



Plano de Estudos

Escola: Escola de Ciências e Tecnologia
Grau: Mestrado
Curso: Engenharia Mecatrónica (cód. 119)

1.º Ano - 1.º Semestre

| Código | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------|------|-----------|-------|
| FIS07203M | Componentes de Sistemas Mecânicos | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07204M | Cálculo Automático de Estruturas | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07205M | Mecânica Computacional e Optimização | Engenharia Mecânica | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07206M | Microprocessadores | Electrónica e Instrumentação | 6 | Semestral | 156 |
| EME07207M | Modelação e Simulação | Engenharia Mecânica | 6 | Semestral | 156 |

1.º Ano - 2.º Semestre

| Código | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
|-----------|---|---------------------------------|------|-----------|-------|
| FIS07199M | Automação e Controlo Avançado | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07200M | Cálculo Automático de Sistemas Mecatrónicos | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07201M | Electrónica de Potência | Electrónica e Instrumentação | 6 | Semestral | 156 |
| INF07202M | Programação e Sistemas Inteligentes | Informática | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07208M | Vibrações e Ruído | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |

2.º Ano - 3.º Semestre

| Código | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
|----------------------------------|--|---------------------------------|------|-----------|-------|
| EME07196M | Acionamentos Eléctricos de Velocidade Variável | Engenharia Electrotécnica | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07197M | Sistemas de Supervisão e Controlo | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |
| FIS07198M | Sistemas Robóticos | Projecto e Automação Industrial | 6 | Semestral | 156 |
| Obrigatórias Alternativas | | | | | |
| Código | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
| | Dissertação | | | | |
| | Estágio | | | | |
| | Trabalho de Projeto | | | | |



2.º Ano - 4.º Semestre

| Código | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|------|---------|-------|
| Obrigatórias Alternativas | | | | | |
| Código | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
| | Dissertação | | | | |
| | Estágio | | | | |
| | Trabalho de Projeto | | | | |

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: {}newline

1.º Semestre {}newline

- 5 UC Obrigatórias num total de 30 ECTS {}newline

2.º Semestre {}newline

- 5 UC Obrigatórias num total de 30 ECTS {}newline

3.º Semestre {}newline

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

{}newline

Para obtenção do grau é necessário também a aprovação em Dissertação, Trabalho de Projecto ou Relatório de Estágio, no total de 42 ECTS, no 3.º e 4.º Semestre.

Conteúdos Programáticos



Voltar

Componentes de Sistemas Mecânicos (FIS07203M)

Introdução ao projecto

Objectivos do projecto e fases do seu desenvolvimento. Aspectos práticos relativos ao projecto mecânico. Considerações gerais de custos e responsabilidade, normas e códigos de construção aplicáveis.

Comportamento mecânico dos materiais

Características gerais do comportamento dos materiais. Ensaio mecânicos. A influência do trabalho a frio, temperatura, tratamentos térmicos e mecânicos, e processos de fabrico. Consequências da presença de irregularidades geométricas nos componentes e defeitos no material, sensibilidade ao entalhe, factor intensidade de tensão e modos de propagação de fendas. Comportamento dúctil e comportamento frágil. Fenómenos de fadiga e fluência.

Metodologias para o projecto de componentes sujeitos a solicitações estáticas

Resistência mecânica, factor de segurança, critérios de falha e tensão admissível. Dimensionamento à resistência, à rigidez e à propagação de defeitos no material.

Metodologias para o projecto de componentes sujeitos a solicitações dinâmicas

Curvas de resistência à fadiga. Dimensionamento à fadiga. Dano causado por fadiga acumulada.

Sistemas de ligação estrutural

Dimensionamento de ligações aparafusadas, articuladas e rebitadas. Dimensionamento de ligações soldadas. Conceitos gerais e aplicação de ligações coladas.

Sistemas de transmissão mecânicos

Engrenagens de rodas de atrito e de rodas dentadas. Forças desenvolvidas no engrenamento. Conceitos de dimensionamento de engrenagens. Trens de engrenagens. Dimensionamento de transmissões por correias, correntes e cabos. O funcionamento e dimensionamento de diferentes tipos de embraiagens e travões. Uniões rígidas, elásticas, unidireccionais e mecanismos de união de veios. Considerações de projecto envolvendo chumaceiras de rolamentos e chumaceiras de escorregamento.

Elementos flexíveis

Os diferentes tipos de molas, a constante de rigidez, materiais utilizados e frequências críticas. Dimensionamento a acções estáticas e de fadiga.

Introdução aos micro-sistemas electromecânicos (MEMS)

O desenvolvimento de micromáquinas e suas aplicações. Principais processos de fabrico: micromaquinagem, ataque químico, electroerosão, etc. A importância do factor escala e da relevância de determinados fenómenos físicos associados. Aplicação ao desenvolvimento de máquinas e mecanismos sensores miniaturizados.



[Voltar](#)

Cálculo Automático de Estruturas (FIS07204M)

O Método dos deslocamentos

Tipos de componentes estruturais. Modelos de análise de barras e vigas rectilíneas. Sistematização do processo de cálculo. Os conceitos de discretização, aproximação, nó, elemento e malha. Formulação de elementos de barra e viga por aplicação directa das teorias de análise estrutural. Matriz de rigidez e vector de carga. Equações de equilíbrio globais. Transformações de coordenadas e sua aplicação à obtenção de elementos de barra e viga no plano e no espaço.

Implementação computacional

Estruturação de um programa de cálculo. Armazenamento da informação necessária. Processo automático de assemblagem e implementação de condições de fronteira. Pós-processamento.

Introdução à Mecânica dos meios contínuos

A hipótese de contínuo. Descrições material e espacial, análise do movimento e da deformação. O conceito de tensão. Equações de governo e algumas leis constitutivas de materiais isotrópicos e compósitos.

Introdução ao Método dos elementos finitos

Formulação fraca utilizando o método dos resíduos ponderados. Aproximações de Galerkin. Conceitos de interpolação e de aproximação por elementos finitos. Formulação de elementos de barra, viga, bidimensionais e tridimensionais isoparamétricos. Integração numérica. Diferentes tipos de elementos e o problema da geração de malhas. Problemas de bloqueio. Avaliação dos erros de aproximação. Formulações mistas.

Análise de estruturas utilizando códigos computacionais

Diferentes teorias de análise de placas e cascas e correspondentes modelos de elementos finitos. Análise de modelos contidos em códigos comerciais e sua aplicabilidade.

Análise dinâmica de estruturas, determinação de frequências naturais e modos de vibração. Alguns esquemas numéricos de integração no tempo, sua implementação computacional e limitações de estabilidade.

Introdução à análise incluindo grandes deformações e modelos de material não lineares.

[Voltar](#)

Mecânica Computacional e Optimização (FIS07205M)

1. Conceitos básicos do cálculo numérico: Representação de números, arredondamento e propagação de erros; Normas, erros, convergência, condicionamento e estabilidade.

2. Diferenciação numérica; derivadas de 1ª ordem e de ordem superior; Diferenças finitas; Diferenciação com regressão polinomial; Análise do erro, estabilidade e convergência.

3. Resolução numérica de equações e sistemas; Métodos directos e iterativos; Equações não-lineares: Métodos do ponto fixo, bissecção, secante, falsa posição e Newton-Raphson; Sistemas lineares: Métodos de Gauss; Jacobi, Gauss-Seidel, SOR e do Gradiente Conjugado; Decomposição LU; Sistemas não-lineares: Método do ponto fixo e método de Newton; Análise do erro, estabilidade e convergência.

4. Aproximação de funções; Interpolação polinomial e trigonométrica. Fórmulas de Lagrange e de Newton; Splines.

5. Integração numérica: Fórmulas de Newton-Côtes e de Gauss.

6. Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias e aplicações; Problemas de valor inicial: Métodos de passo simples (Euler, Runge-Kutta) e múltiplo (Adams); Problemas com valores na fronteira: métodos de diferenças finitas; Análise do erro, estabilidade e convergência.

7. Equações diferenciais às derivadas parciais: equações elípticas, hiperbólicas e parabólicas.

8. Métodos de optimização locais e globais.

9. Exemplos de aplicação a problemas de engenharia.



[Voltar](#)

Microprocessadores (FIS07206M)

Introdução Perspectiva histórica. Apresentação dos diferentes tipos de microprocessadores existentes. Aplicações. Arquitectura de um Computador A unidade de processamento de dados. A unidade de controlo. A unidade central de processamento. A unidade de memória. Palavra de controlo. Transferência de registos. Arquitectura de um computador simples. Arquitectura do Conjunto de Instruções Endereçamento. Modos de endereçamento. Estrutura das instruções. Instruções de transferência de dados. Instruções de manipulação de dados. Instruções de controlo. Interrupções. Programação em Assembly. Arquitectura da Unidade Central de Processamento Arquitectura RISC e CISC. Projecto de uma unidade central de processamento. Unidades de Entrada e de Saída Interfaces série e paralela. Modos de transferência: controlo do programa; por interrupção; DMA. Processadores de Entrada/Saída. Sistemas de Memória Hierarquia de memória. Gestão de memória. Memória Cache. Memória virtual.

[Voltar](#)

Modelação e Simulação (EME07207M)

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](#)

Automação e Controlo Avançado (FIS07199M)

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 S7-***.



[Voltar](#)

Cálculo Automático de Sistemas Mecatrónicos (FIS07200M)

Conceitos fundamentais de Dinâmica

Descrição matemática da cinemática de um corpo rígido, rotações finitas, velocidade angular, derivadas de tensores, sistemas de referência em movimento relativo. Dinâmica de corpo rígido e as equações do movimento. Equações de constrangimento. Sistemas de equações diferenciais algébricas (DAE).

Análise cinemática de sistemas mecânicos em 2D

Métodos de descrição da posição de cada corpo. Tipos de juntas cinemáticas (revolução, translação, composta, came, etc.). Modelação das juntas cinemáticas e ligações motoras como equações de constrangimento. As suas equações de velocidade e aceleração obtidas por derivação das equações dos constrangimentos. Formação dos sistemas de equações globais, implementação computacional e solução numérica.

Análise dinâmica de sistemas mecânicos em 2D

Composição do vector de forças, as acções devidas aos constrangimentos de ligação entre corpos e as acções exteriores. Implementação computacional, métodos de integração no tempo.

Análise dinâmica de sistemas mecânicos em 3D

Descrição da posição de cada corpo rígido, tensor rotação e parâmetros de Euler. Modelação de juntas cinemáticas em 3D. Sistema de equações do movimento. Aplicação à robótica.

Estruturas activas

Deformações finitas de corpos contínuos, medidas de deformação e tensão, e o seu comportamento constitutivo. Modelação de materiais compósitos e materiais activos (piezoeléctricos, magnetostritivos, electrostrictivos, etc.). Resolução de problemas acoplados (eléctrico, magnético, térmico, mecânico, etc.) utilizando o método dos elementos finitos. Aplicação ao projecto de sistemas mecatrónicos e micro-sistemas (MEMS). Introdução à optimização estrutural.

[Voltar](#)

Electrónica de Potência (FIS07201M)

Introdução Motivação Conceitos básicos de qualidade de energia eléctrica Ferramentas fundamentais de análise Aplicações Revisão dos dispositivos electrónicos de potência Díodos, tiristores, tiristores de corte comandado pela porta (GTO), transístores bipolares de junção, transístores de efeito de campo de porta isolada (MOSFET), transístores bipolares de porta isolada (IGBT) Domínios de aplicação Qualidade de energia eléctrica Revisão das séries de Fourier Distorção harmónica Conceitos de potência activa, reactiva e de distorção. Factor de potência Problemática da qualidade de energia em redes de energia eléctrica Normas vigentes Filtros de potência Passivos Activos (série, paralelo, série/paralelo) Híbridos Condicionadores unificados de energia Técnicas de dimensionamento, análise e simulação Aplicações Fontes de alimentação com corrente de entrada quase sinusoidal Requisitos de projecto Diferentes arquitecturas e respectivas topologias Técnicas de dimensionamento e simulação Aplicações Fontes de alimentação ininterruptas Requisitos de projecto Diferentes arquitecturas e respectivas vantagens, inconvenientes e domínios de aplicação. Técnicas de dimensionamento, análise e simulação Projecto Análise, dimensionamento, modelação e simulação de uma arquitectura de um conversor electrónico de potência estudado no âmbito dos conteúdos da unidade curricular



[Voltar](#)

Programação e Sistemas Inteligentes (INF07202M)

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 (FIS07208M)

Sistemas lineares com 1 grau de liberdade. Noção de complementaridade e aplicação ao atrito de Amonton-Coulomb para sistemas dinâmicos. Princípio de trabalhos virtuais e potências virtuais - aplicações. Equações de Euler-Lagrange - dedução e aplicações. Quociente de Rayleigh como ferramenta de estimação de frequências naturais. Dedução das matrizes de massa, amortecimento e rigidez para sistemas com n graus de liberdade. Movimentos de corpo rígido e frequências nulas - identificação e consequências. Sobreposição modal - dedução, aplicações e limitações. Sobreposição modal truncada - shift estático e correcção estática. Amortecimento proporcional de Rayleigh, teorema de Cayley-Hamilton e amortecimento proporcional generalizado - conhecimento com vista a aplicação. Redução a sistemas de primeira ordem, exponencial de uma matriz - aplicações em software de manipulação algébrica. Massa como métrica do sistema. Análise de sistemas em regime livre para o caso não proporcional - exemplos de aplicação. Análise de meios contínuos - sistemas hiperbólicos de segunda e quarta ordem - dedução das equações de movimento e separação de variáveis. Vibração longitudinal de barras e flexão de vigas, condições essenciais e naturais. Sobreposição modal em sistemas com cardinalidade Aleph 0 . Vibrações não-lineares: ODE mais comuns, teoria geométrica, critério de Rough-Hurwitz, critério e método de Liapunov. Aplicações em Mathematica. Vibrações não-lineares: métodos de perturbação, método de Lindsedt. Aplicações em Mathematica. Trajectórias comuns e integração numérica. Ruído e acústica: pressão e potência acústica, nível sonoro e dB, exposição de ruído, percepção de ruído, reflexão, flutter, forma das salas. Reverberação, absorção e transmissão, propagação e estruturas. Exemplos de aplicação



[Voltar](#)

Acionamentos Elétricos de Velocidade Variável (EME07196M)

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 de Supervisão e Controlo (FIS07197M)

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](#)

Sistemas Robóticos (FIS07198M)

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) Planeamento de Trajectórias (maximização de funcionais).

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. 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).