

PMR3523 – CONTROLE MODERNO

1. Professor

- **Eduardo Lustosa Cabral**
Sala MS-22 – Tel.: 3091-5575
elcabral@usp.br
- **Eduardo Aoun Tannuri**
Sala MS-21 – Tel.: 3091-5414
eduat@usp.br

2. Descrição da disciplina

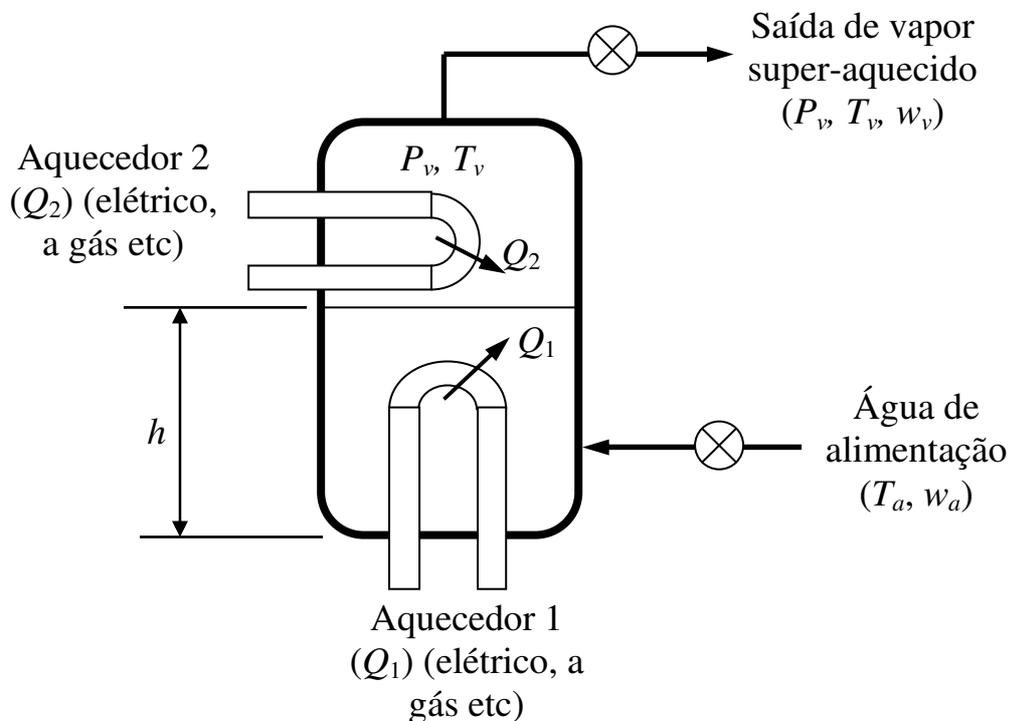
➤ **Áreas da teoria de sistemas de controle:**

- **Controle Clássico (1750-1950):**
Modelo do sistema \Rightarrow Função de transferência;
Estuda-se a relação entrada-saída;
Controle PID, avanço-atraso;
Domínio da frequência;
Técnicas \Rightarrow lugar das raízes, diagrama de Bode, diagrama de Nyquits etc.
- **Controle Moderno (1950-hoje):**
Modelo do sistema \Rightarrow Equações diferenciais (Espaço dos Estados);
Estuda-se a condição total do sistema;
Controle por realimentação de estados;
Domínio do tempo (mais intuitivo);
Técnicas \Rightarrow localização de pólos, controle ótimo, controle robusto etc.
- **Controle Digital:**
Implementação de controladores por meio de micro-processadores;
Controladores PID, avanço-atraso, realimentação de estados.
- **Controle Não-Linear:**
Usado quando a dinâmica do sistema não permite utilizar um sistema linearizado;
Complexo e difícil;
Não se consegue garantir desempenho, somente estabilidade.

Controle Clássico X Controle Moderno:

Controle Clássico	Controle Moderno
Limitado pela relação entrada x saída	Não limitado \Rightarrow analisa-se a condição do sistema
Sistemas SISO \Rightarrow projeto de malhas de controle independentes apesar do sistema apresentar interação entre as diversas malhas de controle	Sistemas MIMO \Rightarrow considera a iteração das diversas malhas do sistema gerando um sistema de controle com várias entradas e várias saídas
Não permite otimizar operação do sistema	Permite otimizar a operação do sistema segundo algum critério definido
Não intuitivo (domínio da frequência)	Mais intuitivo (domínio do tempo)
Teoria matematicamente complexa	Teoria matematicamente mais simples
-	Permite estimar estados do sistema \Rightarrow criar sensores inteligentes

Exemplo: Controle de um gerador de vapor:



- Problema de controle \Rightarrow controle simultâneo da pressão do vapor (P_v), da temperatura do vapor super-aquecido (T_v) e do nível de água (h).

- Vazão de vapor \Rightarrow definida pela utilização externa, sem controle pelo sistema (perturbação);
 - Potência dos aquecedores \Rightarrow pode-se variar as potências dos bancos de aquecedores 1 e 2 para controlar alguma variável (entradas).
 - Vazão da água de alimentação \Rightarrow pode-se variar usando a válvula de controle da água de alimentação para controlar alguma variável (entrada);
- Questão básica \Rightarrow usar qual entrada para controlar qual saída?
- Controle clássico \Rightarrow usa-se três malhas de controle independentes que não consideram as iterações entre as diversas entradas e saídas.
 - Usando controle clássico pode-se fazer:
 - Vazão de água de alimentação \Rightarrow controle de nível;
 - Aquecedor 1 \Rightarrow Pressão do vapor;
 - Aquecedor 2 \Rightarrow Temperatura do vapor.
 - Porque dessa forma? Porque não assim?
 - Vazão de água de alimentação \Rightarrow controle de nível;
 - Aquecedor 1 \Rightarrow Temperatura do vapor;
 - Aquecedor 2 \Rightarrow Pressão do vapor.
 - Melhor seria controlar o sistema de forma integrada considerando-se a interação dinâmica entre as três entradas (w_a , Q_1 e Q_2) e as três saídas (P_v , T_v e h) \Rightarrow usar as 3 entradas para controlar as 3 saídas simultaneamente.
- Somente controle por realimentação de estados permite controlar um sistema de várias entradas e várias saídas usando somente um controlador (MIMO).

3. Programa da disciplina

- Introdução.
- Representação de sistemas na forma de espaço dos estados.
- Sistemas SISO e MIMO.
- Linearização de sistemas não-lineares.
- Transformação SS-FT.
- Pólos e zeros na forma de espaço dos estados.
- Resposta temporal.
- Discretização temporal de sistemas dinâmicos.
- Transformações lineares.
- Análise modal.

- Observabilidade e controlabilidade.
- Projeto de controladores por realimentação de estados.
- Reguladores e sistemas servos.
- Projeto de observadores de estado.
- Implementação de controladores por realimentação de estados e observadores em computador digital.

4. **Bibliografia**

➤ Básica:

- FRIEDLAND, Bernard. **Control System Design: An Introduction to State-Space Methods**, Dover Publications, 2005.

➤ Complementar:

- KAILATH, Thomas. **Linear Systems**. Prentice Hall, 1979.
- TEWARI, Ashish. **Modern Control Design with Matlab and Simulink**. John Willey & Sons, 2002.

➤ Notas de aula: stoa