

Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos – DCA0110

Prof. Anderson Cavalcanti

Slide 01 - Introdução

“Portanto, humilhem-se debaixo da poderosa mão de Deus, para que ele os exalte no tempo devido.

Lancem sobre ele toda a sua ansiedade, porque ele tem cuidado de vocês.” 1 Pedro 5:6-7

Sumário da Apresentação

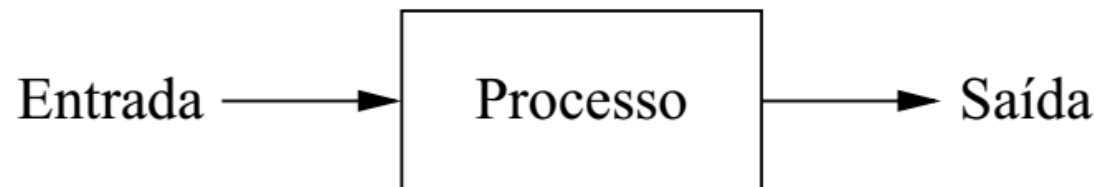
- Definições Básicas
- História do Controle Automático

Contextualização da Disciplina DCA0110

- Introduzir o aluno ao universo dos sistemas de controle automático;
- O controle automático é a ciência básica que se aplica à diversos produtos tecnológicos como veículos espaciais, pilotos automáticos de aviões e mísseis, robôs, processos industriais e de manufatura entre outros;

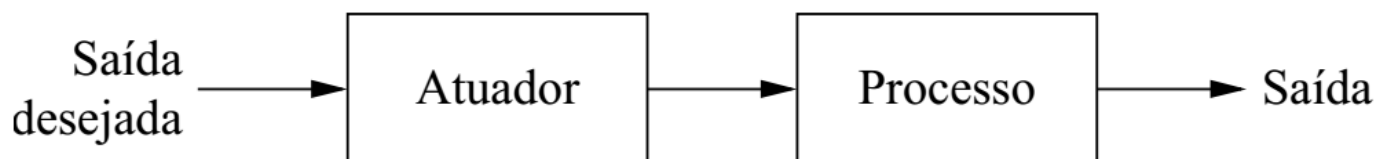
Definições Básicas

- **Planta ou Processo:** É o sistema dinâmico que possui uma entrada que seja possível manipular (variável manipulada) e uma saída controlável (variável controlada) que se possa observar. É o sistema que se deseja controlar a saída.



Definições Básicas

- **Sistema de Controle:** É a interconexão de componentes formando uma configuração tal que gere a resposta desejada para o sistema;
- **Sistema de Controle em Malha Aberta:** É o sistema que utiliza apenas um atuador para obter a resposta desejada. O atuador é responsável pela conversão e compatibilização das grandezas físicas e pela elevação do nível de potência necessários para excitar diretamente a planta.

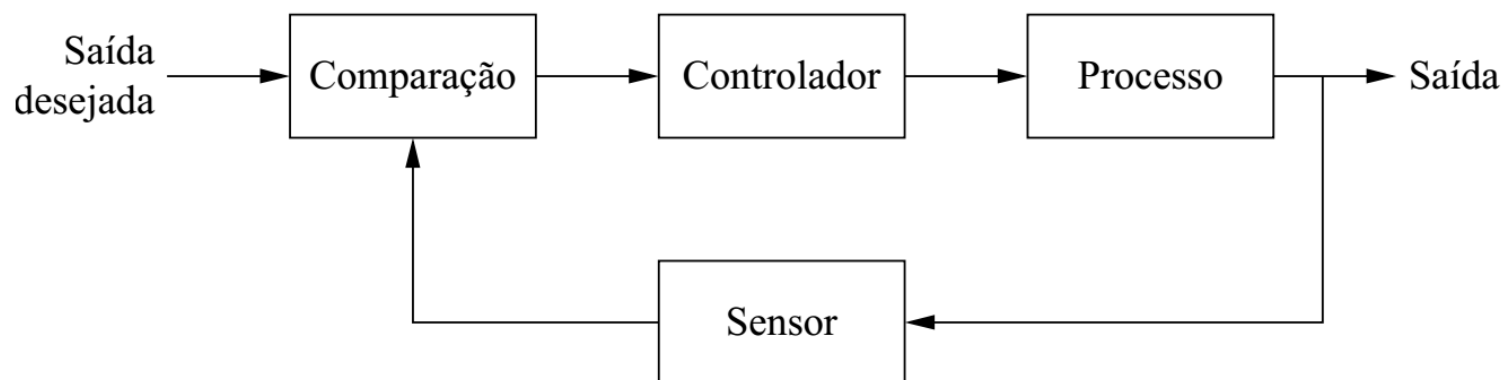


Definições Básicas

- **Exemplo de Controle em Malha Aberta:** Imagine um automóvel sem velocímetro. Deseja-se manter a velocidade constante em um determinado valor 80km/h. O motorista estima então com qual pressão ele deverá pisar no acelerador e mantém o acelerador com esta pressão. Dependendo da experiência do motorista a velocidade final se manterá próxima de 80km/h, mas somente com muita sorte ele conseguirá manter essa velocidade. Por outro lado, se ele precisar subir (descer) uma lombada, o que acontecerá com a velocidade do carro?

Definições Básicas

- **Sistema de Controle em Malha Fechada:** Nesse sistema, uma medida da saída do processo é comparada com a saída desejada. A medida do sinal de saída da planta obtida por um sensor é chamada de sinal de realimentação. A diferença entre o sinal de saída e o valor desejado para a saída é chamada de sinal de erro ou simplesmente erro.



Definições Básicas

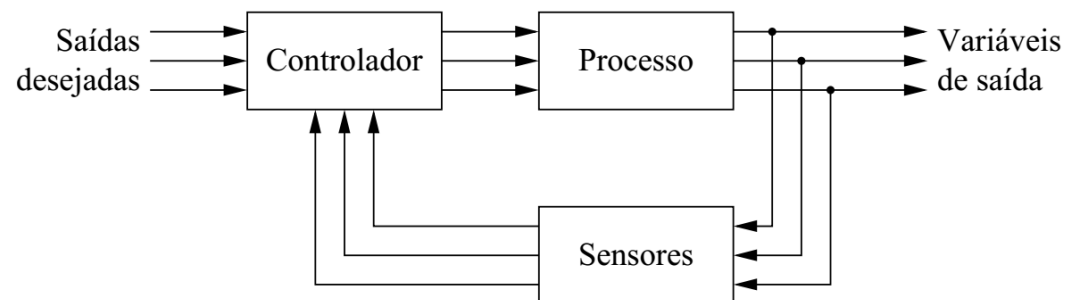
- Sistemas em malha fechada são de extrema importância em casos onde existem perturbações. Perturbações são sinais que afetam o sinal de saída do sistema e são, em geral, não previsíveis. Ruídos de medida são exemplos de perturbação.

Definições Básicas

- **Por que Malha Fechada ???**
- Vantagens:
 - redução da sensibilidade do sistema à variações de parâmetros;
 - maior rejeição à distúrbios;
- Desvantagens:
 - maior número de componentes;
 - Aumento da complexidade do sistema;
 - Perda da estabilidade: um sistema que em malha aberta é estável, pode não ser sempre estável em malha fechada.

Definições Básicas

- **Sistemas Multivariáveis:** Em muitas situações, a mudança em uma variável manipulada influencia mais de uma variável controlada. Nesses casos, dizemos que o sistema é multivariável.

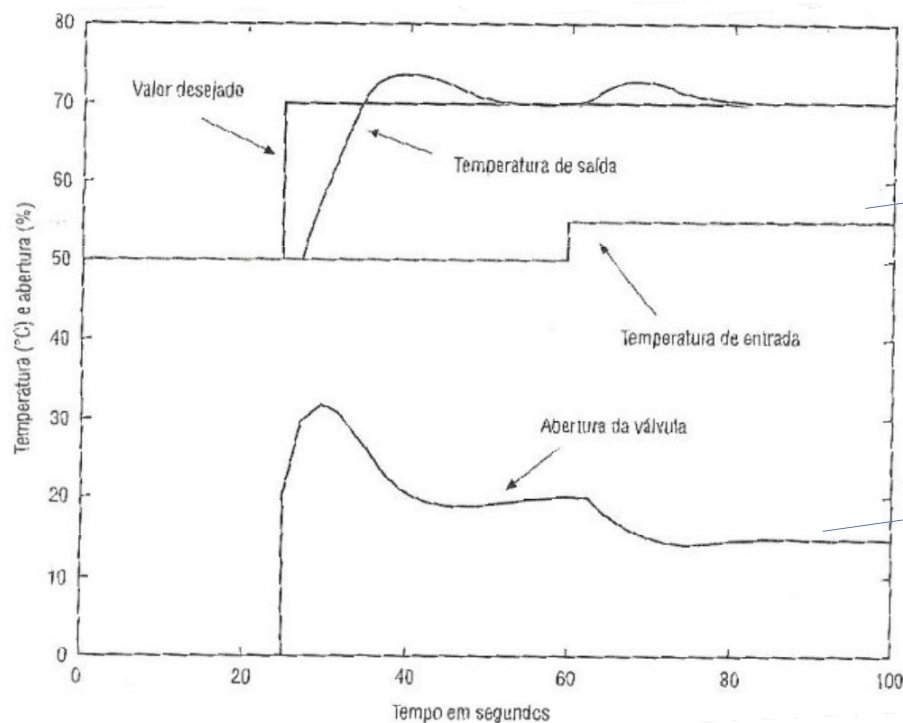


Definições Básicas

- Problemas de Controle (Controle Regulador): Tem como objetivo estabilizar a planta controlando variáveis secundárias, selecionadas de forma que a planta não afaste-se demasiado de sua operação mesmo havendo a influência de perturbações;
- Problema de Controle (Controle Servo): Fazer a saída da planta acompanhar uma trajetória de referência com um erro mínimo.

Definições Básicas

- Problema Regulador

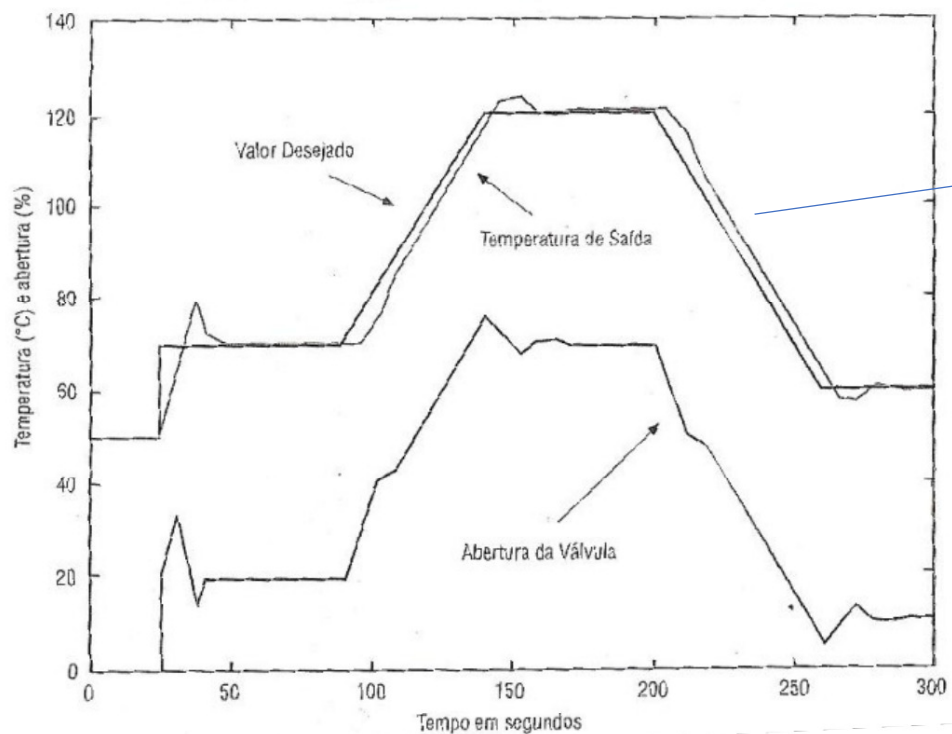


Sinal de perturbação

O controlador compensa o efeito da perturbação

Definições Básicas

- Problema Servo



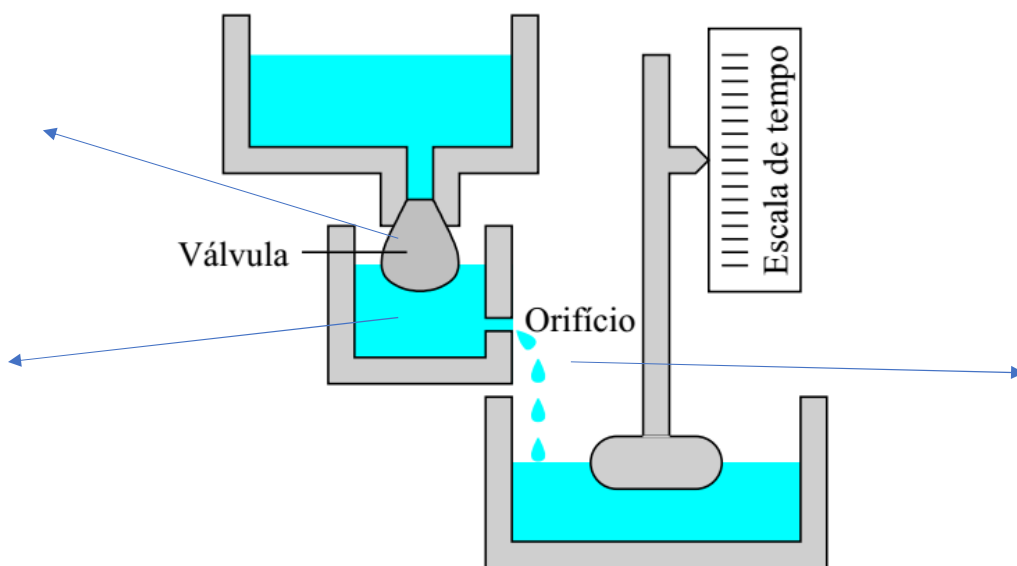
O controlador é projetado para fazer com que o sistema siga a referência (valor desejado)

Histórico do Controle Automático

- Relógio D'água – Século II a.C

A válvula funciona tanto como sensor como atuador, regulando a altura da coluna de água.

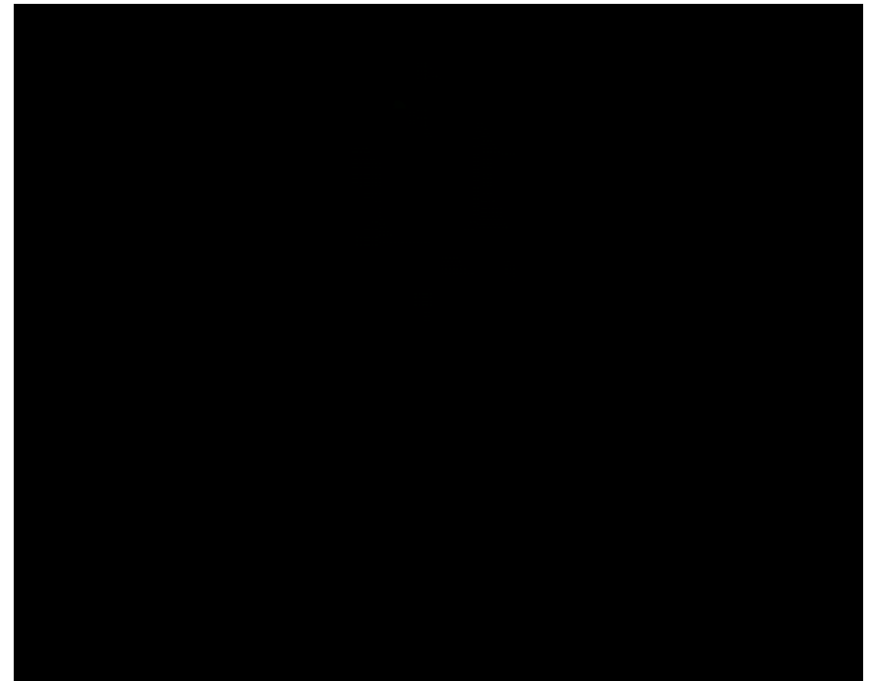
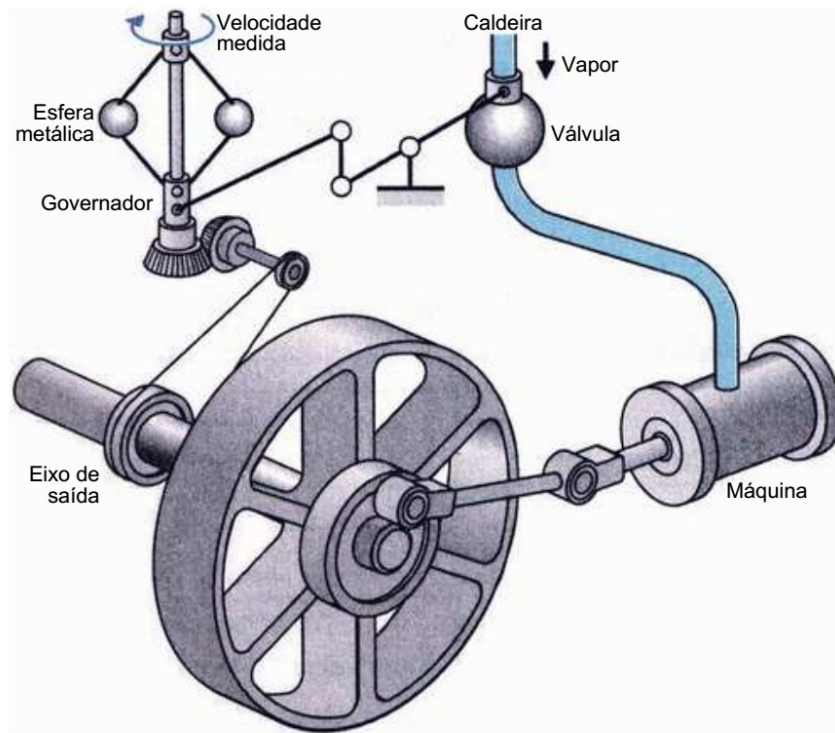
Para manter a taxa de gotejamento constante, a altura da coluna de água deve ser regulada numa altura desejada.



Deseja-se manter a taxa de gotejamento constante

Histórico do Controle Automático

- Governador Centrífugo de James Watt - 1769



Histórico do Controle Automático

- Até 1868 o controle automático se desenvolveu de forma intuitiva. Quando se tentava melhorar a precisão desses sistemas, usualmente tais sistemas se tornavam oscilatórios ou instáveis;
- No desenvolvimento da teoria de controle, diversas ferramentas da teoria matemática foram consideradas:
 - Isaac Newton (1642-1727) lançou os fundamentos da modelagem matemática e da análise;
 - Pierre Simon Laplace (1749-1827) idealizou a transformada de Laplace, a base da maioria dos procedimentos de análise e projeto dos sistemas;
 - Brook Taylor contribuiu para a análise matemática (série de Taylor);
 - James Clerk Maxwell (1831-1879), para a modelagem matemática e análise (foi ele, em 1868, que formulou o modelo matemático para o governador centrífugo);
 - Edward John Routh (1831-1907), com o critério de Routh para determinação de estabilidade de sistemas;
 - Charles P. Steinmetz (1865-1923), para a análise da resposta em frequência usando números complexos;

Histórico do Controle Automático

- Hendrik W. Bode (1905-1982), com o diagrama de Bode, utilizado em 1927 para analisar amplificadores realimentados;
- Harry Nyquist (1889-1976), com o critério de estabilidade de Nyquist, desenvolvido em 1932;

Histórico do Controle Automático

- A 2ª guerra mundial proporcionou grande ímpeto no desenvolvimento da teoria de controle devido à necessidade de se projetar piloto automático de aviões, sistemas de posicionamento de armas, controle de antenas de radares etc;
- Nos EUA, a análise no domínio da frequência foi impulsionada pelo desenvolvimento do telefone (Bell Labs – Harry Nyquist);
- Na União Soviética, com seus eminentes matemáticos e engenheiros mecânicos, a tendência foi pelo desenvolvimento no domínio do tempo usando equações diferenciais.

Referências

- Adelardo Medeiros. *Apostila de Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos*, UFRN, 2003;
- Katsuhiko Ogata, *Engenharia de Controle Moderno*, Prentice Hall, 3ª ed., 1997.