação formal das faltas deverá ser feita junto da Secretaria do DETI dentro do prazo regulamentar. Paralelamente e tão cedo quanto possível o aluno deverá enviar cópia da justificação ao respetivo docente da prática.



Avaliação (cont.)

Dado o regime contínuo da avaliação na componente prática não haverá, em época normal, exame global final a esta componente a não ser para os estudantes trabalhadores que comprovadamente não tenham frequentado 80% das aulas práticas. Este exame, apenas para trabalhadores estudantes, será de tipo laboratorial, terá duração de 90 minutos e decorrerá no mesmo dia do exame da componente teórica.

Os alunos com o estatuto de trabalhador-estudante que pretendam ser avaliados em regime de avaliação contínua na componente prática da disciplina, deverão declará-lo por escrito, entregando a respetiva declaração, o mais tardar até à segunda aula prática ([texto da declaração](#)).



Aulas práticas

Aconselha-se que os alunos tenham um caderno de registo (*logbook*) das atividades desenvolvidas destinado exclusivamente a esta disciplina.

Este caderno permite sistematizar o estudo e facilita a preparação para testes e o exame final.



Docentes

Regente: Augusto Silva

Aulas teórico-práticas: Augusto Silva, Guilherme Campos, Iouliia Skliarova

Aulas práticas: António Navarro, António Pereira, Arnaldo Oliveira, Augusto Silva, Filipe Silva, Iouliia Skliarova

OT

terça-feira -> 10h-11h, salas 23.2.8 e 23.2.10
quinta-feira -> 12h-13h, sala 23.2.4

} em paralelo
com as
aulas

quarta-feira -> 14h-15h, sala 23.2.5

≥ 04.10.2016



Bibliografia recomendada

- J.F. Wakerly, Digital design: Principles and practices, 4th edition, 2006, Prentice-Hall;
- M. Mano, Digital design, 4th edition, 2006, Prentice-Hall;
- M. Dias, Sistemas Digitais – Princípios e Prática, 2^a ed., 2011, FCA;
- Z. Kohavi, Niraj K. Jha, Switching and Finite Automata Theory, Cambridge Univ. Press, 2009;
- C. Sêro, Sistemas Digitais: fundamentos algébricos, IST Press, 2003.



Página da disciplina

<http://elearning.ua.pt/>

The screenshot shows the Moodle interface for the course 'Introdução aos Sistemas Digitais'. The header includes the university logo, name, and Moodle branding. The left sidebar contains navigation and administration links. The main content area lists various resources and activities. A yellow callout bubble points to the 'Guião Geral da Disciplina' link.

Navegação

- Minha página principal
- Página inicial do site
- Páginas do site
- Meu perfil
- UC atual
 - 40332-ISD**
 - Participantes
 - Geral
 - Informação genérica
 - Aulas Teórico-Práticas
 - Aulas Práticas
 - Exercícios Suplementares
 - Elementos de Avaliação
 - Software
 - As minhas UC

Administração

- Administração da UC
 - Ativar modo de edição
 - Editar configurações
 - Utilizadores
 - Filtros
 - Relatórios
 - Pauta
 - Cópia de segurança
 - Restaurar
 - Importar

Introdução aos Sistemas Digitais

Notícias

Informação genérica

- Distribuição dos Alunos pelas Turmas Práticas
- Lista de Docentes
- Declaração Trabalhador Estudante
- Guião Geral da Disciplina**
- Horário

Aulas Teórico-Práticas

Slides das aulas TP e outros documentos

- Slides das aulas TP (Ioulia Skliarova)
- Slides das Aulas TP (Augusto Silva)
- Dissertação de Mestrado de Claude Shannon
- Aulas TP Guilherme Campos

Aulas Práticas

Guiões das aulas práticas e outros documentos

PACO

[Ir para o PACO!](#)

Procurar nos fóruns

Executar

[Pesquisa avançada?](#)

Últimas notícias

[Criar um novo tópico...](#)

21 Set, 17:36
AUGUSTO MARQUES FERREIRA DA SILVA (Docente)
[Lista alunos - turmas](#)
20 Set, 21:20
AUGUSTO MARQUES FERREIRA DA SILVA (Docente)
[Distribuição dos alunos pelas turmas práticas](#)
12 Set, 17:27
AUGUSTO MARQUES FERREIRA DA SILVA (Docente)
[Início das Aulas](#)
[Tópicos mais antigos...](#)

Próximos eventos

Não há eventos próximos
[Ir ao calendário...](#)
[Novo evento...](#)

Atividade recente

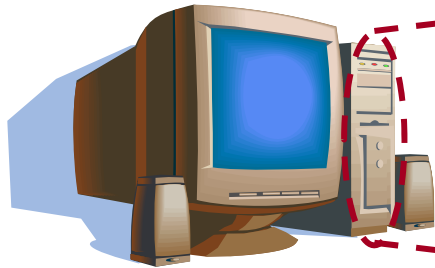
Atividade desde Quinta, 22 Setembro 2016, 15:49
[Relatório completo de atividade recente...](#)
Sem novidades desde o seu último acesso

Consultar o
guião da
disciplina



Como construir sistemas complexos?

Sistema
computacional

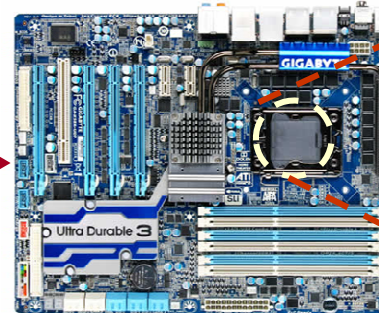


Lei de Moore

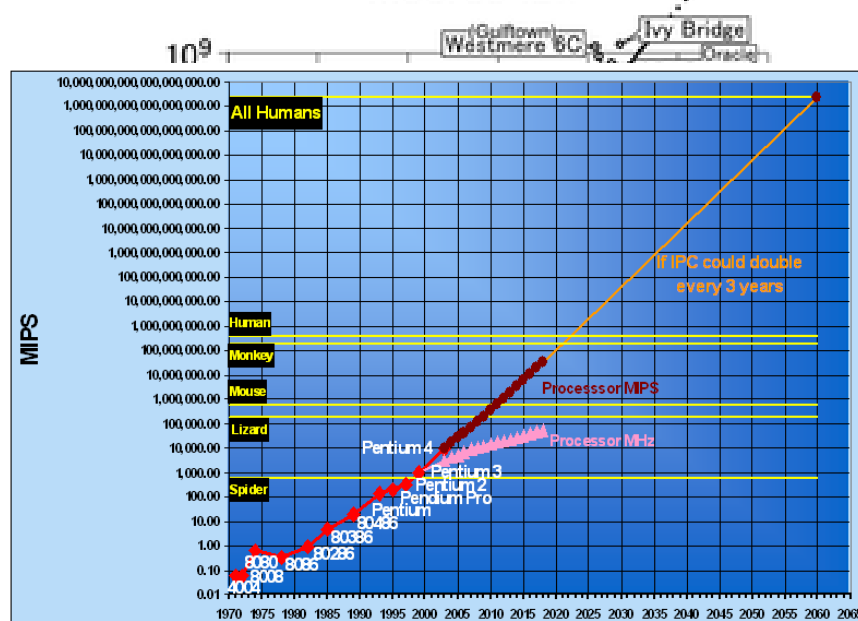
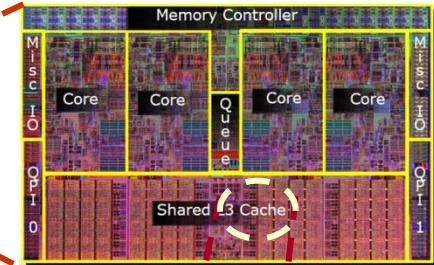
Moore



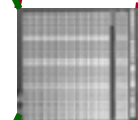
Placa



Circuito integrado



Função
+
Tecnologia de
implementação



Módulo



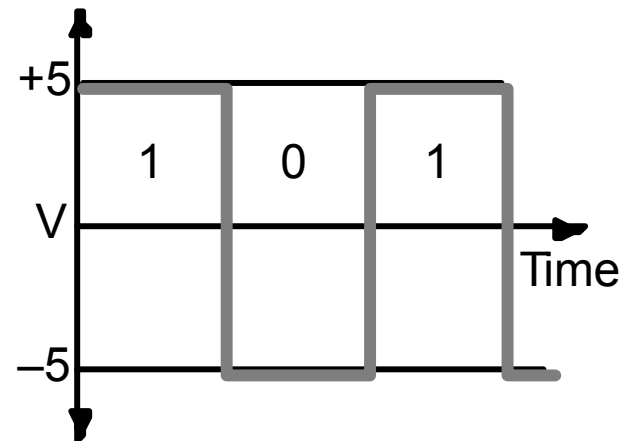
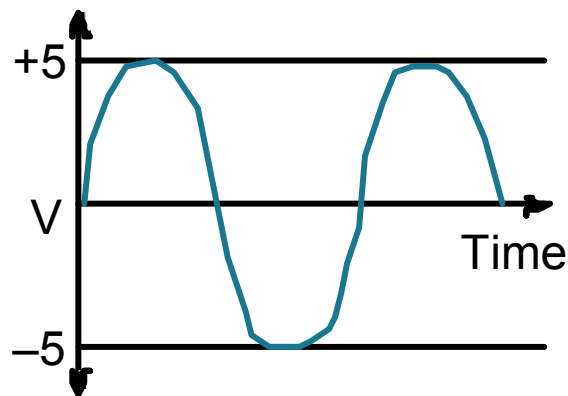
Imagem de <http://nc.watch.impress.co.jp/docs/column/>
Imagem de <http://www.cspic-group.com/>

Sistemas digitais

Sistemas analógicos processam sinais que variam no tempo e podem tomar qualquer valor dentro de uma gama.

Em **sistemas digitais** sinais são modelados como se tomassem sempre um dos (dois) valores discretos.

- reprodução de resultados;
- facilidade de projeto;
- programabilidade;
- desempenho;
- precisão;



Álgebra Booleana

Sistemas digitais binários usam dois valores discretos:

0-1 LOW-HIGH desligado-ligado FALSE-TRUE 0 volts-5 volts

A **álgebra Booleana** fornece a base matemática rigorosa baseada em lógica.

Variáveis – sinais lógicos

Valores – 0 e 1 (se uma expressão lógica é falsa, então toma o valor 0; caso seja verdadeira, então toma o valor 1)

Operações – AND, OR, NOT

x	y	x and y
		xy
		$x \cdot y$
		$x \wedge y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

x	y	x or y
		$x+y$
		$x \vee y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

x	not x
	\overline{x}
	x'
0	1
1	0



Realidade física

Componentes eletrónicos físicos, usados para construir sistemas digitais, são contínuos, não discretos.

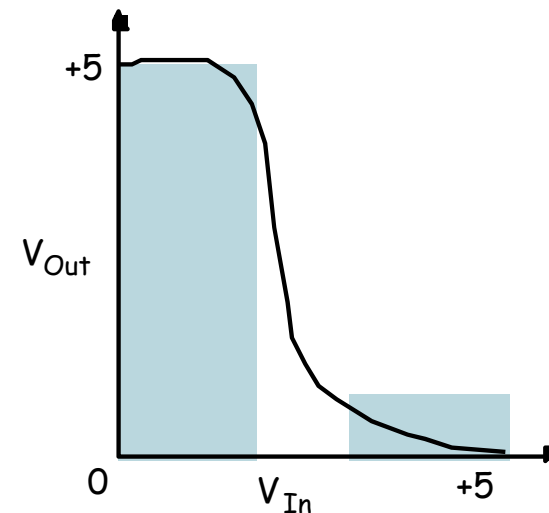
Consequentemente, as transições de estado lógico não são instantâneas, podendo-se observar valores intermédios de curta duração.

Sendo assim, a álgebra Booleana descreve o comportamento de sistemas digitais em regime estacionário e não reflete o aspeto dinâmico correspondente ao seu comportamento variante no tempo.

Exemplo:

Comportamento de uma porta NOT

Entrada varia de 0V a 5V.
Saída mantém-se a 5V para uma certa gama de valores da entrada, e depois varia rapidamente mas não instantaneamente



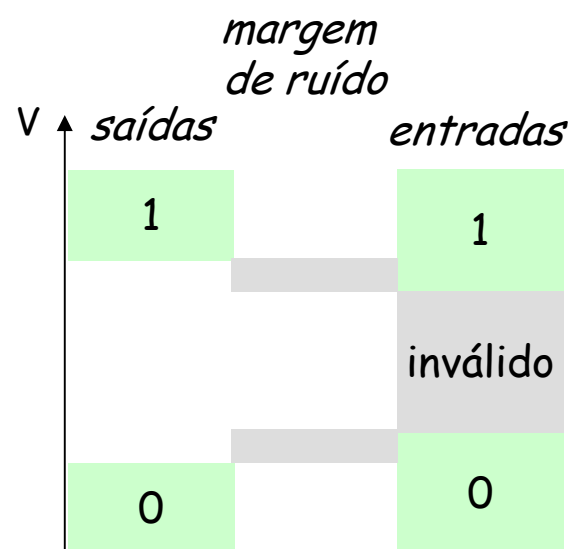
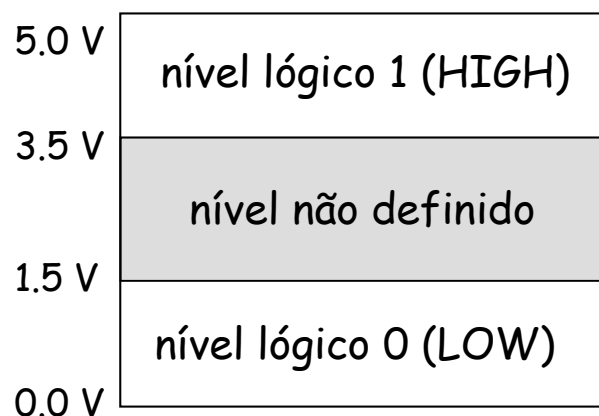
Valores lógicos

Bit (binary digit) – dígito que representa valores lógicos 0 e 1.

Em várias tecnologias digitais os bits são representados com a ajuda de fenómenos físicos diferentes.

Exemplo:

Tecnologia CMOS (*Complementary metal-oxide semiconductor*)



Sistemas de numeração: notação

Sistemas digitais são construídos de circuitos que processam dígitos binários.

Problemas reais quase nunca são formulados em termos de números binários.

Num **sistema de numeração posicional** à posição de cada dígito é atribuído um peso. Para uma base $r \geq 2$, um dígito na posição i tem o peso r^i .

Notação:

$r \geq 2$ – base

$d_i \in \{0, \dots, r-1\}$ - conjunto de símbolos (alfabeto)

$p + n$ – número de símbolos (p – parte inteira, n – parte fracionária)

Um número D cuja parte inteira inclui p dígitos e a parte fracionária – n dígitos pode ser representado como:

$$D = d_{p-1}d_{p-2}\dots d_1d_0.d_{-1}d_{-2}\dots d_{-n} = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i * r^i$$

dígito mais significativo

dígito menos significativo



Sistemas de numeração: bases e alfabetos

base	alfabeto
2	0,1
8	0, 1,..., 7
10	0, 1,..., 9
16	0, 1,..., 9, A, B, C, D, E, F

Exemplos:

Sistema decimal

$$2007_{10} = 2*1000 + 0*100 + 0*10 + 7*1$$

$$19.85_{10} = 1*10 + 9*1 + 8*0.1 + 5*0.01$$

$$D = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i * 10^i$$

Sistema binário

$$1100110_2 = 1*2^6 + 1*2^5 + 1*2^2 + 1*2^1 = 64 + 32 + 4 + 2 = 102_{10}$$

$$101.0011_2 = 1*2^2 + 1*2^0 + 1*2^{-3} + 1*2^{-4}$$

$$D = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i * 2^i$$

bit mais significativo

bit menos significativo



Sistemas de numeração: exemplos

Exemplos:

Sistema octal

$$D = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i * 8^i$$

$$3577_8 = 3*8^3 + 5*8^2 + 7*8^1 + 7*8^0 = 1919_{10}$$

$$35.77_8 = 3*8^1 + 5*8^0 + 7*8^{-1} + 7*8^{-2}$$

Sistema hexadecimal

$$D = \sum_{i=-n}^{p-1} d_i * 16^i$$

$$2007_{16} = 2*16^3 + 7*16^0 = 8199_{10}$$

$$7D7_{16} = 7*16^2 + 13*16^1 + 7*16^0 = 2007_{10}$$

$$A.2C_{16} = 10*16^0 + 2*16^{-1} + 12*16^{-2}$$



Correspondência entre sistemas de numeração

binário	decimal	octal	hexadecimal
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	8	10	8
1001	9	11	9
1010	10	12	A
1011	11	13	B
1100	12	14	C
1101	13	15	D
1110	14	16	E
1111	15	17	F



Mudança de base: parte inteira

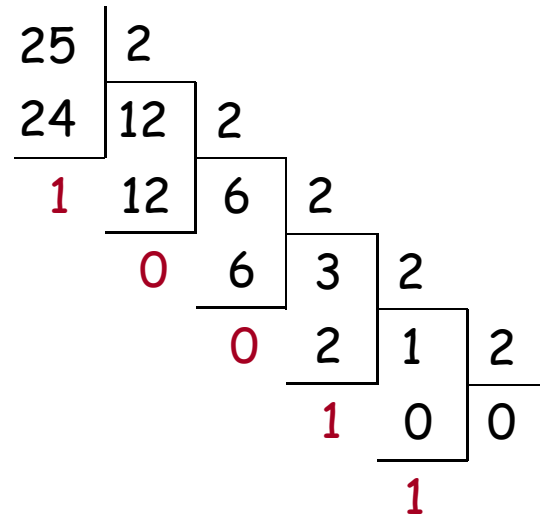
A conversão de um número decimal N inteiro para qualquer outra base r pode ser realizada através de divisões sucessivas do N por r até que o resultado da divisão se torne nulo.

Exemplos:

Conversão para binário

$$25_{10} = ???_2$$

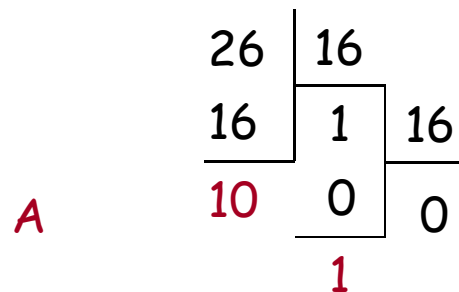
$$25_{10} = \quad 2$$



Conversão para hexadecimal

$$26_{10} = ???_{16}$$

$$26_{10} = \quad 16$$



Mudança de base: parte fracionária

A conversão da parte fracionária F de um número decimal para qualquer outra base r pode ser realizada através de multiplicações sucessivas da F por r até que seja atingida a precisão desejada.

Exemplos:

Conversão para binário

$$0.6875_{10} = ???_2$$

$$0.6875_{10} = 0. \quad 2$$

$$\begin{array}{r} 0.6875 \\ 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.3750 \\ 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.750 \\ 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.50 \\ 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.00 \end{array}$$

Conversão para hexadecimal

$$0.25_{10} = ???_{16}$$

$$0.25_{10} = 0. \quad 16$$

$$\begin{array}{r} 0.25 \\ 16 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.00 \end{array}$$



Mudança de base: parte fracionária (cont.)

O número de dígitos significativos da parte fracionária deve ser consistente com os erros de representação nas bases inicial e final.

r_1 – base inicial

r_2 – base final

n_1 – número de dígitos fracionários na base inicial r_1

n_2 – número de dígitos fracionários na base final r_2

Para que a mudança de base não traga acréscimo de precisão:

$$n_2 = \left\lfloor n_1 * \log_{r_2} r_1 \right\rfloor$$

Exemplos:

$$0.6875_{10} = ???_2 \quad 0.6875_{10} = 0.1011_2 \quad 0.6875_{10} = 0.10110000000000_2$$

$$A.2C_{16} = 10*16^0 + 2*16^{-1} + 12*16^{-2} = 10 + 0.125 + 0.046875 = 10.171875 = 10.17_{10}$$

$$101.0011_2 = 1*2^2 + 1*2^0 + 1*2^{-3} + 1*2^{-4} = 4 + 1 + 0.125 + 0.0625 = 5.1875 = 5.2_{10}$$



Mudança de base: casos especiais

Quando é necessário converter um número da base r_1 para a base r_2 e se $r_1 = r_2^x$, então cada dígito da base r_1 pode ser convertido diretamente para x dígitos em base r_2 .

Exemplos:

Conversão de octal para binário

$$753.6_8 = 111\ 101\ 011 . 110_2$$

$$r_1 = 8, r_2 = 2, 8 = 2^3$$

=> cada dígito octal pode ser representado por 3 dígitos binários

Conversão de hexadecimal para binário

$$r_1 = 16, r_2 = 2, 16 = 2^4$$

$$A5.E_{16} = 1010\ 0101 . 1110_2$$

=> cada dígito hexadecimal pode ser representado por 4 dígitos binários



Mudança de base: casos especiais (cont.)

Problema inverso: quando é necessário converter um número da base r_2 para a base r_1 e se $r_1 = r_2^x$, então cada subsequência disjunta de x dígitos em base r_2 origina um dígito na base r_1 .

Exemplos:

Conversão de binário para octal

$$1\ 101\ .\ 010_2 = 15\ .\ 2_8$$

$$r_1 = 8, r_2 = 2, 8 = 2^3$$

=> cada três dígitos binários correspondem a um dígito octal

Conversão de binário para hexadecimal

$$r_1 = 16, r_2 = 2, 16 = 2^4$$

$$110\ 0101\ 1100_2 = 65C_{16}$$

=> cada quatro dígitos binários correspondem a um dígito hexadecimal



Exercícios

Explique a Lei de Moore.

Quais são vantagens de sistemas digitais comparando-os com sistemas analógicos?

Quando a saída de uma porta OR está a 0?

Quando a saída de uma porta AND está a 1?

Explique o que é *margem de ruído*?



Exercícios (cont.)

Converta os números seguintes para as bases 2, 8, 10 e 16.

$$10111011001_2 = 2731_8 = 5D9_{16} = 1497_{10}$$

$$1234_8 = 001010011100_2 = 29C_{16} = 668_{10}$$

$$CODE_{16} = 1100000011011110_2 = 140336_8 = 49374_{10}$$

$$108_{10} = 1101100_2 = 154_8 = 6C_{16}$$

$$15.46_{10} = 1111.011101_2 = 17.35_8 = F.7_{16}$$

