



2
0
1
8

FEI
PÓS

Curso de Pós-Graduação Lato-Sensu

AUTOMAÇÃO E CONTROLE INDUSTRIAL

Coordenadores

Prof. Dr. Silvio Xavier Duarte

Prof. Dr. Sidney Nogueira Pereira de Jesus

Departamento de Engenharia Elétrica

O Curso

Este curso é voltado a graduados em engenharia ou tecnologia, nas áreas de formação elétrica, eletrotécnica, eletrônica, automação e controle, telecomunicações, mecatrônica, eletroeletrônica, mecânica ou eletromecânica e química, com curso superior reconhecido pelo Conselho Nacional de Educação.

Disciplinas do Curso

Controladores Programáveis

Sistemas de Controle Microprocessados

Hidráulica e Pneumática

Instrumentação Industrial

Robótica

Controle Clássico e Inteligente

Metodologias

- Aulas expositivas com debates;
- Dinâmicas de grupo em salas de aula, com leitura prévia;
- Análise e discussão de textos de pesquisa publicados em revistas especializadas;
- Aulas de Laboratórios;
- Simulações Computacionais.

Coordenação do Curso

Silvio Xavier Duarte

Graduado em Engenharia Elétrica Modalidade Eletrotécnica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1997), mestrado (2000) e doutorado (2006) em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sidney Nogueira Pereira de Jesus

Graduado em engenharia mecânica pelo Centro Universitário da FEI (1978), mestre e doutor em engenharia mecânica na Escola Politécnica da USP, respectivamente em 1998 e 2003.

Grade de Disciplinas do Curso

DISCIPLINAS DO MÓDULO	Carga Horária
Controladores Programáveis	72 horas/aula
Sistemas de Controle Microprocessados	72 horas/aula
Hidráulica e Pneumática	72 horas/aula
Instrumentação Industrial	72 horas/aula
Robótica	72 horas/aula
Controle Clássico e Inteligente	72 horas/aula
Total	432 horas-aula

Detalhamento das Disciplinas

DISCIPLINA 1: CONTROLADORES PROGRAMÁVEIS

Sessão	Tópicos
1.	Abertura do Curso: Horário, Objetivos, Método de Ensino, Recursos Disponíveis, Teoria e Prática, Avaliação.
2.	Breve Recordação: Sistemas de Numeração = binária / hexadecimal Teoria elementar: Relés / Transistores Tipos de sinais: Digitais / Analógicos / Resolução.
3.	Sensores Digitais: Tipos / Funcionamento / Simbologia / Sinais de Saída / Aplicações Sensores Analógicos: Tipos / Funcionamento / Simbologia / Sinais de Saída / Precisão / Aplicações.
4.	Entradas e Saídas: Tipos e Configurações Elétricas de Ligação / Sinais recebidos / Cargas acionadas Arquitetura do CLP: Fonte / CPU / Entradas / Saídas / Memórias / Programas / Operações / Interligação.
5.	Programação Ladder: Operandos Básicos = Contatos / Bobinas / Temporizadores / Contadores / Exemplos feitos no GE-FANUC e Implementados na Bancada Pneumática
6.	Atividade Prática: Simulação Real na Bancada = Circuito Pneumático + CLP GE-FANUC (Lógica Paralela e Sequencial) com Sinais Digitais
7.	Programação Ladder: Operandos Avançados / Registradores / Manipulação de Palavras / Programa com Sinais Analógicos / Bloco Aritmético / Sequenciador de bit's / Transferência de Dados / Bloco PID / etc.
8.	Atividade Prática: Simulação Real na Bancada = Circuito Pneumático + CLP GE-FANUC (Lógica Paralela e Sequencial) com Sinais Digitais e Analógicos

Sessão	Tópicos
9.	Descrição de Sistemas Automatizados por meio de SFC: Eventos e Transições / Ligações Orientadas / Regras de Evolução
10.	Exemplo simples de Programação por SFC: empregando o Automation Studio
11.	Atividade Prática: Implementação Física na Bancada Pneumática do Circuito acima elaborado
12.	Automação usando Válvula Proporcional Pneumática: Desenvolvimento de um circuito elementar e Simulação Virtual no Automation Studio
13.	Apresentação básica do LABVIEW: Painel Frontal / Diagrama de Blocos / Exemplos Virtuais Simples
14.	Apresentação básica do LABVIEW: Automação / Aquisição / Análise e Apresentação de Dados / Exemplo Simples
15.	Redes de Comunicação: Apresentação Básica do Protocolo ModBus / Extensão da idéia para outros como ProfiBus, FieldBus, DeviceNet, InterBus, CanOpen, Asi
16.	Prova teórica: Apresentação em Grupo das Redes de Transmissão Digital
17.	Prova prática: Projeto de Dispositivo Pneumático com o correspondente Diagrama Ladder para o GE-FANUC e sua implementação física na Bancada
18	Encerramento / Complementação e Avaliação dos alunos

DISCIPLINA 2: SISTEMAS DE CONTROLE MICROPROCESSADOS

Sessão	Tópicos
1.	Apresentação da disciplina. Introdução ao Estudo de Microprocessadores. Histórico dos Microprocessadores, Computadores e Sistemas Operacionais. Arquitetura e Organização de Computadores.
2.	Introdução a Unidade Central de Processamento (CPU).
3.	Entrada e Saída em sistemas computacionais.
4.	Sistemas de Memória. Apresentação da proposta de trabalho utilizando microcontroladores.
5.	Sistemas Operacionais. Introdução, aplicações em sistemas computacionais, microprocessadores e microcontroladores. Sistemas Operacionais em Tempo Real.
6.	Tópicos em programação C, C++ e Assembly.
7.	Operações aritméticas, lógicas, booleanas, loop e de salto em linguagem ANSI C.

Sessão	Tópicos
8.	Conceito de microcontrolador. A família de microcontroladores AVR da Atmel e ARM Cortex M4.
9.	Aula em laboratório: introdução ao laboratório de microprocessadores. Implementação e execução de programas em linguagem C. Uso de ambientes integrados de desenvolvimento. Projeto, compilação, simulação e prototipagem em <i>kit</i> de desenvolvimento.
10.	Aula em laboratório: portas de entrada e saída. Exemplos de aplicação: chaves, botões, acionamento de circuitos a relé, acionamento de leds e display de 7 segmentos. Aula em laboratório: <i>Timers</i> (temporizadores, contadores de tempo, <i>delays</i>).
11.	Aula em laboratório: Arquitetura do microcontrolador AVR e ARM Cortex M4. Instruções e programação <i>Assembly</i> .
12.	Aula em laboratório: a comunicação UART. A interface Serial EIA RS-232 e RS-485, os protocolos e exemplos de aplicações.
13.	Aula em laboratório: o conversor analógico-digital. Teoria de amostragem, tipos de conversor (<i>sigma-delta</i> e aproximação sucessiva), origens de erros (não linearidade, <i>offset</i> e ganho), desenvolvimento de código e exemplos de aplicações com sensores.
14.	Aula em laboratório: o Conversor Digital Analógico. Dispositivos de conversão e aplicações. PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>). Exemplos de aplicações no controle de motores DC e <i>leds</i> . Interrupções Externas e Internas. Teoria e exemplos de aplicações em chaves.
15.	Aula em laboratório: Barramentos de Interface - SPI (<i>Serial Peripheral Interface Bus</i>), I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>).
16.	Aula em laboratório: Sistemas Operacionais em circuitos embarcados. Aplicações em sistemas operacionais em tempo real, os conceitos de tarefas, de gerenciador de tarefas e sobre os mecanismos de <i>event-driven</i> e <i>time-sharing</i> .
17.	Modelagem de sistemas discretos e amostrados. Projeto de controladores digitais utilizando transformações através de sistemas microprocessados.
18.	Identificação de sistemas utilizando sistemas microprocessados.

DISCIPLINA 3: HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA

Sessão	Tópicos
1.	Mecânica dos fluidos aplicada a sistemas hidráulicos e pneumáticos.
2.	Exercícios sobre hidráulica e pneumática básicas, empregando o Software “Automation Studio” com simulações virtuais.
3.	Atuadores lineares.
4.	Atuadores rotativos.
5.	Exercícios sobre atuadores.
6.	Avaliação parcial 1.
7.	Bombas de deslocamento positivo: engrenagens, palhetas e pistões.
8.	Compressores.
9.	Válvulas de pressão.
10.	Válvulas direcionais e controladoras de vazão.
11.	Circuitos hidráulicos básicos.
12.	Sistemas Pneumáticos básicos.
13.	Automação pneumática.
14.	Atividades de laboratório: circuitos hidráulicos e pneumáticos básicos / reais na bancada.
15.	Atividades de laboratório: circuitos hidráulicos servos / virtuais no “Automation Studio”.
16.	Atividades de laboratório: circuitos pneumáticos proporcionais / virtuais no “Automation Studio”.
17.	Válvulas proporcionais em sistemas hidráulicos automáticos.
18.	Servo sistemas em circuitos hidráulicos.

DISCIPLINA 4: INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL

Sessão	Tópicos
1 ^a	Apresentação do programa. Termos Técnicos usados na Instrumentação. Tipos de Controle de Processos industriais.
2 ^a	Formas de Comunicação entre Sistemas e Sensores: Digitais, Analógicas, Serial e Barramentos de Campo.
3 ^a	Projeto de Instrumentação: Fluxogramas, Normas ABNT - NBR 8190 e ISA e Simbologia. Proteções dos Instrumentos: Tipos de Invólucros, Graus de Proteção ABNT e Nema, Intrinsecamente Seguros, Proteções Elétricas, Proteções contra Radio-interferência e Cabos de Instrumentação.
4 ^a	ISO 9000: Conceitos , Aplicação aos instrumentos, Rastreabilidade, Normas técnicas, Denominação das necessidades de controle e Plano de calibração.
5 ^a e 6 ^a	Instrumentação de Medição de Pressão – Conceitos. Sensores de pressão mecânicos e eletromecânicos: Manômetros e Pressostatos. Transdutores de Pressão Eletrônicos: Extensiométricos, Piezorresistivos, Capacitivos e Ressonantes. Acessórios para medição de pressão. Células de Carga.
7 ^a e 8 ^a	Laboratório Transdutores de Pressão: Ensaio aplicando os conceitos de: Medição de Pressão, Comunicação, Calibração e Malhas de Controle.
10 ^a e 11 ^a	Instrumentação de Medição de Temperatura – Conceitos. Transdutores de temperatura mecânicos e eletromecânicos: Termômetros de vidro, Bimetálicos e Termômetros de enchimento. Transdutores de temperatura elétricos/eletrônicos: Termoresistências, Termistores e Termopares.
12.	Laboratório transdutores de temperatura: Ensaio aplicando os conceitos de: Medição de Temperatura, Comunicação, Calibração e Malhas de Controle.
13 ^a e 14 ^a	Instrumentação de Medição de Vazão – Conceitos. Transdutores volumétricos: Diafragma, Pistão, Lobulares, Engrenagens e Rotâmetros. Geradores de Δp : Placa de orifício, Bocal, Tubo Venturi e Tubo Pitot. Lineares: Coriolis, Turbina, Eletro-magnético, Ultra-sônico e Vórtice. Canais Abertos: Calhas. Vertedores Especiais: Força e Laser.

Sessão	Tópicos
15 ^a .	Instrumentos de medição de nível – Conceitos. Medição Direta: Vasos comunicantes, Flutuador e Medição por empuxo. Medição Indireta: Hidrostático, Capacitivos, Admitância, Ultra-som, Radar, Condutivos e Vibratórios.
16 ^a	Instrumentação de Posição e Deslocamento: Indutivos, Óticos e Ultrassônicos. Distribuição dos Projetos de Conclusão de Curso.
17 ^a .	Workshop dos Projetos de Conclusão de Curso.
18 ^a .	Apresentação dos Projetos. Avaliação Final.

DISCIPLINA 5: ROBÓTICA

Sessão	Tópicos
1.	Histórico; Classificação dos robôs; Componentes; Acionamentos elétricos, hidráulicos e pneumáticos; Efetuadores: garras e ferramentas; Sensores e Transdutores.
2.	Cinemática Direta de Manipuladores.
3.	Cinemática Inversa de Manipuladores.
4.	Métodos numéricos para cinemática inversa de Manipuladores.
5.	Estática e Dinâmica de Manipuladores.
6.	Geração de Trajetória para Manipuladores.
7.	Arquiteturas de Controle para Manipuladores.
8.	Programação de simuladores para Manipuladores.
9.	Programação de um manipulador real (Motoman).
10.	Programação de um manipulador real (Motoman).
11.	Prova P1.
12.	Robótica móvel: Locomoção e cinemática de robôs com rodas e com pernas.
13.	Robótica móvel: controle de robôs móveis.
14.	Robótica móvel: Localização e Mapeamento.
15.	Robótica móvel: Planejamento de trajetória.
16.	Robótica móvel: construção e programação de robôs móveis.
17.	Robótica móvel: programação de robôs móveis.
18.	Prova P2.

DISCIPLINA 6: CONTROLE CLÁSSICO E INTELIGENTE

Sessão	Tópicos
1.	Introdução aos sistemas de controle – exemplos de aplicações; Sistemas de controle clássico, inteligente e avançado. Introdução aos sistemas lineares. A transformada de Laplace.
2.	A transformada inversa de Laplace e resolução de equações diferenciais. Modelagem de sistemas dinâmicos / Finalidades e aplicações
3.	Funções de transferência; Diagramas de blocos; Realimentação.
4.	Erros estacionários; Estabilidade de sistemas; Modelagem fenomenológica e noções de identificação de sistemas (métodos paramétricos e não paramétricos)
5.	Sistemas de 1ª ordem; Sistemas com atraso de transporte; Regras práticas para identificação de sistemas de 1º ordem
6.	Sistemas de 2ª ordem; Polos e zeros de uma FT e seus efeitos na resposta dinâmica
7.	Introdução ao uso do Matlab e Simulink
8.	Lugar geométrico das Raízes, verificações com Matlab/Simulink. Associação da dinâmica de resposta com a posição dos polos.
9.	Projeto de controladores com o uso do Lugar das Raízes (Proporcional, Proporcional Integral, Atraso de Fase, Proporcional Derivativo, Avanço de Fase, Proporcional-Integral-Derivativo). Uso do Matlab/Simulink.
10.	Projeto de compensadores PI, PD, realimentação tacométrica. Uso de Matlab/Simulink Laboratório – estudo de controle de primeira e segunda ordem.
11.	Avaliação
12.	Controlador PID – características e sintonia de controladores PID. Não linearidades em sistemas de controle; Noções de controle cascata, de razão, override, feedforward, uso de preditor de Smith
13.	Introdução à lógica fuzzy; Modelagem e controle de processos utilizando lógica fuzzy.
14.	Aplicações de lógica fuzzy. Exercícios (Matlab/Simulink).
15.	Introdução as redes neurais artificiais; Modelagem e controle de processos utilizando redes neurais
16.	Noções de controle discreto – Transformada z; Função de transferência discreta, amostragem e segurador de ordem zero. Uso do Matlab/simulink.
17.	Equações de diferenças; Implementação de controladores digitais. Uso de Matlab/ Simulink.
18.	Avaliação (estudo de caso)