



## Plano de Estudos

**Escola:** Instituto de Investigação e Formação Avançada  
**Grau:** Programa de Doutoramento  
**Curso:** Engenharia Mecatrónica e Energia (cód. 456)

### Especialidade Energia

#### 1.º Ano - 1.º Semestre Especialidade Energia

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
MAT8996D	Matemática Computacional e Optimização	Matemática	6	Semestral	156
INF8997D	Programação Avançada	Informática	6	Semestral	156
FIS8995D	Electromecânica dos Meios Contínuos	Física	6	Semestral	156
<b>Grupo de Optativas</b>					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS9007D	Arquitecturas de Escoamentos em Geofluidos	Energia e Ambiente	3	Semestral	78
FIS9008D	Combustíveis Fósseis e Sequestro de Carbono	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS9009D	Modelação Atmosférica	Energia e Ambiente	3	Semestral	78
FIS9010D	Recursos Energia e Ambiente	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS9011D	Sistemas Avançados de Conversão de Energia	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS9012D	Tópicos Avançados de Combustão	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS9013D	Tópicos Avançados Mecânica de Fluidos Computacional	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS9014D	Tópicos Avançados de Transferência de Energia	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS10557D	Otimização Avançada em Sistemas de Energia Elétrica	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS10558D	Otimização de Equipamentos e Sistemas Térmicos	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS10559D	Ótica Aplicada à Concentração da Radiação Solar: Novas Aplicações	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
FIS10560D	Conversão Térmica da Radiação Solar a Média e Alta Temperatura: Tecnologias e Aplicações	Energia e Ambiente	6	Semestral	156
Optativa livre					

#### 1.º Ano - 2.º Semestre Especialidade Energia

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

#### 2.º Ano - 3.º Semestre Especialidade Energia

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					



**2.º Ano - 4.º Semestre**  
**Especialidade Energia**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**3.º Ano - 5.º Semestre**  
**Especialidade Energia**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**3.º Ano - 6.º Semestre**  
**Especialidade Energia**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**4.º Ano - 7.º Semestre**  
**Especialidade Energia**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**4.º Ano - 8.º Semestre**  
**Especialidade Energia**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**Condições para obtenção do Grau:**

Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: { \ }newline  
{ \ }newline  
1º Semestre: { \ }newline  
- 3 UC Obrigatórias num total de 18 ECTS { \ }newline  
- 2 UC Optativas num total de 12 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. { \ }newline  
{ \ }newline  
Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 210 ECTS do 1º ao 4 ano

**Especialidade Mecatrónica**

**1.º Ano - 1.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
MAT8996D	Matemática Computacional e Optimização	Matemática	6	Semestral	156
INF8997D	Programação Avançada	Informática	6	Semestral	156
FIS8995D	Electromecânica dos Meios Contínuos	Física	6	Semestral	156



**1.º Ano - 1.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
<b>Grupo de Optativas</b>					
Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS8998D	Análise e Modelação de MEMS	Electrónica e Instrumentação/Projecto e Automação Industrial	6	Semestral	156
FIS9006D	Computação Reconfigurável	Electrónica e Instrumentação	6	Semestral	156
FIS8999D	Estruturas e Materiais Inteligentes	Projecto e Automação Industrial	6	Semestral	156
FIS9000D	Mecânica Computacional	Projecto e Automação Industrial	6	Semestral	156
FIS9001D	Optimização de Estruturas e Sistemas Mecânicos	Projecto e Automação Industrial	6	Semestral	156
FIS9005D	Projecto Automático de Circuitos Electrónicos	Electrónica e Instrumentação	6	Semestral	156
FIS9002D	Sistemas Automáticos de Medida	Electrónica e Instrumentação	6	Semestral	156
FIS9003D	Sistemas Avançados de Controlo e Supervisão	Electrónica e Instrumentação/Projecto e Automação Industrial	6	Semestral	156
FIS9004D	Sistemas Robóticos Avançados	Electrónica e Instrumentação/Projecto e Automação Industrial	6	Semestral	156
FIS10561D	Tópicos Avançados de Eletrónica de Energia	Electrónica e Instrumentação	6	Semestral	156
Optativa livre					

**1.º Ano - 2.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**2.º Ano - 3.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**2.º Ano - 4.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					



**3.º Ano - 5.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**3.º Ano - 6.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**4.º Ano - 7.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**4.º Ano - 8.º Semestre**  
**Especialidade Mecatrónica**

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
Tese					

**Condições para obtenção do Grau:**

Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: { \ }newline  
{ \ }newline  
1º Semestre: { \ }newline  
- 3 UC Obrigatórias num total de 18 ECTS { \ }newline  
- 2 UC Optativas num total de 12 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. { \ }newline  
{ \ }newline  
Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 210 ECTS do 1º ao 4 ano

**Condições para obtenção do Grau:**

Área de Especialização em Energia: { \ }newline  
{ \ }newline  
Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: { \ }newline  
{ \ }newline  
1º Semestre: { \ }newline  
- 3 UC Obrigatórias num total de 18 ECTS { \ }newline  
- 2 UC Optativas num total de 12 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. { \ }newline  
{ \ }newline  
Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 210 ECTS do 1º ao 4 ano { \ }newline  
{ \ }newline  
{ \ }newline  
Área de Especialização em Mecatrónica: { \ }newline  
{ \ }newline  
Para aprovação na componente curricular nesta especialização deste programa de doutoramento é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação) das seguintes unidades curriculares: { \ }newline  
{ \ }newline  
1º Semestre: { \ }newline  
- 3 UC Obrigatórias num total de 18 ECTS { \ }newline  
- 2 UC Optativas num total de 12 ECTS do conjunto de optativas disponíveis no plano de estudos desta especialização. { \ }newline  
{ \ }newline  
Para obtenção do grau, é necessário a aprovação na tese num total de 210 ECTS do 1º ao 4 ano

**Conteúdos Programáticos**



Voltar

### **Matemática Computacional e Optimização (MAT8996D)**

Representação de números em máquinas de computação. Problemas bem e mal condicionados. Diferenciação, integração e interpolação. Cálculo de derivadas de qualquer ordem. Fórmulas de quadratura, métodos adaptativos. Interpolação de Lagrange, Hermite e continuidade Ck Splines e NURBS. Interpolação de curvas, superfícies e volumes. Resolução de sistemas de equações lineares e não-lineares. Métodos directos e iterativos para sistemas lineares. Métodos para matrizes esparsas, cheias e sistemas de grande dimensão. Métodos de Newton e quasi-Newton. Equações diferenciais. Aproximação de funções. O método das diferenças finitas. Métodos de integração no tempo. Optimização. Optimização sem restrições. Condições necessárias do extremo. Métodos para funções de várias variáveis: algoritmos com e sem derivadas. Optimização com restrições. Condições de optimalidade e multiplicadores de Lagrange. Optimização multi-objectivo. Optimização global. Algoritmos genéticos. Problemas de Controlo Óptimo.

Voltar

### **Programação Avançada (INF8997D)**

Linguagens de programação: Os paradigmas das linguagens de programação: imperativo, declarativo, funcional, orientado por objectos. Exemplificação recorrendo (nas normas mais recentes) ao Fortran, C, C++, Matlab e Python. Implementação de algoritmos: Estruturação dos dados, subdivisão do problema em pequenas tarefas, definição de classes e objectos, arranjo da sequência de cálculo. Recurso a bibliotecas de cálculo numérico. Interoperabilidade entre linguagens. Pacotes de interface gráfica e visualização de resultados. Elaboração da documentação de programas de modo automático. Computação paralela: Motivação. Aspectos fundamentais das arquitecturas para o cálculo paralelo. O processo de paralelização de algoritmos de cálculo. Ferramentas disponíveis para a comunicação entre processadores. Avaliação do desempenho. Casos de aplicação. GRID. Bibliotecas para cálculo numérico utilizando processamento paralelo.

Voltar

### **Electromecânica dos Meios Contínuos (FIS8995D)**

A constituição da matéria e a hipótese de contínuo. Fenómenos de piezoelectricidade, electrostricção e magnetostricção. Mecânica de meios contínuos. Descrição Euleriana e Lagrangeana, medidas e taxas de deformação. Forças e binário distribuídos, medidas de tensão. Objectividade. Equações de balanço de massa, quantidade de movimento e energia, na forma integral e local. Termodinâmica. Electromagnetismo: As noções de carga, corrente e campos eléctrico e magnético. Equações de Maxwell na forma integral e diferencial, e as suas aproximações electroquasiestática (EQS) e magnetoquasiestática (MQS). Extensão à presença de matéria, forças macroscópicas eléctricas e magnéticas exercidas sobre a matéria. Radiação electromagnética. Modelos constitutivos da matéria: Comportamento térmico, elástico, plástico, viscoelástico, fluido, eléctrico e suas combinações. Equações de governo do comportamento de contínuos electromagnéticos. Especialização para casos particulares de sólidos e fluidos.

Voltar

### **Arquitecturas de Escoamentos em Geofluidos (FIS9007D)**

- Escoamentos ponto - Volume (superfície) e Volume (superfície) - ponto. Competição de regimes; Árvores de escoamentos.
- Teoria constructal. Optimização em presença de constrangimentos; Estrutura das árvores de escoamento.
- Leis de escala. Hierarquia de escalas. Descrição fractal. Fractais e dinâmica.
- Aplicações: Bacias hidrográficas; escoamento de fluidos e convecção em meios porosos confinados (subsolo); convecção na camada limite; convecção à escala planetária.



Voltar

### **Combustíveis Fósseis e Sequestro de Carbono (FIS9008D)**

Génese geológica e reservatórios de hidrocarbonetos e carvões. Base de recursos e categorias de reservas. Reservas de hidrocarbonetos convencionais e não-convencionais. Tipos de depósitos e tecnologias extractivas. Recuperação estimulada de petróleo e gás natural.

Estatísticas de produção e consumo de combustíveis fósseis. Categorias e evoluções temporais. Eficiência energética de extracção de energia primária. Estimação de reservas últimas recuperáveis. Taxas de esgotamento e curva de Hubbert.

Tecnologia petroquímica. Conversão de combustíveis sólidos e gasosos em combustíveis sintéticos e em matérias-primas. Tendências actuais de conversão CTL e GTL. Petróleo sintético.

Fundamentos do ciclo biogeoquímico do carbono. Emissões da combustão de combustíveis fósseis. Métodos de captura de CO<sub>2</sub> em centrais térmicas. Sequestro do CO<sub>2</sub>; soluções técnicas e oportunidades de sequestro geológico e oceânico.

Voltar

### **Modelação Atmosférica (FIS9009D)**

Escala do movimento e tipos de modelos atmosféricos: LES, mesoscala, previsão do tempo e circulação global.

As equações da dinâmica da atmosfera. Sistemas de coordenadas e projecções.

Métodos numéricos e técnicas computacionais. Discretização das equações e parametrização de processos físicos de sub-escala.

Interação superfície - atmosfera e a representação da camada limite atmosférica; turbulência

modelos de transferência radiativa; Nuvens e precipitação; Convecção profunda; Parameterização de aerossóis e Química da atmosfera.

Assimilação de dados e inicialização dos modelos.

Realização de simulações numéricas com modelos atmosféricos (casos de estudo)

Voltar

### **Recursos Energia e Ambiente (FIS9010D)**

- Recursos renováveis. Sistema climático e fluxos ambientais. Fluxos e reservatórios. Energia solar e energia mecânica planetária (eólica, oceânica, hídrica). Fotossíntese e biomassa. Potenciais e limitações postas pela exploração de recursos renováveis e pelos impactos ambientais.

- Recursos minerais na crosta e no oceano. Massas e teores de depósitos. Recursos escassos. Prospecção e descoberta; quantificação e evolução de reservas. Extracção e processamento mineralúrgico e químico. Processos separativos; complementaridade entre massa e energia. Fluxos de energia e de massa na tecnosfera; a Natureza como fonte e sumidouro de todos os fluxos. Impactos ambientais. O caso de matérias-primas energéticas. Efeitos de escassez e de impactos ambientais.

Voltar

### **Sistemas Avançados de Conversão de Energia (FIS9011D)**

1. Termodinâmica e cinética química em meios homogéneos e heterogéneos.

2. Cinética e fenómenos de transporte em sistemas energéticos.

3. Conversão directa e indirecta de energia.

4. Conversão de energia envolvendo recursos renováveis.

5. Integração óptima de sistemas energéticos heterogéneos para utilizações híbridas.

6. Produção de vectores energéticos (hidrogénio, syngas,...).

7. Fundamentos teóricos de química associada à conversão de energia, a nível micro e macroscópico.

8. Aplicação a sistemas energéticos, incluindo, pilhas de combustível, fotovoltaicos, ciclo supercrítico, ciclo combinado e ciclos avançados de turbina a gás.

9. Exemplos de centrais desde a escala industrial até escala da micro-geração.



[Voltar](#)

### **Tópicos Avançados de Combustão (FIS9012D)**

1. Revisões dos conceitos básicos em combustão. Equações de conservação para sistemas reactivos. Cinética Química.
2. Chamas turbulentas. Estrutura das chamas de pré-mistura e de difusão turbulentas. Velocidade de propagação de chamas turbulentas. Estabilização de chama.
3. Chamas de combustíveis líquidos. Evaporação e combustão de uma gota de combustível. Atomização e sprays. Combustão de sprays
4. Chamas de combustíveis sólidos. Processos de combustão de sólidos. Reacções heterogéneas. Combustão de uma partícula de carbono. Combustão de partículas em suspensão. Combustão de partículas em grelha. Combustão de partículas em Leito fluidizados.
5. Valorização energética de biomassa. Caracterização de biomassa. Processo de pirólise. Processo de Gasificação. Tipos de gasificadores.

[Voltar](#)

### **Tópicos Avançados Mecânica de Fluidos Computaciona... (FIS9013D)**

1. Equações de conservação em escoamentos reactivos. Conceitos fundamentais de cinética química. Conceito de escalar conservado. Fracção de mistura. Decomposição de Reynolds e de Favre. Equações de conservação para escoamentos turbulentos.
2. Implementação computacional. Método dos volumes finitos. Discretização das equações de conservação. Métodos de solução das equações discretizadas. Precisão numérica dos resultados. Software in-house e software comercial.
3. Modelos de turbulência.
4. Equação da transferência de calor por radiação em meios participativos: gases, partículas. Modelos de cálculo das propriedades radiativas dos gases e partículas. Métodos das zonas, Monte Carlo, ordenadas discretas, transferência discreta e P1. Implementação numérica do método das ordenadas discretas.
5. Modelos de formação de poluentes. Modelo de formação de NO. Modelo de formação e oxidação de fuligem. Implementação numérica do modelo de Zeldovich.
6. Simulação de escoamentos reactivos.

[Voltar](#)

### **Tópicos Avançados de Transferência de Energia (FIS9014D)**

1. Revisões dos fundamentos de radiação térmica e da transferência de calor.
2. Transferência de calor por radiação em meios participativos: Radiação no vácuo; atenuação por absorção e dispersão; aumento or emissão e dispersão; eq. da transferência radiativa e métodos de solução.
3. Propriedades radiativas de gases: Probabilidades de emissão e absorção; espectros moleculares e atómicos; modelos espectrais (bandas estreita/ larga); emissividade total e coeficiente de absorção médio.
4. Radiação em meios particulados e Radiação em meios semi-transparentes.
5. Métodos de solução para a RTE: solução exacta para meios unidimensionais e cinzentos; métodos aproximados para meios uni-dimensionais; métodos numéricos: aproximação PN, método das ordenadas discretas, método das zonas.
6. Radiação combinada com condução e convecção: Radiação com condução; radiação com convecção em camadas limite; radiação.



[Voltar](#)

### **Otimização Avançada em Sistemas de Energia Elétric... (FIS10557D)**

#### 1. Planeamento Energético (PE)

Escalonamento do PE; Perspetiva dos SEE; Estrutura dos SEE; Sistema de Produção e Diagrama de Cargas; Modelos do Lado da Oferta e Procura de Energia

#### 2. Métodos de Optimização (MO)

Programação Dinâmica (PD); Relaxação Lagrangeana (RL); Programação Linear; Programação Não Linear; Programação Linear Inteira Mista (PLIM)

#### 3. Afectação de Unidades

Formulação do Problema (FP); Restrições sobre Unidades Térmicas (UT) e Hidráulicas; Suboptimização e Princípio da Optimalidade; PD e RL

#### 4. Despacho Económico (DE) de UT

Função de Custo (FC); Técnicas de Linearização da FC; Restrições de Igualdade e Desigualdade; FP de DE; Optimização: PLIM; Perdas

#### 5. Fluxo de Potência Óptimo (FPO)

SEE no Problema de DE; FP de FPO; Solução Primal/Dual

#### 6. Coordenação Hidrotérmica (CHT)

FP; CHT a Curto Prazo; Reservatórios em Cascata; Função Lagrange; Problema dual de Lagrange; MO: RL

#### 7. Preços

IE da Função Dual de Lagrange; Preço Marginal (M); Custo M; MC; Preços sombra; política de preços

#### 8. Simulação e otimização

[Voltar](#)

### **Otimização de Equipamentos e Sistemas Térmicos (FIS10558D)**

1. Revisões de termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor e sua aplicação à modelação de equipamentos e sistemas térmicos.

2. Modelação de equipamentos e componentes térmicos (permutadores e dissipadores de calor compactos, colectores solares térmicos, receptores solares térmicos em sistemas de concentração, bombas de calor e outros). Equações constitutivas e modelação do escoamento e da transferência de calor.

3. Simulação de equipamentos e sistemas térmicos - desenvolvimento de modelos globais e técnicas de simulação envolvendo a solução de sistemas de equações não lineares. Aplicações.

4. Optimização de equipamentos e sistemas térmicos:

(I) utilização de modelos de simulação para optimização de eficiência

(II) minimização da taxa de geração de entropia;

(III) análise exergética e irreversibilidade.

5. Optimização da geometria interna e do escoamento em permutadores e dissipadores de calor compactos. Convecção de calor em meios porosos.

[Voltar](#)

### **Análise e Modelação de MEMS (FIS8998D)**

Introdução aos micro-sistemas electromecânicos (MEMS): Exemplos de aplicações desenvolvidas, actuadores, sensores, possibilidades oferecidas.

Materiais utilizados: Possibilidades de diferentes materiais, constrangimentos relacionados com os processos de fabrico. Ensaios para a determinação de propriedades materiais a esta escala. Materiais activos, sensores e actuadores.

Processos de fabrico: Processos de base química. Processos de base mecânica.

Modelação: Factor de escala e a relevância de determinados fenómenos físicos associados. A contribuição das forças gravíticas, electromagnéticas, térmicas e de atrito para o comportamento do sistema. Equações de governo do sistema estrutural incorporando os efeitos das diversas interacções. Microfluídica e interacção fluido estrutura. Métodos de múltiplas escalas e dinâmica de partículas.

Análise e projecto: O método dos elementos finitos (FEM) como ferramenta de análise. Aplicação a mecanismos, sensores e actuadores miniaturizados.





Voltar

### **Computação Reconfigurável (FIS9006D)**

1. Introdução à computação reconfigurável.
2. Arquitetura de hardware reconfigurável: CPLDs e FPGAs.
3. Estruturas de granularidade fina e grossa.
4. Linguagens de descrição de hardware.
5. Síntese e mapeamento em FPGAs.
6. Processadores fixos versus reconfiguráveis.
7. Sistemas reconfiguráveis.
8. Reconfiguração estática, dinâmica e parcial.
9. Co-projecto hardware/software.
10. Tecnologias de reconfiguração emergentes.
11. Exemplos de aplicações

Voltar

### **Estruturas e Materiais Inteligentes (FIS8999D)**

Materiais feitos à medida da aplicação. Benefícios da anisotropia do material. Tipos de materiais compósitos e principais processos de fabrico. Leis constitutivas, modos de rotura e critérios de falha. Os problemas da delaminação, fractura e fadiga. Modelação de materiais compósitos. Teorias de placas e cascas laminadas. Modelos de elementos finitos. Análise de múltiplas escalas. Introdução ao conceito de materiais e sistemas inteligentes. Sensores e actuadores. Ferroelectricidade, materiais piezoeléctricos, piezomagnéticos, electrostrictivos e magnetostrictivos metálicos, poliméricos e cerâmicos. Principais processos de fabrico. Leis constitutivas. Ligas com memória de forma (Shape memory alloys). Fluidos electro-reológicos e magneto-reológicos. Capacidade de amortecimento passivo e activo. Força de actuação. Absorvedores de vibrações. Fibras ópticas. Componentes estruturais inteligentes. Interação estrutura-actuador. Controlo activo e passivo de vibrações em vigas e placas.

Voltar

### **Mecânica Computacional (FIS9000D)**

Revisão das equações básicas dos meios contínuos e princípios energéticos em mecânica estrutural. Abordagem numérica por diferenças finitas, elementos finitos e elementos de fronteira. Introdução à utilização de códigos comerciais, ANSYS, ABAQUS e sistemas CAE, CAD/CAM e CIM. O método dos elementos finitos. Abordagem discreta e a sua implementação computacional. Abordagem contínua. Formulação de elementos de viga, placa, casca e sólido. Análise dinâmica. Comparação com modelos contidos em códigos comerciais. Introdução à análise não linear, plasticidade e grandes deformações. Formulação de elementos para a resolução de problemas acoplados (eléctrico, magnético, térmico, mecânico, etc.) incluindo materiais activos (piezoeléctricos, magnetostrictivos, electrostrictivos, etc.). A formulação de elementos finitos para análise de escoamentos de fluidos. Introdução à análise em múltiplas escalas. Micromecânica homogeneização. Teoremas e limites de equivalências e mudanças de escalas.



[Voltar](#)

### **Optimização de Estruturas e Sistemas Mecânicos (FIS9001D)**

Funções objectivo em estruturas. Algoritmos de optimização. Óptimos locais e globais. Análise de sensibilidades: Análise de sensibilidades às variáveis de projecto. Sensibilidades por diferenças finitas. Sensibilidades analíticas. Diferenciação automática. Algoritmos clássicos, genéticos e evolutivos. Utilização dos programas Ansys e Matlab na análise e optimização do projecto de estruturas, placas, cascas e compósitos.

Formação de sistemas de equações globais para a análise cinemática de mecanismos e sua solução numérica. A resolução utilizando o método de Newton-Raphson, e a modularidade da construção da matriz jacobiana. Análise de modelos contidos em códigos comerciais e sua aplicabilidade.

Elementos de vigas e de placas. Formulação de juntas de corpos flexíveis. Métodos de subestruturas. Linearização de sistemas complexos. Controlo de sistemas mecânicos e estruturas como caso de aplicação. Biomecânica do movimento (tipo de aplicação). Contacto/impacto de sistemas mecânicos.

[Voltar](#)

### **Projecto Automático de Circuitos Electrónicos (FIS9005D)**

1. Introdução. Conceito de "EDA".
2. Ambientes de projecto.
3. Projecto simbólico.
4. Projecto de alto nível.
5. Modelação.
6. Verificação.
7. Implementação.

[Voltar](#)

### **Sistemas Automáticos de Medida (FIS9002D)**

SAM: Sistemas automáticos de medida. Definição e objectivo de um SAM.

Revisões de metrologia: medição, Exactidão, classe de precisão, incertezas, lei de propagação das incertezas, leis de distribuição probabilísticas.

Métodos de ajuste e aproximações de funções: Critério dos mínimos quadrados, critério de Tchebychev.

Revisões de Introdução à instrumentação digital.

Interfaces de comunicação: GPIB, RS232, USB 2.0.

Norma IEEE 488.2: Protocolo de comunicação (handshaking), Caracterização física.

Projecto de SAM.

Instrumentação virtual.

Aplicações laboratoriais: Projecto de um SAM para:

- Medição de impedâncias.
- Determinação função de transferência de um sistemas dinâmicos
- Determinação da resposta em frequência de filtros.
- Medição de ruído de sinais.
- Caracterização de conversores A/D por métodos estáticos e dinâmicos.
- Medição e caracterização em frequência de ruído sonoro.
- Medição de deformações mecânicas.
- Medição de parâmetros meteorológicos e ambientais.



[Voltar](#)

### **Sistemas Avançados de Controlo e Supervisão (FIS9003D)**

- 1) Revisões de sistemas de controlo utilizando a formulação de Espaço de Estados: Reguladores e Observadores Estado
- 2) Sistemas de Controlo Óptimo: índices; problemas de optimização; sistemas de controlo óptimo baseados em índices quadráticos; sistemas de controlo de tempo óptimo.
- 3) Sistemas de controlo por modelo de referência. Sistemas de controlo adaptativo e Controlo Preditivo
- 4) Controladores analógicos/ digitais.
- 5) Revisões de sistemas sequenciais com Autómatos Programáveis.
- 6) Controlo Local e Controlo Remoto. Comunicação nos Sistemas distribuídos. Redes de comunicação industriais (Ethenet e ProfiBus). Cooperação entre processos GRAFCET múltiplos. Gestão de cadeias de controlo Master/slave.
- 7) Sistemas de Supervisão e Controlo (SCADA). Apresentação dos SCADA: Axeda Supervisor e Siemens WinCC;
- 8) Projecto e Implementação de aplicações SCADA com comunicação OPC: Matlab, LabView, etc;
- 9) Desenvolvimento de Drivers específicos para algoritmos de controlo avançados

[Voltar](#)

### **Sistemas Robóticos Avançados (FIS9004D)**

- 1) Revisões de sistemas robóticos: Modelos matemáticos dos constituintes típicos de um sistema robótico; Cadeias cinemáticas (Cinemática Directa e Cinemática Inversa); Dinâmica de Robôs.
- 2) Controlo de Robôs: Controlo independente das juntas e Controlo no espaço de trabalho. Controlo com linearização do anel fechado, Controlo robusto e Controlo adaptativo.
- 3) O planeamento de Trajectórias e a maximização de funcionais.
- 4) Aspectos práticos na implementação de controladores para movimentação de sistemas robóticos (aplicação laboratorial com motores de passo, encoders e comando com PLCs).
- 5) A visão automática e a sua aplicação à robótica móvel e de manipulação. Equipamento para visão industrial. Operações de filtragem e processamento de imagem.
- 6) Aspectos práticos na implementação de um sistema de visão artificial para sistemas robóticos (aplicação laboratorial com Siemens VisionSensor VS710 e VS725).