

# EQ260 - Operação de Processos 1

**Ementa: Dinâmica e controle de processos químicos.**

Vetor: OF:S-5 T:02 P:00 L:02 O:00 D:00 PE:00 OE:00 HS:04 SL:04 C:04 EX:S

Pré-requisito(s): MA141, MA311, EQ219 e EQ221

Carga horária total: 60 horas (4 créditos)

Tipo: Obrigatória

## Conteúdo Programático

Esta componente curricular pertence ao percurso formativo da **Competência Específica 6** do Projeto Pedagógico do Curso, tendo como semestres ideais o sétimo semestre do curso integral e o décimo semestre do curso noturno.

### Objetivos de aprendizagem:

Ao final da disciplina, o aluno deve ser capaz de:

- i) Reconhecer situações de necessário controle automático em processos contínuos, identificando as variáveis manipuladas, controladas e medidas;
- ii) Avaliar e representar o comportamento dinâmico de um processo com o uso de funções de transferência;
- iii) Projetar e ajustar sistemas de controle automático de processos contínuos industriais, garantindo a estabilidade do sistema;
- iv) Reconhecer e reagir adequadamente às situações análogas encontradas em processos industriais reais, propondo modificações às malhas implementadas.

### Proposta pedagógica:

Esta componente curricular visa fornecer as ferramentas de análise dinâmica e de projeto de sistemas de controle de processos contínuos. A partir dos conhecimentos adquiridos em modelagem dinâmica (EQ219), o aluno deverá definir e classificar as variáveis e obter funções de transferência. O aluno deverá ser capaz de interpretar estas representações assim como projetar sistemas de controle para problemas regulatórios e/ou de mudança operacional (supervisório). Sugere-se que a disciplina seja baseada em estudos de casos, com modelagens de equipamentos industriais reais, que ajude a motivar os alunos. Sugere-se ainda aumentar gradativamente a complexidade da modelagem e do comportamento dos equipamentos dos estudos de casos. Deve-se chegar a processo com dinâmica de ordem superior, sistemas com tempo morto e/ou resposta inversa, e/ou com

elevada não-linearidade, associando sempre às ferramentas matemáticas necessárias a cada projeto em questão. Uma parte experimental deverá ser realizada para que o aluno tenha a possibilidade de implementar um controlador por ele projetado e verificar o seu desempenho. Sugere-se que os alunos realizem o experimento no início da disciplina, utilizando metodologia heurística no projeto, repetindo ao final do curso, com a aplicação dos conhecimentos adquiridos.

## **Conteúdos:**

### **1. Introdução ao Controle de Processos (Tempo sugerido: 02 horas)**

Importância do controle de processos, definição das variáveis relevantes para o controle: variável controlada, variável manipulada, variável medida, perturbação.

### **2. Funções de Transferência (Tempo sugerido: 10 horas)**

Linearização de modelos dinâmicos. Variável desvio. Transformada de Laplace e resolução de equações diferenciais ordinárias. Modelos entrada-saída. Função de transferência. Obtenção da resposta por inversão da transformada de Laplace, teorema do valor final.

### **3. Comportamento Dinâmico de Processos (Tempo sugerido: 12 horas)**

Caracterização da dinâmica de sistemas lineares de 1ª ordem e sistemas integradores. Sistemas 2ª ordem (fator de amortecimento). Sistemas de Ordem Superior. Sistemas com tempo morto e sistemas com resposta inversa.

### **4. Identificação de Sistemas - Modelagem Empírica de processos (Tempo sugerido: 04 horas)**

### **5. Sistemas de Controle por Realimentação (Tempo sugerido: 12 horas)**

Sistema em malha fechada, elementos de uma malha de controle, controlador PID, comportamento dinâmico de um sistema em malha fechada.

### **6. Sintonia de Controladores por Realimentação (Tempo sugerido: 10 horas)**

Projeto de sistemas de controle por realimentação por métodos empíricos e métodos baseados em modelo. Autosintonia. Critérios de desempenho da resposta em malha fechada.

### **7. Estabilidade de sistemas por realimentação (Tempo sugerido: 04 horas)**

Avaliação da estabilidade por diferentes métodos.

### **8. Resposta em Frequência (Tempo sugerido: 06 horas)**

Características da resposta de um sistema sujeito a uma entrada senoidal de frequência e amplitude constante: razão de amplitudes e fase. Diagrama de Bode. Critério de estabilidade de Bode.

## **Bibliografia:**

- **Stephanopoulos**, G. Chemical process control. 1ª.ed. New Jersey: Prentice-Hall International Inc, 1984.
- **Seborg**, D., **Edgar**, T., **Mellichamp**, D. Process Dynamics and Control. J. Wiley., 3ª.ed, New York, 2016.
- **Smith**, C.A., **Corríprio**, A. Princípios e Prática do Controle Automático de Processo. 3ª ed. LTC. 2008.

## **Complementar**

- **Luyben**, W. Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers. McGraw-Hill. 2nd edition. 1989.
- **Marlin**, T. Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance. McGraw-Hill. 2nd edition. 2000.
- **Ogunnaike**, B., Ray, W.H. Process Dynamics, Modeling, and Control. University Press, New York, 1994.