

Introdução aos Sistemas Digitais

1º Ano, 1º semestre

Dossiê Pedagógico

Ano letivo 2018/19
(setembro/2018)

1	ENQUADRAMENTO DA DISCIPLINA NOS MESTRADOS INTEGRADOS DO DETI	1
2	OBJETIVOS DA DISCIPLINA	1
3	BIBLIOGRAFIA BÁSICA	1
4	PROGRAMA E MÉTODOS.....	2
5	AVALIAÇÃO.....	2
5.1	Regras gerais	2
5.2	Avaliação na época de recurso	3
5.3	Alunos repetentes	4
5.4	Trabalhadores estudantes.....	4
6	CALENDÁRIO PREVISTO DAS AULAS TEÓRICO-PRÁTICAS E PRÁTICAS	5
7	REGRAS GERAIS DE FUNCIONAMENTO DA DISCIPLINA	5
7.1	Funcionamento das aulas práticas	5
7.2	Regime de faltas	5
7.3	E-mails	6
7.4	Esclarecimento de dúvidas	6
7.5	Ilícitos.....	6

1 Enquadramento da disciplina nos cursos do DETI

Créditos ECTS: 6

Código da disciplina: 40332

A disciplina de Introdução aos Sistemas Digitais (ISD) é uma disciplina comum aos seguintes cursos de formação inicial da responsabilidade do DETI: Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações (MIEET), Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática (MIECT). A disciplina é lecionada no 1º semestre do 1º ano, com uma escolaridade 0, 2, 2 (T, TP, P), sendo as aulas TP e P lecionadas em dois blocos de 120 minutos.

A disciplina de ISD faz parte do elenco de disciplinas obrigatórias da área científica de Arquitetura de Sistemas Computacionais (ASC). Esta UC enquadra-se de forma propedêutica na área científica da arquitetura dos sistemas computacionais tendo como objetivos genéricos apresentar aos alunos um conjunto de tópicos fundamentais relativos ao universo dos Sistemas Digitais, os quais terão implicações para toda a formação posterior dos alunos nesta área científica, bem como em outras áreas afins.

Esta disciplina é precursora e basilar face a uma série de UCs que lhe sucedem na área de ASC. Logo no 2º semestre do 1º ano surge a disciplina de Laboratório de Sistemas Digitais onde serão abordados tópicos fundamentais para o domínio das técnicas modernas de projeto de sistemas digitais como são as arquiteturas reconfiguráveis e as linguagens de descrição de hardware.

Os conhecimentos adquiridos nesta dupla de UCs são posteriormente complementados nas disciplinas de Arquitetura de Computadores I e Arquitetura de Computadores II, onde se aborda a organização e síntese dos diversos elementos de um sistema de computação, no intuito de fornecer as bases essenciais necessárias à conceção de sistemas eletrónicos com processadores incorporados (*embedded systems*). Já no contexto do MIECT, estes conhecimentos são complementados pela disciplina de Arquitetura de Computadores Avançada, na qual se abordam aprofundadamente os conceitos de *pipelining*, paralelismo e organização de memória.

Os conhecimentos adquiridos neste conjunto de disciplinas são também necessários para a disciplina de Sistemas de Operação, onde se requer o conhecimento dos sistemas digitais e da estrutura dos sistemas de computação para entender a organização do software de sistema.

2 Objetivos da disciplina

- Apresentar conceitos essenciais sobre representação digital da informação: sistemas de numeração e codificação.
- Apresentar formalmente a Álgebra de Boole no contexto dos sistemas digitais binários e demonstrar a sua importância prática como instrumento de especificação e descrição de Sistemas Digitais.
- Apresentar os blocos lógicos combinatórios fundamentais.
- Estudar as estruturas elementares de armazenamento de informação mais relevantes e introduzir o conceito de estado.
- Apresentar blocos lógicos sequenciais fundamentais.
- Exercitar as técnicas de análise e síntese funcional e temporal de sistemas digitais de baixa complexidade.

3 Bibliografia Básica

- J.F. Wakerly, *Digital design: Principles and Practices*, 4th ed, Prentice-Hall, 2006
- J. Deschamps, E. Valderrama, L. Téres, *Digital Systems, from Logic Gates to Processors*, Springer, 2017
- M. Mano, M. Ciletti, *Digital Design*, 4th ed, Prentice-Hall, 2006
- Z. Kohavi, Niraj K. Jha, *Switching and Finite Automata Theory*, Cambridge Univ. Press, 2009

- M. Dias, Sistemas Digitais, Princípios e Prática, 2ª ed, FCA, 2011

4 Programa e Métodos

O programa resumido da disciplina é sintetizável nos seguintes aspetos:

- Introdução aos Sistemas Digitais
- Representação e codificação de informação
- Álgebra de Boole
- Lógica combinatória elementar
- Blocos combinatórios
- Circuitos aritméticos
- Sistemas sequenciais
- Estratégias de análise de circuitos sequenciais
- Blocos sequenciais fundamentais
- Síntese elementar de máquinas de estado

Em termos de metodologia adotada na disciplina realça-se o fato de as aulas teórico-práticas terem um carácter expositivo, ilustrado, sempre que possível, com exemplos de aplicação. Por seu lado, as aulas práticas decorrem em laboratório de computadores e consistem na resolução de problemas de análise e na síntese e simulação de circuitos digitais utilizando um simulador digital. Os trabalhos realizados no contexto das aulas práticas devem obrigatoriamente ser complementados com exercícios realizados fora do contexto das aulas.

As aulas práticas incluem guiões para simulação de sistemas digitais de pequena complexidade. Para trabalho autónomo, será conveniente que os alunos instalem nos seus computadores pessoais o SW de projeto de sistemas digitais com FPGAs Altera Quartus Prime¹

5 Avaliação

NOTE BEM: Nos exames de Introdução aos Sistemas Digitais não é permitido o uso de calculadoras nem autorizada a presença, na sala, de telemóveis ou outros dispositivos eletrónicos de qualquer espécie (excluem-se naturalmente os utilizados por expressa prescrição médica). Os alunos deverão apenas ser portadores de material de escrita e de um elemento de identificação. Alunos que transportem consigo qualquer tipo de dispositivos eletrónicos serão convidados a deixá-los junto do docente responsável até ao fim do exame.

5.1 Regras gerais

A nota final obtém-se da média ponderada de duas componentes:

- Uma componente teórica (T), com um peso de 60% na nota final, obtida através de uma avaliação do tipo final, resultante de um momento de avaliação realizado durante a época de exames e que incidirá sobre toda a matéria lecionada. A nota teórica será arredondada à décima para efeitos da obtenção da nota final.
- Uma componente prática (P), com um peso de 40% na nota final, obtida através de uma avaliação do tipo "discreto", resultante da média de 3 mini-testes a realizar em aula prática. Estes mini-testes serão realizados e avaliados em computador e não deverão exceder os 20 minutos. As matérias e datas associadas a estes momentos de avaliação serão oportunamente divulgadas.

Dado o regime de avaliação da 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 realizado e

¹ Este SW é agora designado Intel Quartus Prime. Consulte os *links* em página de ISD em elearning.ua.pt.

avaliado em computador, terá duração de 60 minutos e decorrerá no mesmo dia do exame da componente teórica.

A aprovação a esta disciplina implica uma avaliação global superior ou igual a 9,5 valores, sendo que em nenhuma das componentes (teórica ou prática) a nota correspondente (arredondada à décima) pode ser inferior a 7,0 valores.

5.2 Avaliação na época de recurso

A época de recurso substitui a avaliação realizada durante o semestre. Os exames dessa época incidem sobre toda a matéria lecionada no âmbito da disciplina e as classificações neles obtidas constituem a nota final da respetiva disciplina.

A época de recurso, nesta disciplina, rege-se pelo seguinte conjunto de regras gerais:

1. O cálculo da nota final da época de recurso faz-se aplicando os pesos relativos das componentes teórica e prática definidos para a época normal.
2. O valor da nota mínima das componentes teórica e prática para aprovação à disciplina é o definido para a época normal.
3. Sempre que houver lugar à realização de exame à componente prática, a nota obtida anteriormente é definitivamente anulada.
4. A metodologia seguida para a realização de exame de recurso à componente prática é a seguinte:
 - O exame da componente teórica é sempre o primeiro a ser realizado.
 - O exame da componente prática é marcado depois de publicadas as notas da componente teórica devendo realizar-se o mais próximo possível dessa data, no período de exames, possivelmente num horário “pós-laboral”. A possibilidade de ocorrência de conflitos de datas com outros exames não será tida em consideração, salvo se o número de alunos envolvido o permitir.
 - O acesso do aluno ao exame da componente prática fica dependente do cumprimento, simultâneo, das duas condições seguintes:
 - a) efetuar uma pré-inscrição informal, por email para o regente da disciplina, até ao dia útil seguinte à data do exame da componente teórica na época de recurso;
 - b) obter no exame da componente teórica da época de recurso uma nota igual ou superior à nota mínima estabelecida para a disciplina.

No acesso à época de recurso há três situações que convém considerar:

1. Aluno reprovado na época normal, com nota prática igual ou superior à nota mínima

A prática habitual, de acordo com o regulamento de estudos da UA, é a de manter a nota da componente prática, pelo que o aluno apenas tem que realizar o exame da componente teórica. A nota final é obtida pela média ponderada entre a nota do exame teórico de recurso e a nota da componente prática obtida na época normal².

Para além do exame à componente teórica, o aluno pode também realizar exame à componente prática. Neste caso, a nota final é obtida pela média ponderada entre as notas dos exames da época de recurso (teórico e prático).

2. Aluno reprovado na época normal, com nota prática inferior à nota mínima

Nesta situação o aluno terá que realizar exame às duas componentes (o acesso ao exame prático fica dependente da obtenção de nota igual ou superior à nota mínima no exame teórico). A nota final é obtida por média ponderada entre a nota da componente teórica e a nota da componente prática.

² Por “nota prática obtida na época normal” entende-se nota obtida no corrente ano letivo ou mantida do ano anterior.

3. Melhoria de nota na época de recurso (tendo obtido aprovação à disciplina na época normal do ano letivo em curso³)

A melhoria de nota na época de recurso pressupõe o cumprimento de eventuais formalidades impostas pelos Serviços Académicos da UA e apenas é possível numa das duas situações seguintes:

a) Melhoria de nota apenas à componente teórica

A nota da época de recurso é obtida por média ponderada entre a nota da componente teórica obtida na época de recurso e a nota da componente prática obtida na época normal. A nota final da disciplina é a mais elevada das classificações finais obtidas nas épocas normal e de recurso.

b) Melhoria de nota às componentes teórica e prática

O aluno realiza exame às duas componentes. A nota final da época de recurso é obtida por média ponderada entre a nota da componente teórica obtida na época de recurso e a nota da componente prática também obtida na época de recurso. A nota final da disciplina é a mais elevada das classificações finais obtidas nas épocas normal e de recurso.

c) Melhoria de nota à componente prática

Não existe. O acesso a um exame prático para melhoria de nota pressupõe a realização do exame teórico.

NOTA: Estas regras aplicam-se integralmente à avaliação na época especial.

5.3 Alunos repetentes

- Os alunos repetentes que tenham obtido classificação positiva na componente prática da disciplina de Introdução aos Sistemas Digitais no ano letivo de 2017/2018 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. Os alunos eventualmente inscritos nestas condições devem contactar o regente da disciplina para regularizar a respetiva situação.

5.4 Trabalhadores estudantes

Os alunos com o estatuto de trabalhador-estudante que pretendam usufruir do mesmo modelo de avaliação dos estudantes em regime ordinário (vide 5.1) deverão assistir e participar em, pelo menos, 80% das aulas práticas, devendo igualmente entregar, o mais tardar até à segunda aula prática, a respetiva declaração escrita (disponível no site da disciplina). No caso dos alunos com esse estatuto, que não frequentem pelo menos 80% das aulas, a nota final da componente prática será obtida de exame final a decorrer nos moldes anteriormente definidos. A nota final será assim decorrente da fórmula

$$\text{Nota_Final} = 60\%(\text{Nota exame teórico}) + 40\%(\text{Nota exame prático})$$

A nota de cada componente é arredondada às décimas sendo a nota final obtida por arredondamento final às unidades.

³ Os alunos que tenham obtido aprovação à disciplina de Introdução aos Sistemas Digitais no ano anterior e que não se tenham submetido a exame de melhoria na época de recurso desse ano, podem efetuar o seu exame de melhoria no ano corrente, mas estão obrigados a efetuar avaliação às duas componentes da disciplina.

6 Sequência previsível das aulas teórico-práticas e práticas

A tabela que se segue organiza o trabalho em 12 semanas letivas correspondendo ao número mínimo de aulas previstas de acordo com o calendário académico para o primeiro semestre do ano letivo 2016/2017.

Sem.	Aulas TP	Aulas P	Guião
1	Apresentação da disciplina Introdução aos sistemas digitais Sistemas de numeração	Sistemas de numeração	1
2	Sistemas de numeração Quantidades com sinal Operações aritméticas Códigos binários: BCD, Gray, alfa-numéricos	Sistemas de numeração Quantidades com sinal - representação Exercícios com operações aritméticas e códigos binários	1
3	Álgebra de Boole: postulados, teoremas e expressões, simplificação algébrica de expressões	Funções Booleanas Teoremas e manipulação algébrica de funções Minimização algébrica	2
4	Álgebra de Boole: formas canónicas, métodos sistemáticos de minimização de funções booleanas	Minimização de funções Booleanas Formas canónicas Sistematização da aplicação do método de Karnaugh	3
5	Lógica combinatória elementar: implementações a 2 níveis, decomposições multinível	Minimização de funções Booleanas Formas canónicas Sistematização da aplicação do método de Karnaugh	3
6	Blocos combinatórios: decodificadores, codificadores	Introdução ao SW Quartus Prime Blocos combinatórios elementares, codificadores/decodificadores, síntese de circuitos combinatórios com blocos elementares	4
7	Blocos combinatórios: codificadores, multiplexers	Blocos combinatórios elementares, codificadores/multiplexers, síntese de circuitos combinatórios com blocos elementares	4/5
8	Circuitos aritméticos: somadores, comparadores, multiplicadores	Síntese de circuitos combinatórios com blocos elementares	5
9	Sistemas sequenciais: estruturas elementares de armazenamento, o conceito de estado	Circuitos aritméticos	6
10	Estratégias de análise de circuitos sequenciais: tabelas de transição, diagramas de estado, diagramas temporais	Análise de máquinas sequenciais síncronas	7
11	Blocos sequenciais fundamentais: contadores, registos, registos de deslocamento	Exercícios com contadores e registos	8
12	Síntese elementar de máquinas de estado	Síntese elementar de máquinas de estado	8
13	Exemplos de projeto de circuitos sequenciais	Exercícios de revisão	-

7 Regras gerais de funcionamento da disciplina

7.1 Funcionamento das aulas práticas

1. Inscrição nas turmas práticas

A manutenção da inscrição numa determinada turma prática obriga à presença do aluno em pelo menos uma das duas primeiras aulas. Os alunos que, justificada ou injustificadamente, não compareçam às duas primeiras aulas práticas perdem automaticamente a sua inscrição, ficando posteriormente condicionados à frequência de uma das turmas onde existam vagas.

7.2 Regime de faltas

- Não haverá registo de faltas nas aulas TP.
- 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.

7.3 E-mails

- Os e-mails sobre questões relativas à componente prática da disciplina devem ser obrigatoriamente dirigidos ao docente responsável pela turma a que o remetente pertence.
- Os e-mails sobre questões relativas à componente teórico-prática da disciplina ou sobre questões relacionadas com o funcionamento da disciplina devem ser obrigatoriamente dirigidas simultaneamente a todos os docentes responsáveis pelas aulas teórico-práticas da disciplina (augusto.silva@ua.pt; guilherme.campos@ua.pt);
- Só será dada resposta a e-mails que, no corpo da mensagem, indiquem explicitamente o nome e o número mecanográfico do remetente.

7.4 Esclarecimento de dúvidas

- O agendamento de OTs deve ser combinado com 24 horas de antecedência por email para augusto.silva@ua.pt ou guilherme.campos@ua.pt;
- Independentemente das OTs, os alunos são vivamente convidados a contatarem formal ou informalmente os seus docentes das práticas para esclarecimento de dúvidas ou outro tipo de apoio ao estudo autónomo.
- O dia imediatamente anterior a cada exame não poderá ser usado para esclarecimento de dúvidas.

7.5 Ilícitos

A cópia, no todo ou em parte, de qualquer material entregue para avaliação é considerada fraude. Sem prejuízo de outras medidas, a deteção dessa prática implica a atribuição de nota 0 (zero) ao elemento de avaliação em causa.