

Introdução a Sistemas de Controle

Prof. Nilo Rodrigues

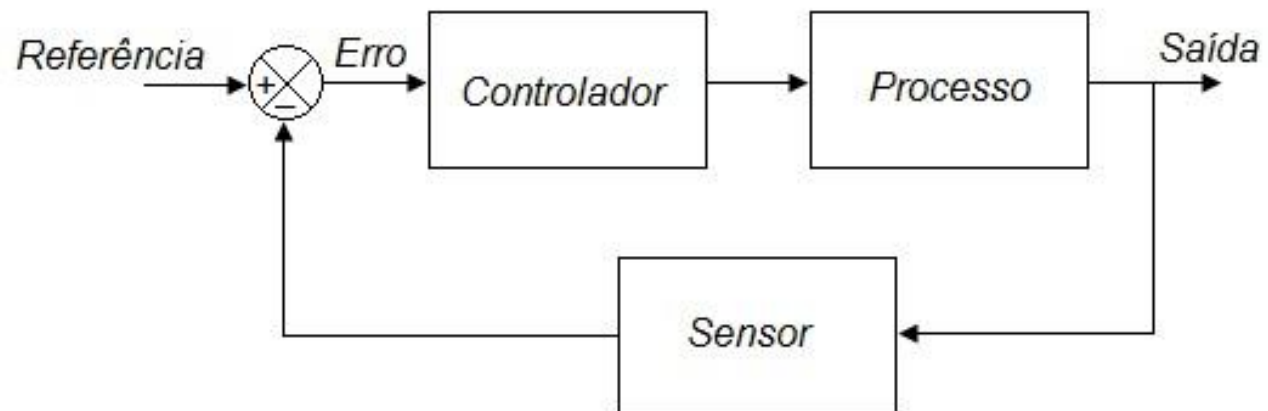
Sistemas de Controle e Automação



Universidade de Fortaleza
Centro de Ciências Tecnológicas

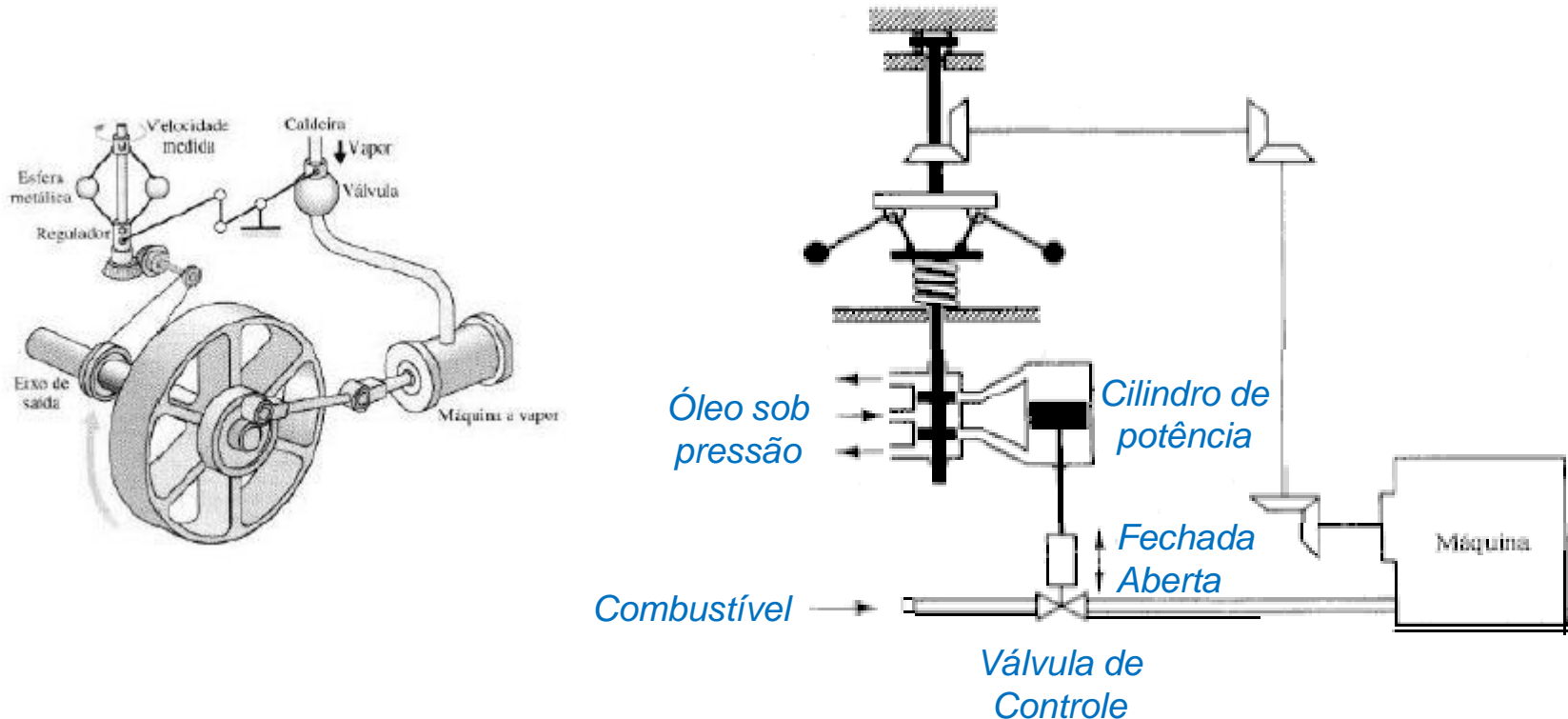
Introdução

- **Importância** do controle automático na otimização do desempenho de sistemas dinâmicos.
- **Sistema de controle:** Interconexão de componentes formando uma configuração de sistemas que produzirá uma resposta desejada do sistema.



Histórico

- **Primeiro controlador:** Regulador centrífugo construído por James Watt para o controle de velocidade de uma máquina a vapor, no século XVIII.



Histórico

- **1922 – Minorsky:** Controladores automáticos para pilotagem de embarcações e demonstrou como a estabilidade poderia ser determinada a partir de equações diferenciais que descrevem o sistema.
- **1932 – Nyquist:** Desenvolveu um procedimento relativamente simples para a determinação da estabilidade de sistemas de malha fechada com base na resposta de malha aberta a excitações senoidais estacionárias.
- **1934 – Hazen:** Introduziu o termo *servomecanismos* para sistemas de controle de posição.

Histórico

- **Década de 40:** Métodos de resposta em frequência tornaram possível projetar sistemas de controle linear de malha fechada.
- **Início década de 50:** Evans desenvolveu o método do Lugar das Raízes.
- **1960:** Uso do computador e emprego de variáveis de estado.
- **1960-1980:** Controle ótimo de sistemas determinísticos e estocásticos.
- **Hoje:** Uso de computadores digitais e aplicação em outras áreas: sistemas biológicos, econômicos, etc.

Definições

- **Variável controlada x Variável manipulada:**
 - ❑ **Controlada** é a grandeza ou a condição que é medida e controlada. Normalmente é a saída do sistema.
 - ❑ **Manipulada** é a grandeza ou a condição modificada pelo controlador, de modo que afete o valor da variável controlada.
- **Sistemas a Controlar ou Plantas:**
 - ❑ Um sistema a controlar pode ser parte de um equipamento ou apenas um conjunto de componentes de um equipamento que funcione de maneira integrada, com o objetivo de realizar determinada operação.

Definições

- **Distúrbios:**

- ☐ É um **sinal** que tende a afetar de **maneira adversa** o valor da variável de saída de um sistema.

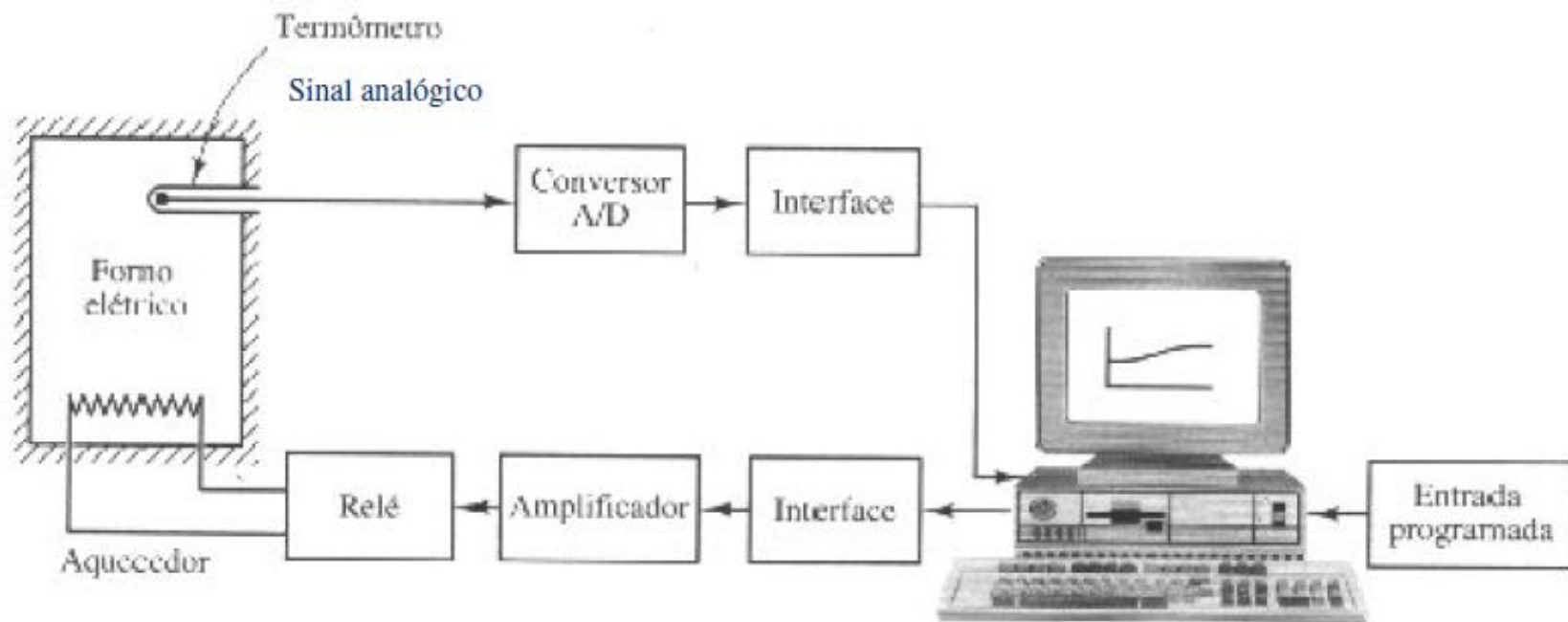
- **Controle com Realimentação:**

- ☐ Também chamado de controle em malha fechada refere-se a uma operação que, na presença de distúrbios, tende a **diminuir a diferença** entre a saída de um sistema e alguma entrada de referência e atua com base nessa diferença.



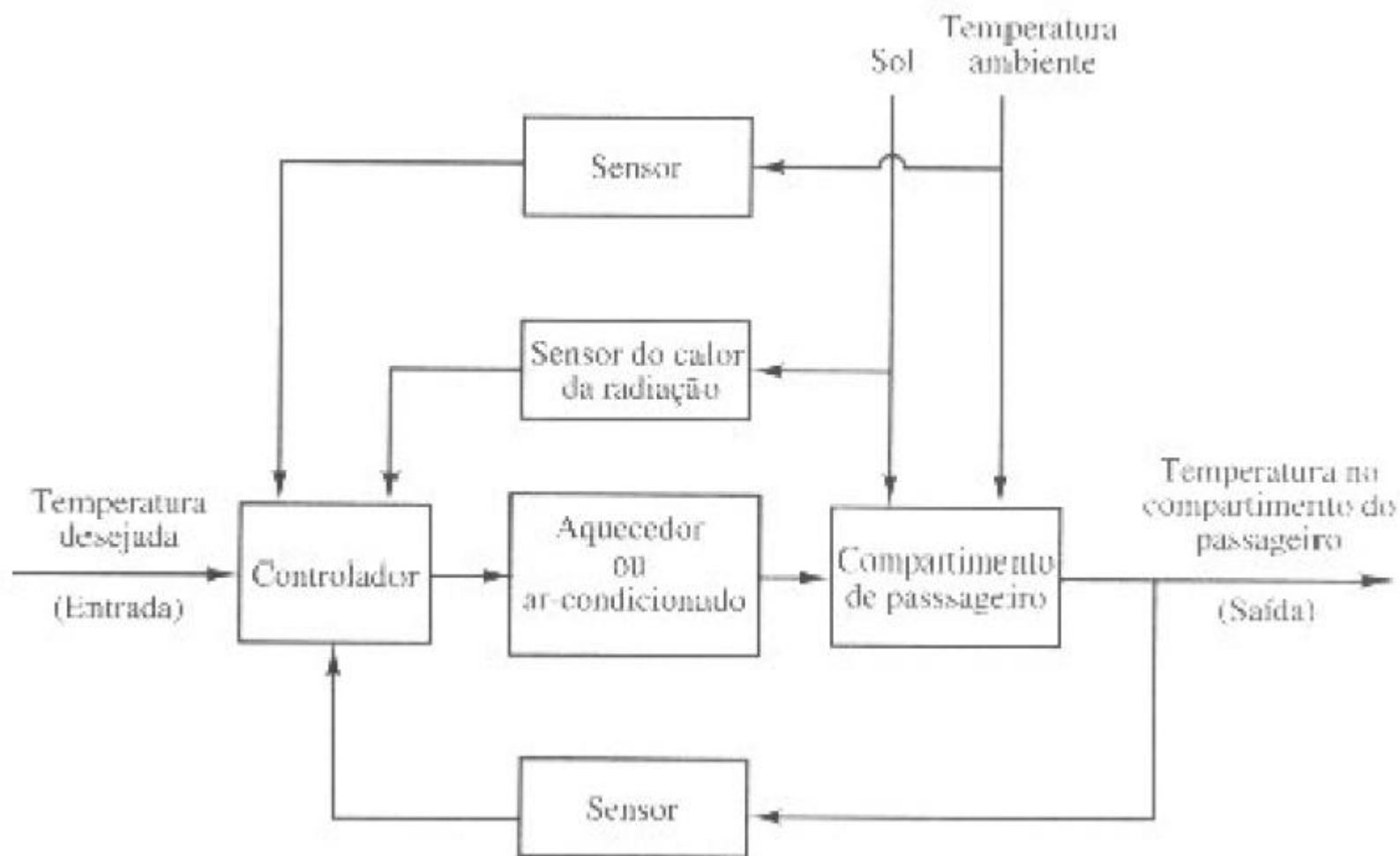
Exemplos de Sistemas de Controle

- Controle de temperatura de um forno elétrico



Exemplos de Sistemas de Controle

- Controle de temperatura dentro de um veículo



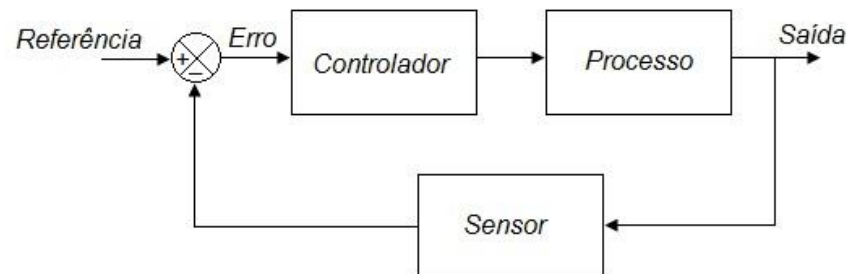
Malha aberta x Malha Fechada

- **Sistema de Controle com Realimentação:**

- ❑ Qualquer sistema que estabeleça uma relação de **comparação** entre a saída e a entrada de referência, utilizando a **diferença** como meio de controle.

- **Sistema de Controle de Malha Fechada:**

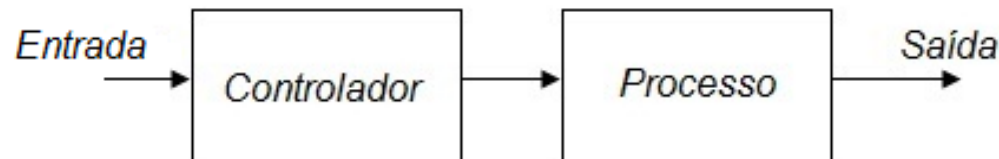
- ❑ O sinal de **erro atuante**, que é a diferença entre o sinal de entrada e o sinal de realimentação, realimenta o controlador, de modo que minimize o erro e acerte a saída do sistema ao valor desejado.



Malha aberta x Malha Fechada

- **Sistema de Controle de Malha Aberta:**

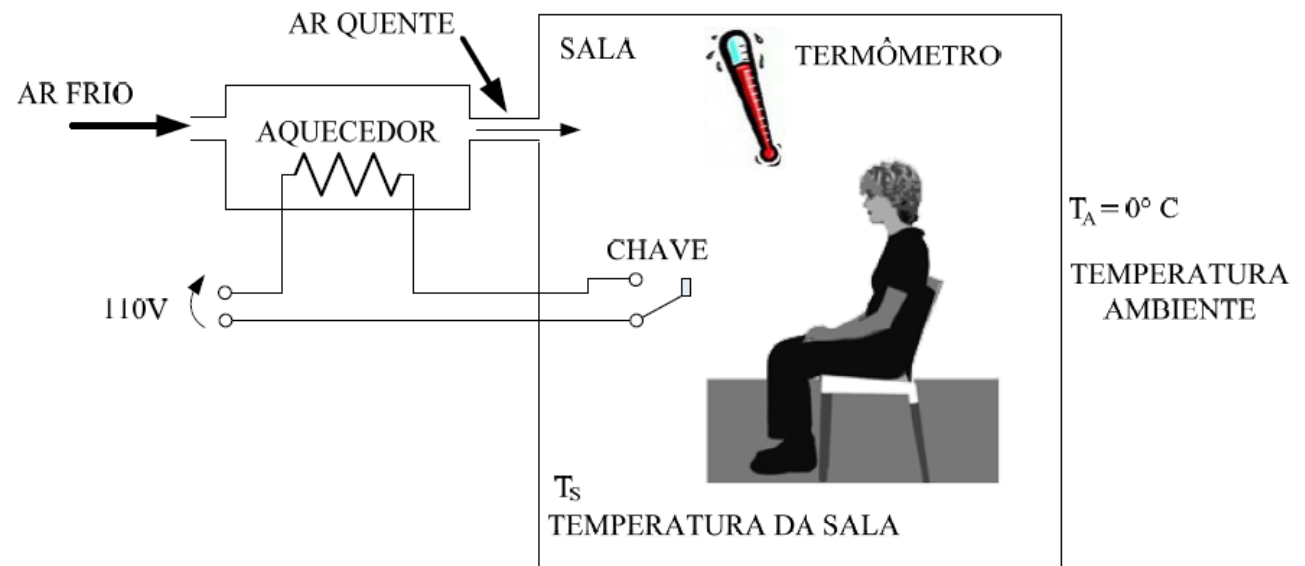
- ❑ Aqueles em que o sinal de saída **não exerce** ação de controle no sistema, ou seja, o sinal de saída não é medido nem realimentado para comparação com a entrada.
- ❑ Assim, a cada entrada de referência corresponde a uma condição fixa de operação, logo a precisão depende de uma **calibração**.
- ❑ Como não há medição na saída, a malha aberta é usada na prática em sistemas com **ausência de distúrbios**.



Malha aberta x Malha Fechada

- **Exemplo:**

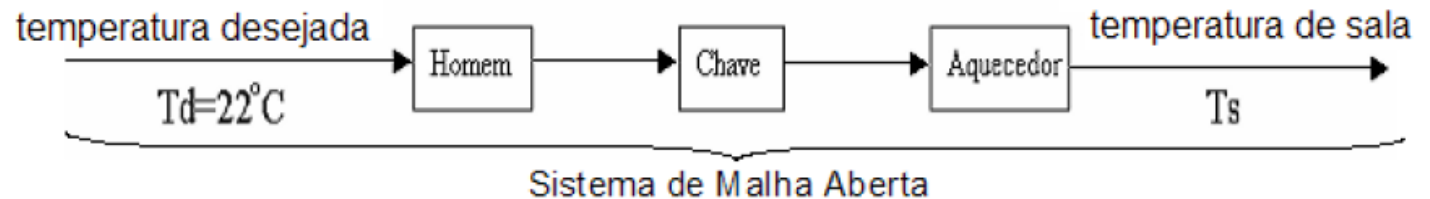
- ❑ Deseja-se aquecer o interior de uma sala, tendo em vista que a temperatura externa é 0°C . Para isto dispõe-se de um **aquecedor** e um **termômetro** para leitura da temperatura interna. O objetivo de controle é manter a temperatura da sala em 22°C para que o homem possa dormir, mesmo na ocorrência de **eventos externos**.



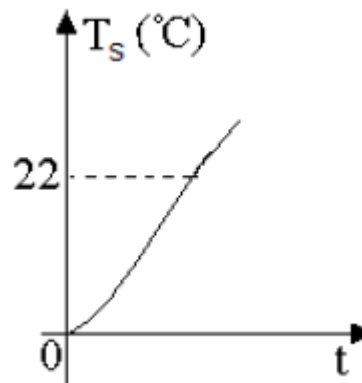
Malha aberta x Malha Fechada

- **Exemplo:**

- **1ª Estratégia:** O homem fecha a chave e então vai dormir.



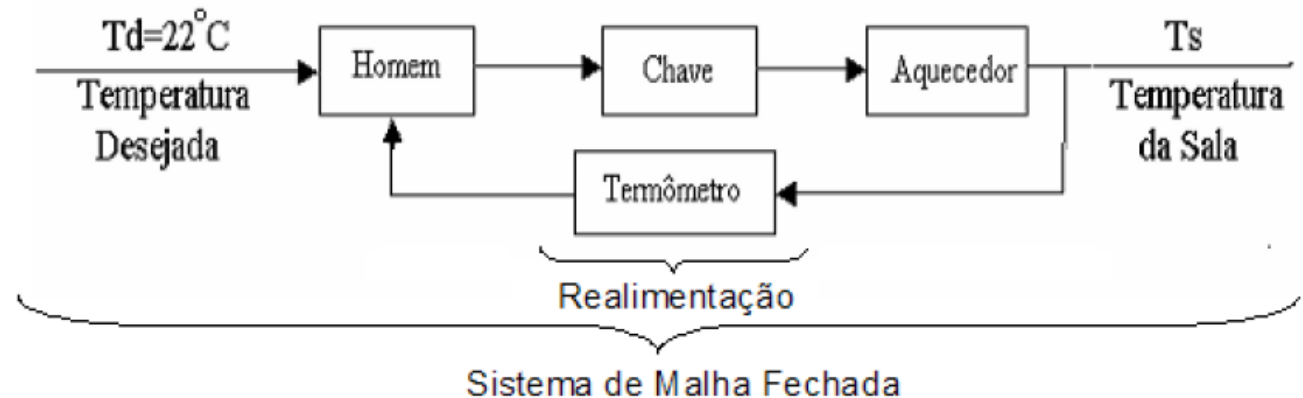
- Se o aquecedor possuir capacidade suficiente, a temperatura da sala irá **crescer indefinidamente**.



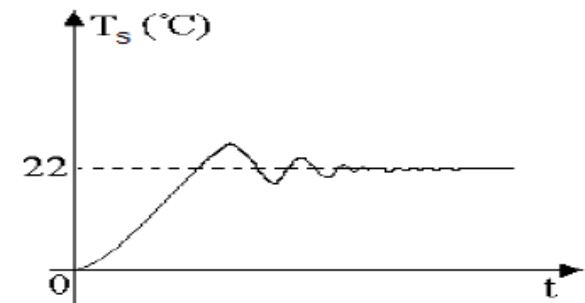
Malha aberta x Malha Fechada

- **Exemplo:**

- ❑ **2ª Estratégia:** O homem lê o termômetro e usa a seguinte tática: Se $T_s \leq 22^\circ\text{C}$ ele liga a chave e se $T_s > 22^\circ\text{C}$ ele desliga a chave.



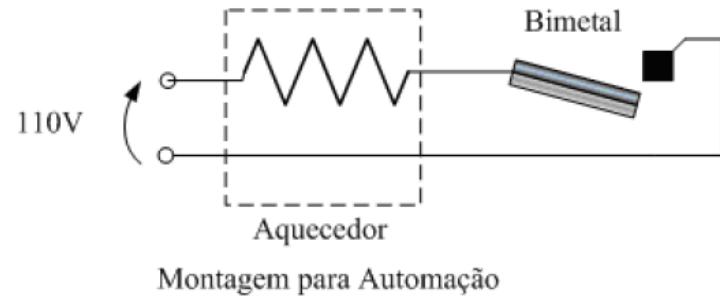
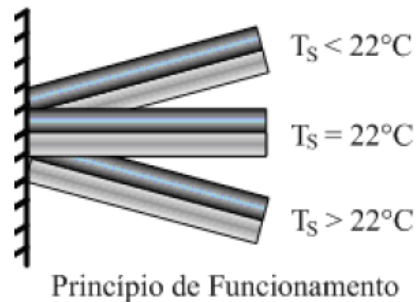
- ❑ Neste caso a temperatura estará **controlada**, porém o homem não dormirá!



Malha aberta x Malha Fechada

- **Exemplo:**

- ❑ **3ª Estratégia:** Substituímos o trabalho do homem por um dispositivo formado por dois metais com coeficientes de dilatação térmica diferentes (**bimetal**).



- ❑ Neste caso a temperatura estará **controlada** e o homem poderá dormir!

Malha aberta x Malha Fechada

- Os sistemas de controle em MF permitem que a resposta seja relativamente **insensível** a distúrbios e variações internas nos parâmetros do sistema (pode-se usar componentes mais baratos).
- Por outro lado, a realimentação em sistemas de MF pode provocar correções de erro além do necessário e levar o sistema à **instabilidade**, fato que não ocorre em sistemas de MA.
- Sistemas em que as entradas são **conhecidas** com antecipação e que são **isentos de distúrbios**, é conveniente o uso de controle de **malha aberta**. Os sistemas de controle de **malha fechada** são mais vantajosos somente no caso em que **houver distúrbios** e/ou **alterações** não previsíveis nos componentes do sistema.

Na próxima aula...

Transformada de Laplace e Funções de Transferência

Prof. Nilo Rodrigues



Universidade de Fortaleza
Centro de Ciências Tecnológicas