

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular ANÁLISE NUMÉRICA

Cursos ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 15241008

Área Científica MATEMÁTICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português

Modalidade de ensino Ensino presencial - exposição

Docente Responsável José Inácio de Jesus Rodrigues

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
José Inácio de Jesus Rodrigues	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	20T; 9TP; 9PL; 12OT
Pedro Miguel Mendes Guerreiro	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	10T; 6TP; 6PL; 8OT

* 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
1º	S2	30T; 15TP; 15PL; 20OT	140	5

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

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos básicos de programação e de matemática.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Fornecer conhecimentos indispensáveis sobre métodos numéricos, isto é, produzir respostas numéricas a problemas matemáticos. Dotar os alunos da capacidade de aplicar criteriosamente esses métodos para a resolução de problemas de Engenharia e da Ciência, o que exige compreender os fundamentos de cada método e aplica-lo recorrendo a linguagens de programação, calculadoras e aplicações computacionais. Competências específicas: Compreender e aplicar a teoria dos erros. Compreender e aplicar métodos para a resolução de equações não lineares, sistemas de equações e para o ajuste de curvas por interpolação polinomial e pelo método dos mínimos quadrados. Compreender e aplicar métodos para a diferenciação, integração numérica e para resolver equações diferenciais ordinárias.

Conteúdos programáticos

- Objetivos da análise numérica.
- Teoria de erros: Algarismos significativos corretos, erro absoluto e relativo. Relações entre o erro e casas decimais e algarismos significativos corretos. Propagação de erros.
- Equações não lineares: Métodos diretos - Bissecções e Falsa posição. Método iterativos - simples, Newton e das Secante. Critérios de paragem. Erro.
- Sistemas de equações lineares: Métodos diretos - eliminação de Gauss, decomposição LU, técnicas de pivotagem. Iterativos - Gauss-Seidel. Convergência e erro.
- Interpolação polinomial: Fórmula interpoladora de Lagrange e de Newton com diferenças divididas. Erro.
- Aproximação de funções: Método dos mínimos quadrados. Extensões. Erro.
- Diferenciação numérica: Derivadas de 1ª ordem e 2ª ordem. Erro.
- Integração numérica: Regras de integração simples e compostas. Fórmulas de Newton-Cotes. Regras dos Trapézios e de Simpson. Erro.
- Equações diferenciais ordinárias: Métodos de Euler, Taylor e Runge-Kutta. Erro.

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

Os métodos numéricos permitem alargar os tipos de técnicas de resolução de problemas, intervindo nas situações em que a resolução analítica é em si mesmo impraticável ou naquelas em que a natureza dos problemas exige abordagens numéricas. Amplia, assim as possibilidades do exercício da matemática na resolução de problemas de engenharia, fornecendo importantes ferramentas de compreensão, análise e aplicação nas máquinas de cálculo, bibliotecas e aplicações computacionais.

Os conteúdos programáticos nesta UC cobrem os tópicos tradicionais, iniciando-se com a análise de erros, que será também abordada em cada um dos capítulos seguintes. Os restantes capítulos envolvem a apresentação e discussão de métodos para a resolução de equações não lineares, de sistemas de equações, ajuste de funções, diferenciação, integração e equações diferenciais. Em qualquer dos conteúdos apresentados, foca-se sempre em exemplos da Eng., com principal foco para aplicações no âmbito da Eng. Eletrotécnica.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas teóricas para a exposição dos conteúdos programáticos. Aulas teórico-práticas para a resolução de exercícios/problemas e preparação dos trabalhos práticos. Tutoria para apoio e realização dos trabalhos práticos feitos numa linguagem de programação (C). A disciplina apresenta uma forte componente de trabalhos práticos consolidando também conceitos de programação.

Avaliação:

A avaliação inclui duas componentes, uma teórico-prática (CTP) e uma prática (CP). Para aprovação, os alunos terão de obter classificação mínima de 7 valores (escala 0-20) em cada, CTP e CP, e classificação final, $CF=(CTP+CP)/2$, igual ou superior a 10 valores.

A avaliação da CTP pode ser realizada por avaliação contínua, com resolução de fichas de trabalho (10%) e um teste (90%), ou por exame final (100%).

A CP é constituída por um projecto com 4 trabalhos práticos individuais. A avaliação é a média das classificações das apresentações dos 4 trabalhos.

É obrigatória a nota mínima na CP em qualquer época de exame.

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

Os conceitos e técnicas são apresentados com recurso aos conhecimentos prévios de Análise e Álgebra e a exposição teórica é sempre acompanhada de exemplos práticos e representações gráficas. Os aspetos teóricos são apresentados com rigor para mostrar a aplicabilidade das fórmulas. Adicionalmente, são feitos comentários justificados e comparativos dos vários métodos no que se refere à sua eficiência, precisão dos resultados obtidos e aplicabilidade. Os alunos são incentivados a programar as máquinas de calcular e a explorar as suas capacidades.

As aulas teóricas estão previstas para 15 semanas, estão divididas em termos de semanas (aulas teóricas) da seguinte forma: 2 semanas para teoria dos erros, 2 para equações não lineares e 2 semanas para sistemas de equações, 3 semanas para a interpolação e aproximação de funções e 2 semanas para diferenciação e integração e 1 semana para equações diferenciais. As 2 semanas que sobram, são usadas principalmente para resolver problemas que relacionem todos os conteúdos num só exercício/problema.

Nas aulas práticas periodicamente são resolvidos vários casos de estudo/problemas usando o apoio da calculadora. Nas restantes aulas práticas e de orientação tutorial é projetado e implementado em linguagem de programação C um projeto aglutinador onde todas as componentes da UC se ligam.

Este projeto está dividido em 4 trabalhos práticos, que focam as diferentes componentes da matéria, que no final resulta num único trabalho (projeto) onde todos os conteúdos da UC foram abordados e relacionados entre si. Na componente prática da UC de Análise Numérica assumiu-se que a linguagem de programação a usar será obrigatoriamente o C, de forma a permitir ao mesmo tempo que se estudam os conteúdos desta UC, se possa complementar os conhecimentos de programação obtidos na UC de Programação lecionada no semestre anterior.

Para facilitar o diálogo entre todos os participantes da unidade curricular, esta está inserida na plataforma de tutoria eletrónica da UAAlg. Nessa página além de terem acesso a todos os conteúdos fornecidos pelos docentes, os estudantes têm a possibilidade de consolidar os conceitos e colocar questões usando os fóruns que podem ser vistos por toda a comunidade de Análise Numérica

Bibliografia principal

- [1] Rodrigues, J.I. & P. Guerreiro (2018). Acetatos das aulas teóricas, UAlg/ISE.
- [2] Rodrigues, J.I. & P. Guerreiro (2018). Caderno de exercícios. UAlg/ISE.
- [3] Rodrigues, J.A. Métodos Numéricos, Edições Sílabo, 2003
- [4] Ruggiero, M.G., Cálculo Numérico, McGraw Hill, 1989
- [5] Scheid, Francis, Análise Numérica, McGraw Hill, 2000
- [6] Press, W.H., et al. Numerical Recipes in C, Cambridge University, Press, 1992

Academic Year 2019-20

Course unit NUMERICAL ANALYSIS

Courses ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area MATEMÁTICA

Acronym

Language of instruction Portuguese

Teaching/Learning modality Classroom teaching - exhibition

Coordinating teacher José Inácio de Jesus Rodrigues

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
José Inácio de Jesus Rodrigues	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	20T; 9TP; 9PL; 12OT
Pedro Miguel Mendes Guerreiro	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	10T; 6TP; 6PL; 8OT

* 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

Basic knowledge of programming and mathematics.

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

Provide essential knowledge on numerical methods, produce numerical answers to mathematical problems, give students the ability to judiciously apply these methods to solve problems of technology and science that requires the understanding of the fundamentals of each numeric method, and apply the method using programming languages, calculators and computer applications. Specific skills: understand and apply the errors theory, understand and apply methods for solving nonlinear equations, systems of equations and curve fitting by polynomial interpolation and the method of least squares. Understand and apply methods for differentiation, numerical integration and for solving ordinary differential equations.

Syllabus

- Goals of numerical analysis.
- Errors theory: Fundamentals, absolute and relative error. Relations between errors, decimals and significant correct digits. Propagation of errors.
- Nonlinear equations: Direct methods: Bisection, False Position. Iterative methods: Simple Iterative Method, Newton and Secant. Stop criteria of iterative methods. Errors.
- Linear equations systems: Direct methods: Gaussian Elimination, LU Decomposition, pivoting techniques. Iterative methods: Gauss-Seidel. Convergence. Errors.
- Polynomial interpolation: Lagrange and Newton Divided Differences formulas. Errors.
- Curve fitting: Least squares. Extensions. Errors.
- Numerical differentiation: Derivative of 1st and 2nd order. Errors.
- Numerical integration: Simple and Compound. Newton-Cotes formulas. Trapezium and Simpson methods. Errors.
- Topics on ordinary differential equations: Methods of Taylor and Runge-Kutta. Errors.

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

The numerical methods allow us to expand the types of problem-solving techniques, intervened in situations where analytical resolution is itself impractical or those in which the nature of the problems requires numerical approaches; expanding the possibilities of mathematics in solving problems of Eng., providing important tools of comprehension, analysis and application on calculation machines, libraries and computer applications. The syllabus on this UC covers traditional topics, beginning with analysis of errors, which will also be addressed in each of the following chapters. The remaining chapters involve the presentation and discussion of methods for solving nonlinear equations, systems of equations, curve fitting, differentiation, integration and differential equations. In any of the content presented, always focuses on examples of Eng., with main focus for examples and applications in Electrical Engineering.

Teaching methodologies (including evaluation)

Theoretical lessons for the exhibition of the syllabus. Theoretical-practical lessons for the resolution of exercises/problems and preparation of practical work. Tutorial to support and carry out practical work done on a programming language (C). The course presents a strong component of practical work consolidating also programming concepts.

Assessment:

The assessment includes two parts, a theoretical-practical (CTP) and a practical (CP). For approval, students must obtain a minimum grade of 7 (over 20) in each, CTP and CP, and final grade, $CF=(CTP+CP)/2$, equal to or higher than 10.

The CTP assessment CTP can be performed along the semester, resolution of worksheets of problems (10%) and a test (90%), or by a final examination (100%).

The CP consists of a project with 4 individual programming works. The evaluation is the average of the classifications of the presentations of the 4 works.

The minimum grade in CP is mandatory at any exam time.

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

The concepts and techniques are presented using the previous knowledge of analysis and algebra and theoretical exposure is always accompanied by practical examples and graphical representations. The theoretical aspects are presented with accuracy to show the applicability of formulas. Additionally, comments are justified and comparing the various methods with regard to their efficiency, accuracy of results obtained and applicability. Students are encouraged to program calculators and explore their capabilities.

The lectures are planned for 15 weeks and are divided in terms of weeks (lecture) as follows: 2 weeks for theory of errors, 2 for non-linear equations and systems of equations 2 weeks. Three weeks for interpolation and curve fitting, 2 weeks for differentiation and integration. One week for differential equations, the remaining 2 weeks, are used primarily for solving problems that concern all the contents in one exercise problem.

In practical classes are periodically solved several case studies/problems using the calculator. The other practical lessons and tutorial guidance is designed and implemented a federating project where all the components of the course are switched on. This project is divided in 4 practical works, which focus on the different components of the syllabus, which in the end results in a single work (project) where all contents of UC were addressed and related to each other. In this practical component of the UC it is assumed that the programming language to use must be C, so while they study the contents of this UC, the students can also complement the programming knowledge obtained at UC of the previous semester - Programming.

To facilitate dialogue between all participants of the course, this is inserted into the electronic tutoring platform of UAlg. On this page and have access to all content provided by teachers; students have the possibility to consolidate the concepts and ask questions using the forums that can be viewed by the entire community of numerical analysis.

Main Bibliography

- [1] Rodrigues, J.I. & P. Guerreiro (2018). Acetatos das aulas teóricas, UAAlg/ISE.
- [2] Rodrigues, J.I. & P. Guerreiro (2018). Caderno de exercícios. UAAlg/ISE.
- [3] Rodrigues, J.A. Métodos Numéricos, Edições Sílabo, 2003
- [4] Ruggiero, M.G., Cálculo Numérico, McGraw Hill, 1989
- [5] Scheid, Francis, Análise Numérica, McGraw Hill, 2000
- [6] Press, W.H., et al. Numerical Recipes in C, Cambridge University, Press, 1992