

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[3657] Matemática Aplicada à Eletrónica e às Telecomunicações / Mathematics Applied to Electronics and Telecommunications

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

MAT

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

160h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 45h 00m | TP: 22h 30m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[1401] José Fernando de Jesus da Rocha

---

## 3. Docentes e respetivas cargas

letivas na unidade curricular [1209] Helena Maria de Sousa Ramos | Horas Previstas: 135 horas

[1401] José Fernando de Jesus da Rocha | Horas Previstas: 112.5 horas

---

## 4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular são:

1. Conhecer Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs) de primeira ordem e lineares de ordem-n; Definir as Transformadas de Laplace e Z unilaterais (TLu e TZu), diretas e inversas, as respetivas regiões de convergência e conhecer as respetivas propriedades;
2. Obter a solução das equações diferenciais e determinar as transformadas sobre sinais; Saber aplicar as propriedades das transformadas;
3. Relacionar as soluções de EDO lineares e de Equações às diferenças com a respetiva solução através da TLu e da TZu;
4. Aplicar o estudo de EDO lineares e da TLu ao estudo de sistemas lineares e invariantes no tempo contínuos, em particular aos circuitos elétricos lineares;
5. Analisar circuitos elétricos no domínio da TLu, obter as representações de sistemas lineares correspondentes e saber traçar diagramas de Bode a partir da Função resposta em frequência dos sistemas; Analisar sistemas discretos representados pela TZu.

---

**4. Intended learning outcomes  
(knowledge, skills and  
competences to be developed  
by the students)**

Students completing this course unit should be able to:

1. Know and distinguish Ordinary Differential Equations (ODEs) of 1st order and linear ODE of n-order; Define Unilateral Laplace transform (uLT), Unilateral Z-transform (uZT) and the corresponding inverse transformations, Region of Convergence of the transformations and meet their properties;
2. Get the solution of differential equations, determine the uLT and the uZT from signals; know how to apply the properties of these transformations;
3. Get solutions of linear ODE and difference equations of order-n with respectively the LT and the ZT transforms;
4. Apply linear ODE and the LT to the study of linear and time invariant systems, in particular linear electrical circuits;
5. Analyze electrical circuits in the domain of LT, get the representations of linear systems in LT domain and know how to represent Bode plots from the frequency response function of systems; Analyze discrete systems from their representations in terms of the ZT.

---

**5. Conteúdos programáticos**

I. EDOs: de primeira ordem e de ordem-n lineares; Aplicação de EDOs lineares de ordem-n em sistemas elétricos lineares; Equações às diferenças como o seu equivalente em tempo discreto.

II. TL unilateral: definição, região de convergência, propriedades; Transformação Inversa; Aplicação da TLu à solução de EDO lineares de coeficientes constantes;

III. Aplicações da TLu ao estudo de sistemas contínuos lineares e invariantes no tempo (SLIT contínuos), em particular aos elétricos lineares: análise e representação de SLIT contínuos, função de transferência, pólos e zeros; Função resposta em frequência e sua representação gráfica através de Diagramas de Bode;

IV. TZ unilateral: definição, região de convergência, propriedades; Transformação Inversa; Aplicação da TZu à solução de equ. às diferenças de coeficientes constantes;

V. Aplicações da TZu ao estudo de sistemas discretos lineares: função de transferência, pólos e zeros.

---

## 5. Syllabus

- I. ODEs: First-Order ODEs, Higher Order Linear ODEs; Applications of linear ODE of order-n in electrical linear systems; Difference equations as the equivalent discrete time of linear ODE;
- II. Unilateral LT: definition, region of convergence, properties, Inverse Transform, Application of LT to the solution of linear ODE with constant coefficients;
- III. Applications of LT to the study of linear and invariant continuous time systems (continuous LTI systems), in particular linear electrical systems: representation and analysis of continuous LTI systems in the LT domain, transfer function, poles and zeros, frequency response function and the Bode diagrams;
- IV. Unilateral ZT: definition, region of convergence, properties, Inverse Transform, Application of the ZT to the solution of difference equations with constant coefficients;
- V. Applications of the ZT to the study of discrete linear systems: transfer function, poles and zeros.

---

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

Esta unidade curricular tem por objetivo dar continuidade aos estudos já iniciados na área de sinais e sistemas bem como nas várias unidades curriculares da área científica de matemática já lecionadas, conjugando-as e desenvolvendo nos alunos conhecimentos mais profundos de sistemas. Assim os tópicos I, II, IV, são abordados ao nível da sua definição (item 1), no item 2 procura-se que o aluno atinja a capacidade de resolução de problemas diretamente colocados no âmbito desses mesmos tópicos. Os tópicos II e IV abordam os conhecimentos anteriores procurando relacioná-los entre si, sempre que possível (item 3), procurando criar no aluno a capacidade de escolher criteriosamente o método a usar. Os tópicos III e V visam a introdução de problemas das áreas de engenharia já referidas, passíveis de serem resolvidos com as técnicas anteriormente estudadas, dando cumprimento aos itens 4 e 5.

---

## 6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

This course aims to continue the studies already undertaken in the area of signals and systems as well as several courses in the area of math, conjugating them and developing in students a deeper understanding of systems. So, the topics I, II, IV are addressed in terms of its definition (item 1), at item 2 is sought that the student reaches the ability to solve problems directly placed within those same topics. Topics II and IV deal with prior knowledges trying to correlate them whenever possible (item 3), trying to create in the student the ability to judiciously choose which method to use. Topics III and V aim to introduce problems of the engineering areas mentioned above, that can be solved with the techniques previously studied, in compliance with items 4 and 5.

---

**7. Metodologias de ensino  
(avaliação incluída)**

As metodologias de ensino desenvolvem-se nas seguintes vertentes:

Aulas teóricas com apresentação dos conceitos teóricos e exemplificação prática dos vários tópicos lecionados, previamente expostos teoricamente;

Aulas teórico-práticas em ambiente de simulação em computador para apoio à execução dos trabalhos práticos a concretizar pelos alunos, onde são resolvidos exercícios exemplificativos e comparadas as soluções através do simulador MATLAB ou outro.

A avaliação é distribuída com exame final. A nota da avaliação teórica ( $NT \geq 9,5$ ) corresponde à média de 2 testes escritos ( $Tn \geq 8,0$ ) ou do exame. O último teste escrito é realizado na época de exame normal. A nota da avaliação prática ( $NP \geq 9,5$ ) é a média da nota dos 2 trabalhos laboratoriais ( $Pn \geq 8,0$ ).

Todas as componentes são pedagogicamente fundamentais. A nota final  $NF = 0,5NP + 0,5NT$ .

---

**7. Teaching methodologies  
(including assessment)**

Teaching methodologies are developed as following:

Theoretical classes present theoretical concepts and practical exemplification of the various topics taught, previously exposed theoretically;

Theoretical-practical classes in a computer simulation environment to support the execution of practical work to be carried out by students, where exemplary exercises are solved and solutions are compared using the MATLAB simulator or another.

The assessment is continuous with a final exam. The theoretical assessment grade ( $NT \geq 9.5$ ) corresponds to the average of 2 written tests ( $Tn \geq 8.0$ ) or the exam. The last written test is carried out during the normal exam period. The practical assessment grade ( $NP \geq 9.5$ ) is the average of the grade of the 2 laboratory works ( $Pn \geq 8.0$ ).

All components are pedagogically fundamental. The final grade  $NF = 0.5NP + 0.5NT$ .

---

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

As aulas teóricas (T) com apresentação dos conceitos teóricos e com o estudo de exemplos ilustrativos dos conteúdos teóricos expostos, visam a realização de todos os objetivos de aprendizagem, procurando obter-se a desejada consolidação dos temas expostos. Nas aulas teórico-práticas (TP) realizadas em ambiente de programação em computador, os alunos são apoiados na resolução de problemas concretos que lhes são propostos e que visam particularmente o cumprimento dos objetivos referidos nos itens 3, 4 e 5.

---

**8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes**

The theoretical (T) lectures with presentation of the theoretical concepts and with the study of illustrative examples of theoretical concepts exposed, are intended to achieve all the objectives of learning, seeking the desired consolidation of exposed subjects. In theoretical-practical classes (TP) held in a computer programming environment, the students are supported in solving concrete problems that are proposed and particularly targeting the objectives referred to in items 3, 4 e 5.

---

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória**

- 1 - Erwin Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, 10th edition, 2011, Wiley.
- 2 - Isabel Lourtie, Sinais e Sistemas, 2ª edição, 2007, Escolar Editora.
- 3 - Helena Ramos, Apontamentos Teóricos de Apoio à disciplina de Matemática Aplicada à Electrónica e às Telecomunicações, ISEL, 2018-2023.
- 4 - Helena Ramos e José Rocha, Apontamentos de Apoio às aulas práticas em ambiente de programação em computador da disciplina de Matemática Aplicada à Electrónica e às Telecomunicações, ISEL, 2018-2023.

---

**10. Data de aprovação em CTC** 2024-07-17

---

**11. Data de aprovação em CP** 2024-06-26