



## **Sistemas Electrónicos**

2º Ano, 2º semestre

---

### **Guião da disciplina**

---

Ano lectivo 2020/2021  
(v1.0 – Março.2021)

## **INDICE**

Pag.

<b>1 ENQUADRAMENTO</b>	<b>1</b>
<b>2 PRÉ-REQUISITOS</b>	<b>1</b>
<b>3 OBJECTIVOS DA DISCIPLINA</b>	<b>1</b>
<b>4 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>1</b>
<b>5 PROGRAMA</b>	<b>2</b>
<b>6 METODOLOGIA</b>	<b>3</b>
6.1 Aulas práticas	3
6.2 Trabalhos práticos	3
<b>7 AVALIAÇÃO</b>	<b>4</b>
7.1 Componente teórica	4
7.2 Componente prática	4
7.3 Alunos repetentes	4
7.4 Trabalhadores-estudante	4
7.5 Avaliação na época de recurso	5
<b>8 ACESSO AOS LABORATÓRIOS FORA DO PERÍODO DE AULAS</b>	<b>6</b>
<b>9 REGRAS GERAIS DE FUNCIONAMENTO DA DISCIPLINA</b>	<b>6</b>
9.1 Regime de faltas	6
9.2 Emails	6
9.3 Ilícitos	6
9.4 Devolução de material no armazém	6

## 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.

Em virtude da actual situação pandémica e das consequentes aulas à distância com que iremos iniciar o 2º Semestre de 2020/21, foi necessário proceder a algumas alterações nesta UC, nomeadamente no que diz respeito aos seus objectivos, metodologias de ensino e avaliação. Essas alterações aparecem indicadas ao longo deste Guião nos parágrafos assinalados com a expressão "**Plano de contingência COVID-19**".

## 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.

**Plano de contingência COVID-19** – Com a substituição das aulas práticas presenciais por aulas à distância, de simulação, o objectivo de formação que contemplava a medição experimental de grandezas eléctricas é suspenso. A caracterização da resposta de sistemas, acima referida, passa a ser realizada exclusivamente com recurso a simulação.

## 4 BIBLIOGRAFIA

- 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.

- Sedra, Adel S., SMITH Kenneth C. – “Microelectronic Circuits” Oxford University Press.
- Donald A. Neamen – “Microelectronics: Circuit Analysis and Design”, McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> ed., 2010.
- Giorgio Rizzoni - “Principles and Applications of Electrical Engineering”, McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> ed., 2004. (Biblioteca 621.3G.25.2.4ed).
- Allan R. Hambley - “Electrical Engineering: Principles and Applications”, Prentice Hall, 1997. (Biblioteca 621.3G.12)
- Martins, Ernesto F. V. – “Eletrónica Digital Integrada”, 2017 Lidel, ISBN 978-989-752-261-1.

## 5 PROGRAMA

1. Introdução aos Circuitos Eléctricos.
  - 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: Princípio da sobreposição e teoremas de Thévenin e Norton.
  - d. Capacidade e indutância;
  - e. Circuitos em regime sinusoidal;
  - f. Resposta estacionária de circuitos RC na frequência. Impedância complexa. Noções de filtragem: passa-baixo, passa-alto.
  - g. Resposta transitória de circuitos. Resposta ao degrau de circuitos RC e RL.
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.
3. 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.
4. 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.
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.

**Plano de contingência COVID-19** – Aulas teóricas e práticas passarão a ser leccionadas à distância. As experiências práticas destas últimas serão substituídas por trabalhos de simulação.

### 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.

**Plano de contingência COVID-19** – As aulas práticas incluirão um conjunto de trabalhos de simulação que serão executados por grupos de 2 alunos. Estes trabalhos têm como objectivo ilustrar conceitos estudados nas aulas teóricas e dotar os alunos com competências básicas para caracterizar circuitos electrónicos simples.

### 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 diodo, 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.

**Plano de contingência COVID-19** – Os novos trabalhos de simulação irão abordar todos os conceitos e circuitos fundamentais cobertos pelos trabalhos acima. O conteúdo de cada trabalho será apresentado atempadamente aos alunos.

### 6.3 Orientação tutorial (OT)

Segunda-feira, 19-20h, via Zoom.

As sessões de OT só acontecerão a pedido dos alunos. Os alunos com dúvidas sobre qualquer assunto das aulas teóricas ou práticas, ou que necessitem de obter esclarecimentos sobre qualquer questão relacionada com esta disciplina, devem solicitar uma OT, por email, ao docente coordenador da UC (Ernesto Martins, [evm@ua.pt](mailto:evm@ua.pt)) com uma antecedência de pelo menos 48h. O URL necessário para a entrar na sessão Zoom da OT está disponível no elearning (Ver Links Zoom, SE OT).

## 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).

**Plano de contingência COVID-19** – Mantém-se o modelo de avaliação dividido em componentes teórica e prática, sendo que os pesos na nota final passam a ser de **75 e 25%**, respectivamente. A nota mínima para efeitos de aprovação diz respeito, agora, apenas à componente teórica, e continua a ser de 8.0 valores (com a 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.

**Plano de contingência COVID-19** – A avaliação da componente teórica será feita através de **um único teste** a realizar na época de exames.

### 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.

**Plano de contingência COVID-19** – A avaliação da componente prática será feita através de dois testes práticos. O 1º teste será feito em grupo e a classificação obtida terá um peso de **40%** na nota prática final. O 2º teste será individual e contribuirá com um peso de **60%**. Ambos os testes serão realizados à distância com o simulador usado nas aulas práticas. Os testes serão realizados em 5/7 de Maio e 18/23 de Junho de 2021, nas respectivas aulas práticas.

### 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.

**Plano de contingência COVID-19** – Nos moldes actuais de aulas à distância, mantém-se apenas a obrigatoriedade de realizar os testes práticos.

#### **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.

**Plano de contingência COVID-19** – Este acesso não está previsto.

**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, faltem injustificadamente a mais de 2 aulas práticas reprovam automaticamente à 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.

**Plano de contingência COVID-19** – O regime de faltas seguirá as instruções superiores, quando publicadas.

**9.2 Emails**

- Os emails sobre Sistemas Electrónicos devem ser obrigatoriamente dirigidos ao responsável pela unidade curricular: Prof. Ernesto Martins (evm@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”**.

Plano de contingência COVID-19 – Não aplicável.