

Sistemas Digitais

1º Ano, 2º semestre

Guião da disciplina

Ano lectivo 2010/11

(Janeiro/2011)

1	ENQUADRAMENTO DA DISCIPLINA NOS MESTRADOS INTEGRADOS DO DETI.....	1
2	OBJECTIVOS DA DISCIPLINA	1
3	BIBLIOGRAFIA BÁSICA.....	1
4	PROGRAMA E MÉTODOS.....	1
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 TEÓRICAS E PRÁTICAS	4
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 Mestrados Integrados do DETI

Créditos ECTS: 8

Código da disciplina: 42501

A disciplina de Sistemas Digitais é uma disciplina comum aos dois Mestrados Integrados da responsabilidade do DETI: Mestrado Integrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações (MIEET) e Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática (MIECT). A disciplina é leccionada no 2º semestre do 1º ano, com uma escolaridade 0, 2, 3 (T, TP, P).

A disciplina de Sistemas Digitais faz parte do elenco de disciplinas obrigatórias da área científica de Arquitectura de Sistemas Computacionais. Proporciona formação fundamental que servirá de suporte às restantes disciplinas desta área científica, sendo abordados com carácter sistematizado, nas perspectivas de síntese e análise, os blocos funcionais básicos constituintes dos sistemas digitais, tanto combinatórios como sequenciais.

Estes conhecimentos são posteriormente complementados nas disciplinas de Arquitectura de Computadores I e Arquitectura 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 concepção de sistemas electrónicos com processadores incorporados (*embedded systems*). Já no contexto do Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática, estes conhecimentos são complementados pela disciplina de Arquitectura 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 Objectivos da disciplina

Por ser uma disciplina em que os alunos começam a lidar com o conceito de sistema, e sobretudo a desenvolver metodologias específicas de síntese, é dado relevo às várias formas de representação dum sistema digital e à sua utilização durante o ciclo de projecto. Sinteticamente os objectivos que se pretendem alcançar são:

- Domínio dos conceitos essenciais sobre sistemas de numeração e codificação;
- Domínio da álgebra de Boole no contexto dos sistemas digitais binários;
- Conhecimento dos blocos combinatórios fundamentais;
- Conhecimento das principais estruturas de armazenamento de informação;
- Domínio do formalismo de especificação de máquinas de estados finitos;
- Capacidade de integração funcional de blocos elementares;
- Utilização de meios automatizados para projecto e simulação.

3 Bibliografia Básica

- J.F. Wakerly, *Digital design: Principles and Practices*, 4th ed, Prentice-Hall, 2006
- M. Mano, M. Ciletti, *Digital Design*, 4th ed, Prentice-Hall, 2006
- R.H. Katz, *Contemporary Logic Design*, Addison Wesley Publishing Company, 1994
- Zvi Kohavi, Niraj K. Jha, *Switching and Finite Automata Theory*, Cambridge Univ. Press, 2009
- C. Sêro, *Sistemas Digitais: fundamentos algébricos*, IST Press, 2003
- Morgado Dias, *Sistemas Digitais, Princípios e Prática*, 2th Ed, FCA, 2011

4 Programa e Métodos

O programa resumido da disciplina é sintetizável nos seguintes aspectos:

- Introdução ao projecto de sistemas digitais;
- Representação da informação, sistemas de numeração e códigos;
- Álgebra de Boole, lógica combinatória a 2 níveis e multi-nível;
- Blocos lógicos combinatórios básicos;
- Circuitos aritméticos;
- Linguagens de descrição de hardware;
- Elementos de estado, estruturas de armazenamento, lógica sequencial;
- Análise e síntese de máquinas de estados finitos;
- Introdução à tecnologia actual de dispositivos lógicos programáveis.

Em termos de metodologia adoptada na disciplina realça-se o facto 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 análise, síntese e simulação de circuitos digitais utilizando um simulador digital. A integração de componentes de lógica programável recorrerá a uma linguagem de descrição de hardware (VHDL), e a uma interface desta com o simulador.

5 Avaliação

NOTE BEM: Nos exames de Sistemas Digitais não é permitido o uso de calculadoras nem autorizada a presença, na sala, de telemóveis ou outros dispositivos electrónicos de qualquer espécie (excluem-se naturalmente os utilizados por expressa prescrição médica). Os alunos deverão apenas ser portadores de material de escrita. Alunos que transportem consigo qualquer tipo de dispositivos electrónicos 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 leccionada.
- Uma componente prática, com um peso de 40% na nota final, é obtida através de uma avaliação do tipo "misto", resultante de três componentes, sendo duas delas obrigatórias e uma facultativa. As componentes obrigatórias constam de:
 - avaliação contínua do desempenho ao longo do semestre com base em resolução de problemas (P1), com um peso de 40% na nota prática.
 - um momento de avaliação realizado na última aula prática do semestre, com uma duração prevista de 90 minutos (P2) e com um peso de 60% na nota prática.

A componente de avaliação prática facultativa (PF) tem a forma de um trabalho prático extra na forma de um pequeno projecto. Este trabalho decorrerá em tempo não lectivo e deverá culminar com a entrega do projecto e com uma apresentação pública para demonstração de resultados. Para os alunos que facultativamente se inscrevem nesta componente de avaliação as classificações poderão ir de -4 valores a + 4 valores.

A nota prática obtida a partir das duas componentes obrigatórias é expressa na escala 0 a 20 valores mas é truncada a 16 valores. Os alunos que pretendam obter classificação superior a 16 valores terão de realizar a componente prática facultativa (PF).

$$\text{Nota_Pratica} = \text{Min}[(P1*0.4 + P2*0.6), 16] + PF \quad \text{c/ } PF \in [-4 \dots +4]$$

$$\text{Nota_Final} = \text{Nota_Teorica}*0.6 + \text{Nota_Pratica}*0.4$$

A nota final da componente prática da disciplina é arredondada às décimas.

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 (obtida sem arredondamento) pode ser inferior a 8.0 valores.

NOTE BEM: A metodologia, incluindo respectivas datas, que deverá ser seguida pelos alunos que pretendem ser avaliados na componente facultativa da avaliação prática, será disponibilizada oportunamente no site da disciplina, juntamente com a lista de trabalhos práticos que poderão ser realizados. Os alunos que manifestem, por escrito, a intenção de realizar este trabalho, ficam automaticamente inscritos para o efeito, não podendo, posteriormente, desistir dessa componente de avaliação.

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 leccionada no âmbito da disciplina e as classificações neles obtidas constituem a nota final da respectiva 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. A componente facultativa da avaliação prática mantém o seu valor na época de recurso.
4. A metodologia seguida para a realização de exame 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) efectuar uma pré-inscrição na secretaria do DETI 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 normal¹.

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

¹ Por “**nota prática obtida na época normal**” entende-se nota obtida no corrente ano lectivo ou mantida do ano anterior, se positiva, quando o aluno não declarou, no início do semestre, pretender ver revista a sua classificação.

por média ponderada entre a nota da componente teórica e a nota da componente prática (incluindo a componente facultativa, caso esta tenha sido realizada).

3. Melhoria de nota na época de recurso (tendo obtido aprovação à disciplina na época normal do ano lectivo em curso²)

A melhoria de nota na época de recurso pressupõe o cumprimento de eventuais formalidades impostas pelos Serviços Académicos da UA e apenas é possível em uma 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.

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 no ano lectivo de 2009/2010 mantêm este ano a sua nota nessa componente de avaliação.
- Os alunos que se encontrem nessas condições e que pretendam ser reavaliados na componente prática deverão, nos termos do Regulamento de Estudos, entregar, o mais tardar até à segunda aula prática, uma declaração escrita através da qual prescindem da nota obtida no ano anterior.

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 respectiva 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 do seguinte modo:

$$\text{Nota_Pratica} = \text{Min}[P2, 16] + PF \quad \text{c/ } PF \in [-4 \dots +4]$$

A nota final da componente prática é arredondada às décimas.

6 Calendário previsto das aulas teóricas e práticas

Aula	Tópico teórico	Tópico prático	Leitura recomendada
1	Apresentação da disciplina, introdução ao projecto de sistemas digitais, representação digital da informação, sistemas de numeração.	Introdução ao programa DesignWorks, portas lógicas elementares	J. Wakerly Cap.1, 2 C. Sêrro -Cap. 1
2	Álgebra de Boole, operadores lógicos, portas lógicas, teoremas fundamentais, funções Booleanas	Minimização de funções Booleanas	C. Sêrro Caps. 2,3 J. Wakerly Cap.4
3	Teorema de Shannon, formas canónicas,	Minimização de funções Booleanas	C. Sêrro Caps. 4,5 J. Wakerly Cap.4

² Os alunos que tenham obtido aprovação à disciplina no ano anterior e que não se tenham submetido a exame de melhoria na época de recurso desse ano, podem efectuar o seu exame de melhoria no ano corrente, mas estão obrigados a efectuar avaliação às duas componentes da disciplina.

	irrelevâncias, minimização de funções Booleanas, método de Karnaugh	(cont)	
4	Lógica positiva/negativa, lógica multi-nível, fenómenos transitórios, diagramas temporais, blocos AOI e OAI, códigos	Lógica multinível, prevenção de hazards, desenho hierárquico com o DesignWorks	J. Wakerly Cap.6
5	Blocos funcionais combinatórios, codificadores/descodificadores, multiplexers, realização de funções lógicas arbitrárias com descodificadores e multiplexers, saídas em alta impedância, <i>buffers 3-state</i>	Blocos combinatórios elementares, codificadores/descodificadores, síntese de circuitos combinatórios com blocos elementares	J. Wakerly Cap.6
6	Lógica programável combinatória, introdução à linguagem VHDL	Multiplexers, <i>buffers 3-state</i>	J. Wakerly Cap.5, 6
7	Circuitos aritméticos, estruturas de soma, unidades aritméticas e lógicas, estruturas de multiplicação	Lógica programável, introdução à linguagem VHDL	J. Wakerly Cap.6
8	Revisão de circuitos combinatórios	Circuitos aritméticos	J. Wakerly Cap.4-6
9	Sistemas sequenciais síncronos, realimentação e memória, estruturas elementares de armazenamento, flip-flops SR, JK, D e T, diagramas de estado, tabelas de transição e de excitação, equação característica.	Análise das topologias e funcionamento dos flip-flops fundamentais	J. Wakerly Cap.7
10	Flip-flops <i>master-slave</i> e <i>edge-triggered</i> , questões de temporização, meta-estabilidade, entradas assíncronas, registos de armazenamento e deslocamento, projecto de contadores. Exemplo de análise de circuitos sequenciais síncronos Resumo dos flip-flops	Análise de máquinas sequenciais síncronas, desenvolvimento de contadores	J. Wakerly Cap.7, 8
11	Máquinas de estados finitos, máquinas de Mealy e Moore, representação em ASM e diagramas de estados	Registos de deslocamento	J. Wakerly Cap.7, 8
12	Optimização de máquinas de estado, codificação de estados, minimização	Síntese de máquinas sequenciais síncronas.	J. Wakerly Cap.7, 8
13	Utilização da linguagem VHDL na especificação de máquinas de estado; introdução às FPGAs	Exame, optimização de máquinas de estados finitos, revisão de circuitos sequenciais síncronos	J. Wakerly Cap.7, 9
14	Exemplos de implementação de circuitos sequenciais	Exame	

7 Regras gerais de funcionamento da disciplina

7.1 Funcionamento das aulas práticas

Os alunos que estejam obrigados a frequentar as aulas práticas terão obrigatoriamente que possuir um caderno de registo (*log book*) das actividades dessa componente destinado exclusivamente a esta disciplina. Este caderno de registo deverá ter o formato A4 ou A5 e as suas folhas agrafadas. Na primeira página terá obrigatoriamente o nome e número mecanográfico do seu proprietário. Este caderno será utilizado para efeitos da componente de apreciação do docente na avaliação da disciplina.

7.2 Regime de faltas

- Todos os estudantes que, não usufruindo do estatuto de trabalhador-estudante no ano lectivo 2010/2011, falem injustificadamente a mais de 4 aulas teórico-práticas ou a mais de 3 aulas

práticas reprovam automaticamente à disciplina ficando impedidos de apresentar-se a qualquer prova da mesma durante o corrente ano lectivo.

- A justificação de faltas deve ser entregue na secretaria do DETI. **Só serão consideradas as justificações que dêem entrada na secretaria até 5 dias úteis após o fim do período que, justificadamente, deu origem à falta.**
- Consideram-se faltas justificadas as motivadas por:
 - doença ou internamento;
 - falecimento de cônjuge, parentes ou afins;
 - cumprimento de obrigações legais;
 - outras situações que o docente valide como aceitáveis.

7.3 E-mails

- Os e-mails sobre questões relativas à componente prática da disciplina devem ser obrigatoriamente dirigidas 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 aos 2 responsáveis da disciplina.
- 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

- Para o esclarecimento de dúvidas, durante o período lectivo, deverão ser obrigatoriamente utilizados os períodos de Orientação Tutorial (OT) para o efeito descritos no horário da disciplina.
- O dia imediatamente anterior aos momentos de avaliação 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 detecção dessa prática implica a atribuição de nota 0 (zero) ao elemento de avaliação em causa.