

## 1 ENQUADRAMENTO

A área científica de Engenharia Electrotécnica/Electrónica tem como objectivo central proporcionar aos alunos informação básica necessária à compreensão do suporte físico dos sistemas computacionais e de redes de comunicação.

Com a unidade curricular de Sistemas Electrónicos pretende-se obter a informação mínima necessária à compreensão dos circuitos electrónicos que suportam o processamento e a transmissão de informação.

Pretende-se, em sentido lato, que os alunos adquiram o seguinte:

- Capacidade de análise de alguns circuitos electrónicos que permita a compreensão do funcionamento dos sistemas computacionais e as suas limitações.
- Conhecimentos sobre sistemas e sinais que permitam a compreensão do funcionamento das redes de computadores e de transmissão de informação.

## 2 PRÉ-REQUISITOS

Conhecimentos básicos de física a nível de mecânica e, fundamentalmente, de electromagnetismo.

## 3 OBJECTIVOS DA DISCIPLINA

Pretende-se que os alunos adquiram as seguintes competências:

- Compreender os conceitos elementares de informação, sinal e sistema de processamento.
- Calcular e dimensionar circuitos eléctricos básicos.
- Medir experimentalmente as principais grandezas eléctricas.
- Caracterizar de forma simples a resposta de um sistema, quer no domínio do tempo, quer no da frequência.
- Analisar, a nível básico, os circuitos electrónicos de suporte dos sistemas computacionais.
- Identificar as limitações do suporte físico dos sistemas computacionais e das redes de computadores.
- Interpretar as “interfaces” entre grandezas analógicas e digitais.
- Relacionar as noções de filtragem com o seu impacto na transmissão de informação.

## 4 BIBLIOGRAFIA

- Giorgio Rizzoni - “Principles and Applications of Electrical Engineering”, McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> ed., 2004. (Biblioteca 621.3G.25.2.4ed)
- Donald A. Neamen – “Microelectronics: Circuit Analysis and Design”, McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> ed., 2010.
- Allan R. Hambley - “Electrical Engineering: Principles and Applications”, Prentice Hall, 1997. (Biblioteca 621.3G.12)
- J. W. Nilsson, S. A. Riedel - “Electric Circuits”, Addison-Wesley, 5<sup>th</sup>ed., 1996. (Biblioteca 621.3.04G.31)
- W. H. Hayt, J. E. Kemmerly, S. M. Durbin - “Engineering Circuit Analysis”, McGraw-Hill, 7<sup>th</sup> ed., 2007.

## 5 PROGRAMA

1. Elementos de Análise de Circuitos.
  - a. Convenções e definições das grandezas eléctricas (carga, tensão, corrente, energia e potência) e dos elementos de circuito (elementos topológicos - nó, ramo, rede, malha - e componentes - resistências, condensadores, indutâncias, fontes independentes e dependentes).
  - b. Aplicação das leis de Ohm e de Kirchhoff à análise de circuitos simples.
  - c. Outras técnicas de análise: Thévenin e Norton. Princípio da sobreposição.
2. Noções de Sistemas e Sinais.
  - a. Noção de sinal eléctrico e de sistema de processamento do sinal.
  - b. Os sinais periódicos mais comuns. Valores médio, eficaz, de pico. Fase e relações de fase.
  - c. A resposta estacionária dos circuitos DC no contexto da análise dos sistemas lineares estáticos.
  - d. Resposta transitória de circuitos. Resposta ao degrau de circuitos RC e RL. Tempo de subida, tempo de descida e tempo de estabelecimento.
  - e. Resposta estacionária de circuitos RC na frequência. Impedância complexa. Noções de filtragem: passa-baixo, passa-alto.
3. Modelos Comportamentais de Dispositivos Electrónicos: Díodo e MOSFET.
  - a. Constituição física de díodos e MOSFETs (NMOS e PMOS).
  - b. Noções do funcionamento deste tipo de dispositivos.
  - c. Modelos comportamentais elementares dos dispositivos.
  - d. Circuitos elementares com díodos e zeners. Análise de circuitos com díodos. Rectificação e filtragem. Limitadores de tensão. Portas lógicas.
  - e. Noção de amplificador com MOSFET: fonte comum e dreno comum.
  - f. O MOSFET como interruptor electrónico controlado.
4. Aplicações de Amplificadores Operacionais.
  - a. Amplificadores. Amplificador Operacional (OpAmp): modelo ideal
  - b. Noções de realimentação. Configurações inversora e não-inversora. Somador e amplificador de diferença.
  - c. Integrador e diferenciador.
  - d. Limitações do OpAmp.
  - e. Comparadores. Noções de histerese.
5. Lógica Combinatória e Sequencial com Estruturas CMOS.
  - a. Características essenciais das portas lógicas.
  - b. A família lógica CMOS.
  - c. Estudo do Inversor NMOS e CMOS. Portas básicas CMOS.
  - d. Lógicas estática e dinâmica CMOS.
  - e. Portas de transmissão e flip-flops.
  - f. Memória estática e dinâmica CMOS. Circuitos de leitura e escrita.
6. Conversão Analógico-Digital.
  - a. Características essenciais de circuitos A/D e D/A. Precisão e resolução.
  - b. Exemplos de conversores D/A com resistências pesadas e R-2R.
  - c. Diagrama funcional do conversor A/D - o amostrador, o quantificador e o codificador.
  - d. Exemplo de conversor A/D: paralelo, contagem, *tracking*, aproximações sucessivas e dupla rampa.
  - e. Sample & Hold, frequência de amostragem e critério de Nyquist.

## 6 METODOLOGIA

A unidade curricular inclui aulas teóricas (2 aulas de 1,5 horas em cada semana) e aulas práticas (1 aula de 2 horas por semana). As aulas teóricas, para além da componente expositiva destinada à apresentação das matérias constantes do programa, incluem resolução de exercícios. As aulas práticas são do tipo laboratorial com a realização de experiências práticas que ilustram e complementam a leccionação das matérias teóricas.

### 6.1 Aulas práticas

As aulas práticas, para além da resolução de exercícios, incluem um conjunto de 4 trabalhos laboratoriais. Os trabalhos práticos têm como objectivo dotar os alunos com competências na montagem, teste e medida de circuitos eléctricos e electrónicos. Cada trabalho está dimensionado para ser efectuado num número de aulas especificado *a priori*. Sempre que possível, os trabalhos são executados por grupos de 2 alunos. Todos os elementos relevantes para o trabalho, designadamente, medidas e resultados deverão ser registados pelos alunos.

Os alunos têm de frequentar as aulas práticas de acordo com o regulamento de estudos da Universidade de Aveiro em vigor. Deverão assistir e participar em, pelo menos, 80% das aulas práticas.

### 6.2 Trabalhos práticos

- **Trabalho prático nº1: Análise circuitos (2 aulas)** - Observação experimental das leis que regem os circuitos eléctricos. Comprovação experimental do princípio da sobreposição e do Teorema de Thevenin.
- **Trabalho prático nº2: RC e Díodos (4 aulas)** - Comportamento de circuitos RC com ondas rectangulares e sinusoidais.  
Observação da característica I-V de um díodo, utilizando o osciloscópio em modo XY. Montagem e teste de vários circuitos com díodos: rectificação com e sem filtragem, limitação de tensão.
- **Trabalho prático nº3: Amplificadores (3 aulas)** - Pretende-se construir vários circuitos utilizando OpAmps, bem como abordar a resposta em frequência.
- **Trabalho prático nº4: Circuitos Digitais (2 aulas)** - Pretende-se explorar o teste de portas lógicas CMOS e implementar um circuito funcional.

## **7 AVALIAÇÃO**

- A avaliação da disciplina está dividida em duas componentes: a componente teórica, com um peso de 60% na nota final, e a componente prática com um peso de 40%.
- A nota mínima para efeitos de aprovação, em qualquer das duas componentes (teórica e prática) é de 8,0 valores (nota arredondada às décimas).

### **7.1 Componente teórica**

A componente teórica será aferida através da execução de dois testes:

- um 1º teste a realizar em 24 de Abril de 2020 (data a validar pelos Serviços), com peso de 40%;
- um 2º teste a realizar em 05 de Junho de 2020 (data a validar pelos Serviços), com peso de 60%;
- A falta a qualquer um destes testes implica a atribuição de zero valores no respectivo teste.

### **7.2 Componente prática**

A componente prática será aferida com base em duas componentes distintas:

- Avaliação contínua sobre o desempenho individual dos alunos, que inclui os registos nos guiões dos trabalhos práticos (20%).
- Avaliação em dois testes práticos: 1º teste em grupo (30%); 2º teste individual (50%). Os testes serão realizados em 14/17 de Abril e 29 de Maio e 2 de Junho de 2020, na respectiva aula prática.

### **7.3 Alunos repetentes**

- Alunos que tenham obtido aprovação na componente laboratorial à unidade curricular de Sistemas Electrónicos em anos lectivos anteriores conservam automaticamente a nota no corrente ano lectivo.
- Alunos que tenham obtido aprovação na componente laboratorial em anos lectivos anteriores mas que pretendam repetir a prática, terão de entregar ao docente da sua turma prática uma declaração, através da qual formalizam a sua intenção de rever a classificação obtida anteriormente, prescindindo dela. O texto dessa declaração pode ser encontrado na página da disciplina.

### **7.4 Trabalhadores-estudante**

- Os alunos com o estatuto de trabalhador-estudante deverão, obrigatoriamente, estar inscritos numa turma prática.
- Os alunos com estatuto de trabalhador-estudante deverão assistir e participar em, pelo menos, 80% das aulas práticas e, obrigatoriamente, nos testes práticos.
- Caso não consigam por algum motivo garantir a presença em 80% das aulas práticas, a componente da sua nota prática, referente ao desempenho, será avaliada através do preenchimento dos guiões dos trabalhos práticos a apresentar ao docente.

### 7.5 Avaliação na época de recurso

A época de recurso substitui a avaliação realizada durante o semestre. Os exames desta 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 recurso à componente prática, a nota obtida anteriormente é definitivamente anulada. A nota obtida no exame prático de recurso não é, em caso algum, mantida para o ano lectivo subsequente.
4. A metodologia para a realização de recurso à componente prática é a seguinte:
  - a. O recurso da componente teórica é sempre o primeiro a ser realizado.
  - b. O recurso 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. A possibilidade de ocorrência de conflitos de datas com outros exames não será tida em consideração, salvo se o número de alunos envolvidos o permitir.
  - c. O acesso do aluno ao recurso da componente prática fica dependente do cumprimento, simultâneo, das duas condições seguintes:
    - i. enviar um email para o regente da unidade curricular, manifestando essa intenção, até às 23h59m do dia em que realizar o exame da componente teórica na época de recurso;
    - ii. obter no exame da componente teórica da época de recurso uma nota igual ou superior à nota mínima estabelecida.

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

#### ***Aluno reprovado na época normal, com nota prática igual ou superior à nota mínima***

A prática habitual, em 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 normal.

#### ***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.

#### ***Melhoria de nota na época de recurso (tendo obtido aprovação à disciplina na época normal)***

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

## 8 ACESSO AOS LABORATÓRIOS FORA DO PERÍODO DE AULAS

O acesso aos laboratórios fora do período de aulas é possível nas condições gerais definidas pelo DETI.

## 9 REGRAS GERAIS DE FUNCIONAMENTO DA DISCIPLINA

### 9.1 Regime de faltas

- Todos os estudantes que, não usufruindo do estatuto de trabalhador-estudante no presente ano lectivo, faltarem injustificadamente a mais de 2 aulas práticas reprovam automaticamente a disciplina ficando impedidos de se apresentar a qualquer prova da mesma durante o corrente ano lectivo.
- A justificação de faltas deve ser entregue na secretaria do DETI, e uma cópia ao docente da respectiva turma prática.
- A justificação de faltas obedece ao Regulamento de Estudos da UA.
- Só serão consideradas as justificações que dêem entrada na secretaria do DETI até 10 dias após o fim do período que, justificadamente, deu origem à falta.

### 9.2 Emails

- Os emails sobre Sistemas Electrónicos devem ser obrigatoriamente dirigidos ao responsável pela unidade curricular (jeo@ua.pt).
- Só será dada resposta a emails que, no corpo da mensagem, indiquem explicitamente o nome, o número mecanográfico do remetente e o nome da disciplina.

### 9.3 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.

### 9.4 Devolução de material no armazém

Na **última semana do semestre** os alunos deverão **devolver todo o material requisitado** no armazém de componentes do departamento. Aos alunos que não regularizem a situação até à data de envio das pautas para os Serviços Académicos será atribuída a nota **“Faltou”**.