

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** ELETRÓNICA II

---

**Cursos** ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 140064394

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** Jorge Filipe Leal Costa Semião

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Jorge Filipe Leal Costa Semião	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 15TP; 15PL; 20OT

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
2º	S2	30T; 15TP; 15PL; 20OT	140	5

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Análise de Circuitos I, Análise de Circuitos II e Electrónica I.

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

No final do curso o aluno deve ter adquirido os conceitos de amplificação, amplificadores e resposta em frequência de amplificadores. Deve conhecer os amplificadores operacionais (ampop), o seu funcionamento e as suas limitações práticas. Deve ser capaz de analisar circuitos com ampops e com ampops e díodos. Deve conhecer os comparadores de tensão. Deve ser capaz de analisar circuitos amplificadores discretos com um ou mais transístores bipolares e FET. Deve conhecer alguns tipos de amplificadores comuns, nomeadamente os amplificadores Darlington, diferencial e cascode. Deve ser capaz de determinar a resposta dos amplificadores às baixas, médias e altas frequências.

### Conteúdos programáticos

1. Conceitos sobre amplificação.

2. Amplificadores operacionais, suas características e limitações.

Circuitos com ampops - inversor, não inversor, somador ponderado, integrador, diferenciador, amplificador de diferença e de instrumentação, *Schmitt Trigger*.

Circuitos com ampops e díodos - limitadores, díodo ideal, rectificadores de meia onda e de onda completa de precisão, circuitos de *dead zone*, *clipper*, detector de pico.

3. Comparadores de tensão.

4. Amplificadores com transístor

Modelos de pequeno sinal dos díodos, dos TJB e dos FET.

Configurações de emissor, base e colector comum.

5. Amplificadores especiais - Darlington, diferencial e cascode.

6. Análise da resposta em frequência de amplificadores discretos com transístores.

Capacidades internas dos díodos e transístores.

O teorema de Miller.

Resposta às baixas, médias e altas frequências. Método das constantes de tempo.

---

### Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos programáticos foram definidos com vista ao cumprimento dos objectivos desta unidade curricular, no seguimento da unidade curricular de Electrónica I. Assim, foi incluído um novo dispositivo, o ampop, e estendida a utilização do transístor aos amplificadores de pequeno sinal, e ao estudo da sua resposta em frequência. Portanto, os capítulos iniciais destas matérias incluem os conceitos fundamentais necessários para a sua compreensão, para que nos capítulos subsequentes possam ser leccionados os conteúdos mais desenvolvidos e fundamentais. Uma parte importante da unidade curricular consiste na demonstração prática baseada no teste em laboratório ou na simulação electrónica de vários circuitos estudados. A metodologia empregue fornece ao aluno, de uma forma gradual, um conhecimento abrangente teórico e prático das matérias, de modo que os objectivos da unidade curricular sejam plenamente atingidos.

---

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

-Aulas teóricas de 2 horas, por método expositivo (usando o quadro, retroprojector e datashow);

-Aulas teórico-práticas de 1 hora, com a resolução de exemplos, interpretação de documentação variada, utilização do software de simulação de circuitos.

-Aulas de tutoria de 2 horas, com acompanhamento na resolução de exercícios e realização de trabalhos práticos onde se inclui o estudo e a montagem de circuitos com dispositivos electrónicos ou a utilização do software de simulação.

-Atendimento individual para resolução de dificuldades apresentadas pelo aluno.

#### Avaliação

A avaliação da disciplina tem duas componentes: componente teórica, que corresponde à avaliação em testes ou em exame final; componente prática, que corresponde à avaliação contínua dos trabalhos realizados. A nota mínima de cada componente é de 8 valores. A nota final será:

$N = 80\% \times (\text{Nota dos Testes ou do Exame final}) + 20\% \times (\text{Nota dos trabalhos práticos})$

---

### **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

A metodologia de ensino utilizada é desenvolvida em 3 vertentes que se complementam - uma vertente teórica, uma vertente teórico-prática e uma vertente prática.

Na vertente teórica introduzem-se os conceitos, os dispositivos electrónicos, os circuitos típicos que os incorporam, assim como a função que esses circuitos desempenham. Depois é efectuada a sua análise, a qual é acompanhada de um estudo comparativo entre circuitos que desempenham funções semelhantes, com o fim de identificar as vantagens e limitações de cada um deles.

Na vertente teórico-prática utilizam-se os conceitos teóricos para resolver um conjunto de exercícios, que numa primeira fase, são realizados pelo docente como demonstração das técnicas de análise. Ao mesmo tempo, demonstra-se a utilização de *software* de simulação de circuitos para permitir a visualização dos resultados obtidos na resolução dos exercícios.

A vertente prática inclui duas partes. Na primeira parte, são propostos aos alunos conjuntos de exercícios e de problemas, sendo alguns deles resolvidos na aula, num estudo acompanhado pelo docente. Os restantes exercícios destinam-se a serem respondidos unicamente pelos alunos e servem para os auxiliar a desenvolver as suas capacidades. A segunda parte da vertente prática é realizada em ambiente laboratorial e que pode consistir na montagem, teste e interpretação dos resultados obtidos em circuitos electrónicos correspondentes às diferentes matérias leccionadas ou na simulação electrónica desses circuitos. Qualquer dificuldade encontrada será resolvida pelo docente, quer na aula, quer no seu horário de acompanhamento individual do aluno. Deste modo, procura-se consolidar, experimentalmente, os conceitos apresentados na vertente teórica e analisados nas vertentes teórico-prática e prática.

Estas três diferentes vertentes, que se complementam entre si, permitem apresentar aos alunos diferentes perspectivas referentes aos mesmos conteúdos, facilitando-lhes assim, não só a compreensão, como também, a absorção e consolidação dos conhecimentos transmitidos.

---

### **Bibliografia principal**

- [1] Apontamentos das aulas teóricas e colecções de exercícios
- [2] Microelectronic Circuits, Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith - Oxford University Press.
- [3] Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits - Sergio Franco, McGraw-Hill
- [4] Operational Amplifier & Linear Integrated Circuits - R. Coughlin, F Driscoll, Prentice Hall
- [5] Engineering Electronics: A practical Approach - R. Mauro, Prentice Hall.
- [6] Analysis and Design of Analog Integrated Circuit - 3rd Edition - P. Gray, R. Meyer, John Wiley.
- [7] Electronic Devices Discrete and Integrated - S. Fleeman, Prentice Hall.
- [8] Additional Problems with Solutions: A Supplement to Microelectronic Circuits - Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, Oxford University Press.

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** ELECTRONICS II

**Courses** ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING  
- BRANCH SPECIALISATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATIONS

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese

**Teaching/Learning modality** In-person

**Coordinating teacher** Jorge Filipe Leal Costa Semião

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Jorge Filipe Leal Costa Semião	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 15TP; 15PL; 20OT

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	15	15	0	0	0	20	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

### Pre-requisites

no pre-requisites

### Prior knowledge and skills

Knowledge acquired in Circuit Analysis I, Circuit Analysis II and Electronics I.

### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

At the end of the course the students must have acquired the concepts of amplification, amplifiers and frequency response of amplifiers. They must know the operational amplifiers, its operation and its practical limitations. They must be able to analyze circuits with opamps and opamps and diodes. they should know voltage comparators. They must be able to analyze amplifier circuits with one or more bipolar transistors and FET. They should know some types of common amplifiers, namely Darlington amplifiers, differential and cascode. They must be able to determine amplifier response at low, medium and high frequencies.

### Syllabus

1. Amplification concepts.
2. Operational amplifiers (ampop), their characteristics and limitations.  
Circuits with ampops - inverter, non-inverter, weighted adder, integrator, differentiator, difference amplifier and instrumentation, Schmitt Trigger.  
Circuits with amps and diodes - limiters, ideal diode, half wave rectifiers and precision full wave, dead zone circuits, clipper, peak detector.
3. Voltage comparators.
4. Amplifiers with transistor  
Small-signal models of diodes, BJT and FET.  
Common emitter, base and collector configurations. Common source, gate and drain configurations.
5. Special amplifiers - Darlington, differential and cascode.
6. Analysis of the frequency response of amplifiers with transistors.  
Internal capacities of the diodes and transistors.  
Miller's theorem.  
Low, medium and high frequency amplifier response. Time constant method

---

### **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives**

The syllabus contents are selected in order to fulfill the objectives of this curricular unit, as a sequence of the Electronic I. Thus, a new device, the operational amplifier, was included and the study of the transistor was extended to the small signal amplifier and its frequency response. Therefore, the initial chapters of this curricular unit include the fundamental concepts necessary for their understanding, so that in the subsequent chapters more developed and fundamental contents can be taught. An important part of the curricular unit consists of the practical demonstration based on the laboratory test or the electronic simulation of several circuits studied. The methodology employed provides the student, in a gradual manner, with a comprehensive theoretical and practical knowledge of the subjects, so that the objectives of the curricular unit are fully achieved.

---

### **Teaching methodologies (including evaluation)**

- Theoretical classes of 2 hours, by expository method (using the board, overhead projector and datashow).
- 1 hour theoretical-practical classes, with the resolution of examples, interpretation of varied documentation, use of circuit simulation software.
- Tutoring classes of 2 hours, with the resolution of proposed exercises. Laboratory practice that includes the study and the assembly of circuits with electronic devices or the use of electronic simulation software.
- Individual attendance to solve difficulties presented by the student.

#### **Evaluation**

The evaluation has two components: theoretical, which corresponds to test assessment or a final exam; practical, which corresponds to assignments. The minimum grade for each component is 8/20. The final grade is:

$$N = 80\% \times (\text{tests or exam}) + 20\% \times (\text{assignments})$$

---

### **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes**

The teaching methodology used is developed in three strands that complement each other - a theoretical, a theoretical and practical side and a practical one.

In the theoretical part, the concepts, the electronic devices and common circuits that incorporate them, are introduced. The analysis is then carried out, and a comparative study is made among circuits that perform similar functions, in order to identify their advantages and limitations.

In the theoretical-practical side, the theoretical concepts are used to solve a set of exercises, that are initially carried out by the teacher as a demonstration of the analysis techniques. At the same time, it is demonstrated the use of electronic simulation software to allow the visualization of the results obtained in the resolution of the exercises.

The practical side includes two parts. In the first part, the students are given sets of exercises and problems, some of them solved in the class with the teacher's guidance. The remaining exercises are intended to be answered only by the students to help them develop their skills. The second part is carried out in a laboratory environment. Some circuits are assembled, tested and the results are interpreted. Also, electronic simulation of these circuits is employed. Any difficulties encountered will be solved by the teacher, either in class or in the student's individual follow-up time. In this way, we try to consolidate the concepts presented in the theoretical section and analyzed in the theoretical-practical and practical aspects.

These three different aspects, which complement each other, allow the students to understand different perspectives on the same subject, thus facilitating not only comprehension but also the absorption and consolidation of the knowledge transmitted.

### **Main Bibliography**

- [1] Apontamentos das aulas teóricas e colecções de exercícios
- [2] Microelectronic Circuits, Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith - Oxford University Press.
- [3] Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits - Sergio Franco, McGraw-Hill
- [4] Operational Amplifier & Linear Integrated Circuits - R. Coughlin, F Driscoll, Prentice Hall
- [5] Engineering Electronics: A practical Approach - R. Mauro, Prentice Hall.
- [6] Analysis and Design of Analog Integrated Circuit - 3rd Edition - P. Gray, R. Meyer, John Wiley.
- [7] Electronic Devices Discrete and Integrated - S. Fleeman, Prentice Hall.
- [8] Additional Problems with Solutions: A Supplement to Microelectronic Circuits - Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, Oxford University Press.