

Controle de Sistemas Dinâmicos

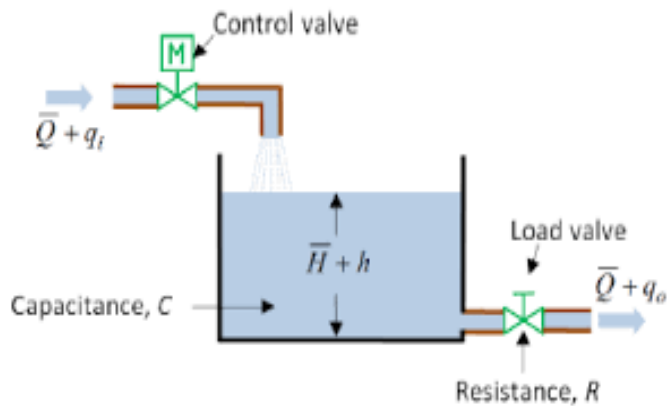
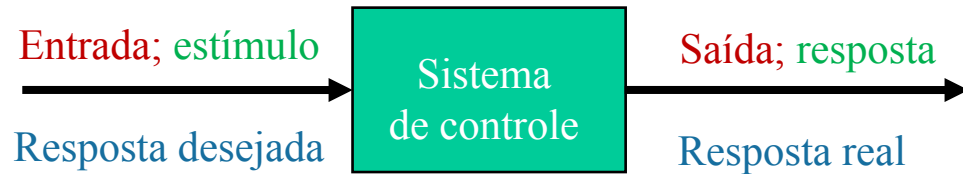
CSD1–Introdução

Prof. Adolfo Bauchspiess
ENE/UnB

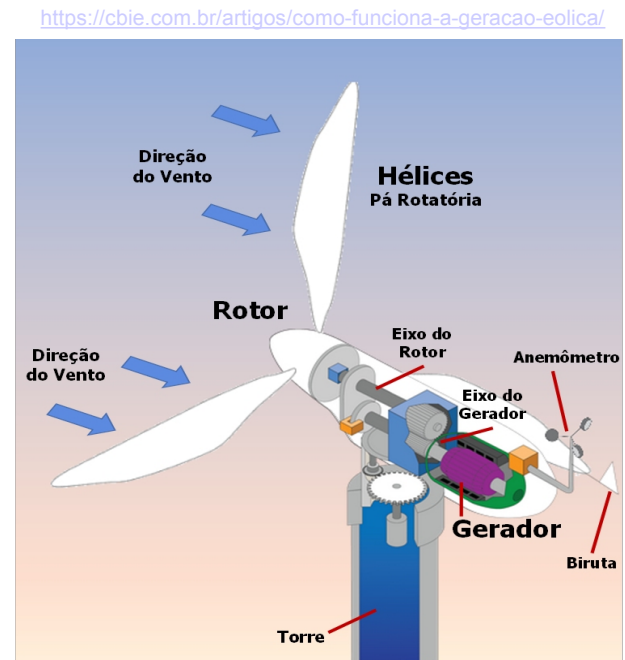
(Material de aula *Complementar*, adaptado
parcialmente de Nise – Eng. de Sist. de Controle)

Fig. 1.1

Descrição simplificada de um sistema de controle



“Sistema” Nível de Líquido



“Sistema” Gerador Eólico

Entrada? Saída? Resposta desejada? ... ??

Fig. 1.5

Sistema "Elevador"

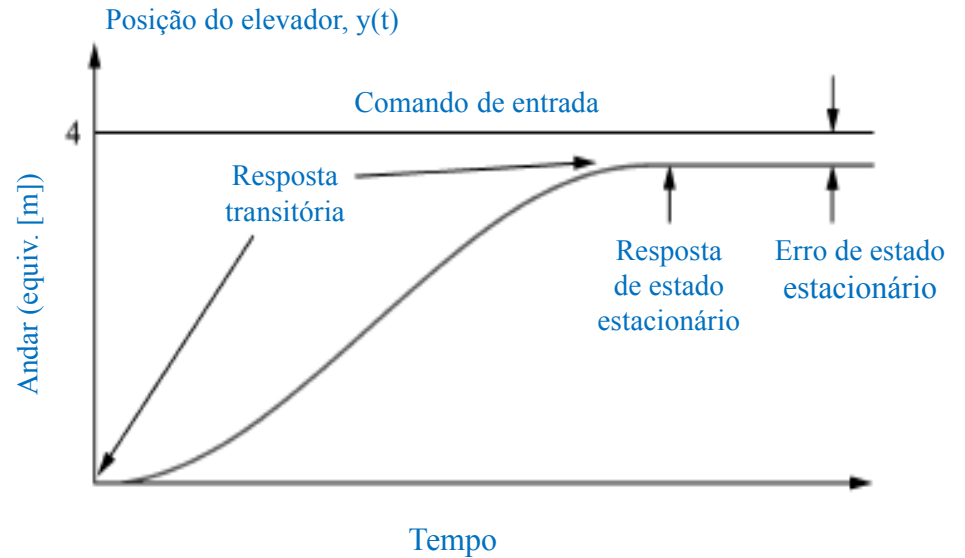
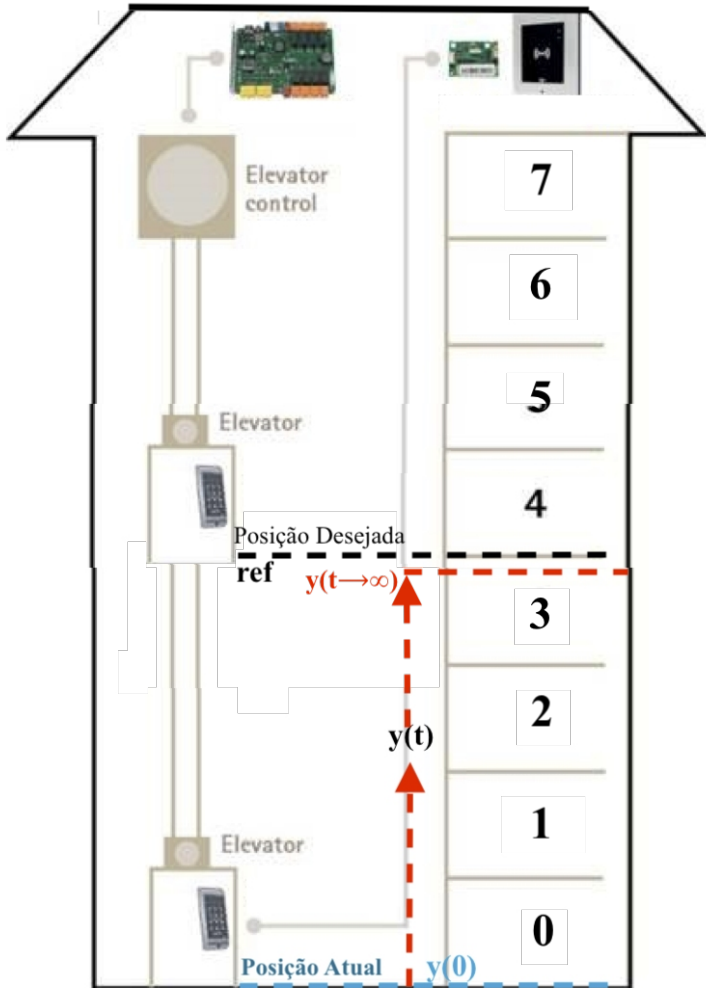
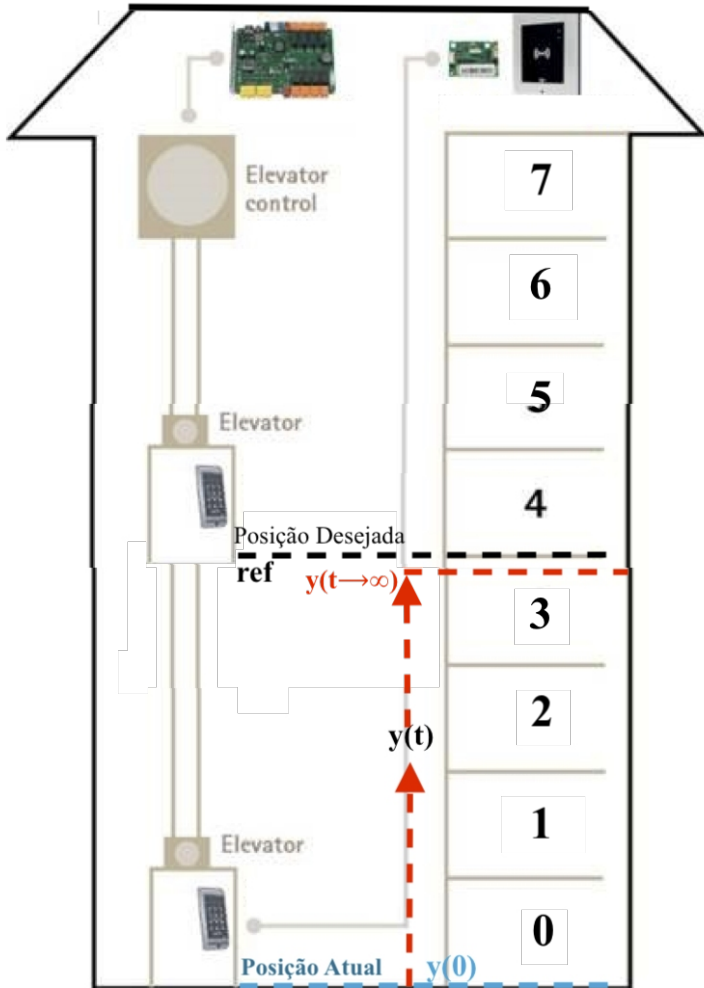


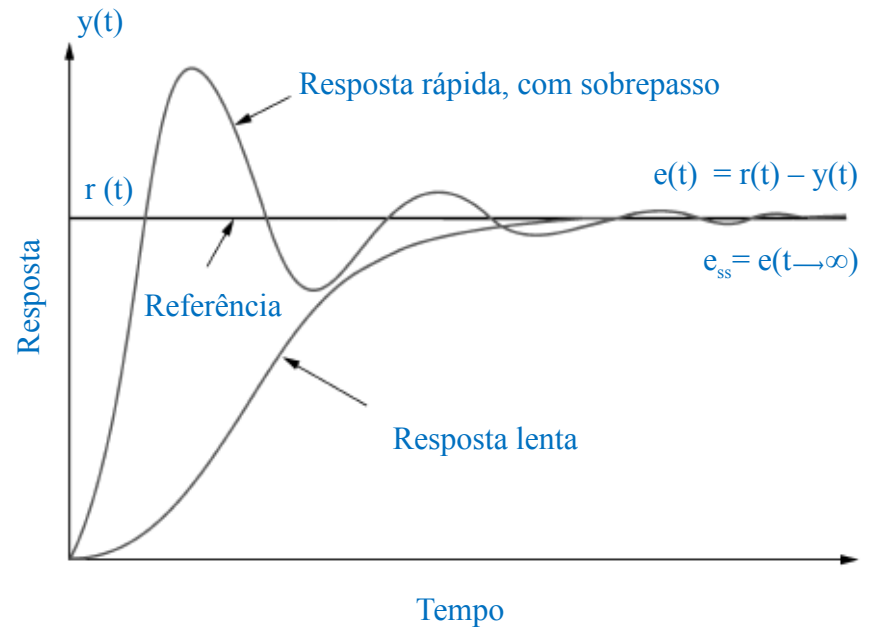
Fig. 1.5

Entrada e saída - Elevador



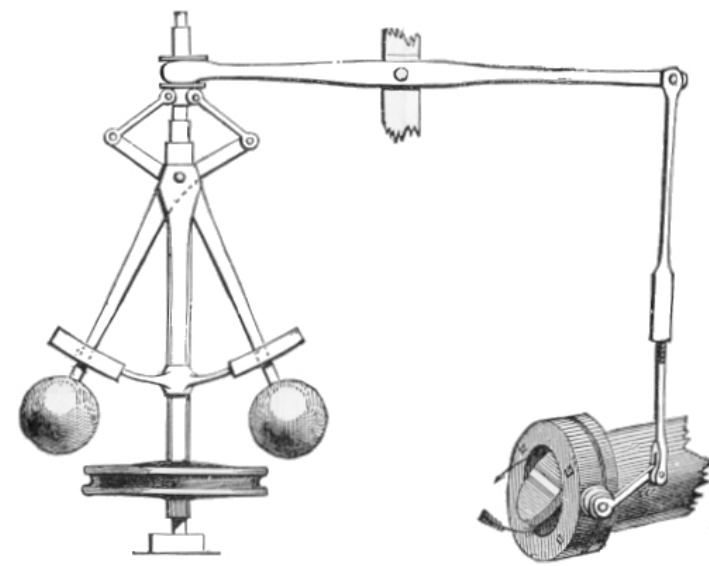
Controle em Malha Fechada:

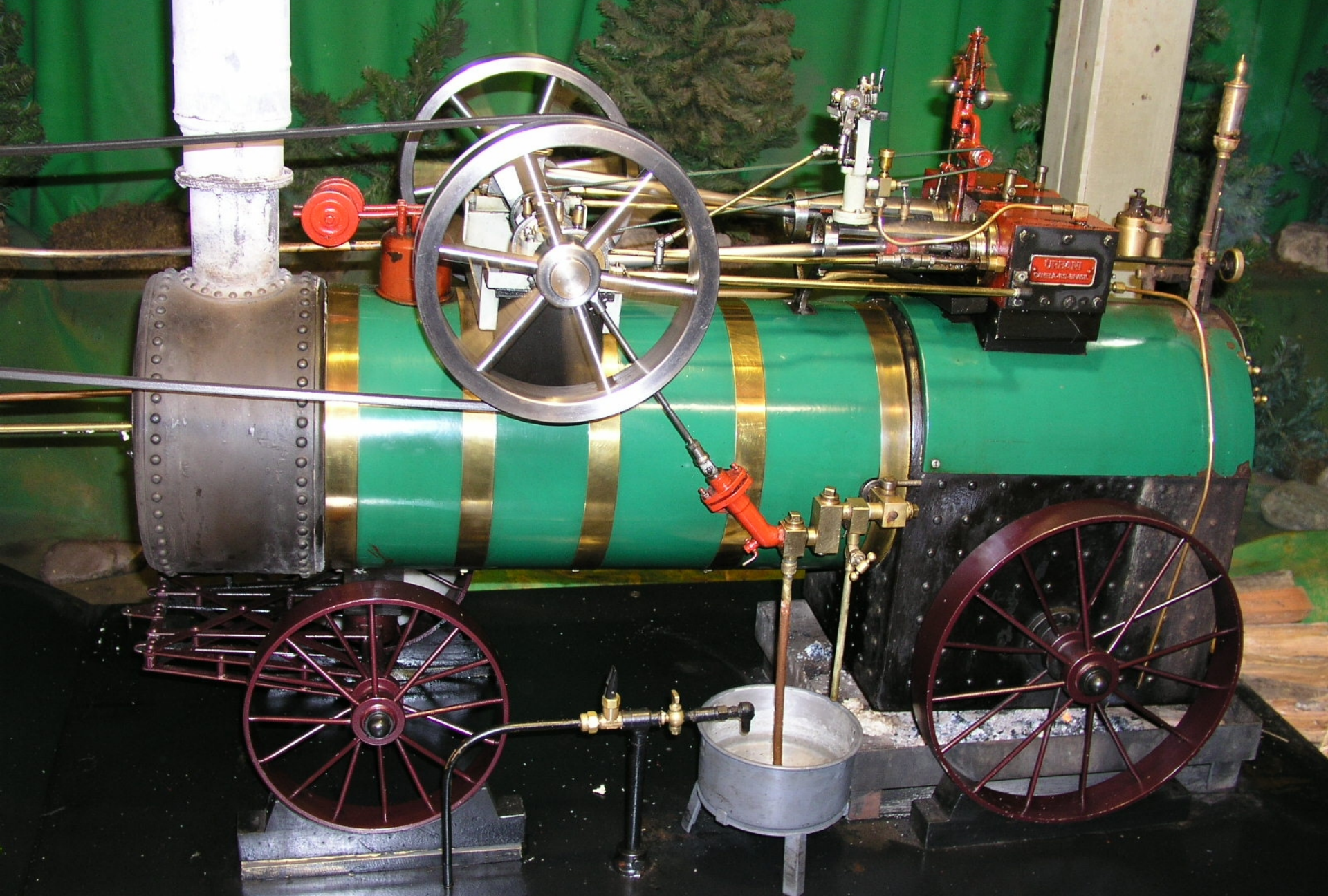
- ⇒ redução do erro
- ⇒ ajuste da velocidade da resposta



Marcos Históricos

- 1788 James Watt
 - Controlador centrífugo de velocidade
 - máquina a vapor
- 1932 Nyquist
 - Estabilidade em malha fechada a partir da resposta senoidal
- ~1940 Bode, Nyquist
 - Métodos de resposta em frequência
- 1948 Evans
 - Método do Lugar Geométricos das Raízes

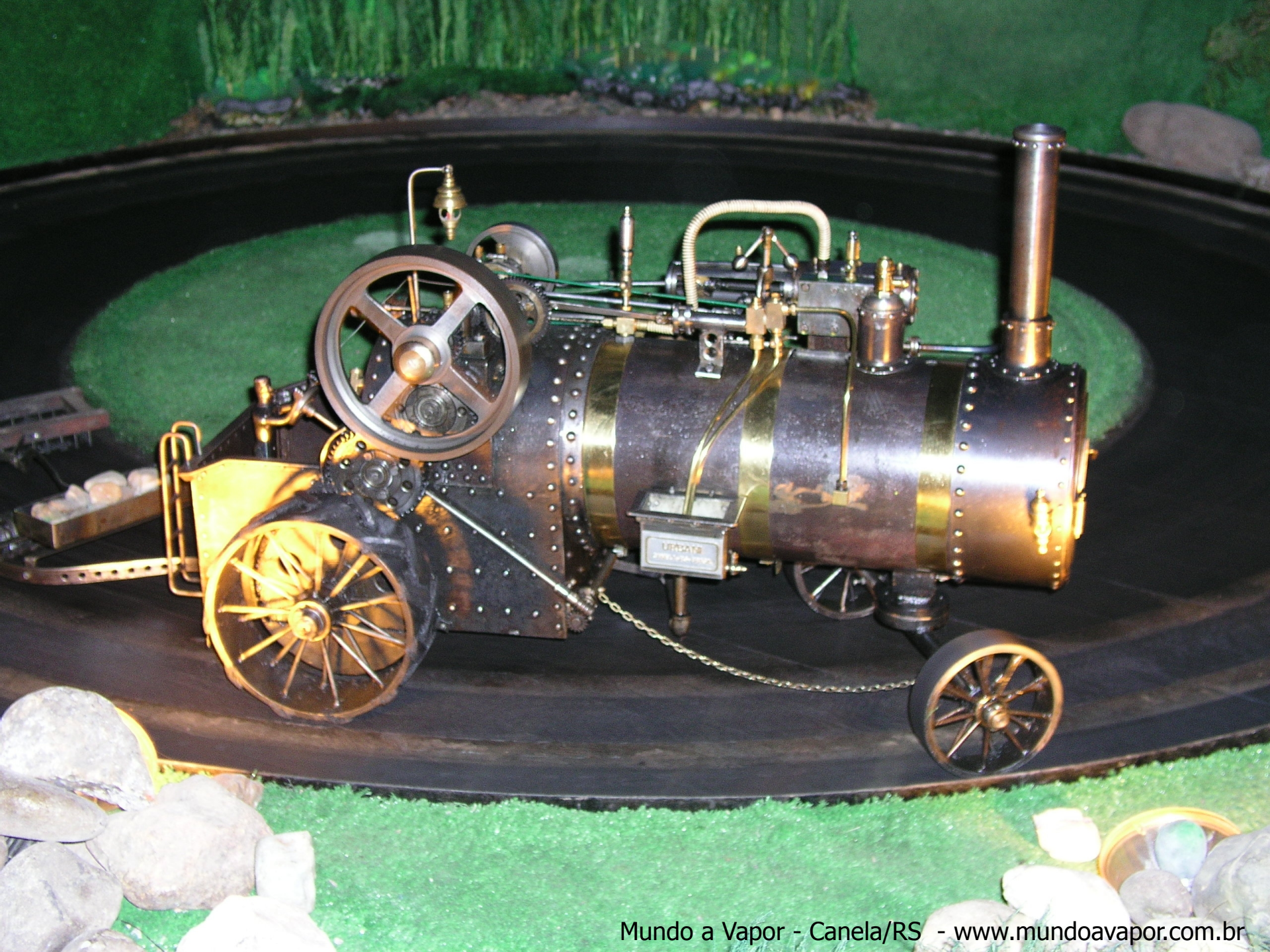






TANQUE DE MASSA
(POLPA)

Defibrador de
MADEIRA





D

ROCHA BRUTA

BRITA 2

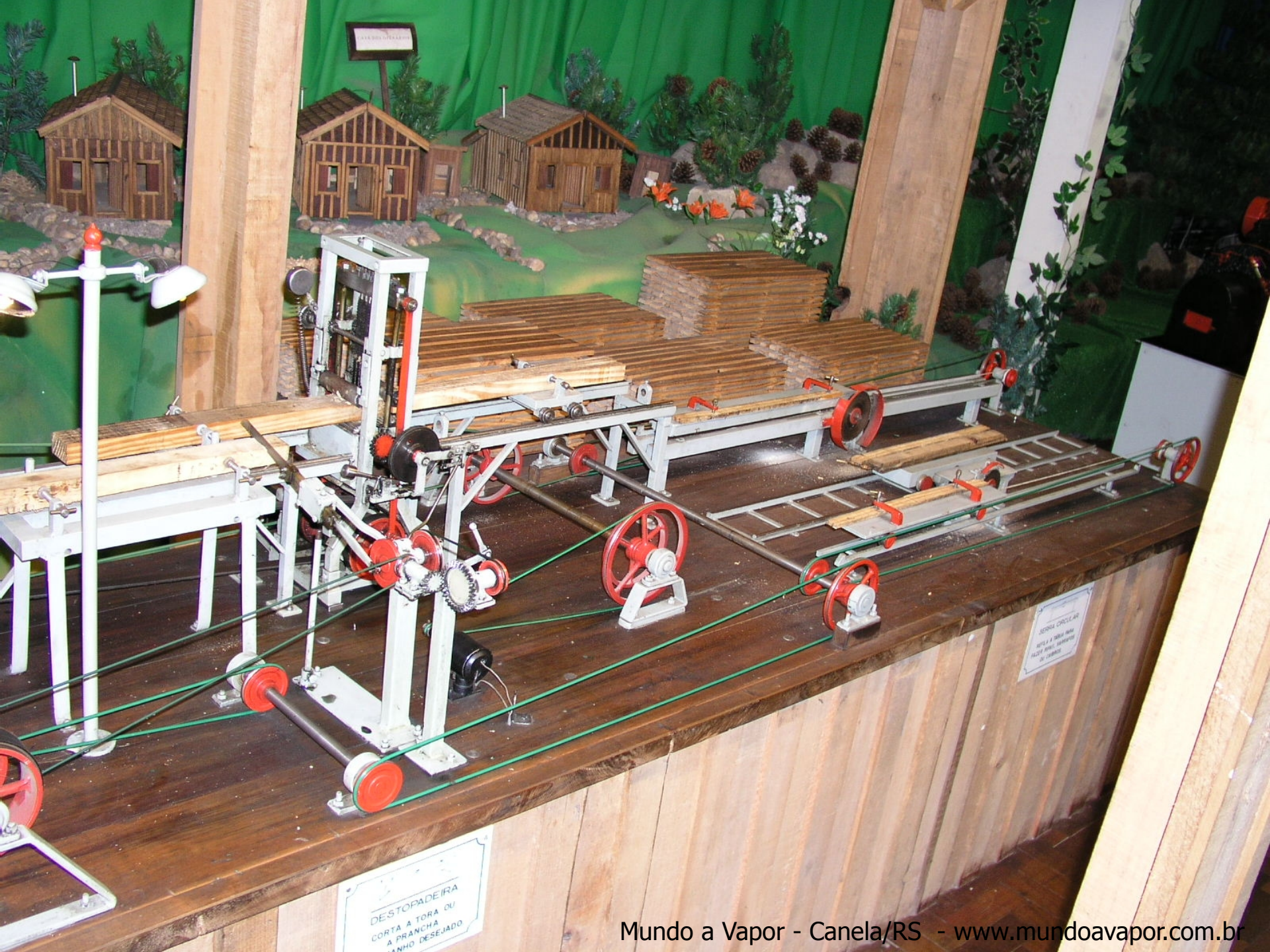
BRITA 3

BRITA 4

PEDRISCO

MOTORES
MÁQUINA A VAPOR COM UM CILINDRO
DE FLUXO ALTERNADO
POTÊNCIA 30 CV
CÂMBIO 10 VELAS
CONSUMO 200 LITROS ÁGUA VAPOR 100 L
FABRICAÇÃO INGLÊSA
ANO 1885

BRITADOR
BRITADOR DE MANDÍBULA QUE TRITURA
A PEDRA E JOGA O PRODUTO
PARA O CILINDRO



DESTOPADEIRA
CORTA A TORA OU
A PRANCHA DE
ANHO DESEJADO

MORREIA CIRCULAR
CORTA A TORA PARA
FABRIL DE MADEIRA
DE TORRES

Sistemas de Controle Automático

- Piloto automático aviões
- Robótica
- Processos industriais
 - Pressão
 - Temperatura
 - Umidade
- Processos de fabricação



~1900: 40% da mão de obra na agricultura. Atualmente: USA < 2%; Br ~10%



Revolução Verde
+
Automação

Maior parte “desta”
mão de obra
tem profissões que
não existiam em 1900!



Profissões do Futuro? IOT, AI,...

Alguns Sistemas de Controle:



Telecomunicações

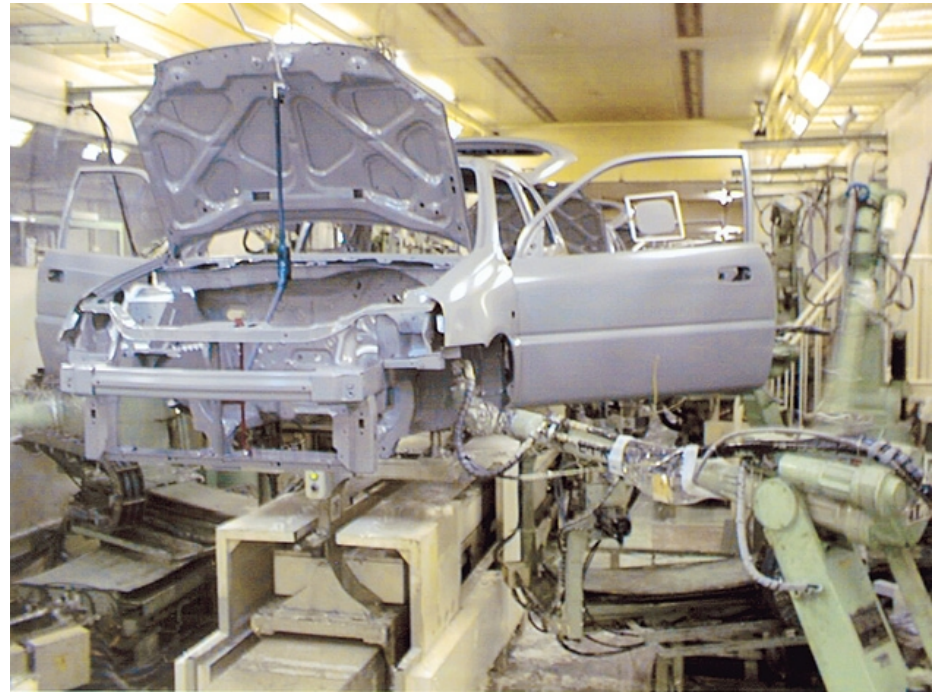
Orientação de satélites e antenas



Robótica



Soldagem Laser & Selagem



Controle de Processos

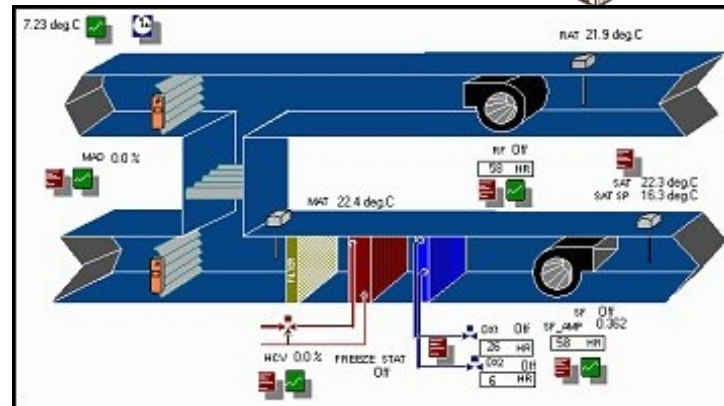
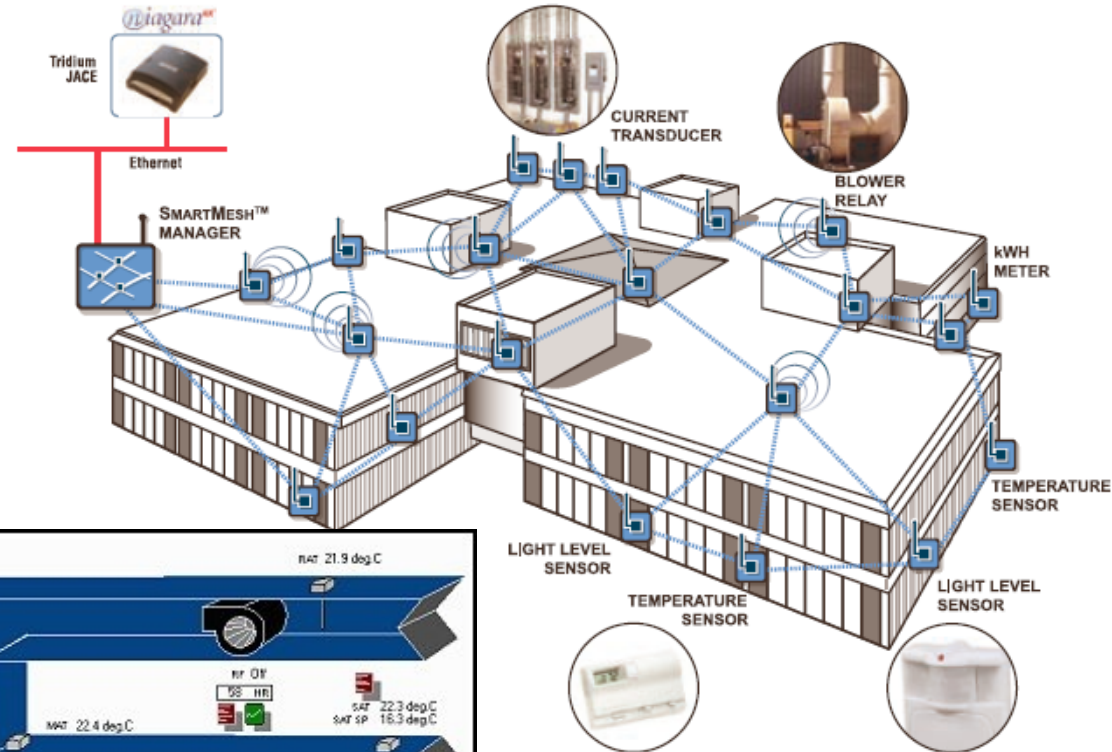
SCADA

Supervisory
Control
and
Data
Acquisition



Automação Predial

Building Automation: Energy Management



Fonte: www.dust-inc.com

Conforto Térmico
Segurança
Racionalização de Energia

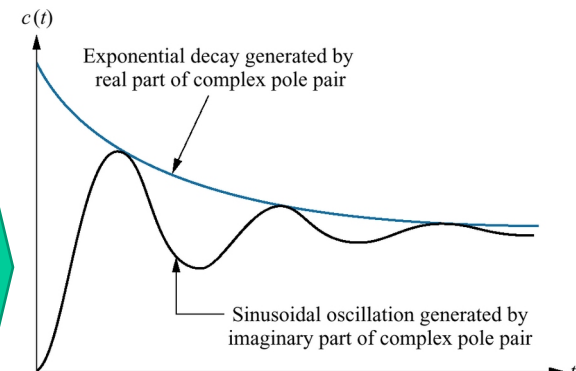
Sistemas de Controle

Estudo de um Sistema Físico

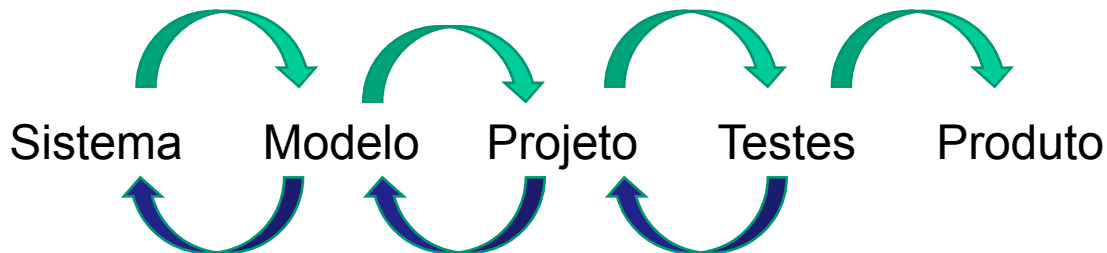
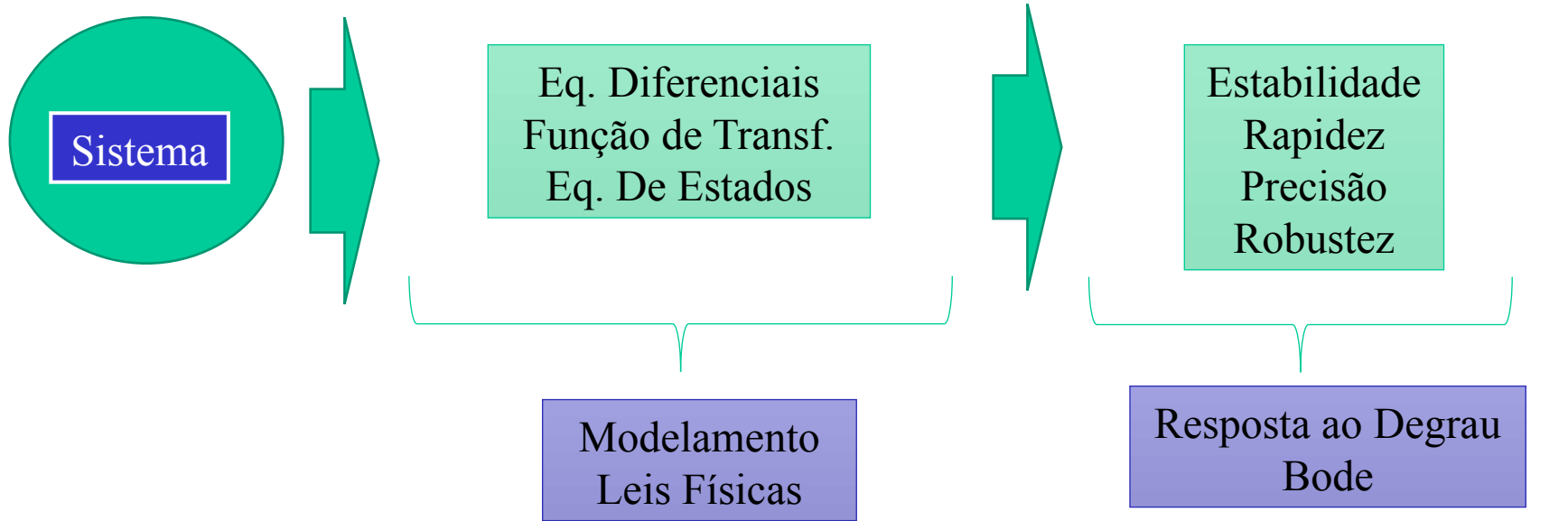
- Modelamento Físico
- Formulação Matemática
- Análise Dinâmica



$$G(s) = \frac{s + b}{s^3 + 2\alpha Ts + 1}$$



Projeto de Controladores



Síntese é um
Processo
Iterativo !!

Classificação de Sistemas de Controle



- Lineares x não-lineares
 - Faixa de operação linear → superposição
- Invariantes x variantes no tempo
 - Foguete → redução da massa
- Contínuo x discreto (clock)
- Parâmetros concentrados x p. distribuídos – EDO x EDP
- Determinísticos x Estocásticos (ruído)

Disciplinas de Controle ENE/UnB

- Controle Clássico (CSD)
 - Resposta em frequência, Lugar das Raízes
- Controle Moderno (CEE)
 - Variáveis de estado, sistemas multidimensionais, computadores digitais

Reforma Curricular:

(CSD \Rightarrow Eng. Elétrica)

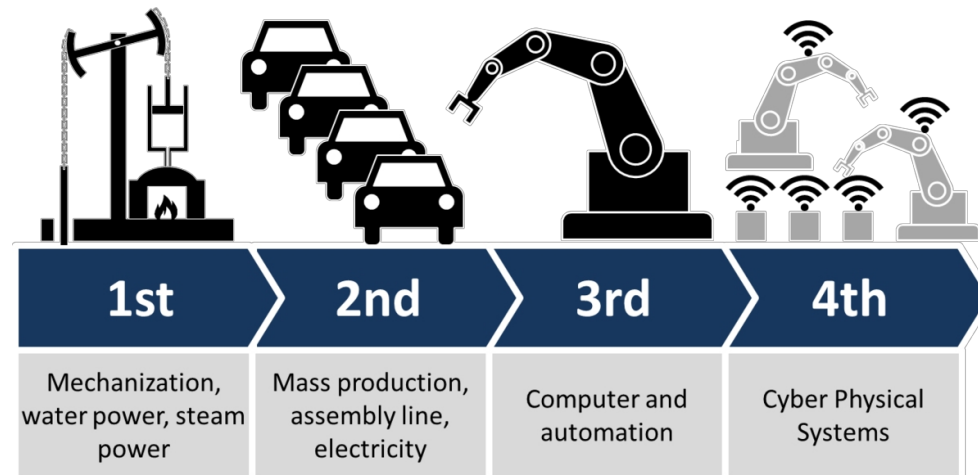
(CDin = CSD + CEE \Rightarrow Eng. Mecatrônica)

- Controle Inteligente (ICIN/Inteligência Comp.)
 - Redes Neurais Artificiais, Deep Learning, Reinforcement Learning, Fuzzy, Comp. Evolutiva

Cyber-Physical Systems



- Breakthrough**
1. Steam
 2. Electricity
 3. Computer
 4. Digitalization
 5. AI (?)



THE 4 STAGES OF IOT MATURITY



Monitoring



Control



Optimization



Autonomous



https://www.slideshare.net/mazlan1/introduction-to-iot-smart-city/18-FUNCTIONAL_VIEW_OF_IOTTECHNOLOGIES

M

C

O

A