



## Plano de Estudos

**Escola:** Escola de Ciências e Tecnologia  
**Grau:** Mestrado  
**Curso:** Engenharia Mecatrónica (cód. 699)

### 1.º Ano - 1.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS13149M	Mecânica Computacional e Otimização		6	Semestral	156
FIS13043M	Sinais e Sistemas		6	Semestral	156
FIS13150M	Componentes de sistemas mecânicos		6	Semestral	156
FIS13191M	Automação e Controlo Avançado		6	Semestral	156
FIS7207M	Modelação e Simulação	Engenharia Mecânica	6	Semestral	156

### 1.º Ano - 2.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS10373M	Eletrónica de Potência	Engenharia Eletrotécnica	6	Semestral	156
FIS13193M	Sistemas de Supervisão e Controlo		6	Semestral	156
FIS13032M	Programação de Sistemas Embebidos		6	Semestral	156

### Optativas

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
FIS13026M	Desenho e Fabrico Assistidos por Computador		6	Semestral	156
INF10358M	Programação e Sistemas Inteligentes	Informática	6	Semestral	156
FIS13151M	Vibrações e Ruído		6	Semestral	156
FIS13152M	Cálculo Automático de Sistemas Mecatrónicos		6	Semestral	156
FIS7196M	Accionamentos Eléctricos de Velocidade Variável	Engenharia Eletrotécnica	6	Semestral	156
FIS13197M	Sistemas Robóticos		6	Semestral	156

### 2.º Ano - 3.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
	Dissertação				
	Relatório				
	Trabalho de Projecto				



## Condições para obtenção do Grau:

Para aprovação na componente curricular deste Mestrado, é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação), das seguintes unidades curriculares:

1.º ano

{\}newline

1.º Semestre {\}newline

- 5 UC Obrigatórias num total de 30 ECTS

{\}newline

2.º Semestre {\}newline

- 3 UC Obrigatórias num total de 18 ECTS {\}newline

- 2 UC Optativas num total de 12 ECTS do quadro de optativas {\}newline

{\}newline

Para obtenção do grau é necessário também a aprovação em Dissertação, Trabalho de Projecto ou Relatório de Estágio, no total de 30 ECTS, no 3.º Semestre.

## Conteúdos Programáticos

### Voltar

#### Mecânica Computacional e Otimização (FIS13149M)

1. Interpolação polinomial. Erros na interpolação e interpolação por troços. Diferenciação numérica.
2. Quadratura: métodos básicos e de Gauss, integrais impróprios.
3. Álgebra linear densa (breve introdução), operações BLAS.
4. Solução de equações não lineares fazendo uso de primeiras derivadas.
5. Solução de equações não lineares sem recurso a derivadas (método de Brent).
6. Integração de ODEs.
7. Álgebra linear esparsa (problemas de valores e vetores próprios).
8. Equações às derivadas parciais (PDE).
9. Otimização sem restrições. Condições de otimalidade de 1ª e 2ª ordem.
10. Método das regiões de confiança (trust-region) com dogleg.
11. Otimização com restrições igualdade. Classificação de restrições.
12. Otimização com restrições desigualdade. Complementaridade.
13. Solução de problemas de PDE: equações de Fourier de calor, Stokes/Equilíbrio de Cauchy.
14. Aplicações à optimização de estruturas

### Voltar

#### Sinais e Sistemas (FIS13043M)

1. Introdução ao processamento de sinais  
Caracterização e classificação de sinais. Operações típicas em processamento de sinais. Exemplos de sinais.
2. Sistemas e sinais discretos no tempo  
Conceito de amostragem. Sistemas discretos no tempo. Caracterização de sistemas lineares e invariantes no tempo. Correlação de sinais.
3. Amostragem de sinais contínuos  
Teorema da amostragem. Espelhamento espectral. Reconstrução de um sinal amostrado. Interpolação e decimação.
4. Transformada Z  
Propriedades. Convolução. Função de transferência de um sistema discreto. Estabilidade e causalidade.
5. Transformada Discreta de Fourier (DFT)  
Definição de DFT e a sua inversa. Cálculo da DFT em sequências reais. Convolução utilizando a DFT. Espalhamento espectral e utilização de janelas temporais. FFT (Fast Fourier Transform).
6. Filtros digitais  
Filtros tipo FIR (Finite Impulse Response) e tipo IIR (Infinite Impulse Response). Projeto de filtros tipo FIR. Projeto de filtros tipo IIR.



[Voltar](#)

### **Componentes de sistemas mecânicos (FIS13150M)**

Revisões de Mecânica.

Introdução à Mecânica de meios contínuos. Análise do movimento, medidas de deformação. Os princípios da conservação da massa, do momento linear e do momento angular. O conceito de tensão. Lei constitutiva para sólidos lineares elásticos.

Introdução ao projecto e suas fases. Custos, responsabilidade, normas e códigos de construção. Factor de segurança e fiabilidade.

Comportamento mecânico dos materiais. Ensaios mecânicos. Factor intensidade de tensão. Comportamento dúctil ou frágil.

Dimensionamento a solicitações estáticas.

Dimensionamento à fadiga.

Dimensionamento de ligações aparafusadas, soldadas e coladas.

Sistemas de transmissão mecânicos. Conceitos de dimensionamento de engrenagens, trens, correias, correntes e cabos. Embraia-gens e travões. Mecanismos de união de veios. Chumaceiras de rolamento e escorregamento.

Dimensionamento de molas.

Introdução aos micro-sistemas electromecânicos (MEMS). Máquinas e mecanismos sensores miniaturizados.

[Voltar](#)

### **Automação e Controlo Avançado (FIS13191M)**

PARTE I: Controlo de sistemas contínuos e discretos:

1) Síntese de sistemas de controlo utilizando a formulação de Espaço de Estados: Reguladores e Observadores.

2) Sistemas de Controlo Óptimo: índices de desempenho; formulação de problemas de optimização; sistemas de controlo óptimo baseados em índices de desempenho quadráticos; sistemas de controlo de tempo óptimo.

3) Sistemas de controlo por modelo de referência. Introdução aos sistemas de controlo adaptativo.

4) Controlo Preditivo.

5) Análise de sistemas Digitais: implementação digital de controladores analógicos, controladores digitais.

6) Análise em frequência de sistemas de controlo discretos. Projecto de controladores.

PARTE II: Automação Industrial:

1) Projecto e implementação de sistemas sequenciais com Autómatos Programáveis Siemens S7-300.

2) Programação em Simatic S7: linguagem estruturada – FC, FB, DB.

3) Integração de painéis de interface Homem-Máquina (Siemens HMI) em automatismos geridos por Siemens PLC S7-3\*\*

[Voltar](#)

### **Modelação e Simulação (FIS7207M)**

PARTE I: Modelação

1. Modelos matemáticos para controlo automático (parâmetros concentrados) - abordagem generalizada - variáveis de potencial e fluxo.

2. Elementos básicos: Acumuladores de Potencial e Fluxo, Dissipadores. Relações constitutivas.

3. Relações de interligação: restrições de continuidade e compatibilidade para sistemas eléctricos, mecânicos, fluídicos e térmicos.

4. Sistemas equivalentes eléctricos/ mecânicos/ fluídicos.

5. Métodos variacionais na modelação de sistemas lineares.

PARTE II: Simulação

1. Linearização de modelos, de engenharia, em torno de pontos de funcionamento.

2. Representação de Sistemas em Função de Transferência: Sistemas SISO e MIMO. Transformadas de Laplace. Representação de Sistemas em Espaço de Estados.

3. Resolução analítica de modelos lineares (Resolução EDO).

4. Implementação analógica de modelos de engenharia com componentes eléctricos. Simulação analógica de Sistemas

5. Resolução numérica de sistemas engenharia com Matlab.



[Voltar](#)

### **Eletrónica de Potência (FIS10373M)**

1. Introdução aos conversores eletrónicos de potência

Importância dos conversores no contexto dos sistemas elétricos; Estrutura dos conversores.

2. Conversores de comutação natural

Retificadores a díodos e tirístores com circuitos adjacentes ideais; Ligação do gerador ao conversor através de transformador e circuitos adjacentes não ideais; Conversores AC-AC; Modelação e controlo.

3. Conversores de comutação forçada

Estudo dos circuitos de comutação forçada; Conversores de contínuo para contínuo com circuitos adjacentes ideais e não ideais; Onduladores circuitos adjacentes ideais e não ideais; Modelação e controlo.

[Voltar](#)

### **Sistemas de Supervisão e Controlo (FIS13193M)**

1) O Controlo Local e o Controlo Remoto. A Comunicação nos Sistemas distribuídos. Redes locais industriais.

2) Cooperação entre processos GRAFCET múltiplos. Gestão de cadeias de controlo Master/slave.

3) Rede industrial Siemens-Profibus.

4) Rede industrial Siemens-Ethernet.

5) Introdução aos sistemas de Supervisão e Controlo (SCADA). Apresentação dos SCADA: Axeda Supervisor e Siemens WinCC;

6) Implementação de uma aplicação SCADA.

7) Os sistemas de monitorização e controlo NI. Implementação de uma aplicação LabView

[Voltar](#)

### **Programação de Sistemas Embebidos (FIS13032M)**

1. Introdução aos Sistemas Embebidos

2. Programação de Sistemas Embebidos

3. Introdução ao projeto de sistemas

4. Métodos de Interface com Periféricos

5. Interface de Ondas Temporais

6. Interface Série

7. Interfaces Analógicas

8. Sistemas Aviónicos



Voltar

### **Desenho e Fabrico Assistidos por Computador (FIS13026M)**

1. Especificação geométrica do produto [GPS]. Metrologia associada e seus processos.
2. Desenho de construção soldada, ligações aparafusadas e rebitadas. Introdução ao seu projecto.
3. Desenho de esquemas de electrónica. Introdução à simulação de circuitos. Placas de circuito impresso e introdução à sua manufactura.
4. Desenho de instalações eléctricas e de telecomunicações. Esquemas unifilares e multifilares. Aparelhagem de comando, corte e protecção.
5. Desenho de sistemas com actuadores de ar comprimido ou óleo-hidráulicos. Esquemas de instalações de fluidos.
6. Introdução à manufactura assistida por computador. Geração de código para máquinas de controlo numérico. Maquinagem. Fabricação aditiva.

Voltar

### **Programação e Sistemas Inteligentes (INF10358M)**

Programação orientada por objectos O paradigma da programação por objectos. Estruturação de dados. Instruções de controlo. Aplicação à implementação de sistemas de controlo e monitorização.

Criação de interfaces gráficas para controlo - Recepção de dados provenientes de instrumentação de medida, computadores ou autómatos programáveis (leituras, mensagens de erro, alertas, estados, etc.). Apresentação da informação em interface gráfica (gráficos de evolução no tempo, níveis de alarme, históricos, etc.). Recebimento de ordens provenientes de um utilizador humano através da interface gráfica. Processamento da informação através de algoritmos de controlo e seu envio para os sistemas dependentes.

Controlo e automatização - Aplicação ao controlo e automatização de processos de produção.

Voltar

### **Vibrações e Ruído (FIS13151M)**

- 1) Equipamentos laboratoriais: acelerómetros, vibrómetros manuais, microfones, dataloggers.
- 2) Sistemas lineares com 1 grau de liberdade.
- 3) Princípio de potências virtuais. Equações de Euler-Lagrange.
- 4) Dedução das matrizes de massa, amortecimento e rigidez para  $n$  graus de liberdade.
- 5) Execução de ensaios laboratoriais em estruturas.
- 6) Sobreposição modal e sobreposição modal truncada - shift estático e correcção estática
- 7) Amortecimento proporcional generalizado. Redução a sistemas de primeira ordem
- 8) Análise de meios contínuos - sistemas hiperbólicos de segunda e quarta ordem - dedução das equações de movimento e separação de variáveis
- 9) Vibrações não-lineares: critério de Routh-Hurwitz, critério e método de Liapunov. Métodos de perturbação, método de Lindsedt. Ruído e acústica: pressão e potência acústica, nível sonoro, exposição de ruído, percepção de ruído, flutter.
- 10) Reverberação, absorção e transmissão, propagação e estruturas. Exemplos de aplicação.

Voltar

### **Cálculo Automático de Sistemas Mecatrónicos (FIS13152M)**

1. Análise em computador da cinemática e dinâmica de sistemas mecânicos de corpos indeformáveis em 2D e 3D. Aplicação à robótica.
2. Simulação de circuitos eléctricos e electrónicos.
3. Análise por elementos finitos de problemas acoplados eléctricos, magnéticos, térmicos, fluidos, estrutural e controlo. Modelação de materiais activos. Os casos piezoeléctrico e magnetostritivo.
4. Aplicação aos sistemas microelectromecânicos (MEMS).



Voltar

### **Accionamentos Eléctricos de Velocidade Variável (FIS7196M)**

#### 1. Introdução

Enquadramento. Funcionamento de um accionamento.

#### 2. Elementos Constituintes de um Accionamento Eléctrico

2.1 - A Carga Mecânica

2.2 - A Máquina Eléctrica

2.3 - A Electrónica de Potência e a Fonte de Energia Eléctrica

2.4 - O Comando e Controlo

#### 3. Accionamentos com Máquinas de Corrente Contínua

3.1 - Regulação de velocidade – introdução

3.2 - Regulação de velocidade em cadeia aberta

3.3 - Controlo de velocidade em cadeia fechada (máquina de excitação independente)

#### 4. Accionamentos com Máquinas Assíncronas Trifásicas

4.1 - Regulação de velocidade – introdução

4.2 - Comando por “variação da amplitude da tensão” com frequência fixa

4.3 - Comando por “variação da frequência da tensão” com amplitude fixa

4.4 - Comando “V/f”

4.5 - Controlo por orientação de campo

4.6 - Controlo directo de binário

4.7 - Cascata hipossíncrona

#### 5. Accionamentos com Máquinas Síncronas

5.1 - Regulação de velocidade – introdução

5.2 - Regulação de velocidade – motor síncrono de magnetos permanentes

Voltar

### **Sistemas Robóticos (FIS13197M)**

1) Robótica de manipulação. Classificação de Robôs. Componentes de um sistema robótico.

2) Modelos matemáticos de juntas típicas. Cadeias cinemáticas. Cinemática e Transformações lineares: Cinemática Directa e Inversa.

3) Dinâmica de Robôs: formulações de Lagrange e de Newton-Euler.

4) Controlo de Robôs: Controlo independente das juntas, Controlo no espaço de trabalho, Controlo de posição e força do elemento terminal.

5) Robótica Móvel.

6) Sensores em robótica: sensores de posição/velocidade, de proximidade, de força/binário, de visão artificial.

7) Introdução à visão automática. Equipamento para visão industrial. Processamento digital de sinal. Operações de filtragem. Caracterização de formas e texturas. O reconhecimento de padrões.

8) Integração da visão automática na automação industrial controlada por PLC (Programmable Logic Controllers). Implementações práticas com sensores de visão industrial Siemens VS-710 (Siemens-ProVision).