



TÉCNICO LISBOA

SISTEMAS DIGITAIS (SD)

MEEC

Acetatos das Aulas Teóricas

Versão 4.0 - Português

Aula Nº 01:

Título: Introdução

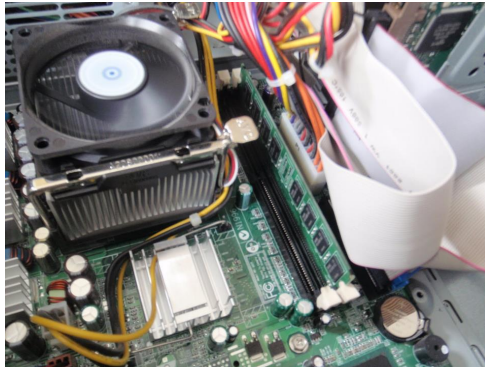
Sumário: Motivação. Perspectiva histórica. Apresentação da disciplina e seu funcionamento.

2015/2016

Nuno.Roma@tecnico.ulisboa.pt

Sistemas Digitais (SD)

Introdução



Sumário

■ Tema da aula de hoje:

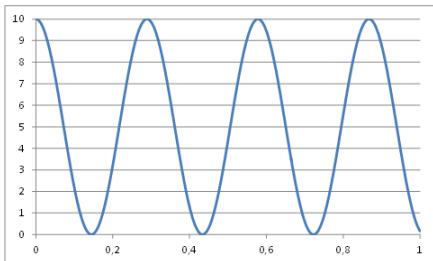
- ▶ **Motivação:**
 - O que é um Sistema Digital?
 - Onde estão os Circuitos Digitais?
 - Perspectiva histórica:
 - Dos primórdios da história até aos computadores de hoje
 - De que é feito um computador?
- ▶ **Sistemas Digitais:**
 - Programa da cadeira
 - Organização
 - Corpo docente
 - Planeamento
 - Método de Avaliação
 - Aulas Teóricas, Problemas e de Laboratório
 - Bibliografia

MOTIVAÇÃO: O QUE É UM SISTEMA DIGITAL?

O que é um Sistema Digital?

- **Um sistema que trabalha com sinais digitais!**
(em oposição ao sistemas analógicos, que trabalham com sinais analógicos)
- **Sinal analógico:**
 - ▶ Quantidade do mundo real medida continuamente no tempo
 - ▶ O valor medido pertence ao conjunto dos números reais
- **Sinal digital:**
 - ▶ Quantidade do mundo real medida em intervalos de tempo
 - ▶ A mediação (i.e., valor) pertence ao conjunto dos números racionais

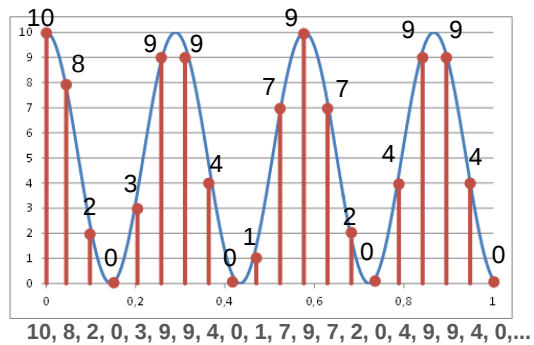
■ Sinal Analógico:



- Medido continuamente no tempo
- As medições são valores reais

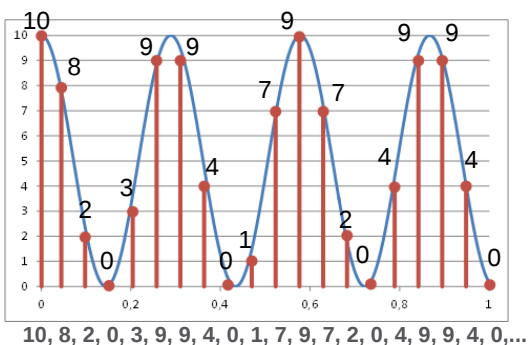
■ Sinal Digital:

- Medições discretas com valores racionais



■ Sinal Digital:

- Medições discretas com valores racionais



■ Mas...

Os computadores representam os sinais digitais apenas por 0's e 1's!





■ Porquê usar sinais digitais?

► Circuitos digitais são:

- Consideravelmente mais baratos
- Mais fáceis de desenhar que os circuitos analógicos
- Permitem realizar cálculos avançados
- Permitem guardar informação facilmente
- Insensíveis a ruído



**ONDE ESTÃO OS
CIRCUITOS DIGITAIS ???**

■ Exemplos:



Como chegámos aqui?

Dos primórdios da história...

... até aos computadores de hoje



Perspectiva Histórica



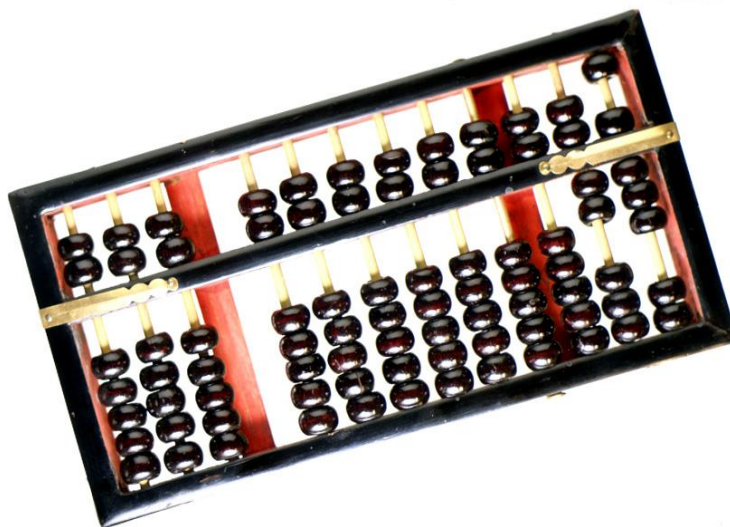


■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- ▶ 3000AC Babilónia Ábaco



■ Ábaco (3000 AC)



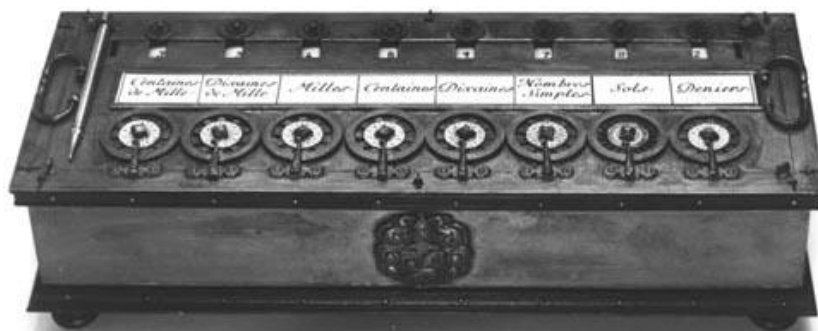


■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|---------------|------------------|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |



■ Somador mecânico (1642)



■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|---------------|---|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |
| ▶ 1801 | J-M Jacquard | Máquina de tecer com padrões controlados por cartões perfurados |

■ Máquina de tecer automática (1801)

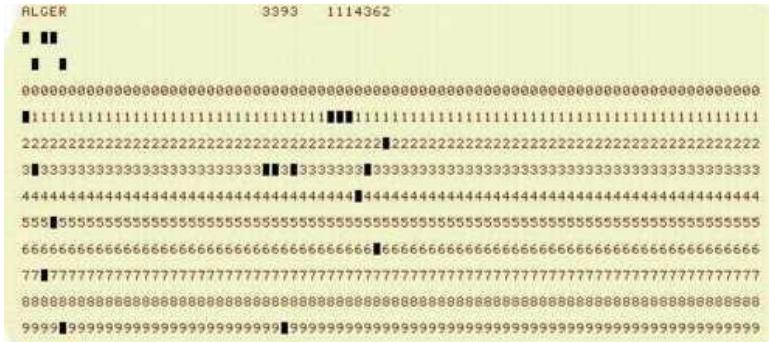


[Jacquard-card Making.]

PROBLEMA:

Gerou revoltas por perdas de postos de trabalho!!!

■ Cartão perfurado



■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|-----------------|---|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |
| ▶ 1801 | J-M Jacquard | Máquina de tecer com padrões controlados por cartões perfurados |
| ▶ 1833 | Charles Babbage | <i>Analytical Engine</i> : base dos computadores modernos |

Na prática...

Babbage começou por desenvolver o *Differential Engine*, que tinha como base um motor a vapor para calcular qualquer função que se pudesse representar por um polinómio. Tal como os sistemas anteriores, estava limitada a uma operação.

■ *Analytical engine* (1833)



■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|-----------------|--|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |
| ▶ 1801 | J-M Jacquard | Máquina de tecer com padrões controlados por cartões perfurados |
| ▶ 1833 | Charles Babbage | <i>Analytical Engine</i> : base dos computadores modernos |
| ▶ 1854 | George Boole | Escreve <i>An Investigation to the Laws of Thought</i> , base dos sistemas lógicos |

■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|------------------|--|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |
| ▶ 1801 | J-M Jacquard | Máquina de tecer com padrões controlados por cartões perfurados |
| ▶ 1833 | Charles Babbage | <i>Analytical Engine</i> : base dos computadores modernos |
| ▶ 1854 | George Boole | Escreve <i>An Investigation to the Laws of Thought</i> , base dos sistemas lógicos |
| ▶ 1904 | Fleming & Forest | Invenção da válvula de vácuo |

■ Válvula (1904)



■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|------------------|--|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |
| ▶ 1801 | J-M Jacquard | Máquina de tecer com padrões controlados por cartões perfurados |
| ▶ 1833 | Charles Babbage | <i>Analytical Engine</i> : base dos computadores modernos |
| ▶ 1854 | George Boole | Escreve <i>An Investigation to the Laws of Thought</i> , base dos sistemas lógicos |
| ▶ 1904 | Fleming & Forest | Invenção da válvula de vácuo |
| ▶ 1925 | Vannevar Bush | <i>Differential Analyzer</i> , sistema electrónico para cálculo diferencial |

■ Differential Analyzer (1925)

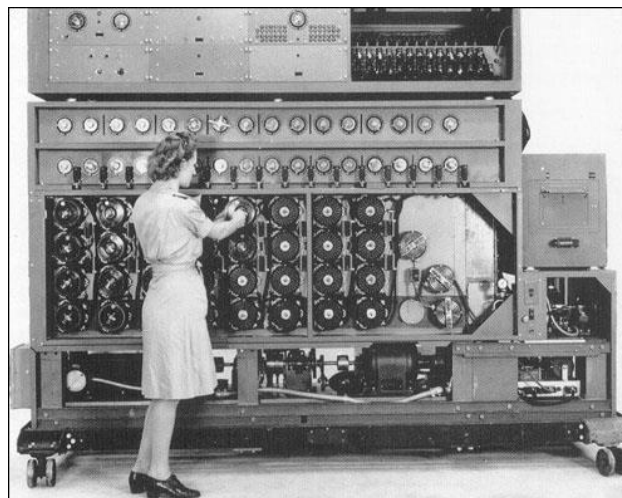


Maiores máquinas de cálculo da altura...

■ Marcos na Evolução dos Computadores:

- | | | |
|----------|------------------|--|
| ▶ 3000AC | Babilónia | Ábaco |
| ▶ 1642 | Blaise Pascal | Somador mecânico |
| ▶ 1801 | J-M Jacquard | Máquina de tecer com padrões controlados por cartões perfurados |
| ▶ 1833 | Charles Babbage | <i>Analytical Engine</i> : base dos computadores modernos |
| ▶ 1854 | George Boole | Escreve <i>An Investigation to the Laws of Thought</i> , base dos sistemas lógicos |
| ▶ 1904 | Fleming & Forest | Invenção da válvula de vácuo |
| ▶ 1925 | Vannevar Bush | <i>Differential Analyzer</i> , sistema electrónico para cálculo diferencial |
| ▶ 1937 | Alan Turing | Escreve <i>On Computable Numbers</i> , modelo teórico para os computadores actuais |

■ Alan Turing's Bomb Machine (1940)



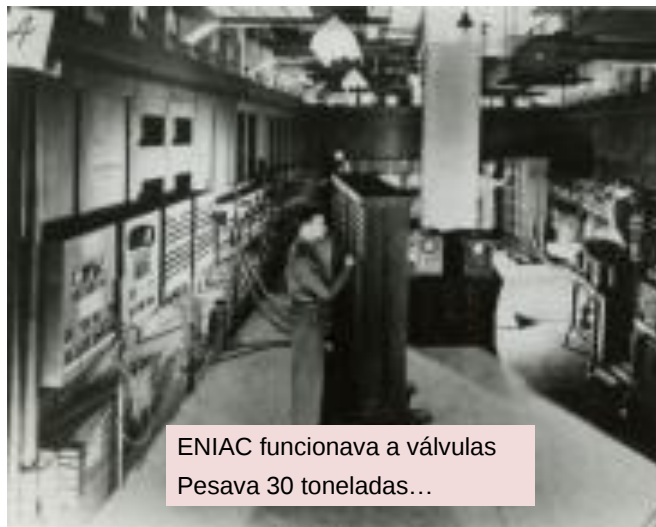


■ Primeiros computadores:

- | | | |
|--------|---------------|-----------------------|
| ▶ 1938 | Konrad Zuse | Z1, Alemanha |
| ▶ 1943 | Betchley Park | Colossus, Reino Unido |
| ▶ 1944 | Harvard | Mark I, EUA |
| ▶ 1945 | Filadélfia | ENIAC, EUA |

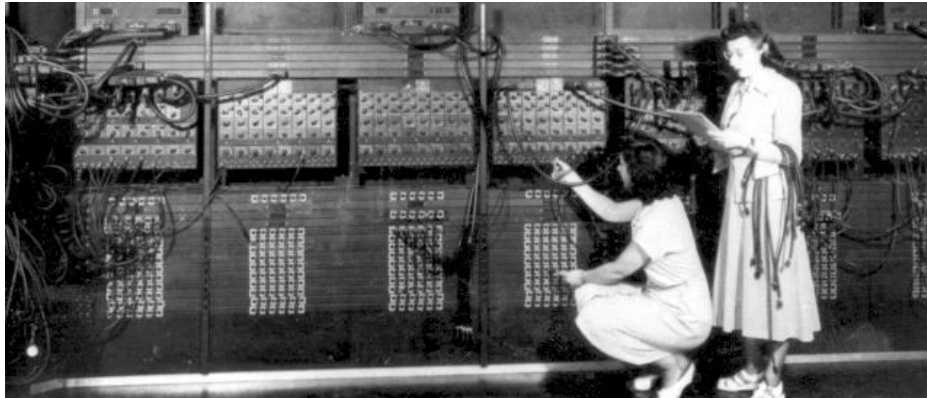


■ ENIAC (1945)



ENIAC funcionava a válvulas
Pesava 30 toneladas...

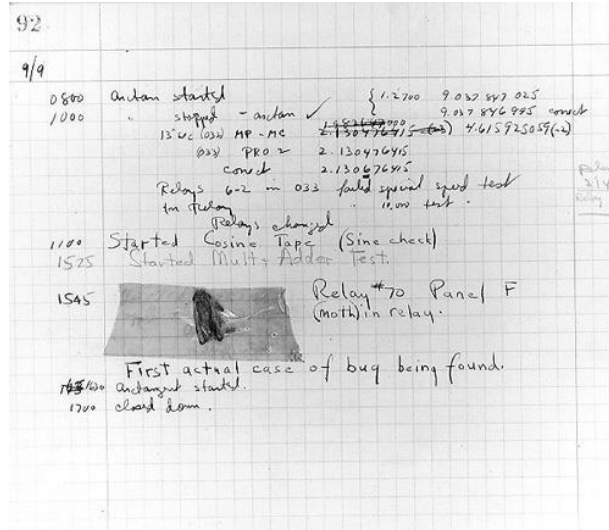
■ Programação do ENIAC (1945)



■ Primeiros computadores:

- | | | |
|--------|---------------|-----------------------|
| ▶ 1938 | Konrad Zuse | Z1, Alemanha |
| ▶ 1943 | Betchley Park | Colossus, Reino Unido |
| ▶ 1944 | Harvard | Mark I, EUA |
| ▶ 1945 | Filadélfia | ENIAC, EUA |
| ▶ 1945 | Harvard | Primeiro <i>bug</i> |

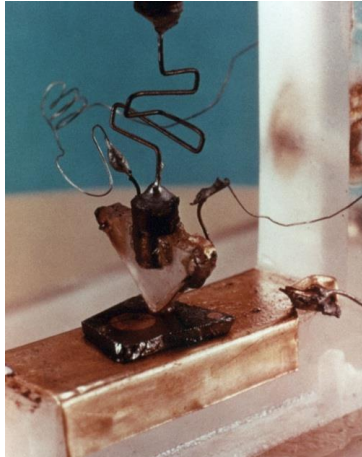
■ Primeiro Bug documentado (1945)



■ Primeiros computadores:

- | | | |
|--------|------------------|---------------------------------|
| ▶ 1938 | Konrad Zuse | Z1, Alemanha |
| ▶ 1943 | Betchley Park | Colossus, Reino Unido |
| ▶ 1944 | Harvard | Mark I, EUA |
| ▶ 1945 | Filadélfia | ENIAC, EUA |
| ▶ 1945 | Harvard | Primeiro <i>bug</i> documentado |
| ▶ 1945 | John von Neumann | Conceito de programa em memória |
| ▶ 1947 | William Shockley | Invenção do transistor |

■ Invenção do transistor (1947)



■ Primeiros computadores:

- | | | |
|--------|------------------|---|
| ▶ 1938 | Konrad Zuse | Z1, Alemanha |
| ▶ 1943 | Betchley Park | Colossus, Reino Unido |
| ▶ 1944 | Harvard | Mark I, EUA |
| ▶ 1945 | Filadélfia | ENIAC, EUA |
| ▶ 1945 | Harvard | Primeiro <i>bug</i> documentado |
| ▶ 1945 | John von Neumann | Conceito de programa em memória |
| ▶ 1947 | William Shockley | Invenção do transistor |
| ▶ 1951 | UNIVAC | UNIVAC I, Primeiro computador comercial |

■ UNIVAC I – Primeiro computador pessoal (1951)



■ Primeiros computadores:

- | | | |
|--------|------------------|--|
| ▶ 1938 | Konrad Zuse | Z1, Alemanha |
| ▶ 1943 | Betchley Park | Colossus, Reino Unido |
| ▶ 1944 | Harvard | Mark I, EUA |
| ▶ 1945 | Filadélfia | ENIAC, EUA |
| ▶ 1945 | Harvard | Primeiro <i>bug</i> documentado |
| ▶ 1945 | John von Neumann | Conceito de programa em memória |
| ▶ 1947 | William Shockley | Invenção do transistor |
| ▶ 1951 | UNIVAC | UNIVAC I, Primeiro computador comercial |
| ▶ 1956 | RAMAC | Primeiro disco rígido |
| ▶ 1958 | Kilby & Noyce | Invenção do circuito integrado |
| ▶ 1960 | DEC | PDP-1, primeiro computador comercial com teclado e monitor |

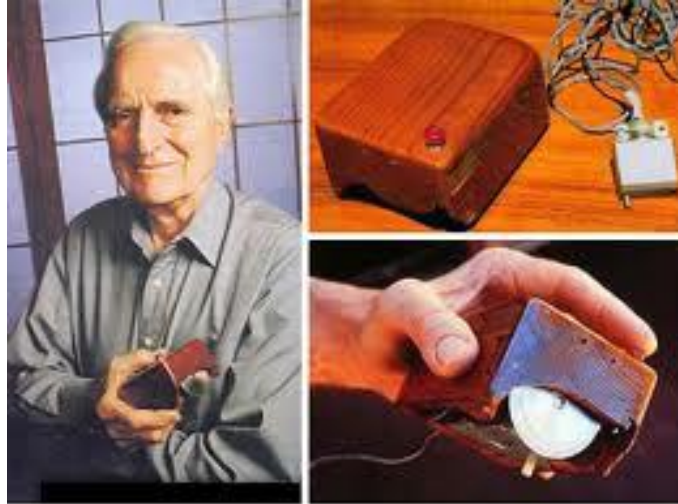
■ PDP-1 (1960)



■ Primeiros computadores:

- | | | |
|--------|-------------------|--|
| ▶ 1938 | Konrad Zuse | Z1, Alemanha |
| ▶ 1943 | Betchley Park | Colossus, Reino Unido |
| ▶ 1944 | Harvard | Mark I, EUA |
| ▶ 1945 | Filadélfia | ENIAC, EUA |
| ▶ 1945 | Harvard | Primeiro <i>bug</i> documentado |
| ▶ 1945 | John von Neumann | Conceito de programa em memória |
| ▶ 1947 | William Shockley | Invenção do transistor |
| ▶ 1951 | UNIVAC | UNIVAC I, Primeiro computador comercial |
| ▶ 1956 | RAMAC | Primeiro disco rígido |
| ▶ 1958 | Kilby & Noyce | Invenção do circuito integrado |
| ▶ 1960 | DEC | PDP-1, primeiro computador comercial com teclado e monitor |
| ▶ 1964 | Douglas Engelbart | Invenção do rato |

■ Primeiro rato (1964)



■ Primeiros processadores/computadores:

- ▶ 1971 Intel 4004, microprocessador de 4 bits
- ▶ 1972 Intel 8008, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Motorola 6800, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Intel 8080, 1º microprocessador com grande procura
- ▶ 1975 Altair Altair 8800, primeiro computador pessoal

■ Altair 8800 (1975)



Não tinha monitor nem teclado...
256 bytes de RAM !!!

■ Primeiros processadores/computadores:

- ▶ 1971 Intel 4004, microprocessador de 4 bits
- ▶ 1972 Intel 8008, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Motorola 6800, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Intel 8080, 1º microprocessador com grande procura
- ▶ 1975 Altair Altair 8800, primeiro computador pessoal
- ▶ 1976 Apple Apple II é lançado

■ Apple II (1976)



■ Primeiros processadores/computadores:

- ▶ 1971 Intel 4004, microprocessador de 4 bits
- ▶ 1972 Intel 8008, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Motorola 6800, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Intel 8080, 1º microprocessador com grande procura
- ▶ 1975 Altair Altair 8800, primeiro computador pessoal
- ▶ 1976 Apple Apple II é lançado
- ▶ 1978 Intel 8086/8088, microprocessador de 16 bits
- ▶ 1979 Motorola 68000, microprocessador de 16 bits
- ▶ 1981 IBM Lançamento do PC

■ IBM PC (1981)



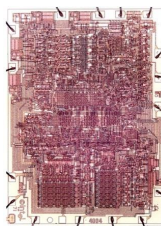
■ Primeiros processadores/computadores:

- ▶ 1971 Intel 4004, microprocessador de 4 bits
- ▶ 1972 Intel 8008, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Motorola 6800, microprocessador de 8 bits
- ▶ 1974 Intel 8080, 1º microprocessador com grande procura
- ▶ 1975 Altair Altair 8800, primeiro computador pessoal
- ▶ 1976 Apple Apple II é lançado
- ▶ 1978 Intel 8086/8088, microprocessador de 16 bits
- ▶ 1979 Motorola 68000, microprocessador de 16 bits
- ▶ 1981 IBM Lançamento do PC
- ▶ 1982 Sinclair ZX Spectrum, 1º computador de baixo custo com grande procura (UK)

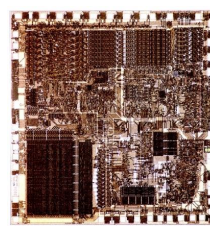
■ ZX Spectrum (1982)



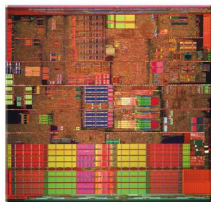
■ Layout de processadores da INTEL:



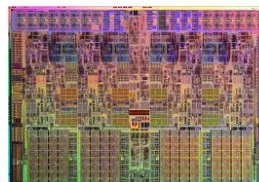
INTEL 4004
Ano: 1971
Freq.: 108 kHz
2.300 Trans.



INTEL 8086
Ano: 1978
Freq.: 5 MHz
29.000 Trans.

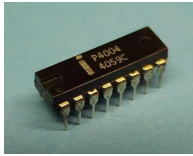


INTEL Pentium 4
Ano: 2000
Freq.: 1,5 GHz
42.000.000 Trans.



INTEL Core i7 (quad)
Ano: 2008
Freq.: 3 GHz
731.000.000 Trans.

■ Circuitos integrados processadores da INTEL:



INTEL 4004
Ano: 1971
Freq.: 108 kHz
2.300 Trans.



INTEL 8086
Ano: 1978
Freq.: 5 MHz
29.000 Trans.



INTEL Pentium 4
Ano: 2000
Freq.: 1,5 GHz
42.000.000 Trans.



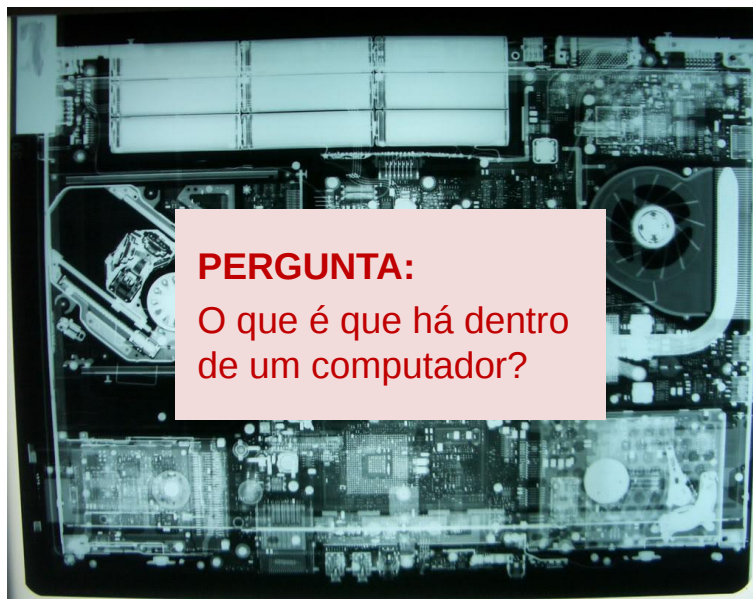
INTEL Core i7 (quad)
Ano: 2008
Freq.: 3 GHz
731.000.000 Trans.

■ Frases famosas:

- ▶ *"Everything that can be invented has been invented."*
Charles H. Duel, US Commissioner of Patents, 1899
- ▶ *"I think there is a world market for maybe five computers."*
Thomas Watson, chairman of IBM, 1943
- ▶ *"Computers in the future may weigh no more than 1.5 tons."*
Popular Mechanics, 1949
- ▶ *"There is no reason anyone would want a computer in their home."*
Ken Olson, president, chairman and founder of DEC, 1977
- ▶ *"640K ought to be enough for anybody."*
Bill Gates, 1981

DE QUE É FEITO UM COMPUTADOR ?

De que é feito um computador ?



De que é feito um computador ?

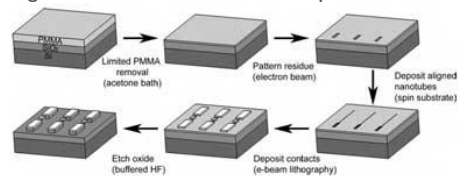


De que é feito um Computador?

Metal + óxido + sílica

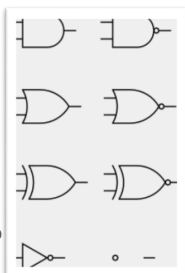


Material semi-condutor
organizado em estruturas específicas



As estruturas formam interruptores:
ON – conduz corrente eléctrica
OFF – não conduz corrente eléctrica

Base dos sistemas
digitais



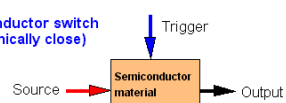
Portas
lógicas



Mechanical switch
(manually close)



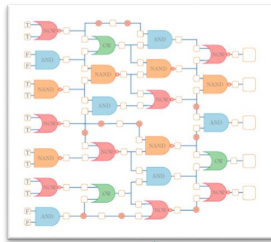
Semiconductor switch
(electronically close)



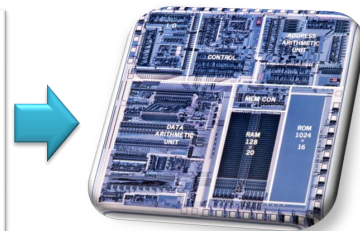
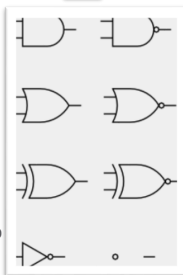
Exemplo:
0 – OFF – Não conduz
1 – ON – Conduz

De que é feito um Computador?

Circuito combinatório

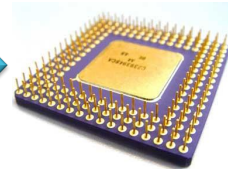


Base dos sistemas
digitais

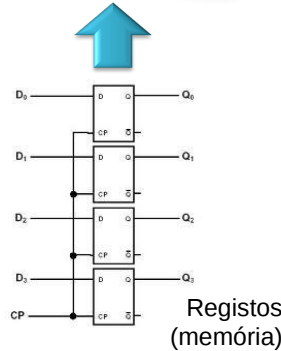


Sistemas digitais
Ex.: microprocessador

Encapsulamento



Placas de circuito
impresso (PCB)



Registos
(memória)

De que é feito um Computador?



SISTEMAS DIGITAIS

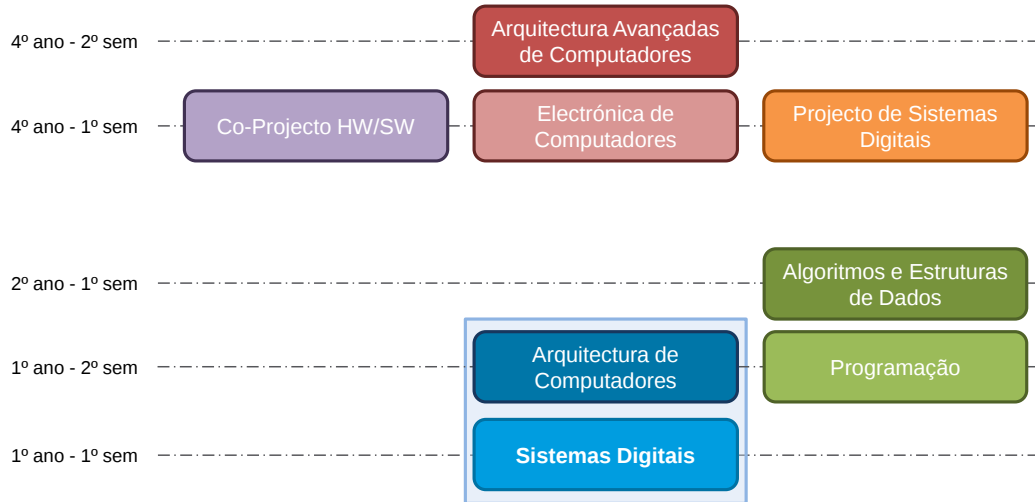
Programa

■ Programa da Disciplina:

- ▶ Como se representam números em binário, i.e., só com zeros e uns?
- ▶ Como se realizam cálculos em binário?
- ▶ O que são portas lógicas?
- ▶ O que são circuitos combinatórios e sequenciais?
- ▶ Como desenhar circuitos combinatórios e sequenciais?
- ▶ Como se usam os circuitos combinatórios e sequenciais para realizar operações?
- ▶ Como se desenham memórias?
- ▶ Como se desenham sistemas digitais?



■ Enquadramento da Disciplina no Curso



■ Aulas teóricas: 2x por semana

■ Aulas de problemas: 1x, semana sim, semana não

- ▶ As aulas de problemas que ocorrerem em feriados não serão leccionadas; os alunos devem, nessa semana apenas, frequentar outra aula de problemas.

■ Aulas laboratoriais: 1x, semana sim, semana não

- ▶ As aulas de laboratório que ocorrerem em feriados serão re-marcadas pelo docente de laboratório para outro dia.
- ▶ As aulas de laboratório são obrigatórias.



	Aulas Teóricas	Aulas Problemas	Aulas Laboratório
Nuno Roma (Responsável)	●		
Aleksandar Ilic		●	●
Francisco Garcia		●	●
Wilson José			●



SEMANA	TEÓRICA 1	TEÓRICA 2	PROBLEMAS/LABORATÓRIO
14/Set a 19/Set	Introdução	Sistemas de Numeração e Códigos	
21/Set a 26/Set	Álgebra de Boole	Elementos de Tecnologia	P0
28/Set a 3/Out	Funções Lógicas	Minimização de Funções Booleanas (I)	L0
5/Out a 10/Out	Minimização de Funções Booleanas (II)	Def. Circuito Combinatório; Análise Temporal	P1
12/Out a 17/Out	Circuitos Combinatórios (I) – Codif., MUXs, etc.	Circuitos Combinatórios (II) – Som., Comp., etc.	L1
19/Out a 24/Out	Circuitos Combinatórios (III) - ALUs	Circuitos Sequenciais: Latches	P2
26/Out a 31/Out	Circuitos Sequenciais: Flip-Flops	Ling. de Descrição e Simulação de HW (ferramentas disponíveis no laboratório)	L2
2/Nov a 7/Nov	Caracterização Temporal	Registos	P3
9/Nov a 14/Nov	Revisões	Contadores	L3
16/Nov a 21/Nov	Síntese de Circuitos Sequenciais: Definições	Síntese de Circuitos Sequenciais: Minimização do número de estados	P4
23/Nov a 28/Nov	Síntese de Circuitos Sequenciais: Síntese com Contadores	Memórias	L4
30/Nov a 5/Dez	Máq. Estado Microprogramadas: Circuito de Dados e Circuito de Controlo	Máq. Estado Microprogramadas: Endereçamento Explícito/Implícito	P5
7/Dez a 12/Dez	Circuitos de Controlo, Transferência e Processamento de Dados de um Processador	Lógica Programável	L5
14/Dez a 18/Dez	P6	P6	L6

- A avaliação em Sistemas Digitais tem 2 componentes:
 - ▶ Componente Teórica (70%)
 - ▶ Componente Laboratorial (30%)
- Para aprovação na disciplina é necessária aprovação (nota não inferior a 9,5 valores) em cada uma das 2 componentes, teórica e laboratorial.
- Apuramento da nota final:
 $0.7 \times \text{Avaliação Teórica} + 0.3 \times \text{Avaliação Laboratorial}$



- ▶ **Prova oral**, afetando a nota final, sempre que se verificarem discrepâncias entre a nota da avaliação teórica e a nota obtida no laboratório.

- **Componente Teórica (70%)**
 - ▶ A nota teórica é determinada pelo máximo entre a nota no exame e a média de 2 testes:
 - 1º teste decorre a meio do semestre (11 de Novembro);
 - 2º teste decorre em simultâneo com o exame: os alunos podem decidir se querem fazer o 2º teste (contando assim a nota do 1º teste), ou se querem fazer exame (abdicando, assim, da nota do 1º teste);
 - ▶ Na época de recurso apenas têm a possibilidade de fazer um exame, que poderá ser aproveitado para melhoria de nota;
 - ▶ Apuramento da nota da componente teórica:
 $\max[\text{media}(\text{teste1} + \text{teste2}) ; \text{exame} ; \text{exame_recurso}]$
 - ▶ Nota mínima: 9,5 valores

■ Componente Laboratorial (30%)

- ▶ Grupos de 2 alunos;
- ▶ A nota da componente laboratorial é apurada da seguinte forma:
 - Relatórios [75%]
 - Mini-testes [25%]
- ▶ Nota mínima da componente laboratorial: 9,5 valores



- ▶ **Prova oral**, afetando a nota global da componente laboratorial, sempre que se verifiquem discrepâncias entre as notas dos relatórios e as notas obtidas nos mini-testes.

■ Componente Laboratorial (30%)

- ▶ **Trabalhos de laboratório:**
 - A nota do laboratório é determinada pela média de 6 trabalhos laboratoriais;
 - Nota mínima em cada trabalho de laboratório: 5 valores
 - A não realização do trabalho implica uma classificação nula.

Excecionalmente, no caso de haver uma justificação válida (i.e., de acordo com os regulamentos do IST), o trabalho de laboratório pode ser realizado noutro turno de laboratório (condicionado à existência de vagas).



■ Componente Laboratorial (30%)

► Entrega de relatórios:

- A entrega do relatório referente a cada sessão laboratorial é realizada por via eletrónica (**Fénix**) na janela de "Projetos" do portal do aluno.
- Todos os turnos de laboratório terão o mesmo prazo limite para submissão do relatório:
 - **23h59 da 6a feira** da semana de aulas de laboratório correspondente.
- Em cada sessão laboratorial serão instanciados dois links para submissão da versão **PDF** do relatório:
 - Entrega **Regular** – submetido até às 23h59 de 6a feira - **SEM PENALIZAÇÃO**
 - Entrega **Fora do Prazo** - submetido após o prazo definido - **COM PENALIZAÇÃO**
- Os relatórios entregues **Fora do Prazo** definido terão uma penalização de **2 valores** por cada dia de atraso (útil ou não útil).

Exemplo: um relatório submetido (ou resubmetido) às 00h00m05s de sábado terá uma penalização de 2 valores.



■ Componente Laboratorial (cont.)

► Mini-testes:

- Duração: 5 min, a decorrer logo no início de cada aula de laboratório.
- Estrutura: cerca de 3 a 4 perguntas rápidas de resposta múltipla ou imediata.



■ Componente Laboratorial (cont.)

► Inscrições & constituição de grupos:

- Processos independentes!!!
- A inscrição num determinado turno de laboratório é **obrigatória** para todos os alunos que pretendem ser avaliados nesta componente.
 - Alunos inscritos em 1ª inscrição foram já (?) automaticamente colocados num determinado turno (exemplo: SD4517L03).
 - Caso contrário, a inscrição num determinado turno é feita (**pelo aluno**) através do Fénix ou na secretaria de graduação do IST, e implica a **inscrição prévia** do aluno na unidade curricular de "Sistemas Digitais".
- A constituição de grupos (de 2 alunos) só é permitida a alunos que estejam formalmente inscritos no **mesmo turno de laboratório**.
 - No início da primeira aula de laboratório (L0) os alunos deverão indicar ao docente do turno de laboratório para o qual estão inscritos no Fénix (exemplo: SD4517L03) qual é a constituição pretendida do seu grupo.



■ Componente Laboratorial (cont.)

► Repetentes:

- Os alunos que já obtiveram aprovação na componente laboratorial nos 2 anos anteriores (2013/14 e 2014/15) estão **dispensados** desta componente e mantêm a nota obtida anteriormente.
- Os alunos que já obtiveram aprovação na componente laboratorial só podem frequentar o laboratório para **melhoria de nota** se aceitarem a anulação da nota anterior e houver espaço disponível no laboratório.



Apenas neste caso:

- Enviar email até ao dia **25 de Setembro** para Nuno.Roma@tecnico.ulisboa.pt, dando conta da intenção de fazer a melhoria de nota;
- Será dada prioridade aos alunos que tenham tido as notas **mais baixas**.

■ Localização:



IMPORTANTE: alteração de sala (horários no Fénix)

- ▶ Alunos com a indicação da sala “LE3” → Passam para “LSD3”
- ▶ Alunos com a indicação da sala “LSD1” → Sem alteração

■ Localização



■ Localização



■ Aulas de Problemas:

- ▶ Funcionam em regime alternado com os laboratórios.
- ▶ Servem de preparação para os testes.



■ Horário de Atendimento:

- ▶ Aleksandar Ilic: 2as Feiras, às 9h00
- ▶ Wilson José: 3as Feiras, às 9h00
- ▶ Francisco Garcia: 4as Feiras, às 9h00
- ▶ Nuno Roma: 5as Feiras, às 9h00

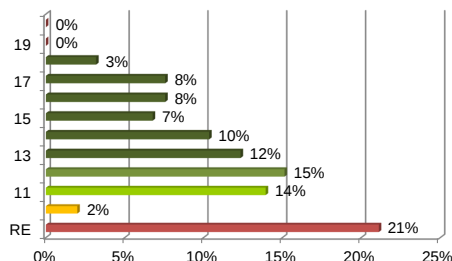
■ Notas Importantes:

- ▶ O período de atendimento terminará se ao fim de 30 minutos não comparecer nenhum aluno.
- ▶ Em caso de impossibilidade de chegar no início do período de atendimento, os alunos deverão enviar um email até às 24:00 do dia anterior, informando o respetivo docente dessa situação.



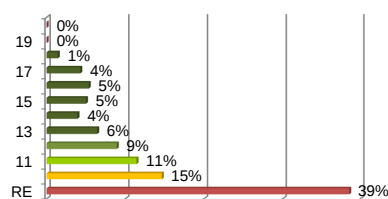
■ Localização



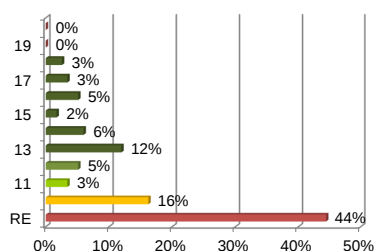


Taxa de aprovação total: 79%
(em percentagem dos alunos avaliados)

Em média,
1 em cada 5 alunos reprovou!



Taxa de aprovação testes: 61%
(em percentagem dos alunos avaliados)



Taxa de aprovação exames: 56%
(em percentagem dos alunos avaliados)

■ Arredondamento

- ▶ 9,45 arredonda para... 9 !!!

■ Conhecimentos mínimos:

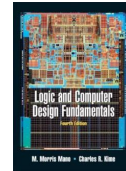
- ▶ Obter um 10 não é recomendável!!! As competências são necessárias em unidades curriculares futuras (ex.: Arquitectura de Computadores).

■ Aulas teóricas e práticas:

- ▶ As aulas teóricas e práticas não são obrigatórias...
... mas são **muito** recomendáveis!!!

■ Principal:

- ▶ **Introdução à Arquitectura de Computadores**, Guilherme Arroz, José Monteiro, e Arlindo Oliveira, IST Press, 2009
- ▶ **Logic and Computer Design Fundamentals**, Morris Mano, Charles Kime, Pearson Prentice-Hall, 2008



■ Secundária:

- ▶ **Sistemas Digitais: Apontamentos das Aulas Teóricas**, Guilherme Arroz, Carlos Sêro, 2005, IST (disponível na página da cadeira)
- ▶ **Sistemas Digitais: Problemas resolvidos e propostos**, Guilherme Arroz, 2004, AEIST
- ▶ **Sistemas digitais: Fundamentos algébricos**, Carlos Sêro, 2003, IST Press

PRÓXIMA AULA



■ Tema da Próxima Aula:

- ▶ Sistemas de numeração
 - Base 10
 - Base 2
 - Base 8 e 16
- ▶ Operações aritméticas básicas
- ▶ Mudança de sistema de numeração
- ▶ Códigos



Agradecimentos

Algumas páginas desta apresentação resultam da compilação de várias contribuições produzidas por:

- Guilherme Arroz
- Horácio Neto
- Nuno Horta
- Pedro Tomás