



## COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

### PLANO DE ENSINO

<b>Disciplina:</b> Controle de Processos Químicos		<b>Período:</b> 9º	<b>Currículo:</b> 2017		
<b>Docente Responsável:</b> Reimar de Oliveira Lourenço		<b>Unidade Acadêmica:</b> DEQUI			
<b>Pré-requisito:</b> Equações Dif. A + Modelagem e Simulação de Processos Químicos		<b>Co-requisito:</b>			
<b>C.H. Total:</b> 72 ha / 66,0h	<b>C.H. Prática:</b> 18ha/16,5h	<b>C.H. Teórica:</b> 54ha/49h	<b>Grau:</b> Bacharelado Bacharelado	<b>Ano:</b> 2024	<b>Semestre:</b> 1º

#### EMENTA

Conceitos Fundamentais. Modelos dinâmicos. Conceitos matemáticos. Comportamento dinâmico de sistemas. Diagrama de blocos. Estabilidade de sistemas de controle. Controlador PID. Domínio da frequência. Outras estratégias de controle.

#### OBJETIVOS

Apresentar conceitos de controle de processos químicos, e de projeto e sintonia de controladores *feedback*.

#### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

##### Unidade I – Introdução ao Controle de Processos

- 1.1 Exemplo motivador
- 1.2 Classificação das estratégias de controle
- 1.3 Controle de Processos e diagrama de blocos
- 1.4 Filosofia de controle e modelagem
- 1.5 Controle analógico ou digital?
- 1.6. Justificativa econômica do controle de processos

##### Unidade II – Modelagem de processos químicos

- 2.1 A razão da modelagem matemática;
- 2.2 Modelos dinâmicos versus estacionários;
- 2.3 Princípios gerais da modelagem
- 2.4 Graus de liberdade na modelagem;
- 2.5 Modelos de vários processos representativos;
- 2.6 Solução de modelos dinâmicos.

##### Unidade III - Transformada de Laplace

- 3.1 Definição;
- 3.2 Propriedades;
- 3.3 Transformada Inversa
- 3.4 Expansão em Frações Parciais
- 3.5 Soluções de Equações Diferenciais

##### Unidade IV - Funções de Transferência

- 4.1 Desenvolvimento
- 4.2 Propriedades
- 4.3 Linearização de Modelos Não Lineares
- 4.4 Diagrama de Blocos
  - Representação de um sistema por meio de um diagrama de blocos
  - Reduções básicas
  - Exemplos de redução de diagramas de bloco

##### Unidade V - Sistemas de Primeira e Segunda Ordem

- 5.1 Perturbações em Sistemas de Controle
  - Resposta Dinâmica de Modelo Integrador
  - Resposta Dinâmica de Sistemas de Primeira Ordem
  - Resposta Dinâmica de Sistemas de Segunda Ordem
  - Resposta Dinâmica de Modelos em Tempo Morto

- Resposta de Modelos combinados
- 5.4\_ Estabilidade: Definição e Generalidades
- 5.4.1- Critério de Estabilidade de Routh
- 5.4.1.1- Casos Especiais da Regra de Routh
- a) Caso1: Quando aparece um zero na Coluna Principal da Tabela
- b) Caso2: Quando aparece uma Linha toda Nula
- 5.4.2\_ Análise da Resposta de Frequência
- Generalidades
- Função Senoidal de Transferência
- Representação Gráfica da Resposta de Frequência
- Resposta de Modelo de 1ª Ordem à Entrada Senoidal
- Resposta de Modelo 2ª Ordem à Entrada Senoidal
- Resposta de Modelo em Tempo Morto à Entrada Senoidal
- Resposta de Frequência de um Modelo de Ordem "N"
- Diagramas de Bode de Funções de Ordem Simples

#### **Unidade VI – Controlador PID Analógico**

##### 6.1\_ Introdução

###### 6.1.1\_ Modo Proporcional

- Aplicação do controlador proporcional em malha aberta

###### 6.1.2\_ Modo Integral

- Definição do parâmetro que caracteriza o modo integral
- Análise do controlador do controlador PI operando em malha fechada
- Comparação do comportamento de controladores P, I e PI em malha fechada

###### 6.1.3 Modo Derivativo

- Definição do parâmetro que caracteriza o modo derivativo
- Análise do controlador PD operando em malha fechada
- Vantagens e Desvantagens do modo derivativo

##### 6.2 Controlador Proporcional Integral Derivativo

- Análise do controlador PID operando em malha aberta
- Vantagens e desvantagens de cada um dos modos do controlador PID
- Implementação do controlador PID analógico
- Versões do controlador PID analógico

#### **Unidade VII - Sintonia de Controladores**

##### 7.1 Definição de sintonia de controladores PID;

##### 7.2 Métodos de sintonia com oscilação constante;

###### 7.2.1 Método de sintonia de Ziegler-Nichols do ganho crítico;

##### 7.3 Método da curva de reação;

###### 7.3.1 Método Ziegler-Nichols em malha aberta.

#### **METODOLOGIA DE ENSINO**

O conteúdo programático será abordado em aulas teóricas com duração de até uma hora e cinquenta minutos

#### **CONTROLE DE FREQUÊNCIA E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**

Média aritmética de 3 avaliações (cada uma valendo 10 pontos) e uma avaliação substitutiva. Os 10 pontos referentes a cada avaliação, poderá ser dividido em trabalhos, exercícios avaliativos e seminários. As avaliações escritas podem ser constituídas de questões dissertativas e múltipla escolha. Para efeito de aprovação na disciplina o discente deverá obter média superior ou igual a 6,0. Será realizada segunda Chamada de Avaliação ao discente ausente a qualquer avaliação presencial mediante solicitação à Coordenadoria de Curso, em formulário eletrônico, contendo justificativa, realizada em até 5 (cinco) dias úteis após a data de realização da atividade. Compete à Coordenadoria de Curso dar ciência ao docente da necessidade de realização de avaliação em segunda chamada. A avaliação em segunda chamada deve versar sobre o mesmo conteúdo e ter o mesmo valor da avaliação não realizada pelo discente. A avaliação em segunda chamada deve ser realizada preferencialmente antes da avaliação subsequente, respeitando-se o prazo para fechamento do Diário Eletrônico. O controle de frequência será realizado através da verificação e lançamento direto na planilha eletrônica da turma, a presença/ausência de cada aluno(a) em cada aula ministrada durante o semestre.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. EDGAR F., e MELLICHAMP D. A.. **Process Dynamics and Control**. Wiley; 2nd Ed., 2003.
2. STEPHANOPOULOS G. **Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice**. PTR Prentice Hall, 1984.
3. LUYBEN W. L.. **Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers**. 2a Ed., McGraw-Hill Companies; 1989.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. LIPTAK B.G. (Editor). **Instrument Engineers' Handbook: Process Control and Optimization**. 4a Ed. CRC Press. 2005. Vol. 2.
2. OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 4a Ed., Prentice-Hall Brasil, 2003.
3. OGUNNAIKE B. A., e RAY.W. H. **Process Dynamics, Modeling, and Control**. Oxford University Press. 1994.
4. BEQUETTE B. W. **Process Control: Modeling, Design and Simulation**. Prentice Hall PTR. 2003.
5. MARLIN T.. **Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance**. 2a Ed. McGraw-Hill Science/Engineering/Math;. 2000.

Aprovado pelo Colegiado em     /     /

Docente Responsável

Profa. Jéssika Marina Santos  
Coordenadora do Curso de Engenharia Química



*Emitido em 14/03/2024*

**PLANO DE ENSINO Nº PE CPQ 2024/1/2024 - COENQ (12.57)**  
**(Nº do Documento: 449)**

**(Nº do Protocolo: 23122.008695/2024-72)**

*(Assinado digitalmente em 14/03/2024 15:19 )*

**JESSIKA MARINA DOS SANTOS**

*COORDENADOR DE CURSO*

*COENQ (12.57)*

*Matrícula: ###866#9*

*(Assinado digitalmente em 15/03/2024 11:12 )*

**REIMAR DE OLIVEIRA LOURENCO**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

*DEQUI (12.29)*

*Matrícula: ###492#1*

Visualize o documento original em <https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/> informando seu número: **449**, ano: **2024**, tipo: **PLANO DE ENSINO**, data de emissão: **14/03/2024** e o código de verificação: **0e021ad28e**