



# Sistemas de Controle Realimentados

## Onde se Encaixa no Contexto da Engenharia

### ◆ Funcionamento Simples

- ☞ Geladeiras
- ☞ Ferros elétricos
- ☞ Máquinas de Lavar

### ◆ Funcionamento Complexo

- ☞ Sistemas Robotizados
- ☞ Aviões



## Realimentação

- ◆ Retorno de uma fração do sinal de saída de um sistema para sua entrada;
- ◆ Objetivos:
  - ◆ Seguimento de referências e rejeição a perturbações externas;
  - ◆ Melhoria do comportamento dinâmico do sistema;
  - ◆ Redução de sensibilidade



## Sistemas de Controle Realimentados



Para os exemplos anteriores, citar quais seriam as variáveis de interesse e quais seriam as possíveis condições estabelecidas para o controle de cada um deles.



# Sistemas de Controle Realimentados

## ◆ Áreas da Engenharia

### ☞ Química:

- Controle de PH

### ☞ Mecânica e Civil:

- Análise de Vibração Estrutural

## ◆ Área da Biologia

- ### ☞ Sistema de controle de equilíbrio do corpo humano



## Sistemas de Controle Realimentados



Realize o seguinte Experimento: Fique em pé e coloque um pé em frente ao outro, de forma que os dois pés fiquem alinhados mantendo os braços na posição normal. Feche os olhos e descreva o que acontece com o equilíbrio do seu corpo.

Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



# Sistemas de Controle Realimentados

## Exemplos Práticos

### ◆ Regulador de Watt

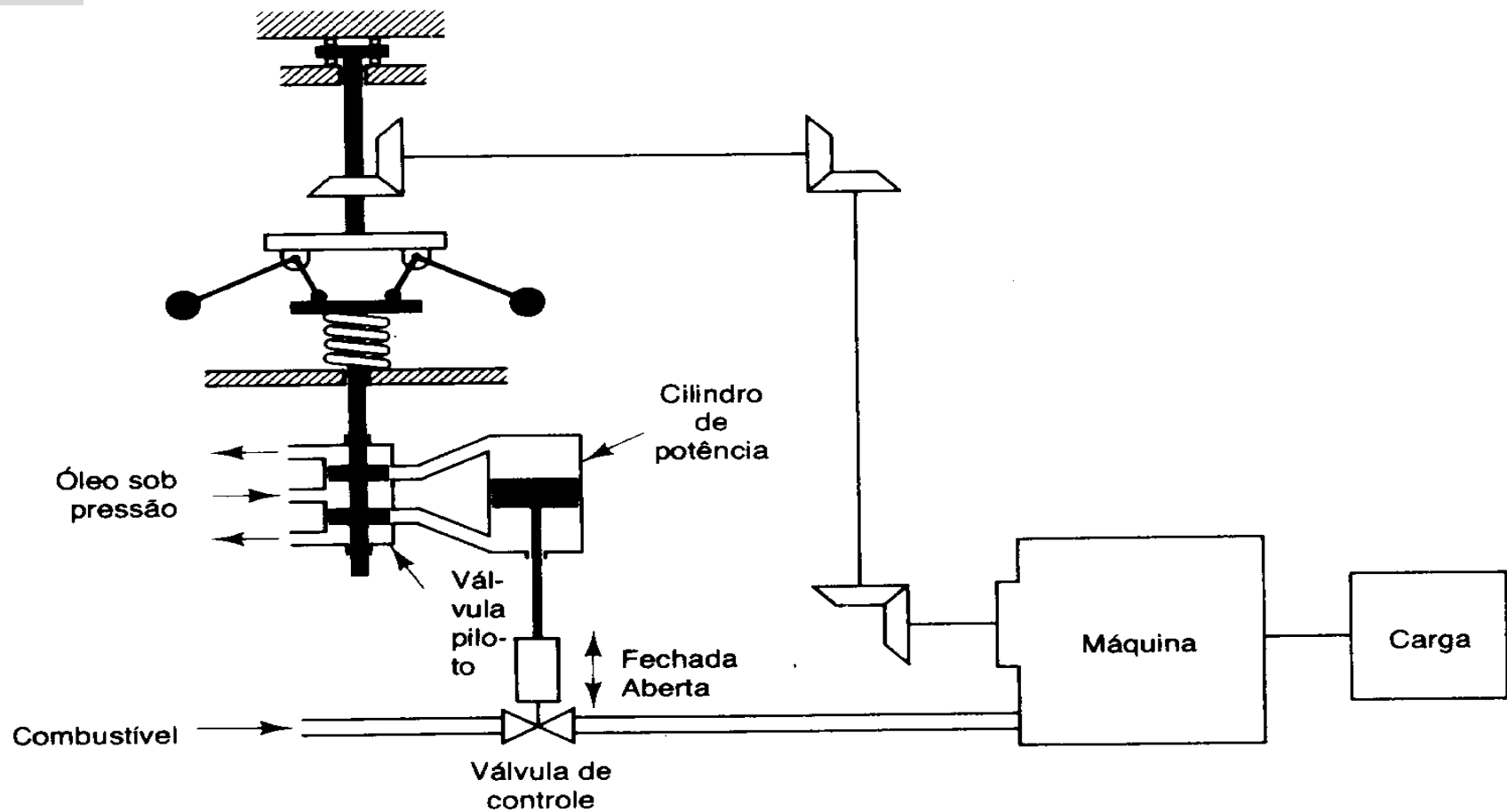
☞ James Watt - 1788

- Controle de Máquinas a Vapor

# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



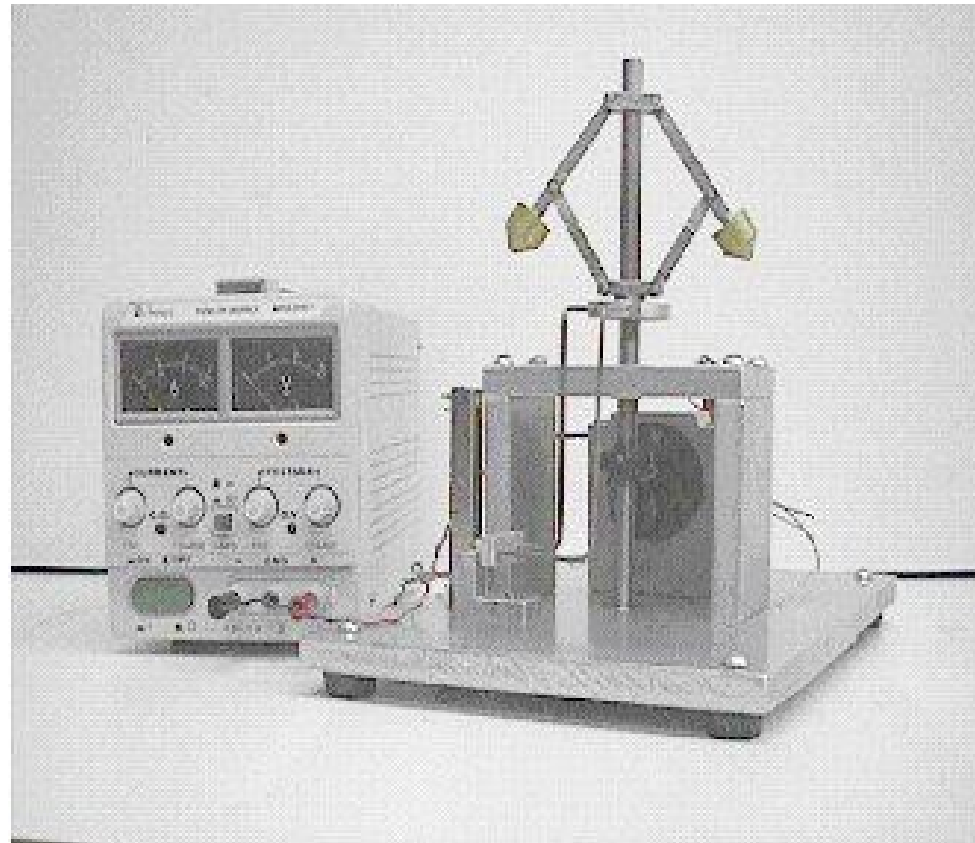
Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



# Regulador de Watt





# Sistemas de Controle Realimentados

## Exemplos Práticos

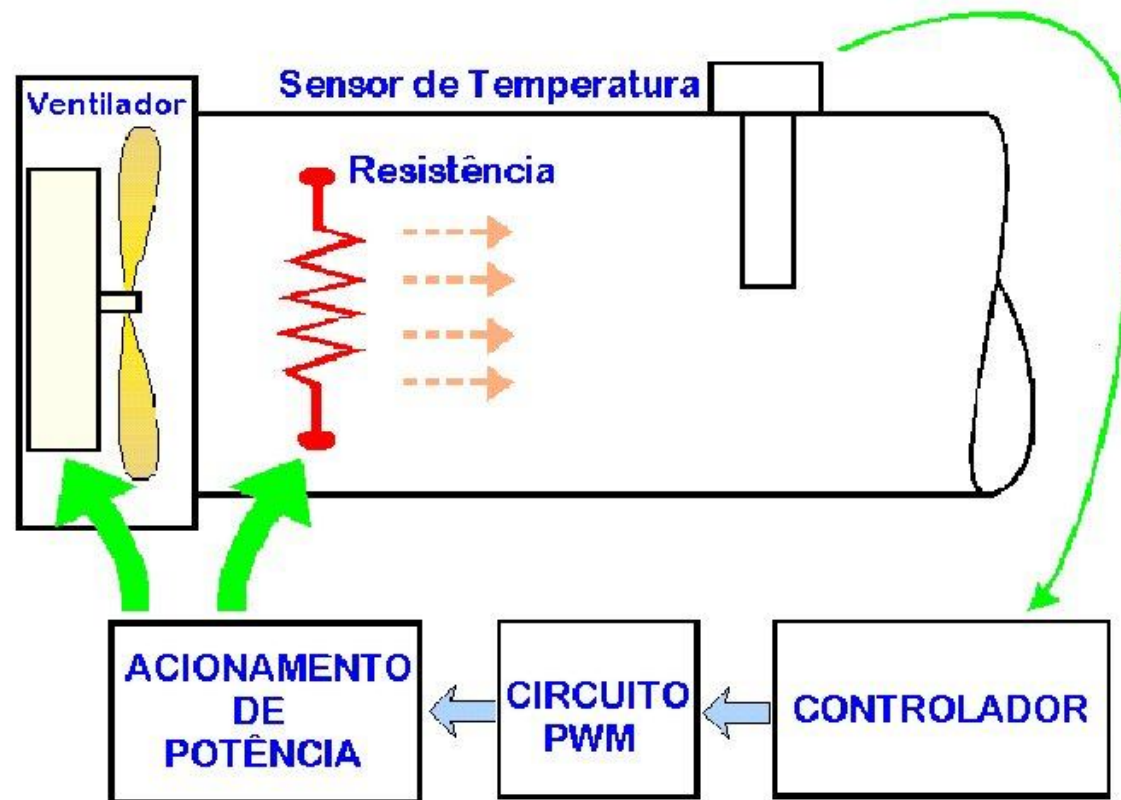
### ◆ Processo Térmico

- ☞ Processo Didático de Controle de Temperatura do Ar
  - Indústria Eletro-eletrônica
  - Agroindústria

# Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



# Processo Térmico Experimental



Sistemas e Sinais

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Engenharia Elétrica



# Sistemas de Controle Realimentados

## Problemas Propostos

- ◆ Controle de Temperatura
- ◆ Controle de Nível de Água
- ◆ Controle de Velocidade
- ◆ Controle de Tensão DC
- ◆ Controle de Tensão AC



## Sistemas de Controle de Temperatura

Em uma determinada indústria, no verão, a temperatura do ambiente de trabalho atinge valores muito elevados causando desconforto térmico e conseqüente prejuízo a produção. Constatou-se que a temperatura do telhado desta instalação contribui sobremaneira para elevação da temperatura ambiente. Objetiva-se diminuir a temperatura do telhado de forma a melhorar as características de conforto térmico deste ambiente com conseqüente aumento na produtividade. Observa-se que a existência de poços artesianos no local em que a indústria esta instalada, fazem com que a água seja o meio mais barato e eficaz para resfriar o telhado.



## Sistemas de Controle de Nível de Água

Em alguns prédios residenciais, o sistema de distribuição de água é realizado com base em caixas d'água localizadas sobre o último pavimento e um conjunto de reservatórios subterrâneos (cisternas) que fornecem a água para as referidas caixas. Objetiva-se controlar o nível mínimo de água nas caixas d'água superiores de forma a manter o abastecimento de água no prédio, bem como o nível máximo para evitar transbordamento.



## Sistemas de Controle de Tensão AC

Fontes Ininterruptas de Energia, comumente conhecidas como *no-break*, são largamente empregadas para o fornecimento de energia elétrica em redes de computadores. Tais dispositivos são utilizados para geração de uma forma de tensão senoidal que mantém o fornecimento de energia elétrica em caso de falha da concessionária de energia do local. Objetiva-se neste problema fazer com a forma de onda da tensão de saída do *no-break* siga uma forma de onda senoidal de referência.



## Representação por Diagrama de Blocos

- ◆ Largamente Empregada
- ◆ Facilidade de Visualização
- ◆ Forma de expressão comum
  - ☞ Cientistas
  - ☞ Engenheiros
  - ☞ Técnicos



## Representação por Diagrama de Blocos

### ◆ Sistemas em Malha-Fechada

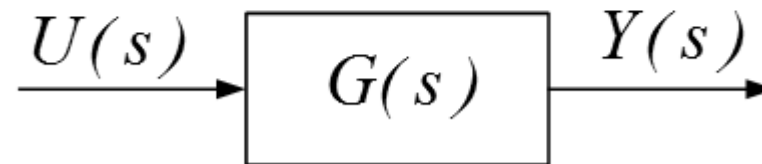
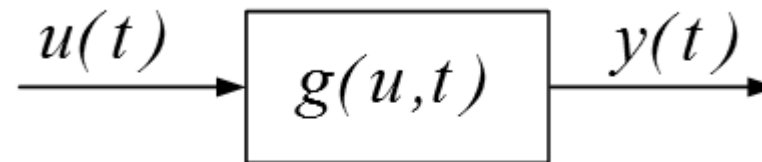
- ☞ Informação da Variável de Saída
- ☞ Comparação com a Variável de Referência
- ☞ Determinação do Sinal de Controle

### ◆ Sistema em Malha-Aberta

- ☞ Sinal de Controle Independe da Saída do Sistema

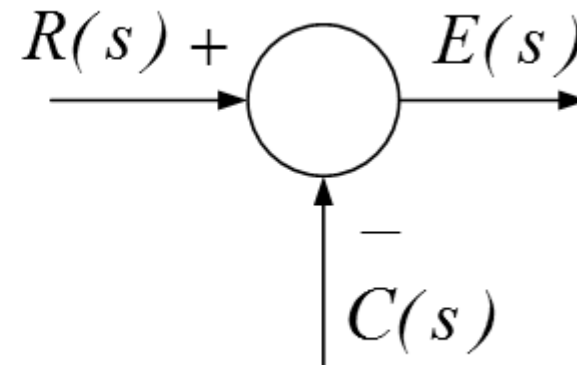
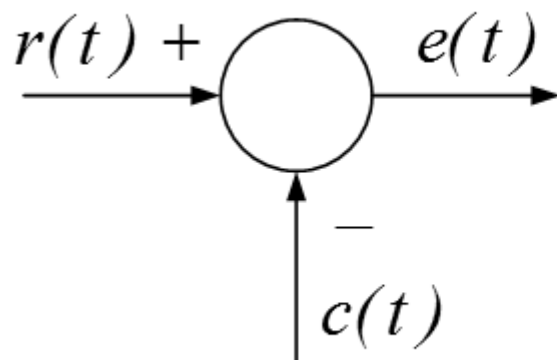


# Diagramas de Blocos



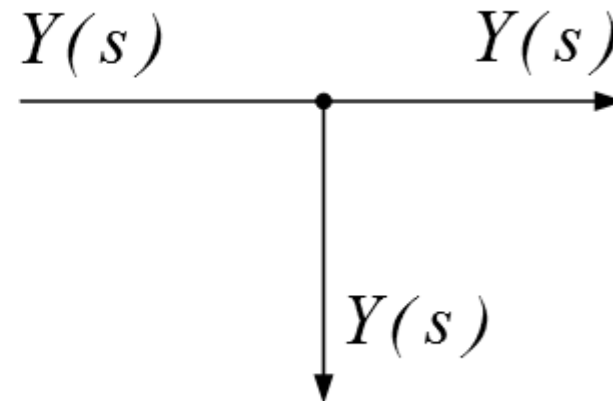
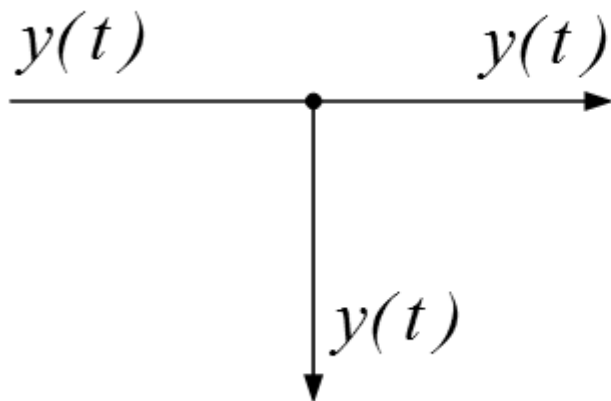


# Diagramas de Blocos - Somadores



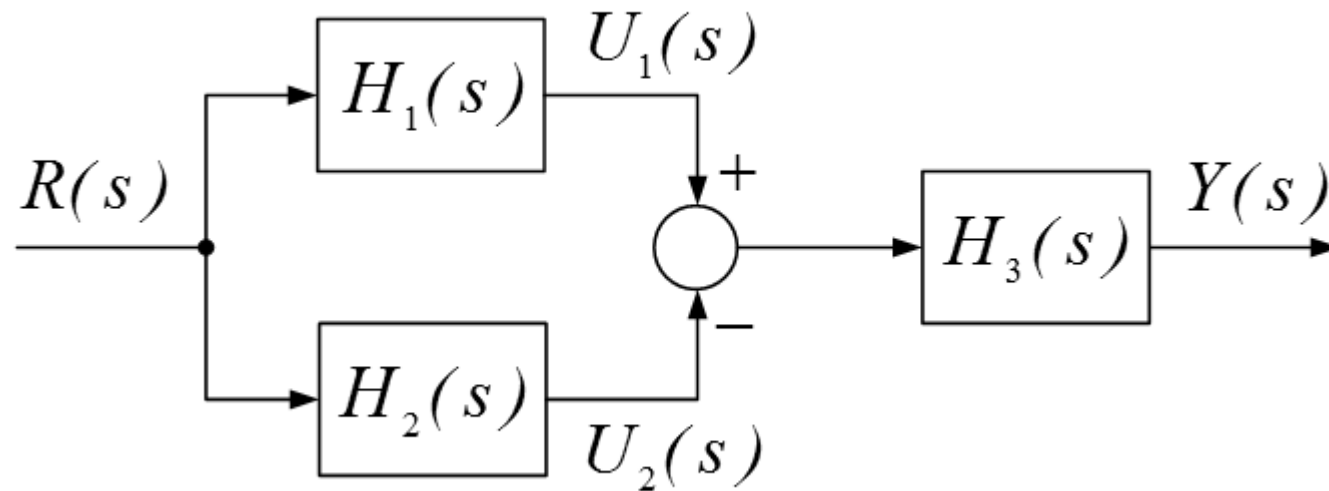


## Diagramas de Blocos - Nós



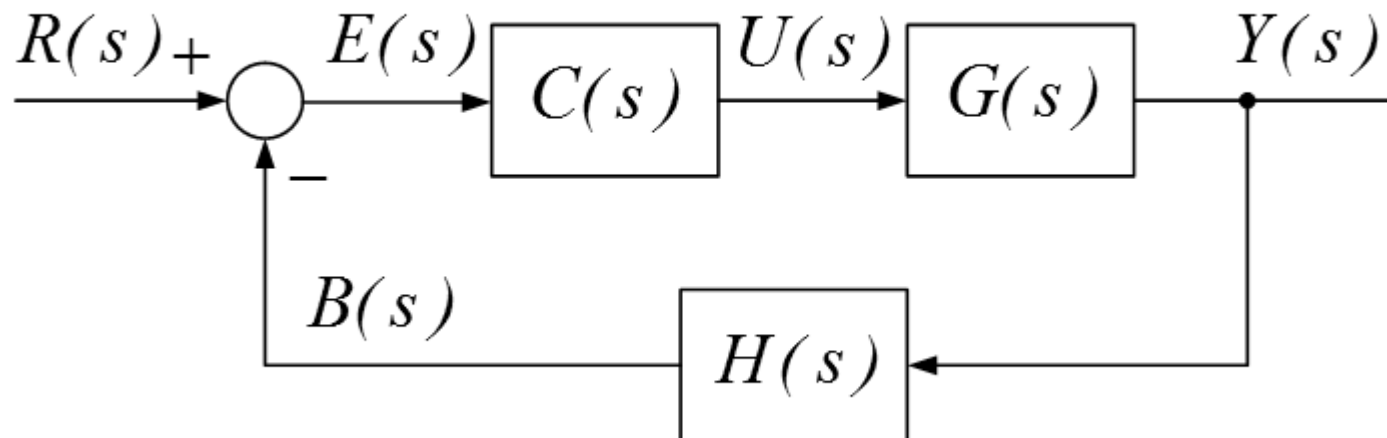


# Sistemas de Controle em Malha-Aberta





# Sistemas de Controle em Malha-Fechada





# Sistemas de Controle em Malha Fechada

