

INTRODUÇÃO E CONCEITOS

- *BREVE HISTÓRIA DO CONTROLE*
- *SISTEMA DE CONTROLE EM MALHA ABERTA*
- *SISTEMA DE CONTROLE EM MALHA FECHADA*

HISTÓRIA

- Grécia antiga (300AC):
 - relógio de Katesibios
 - lâmpada de óleo de Phiton
- Época intermediária:
 - (idade das trevas)
 - 1620: Sistema de controle de temperatura de Drebbel na Holanda (incubadeira de Drebbel)

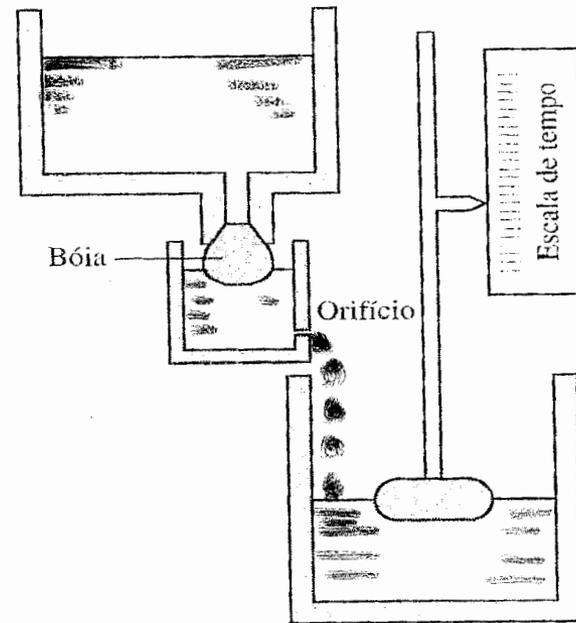
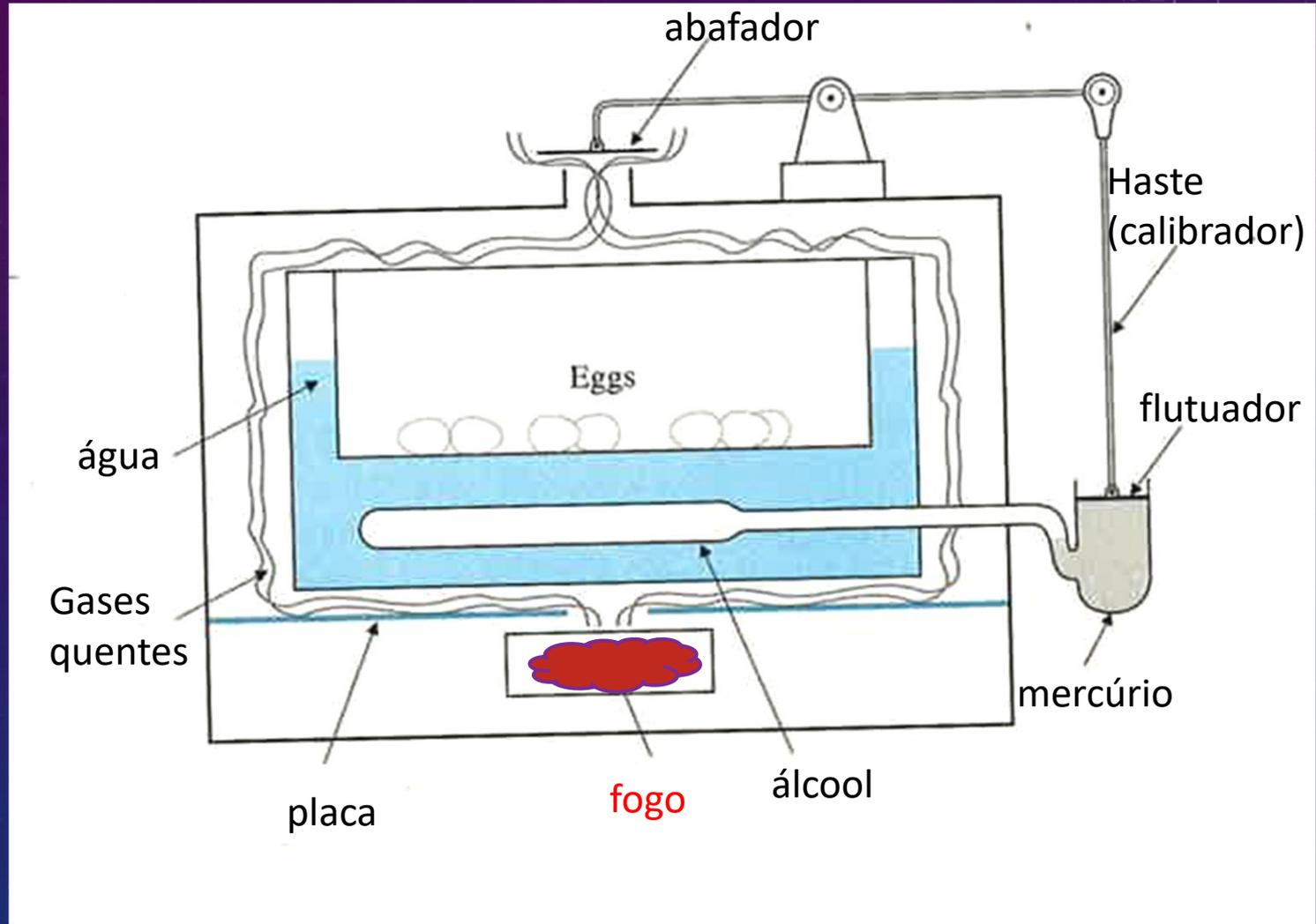


Fig. P1.11 Relógio de água. (De Newton, Gould e Kaiser, *Analytical Design of Linear Feedback Controls*. Wiley, New York, 1957, com permissão.)

HISTÓRIA (CONTINUAÇÃO)

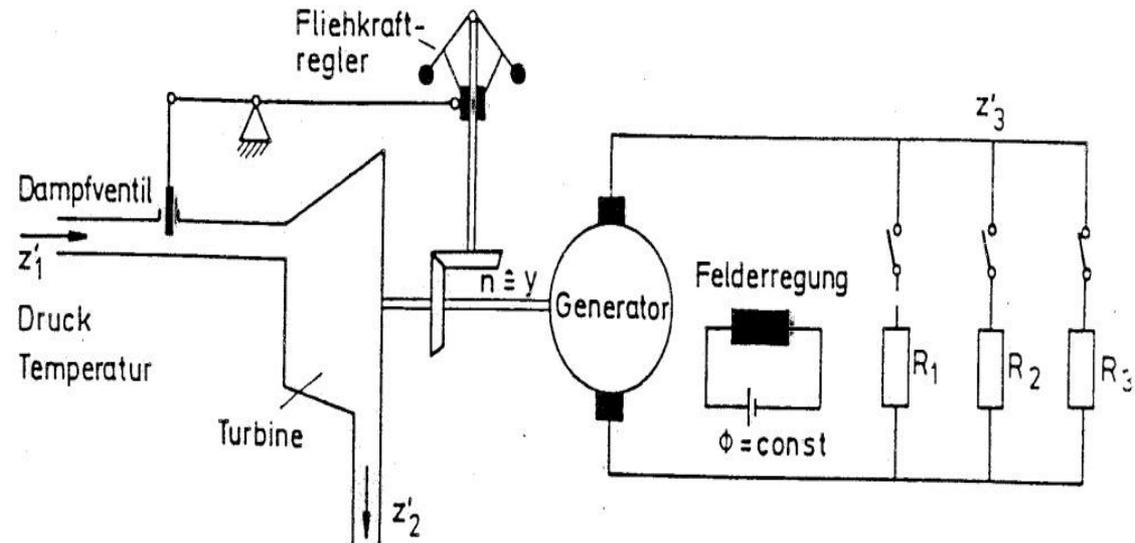
água



HISTÓRIA (CONTINUAÇÃO)

Revolução Industrial:

- Pêndulo de Watt para o controle de máquina a vapor (1769)
- J.C. Maxwell (1868) formulou o modelo matemático do controle da turbina a vapor e o primeiro estudo de estabilidade de sistemas realimentados.



HISTÓRIA (*CONTINUAÇÃO*)

4. Segunda Guerra

(*Controle Clássico* → *domínio da frequência*)

Sistemas Mecânicos: hidráulicos, pneumáticos

(SISO)

- Linha de montagem da Ford
- Bode: realimentação
- Nyquist: estabilidade
- aparecimento dos sistema de controle numérico (CNC) no MIT
- Primeiro robô industrial (George Duval)-1954

HISTÓRIA (CONTINUAÇÃO)

5. 1955 →

(*Controle Moderno* → domínio do tempo.)

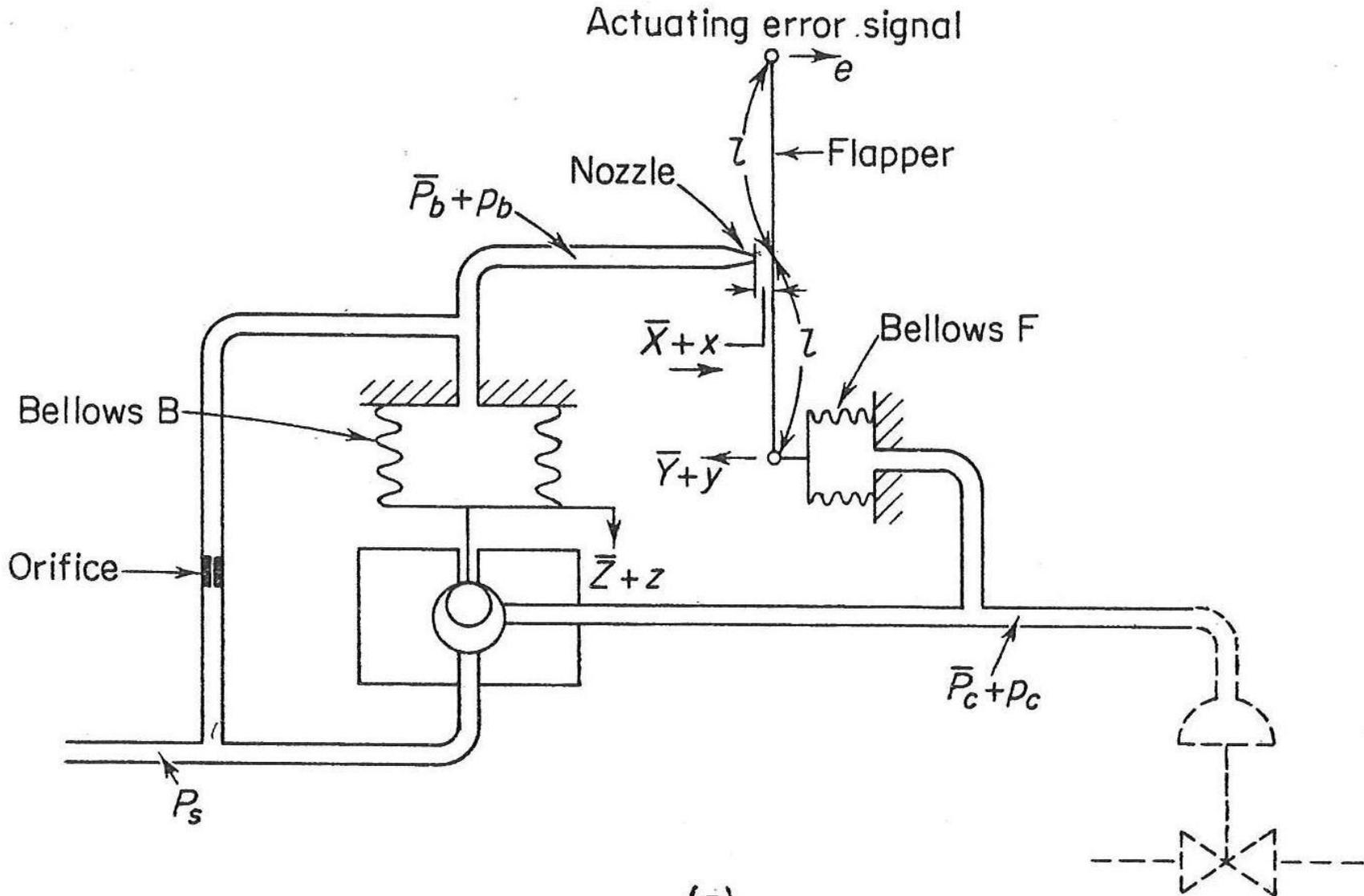
- Lyapunov (1893)
- 1957- Sputnik
- aparecimento do computador (1960-.....)

Sistemas mecatrônicos ou eletrônicos

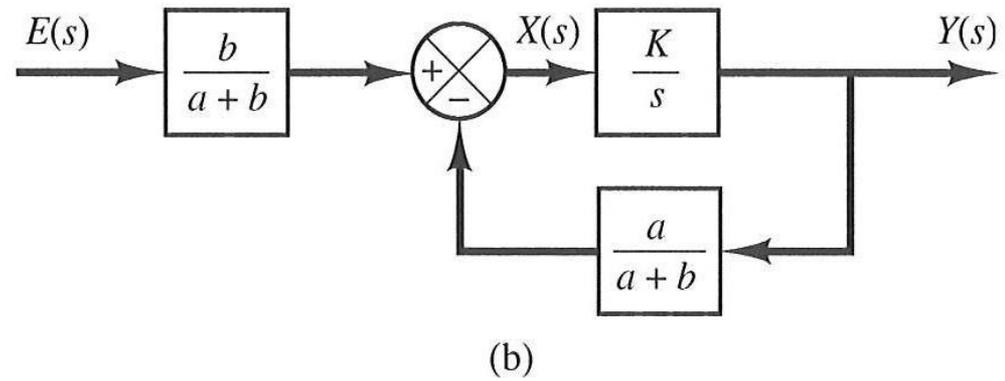
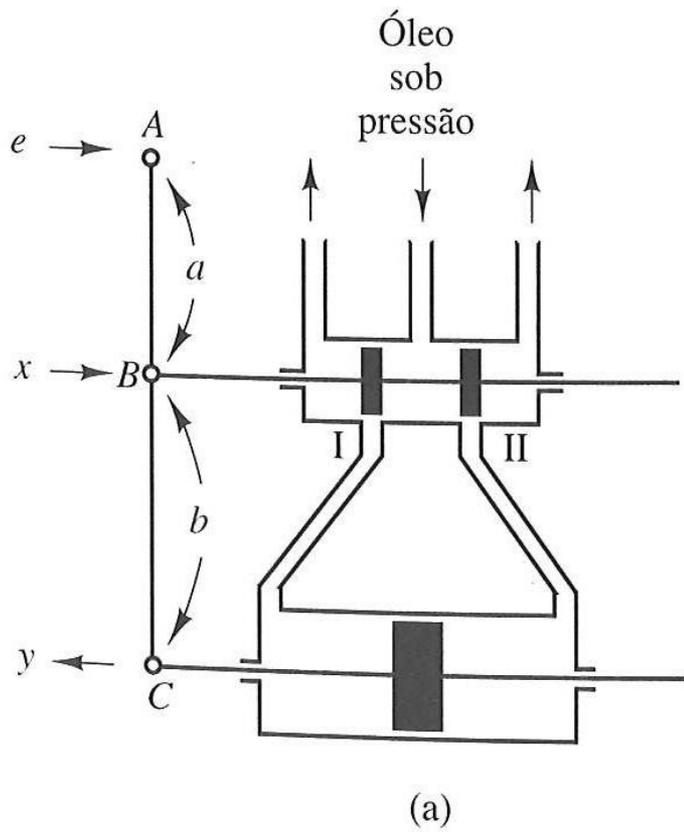
(atuação sempre mecânica)

- Voos russos tripulados
- Congresso de Automação em Moscou (1960)
- Espaço de Estados

CONTROLADOR PNEUMÁTICO P



HIDRÁULICO *P*



ATUAÇÃO: MECÂNICA

- lemes
- bocal de empuxo de foguetes e navios
- suspensão ativas e semi-ativas
- pressurização de cabines de avião
- troca de marcha automática em veículos
- processos fermentativos
- motor de combustão interna
- propulsores em aviões, navios e plataformas flutuantes

HISTÓRIA (*CONTINUAÇÃO*)

6. 1980 →

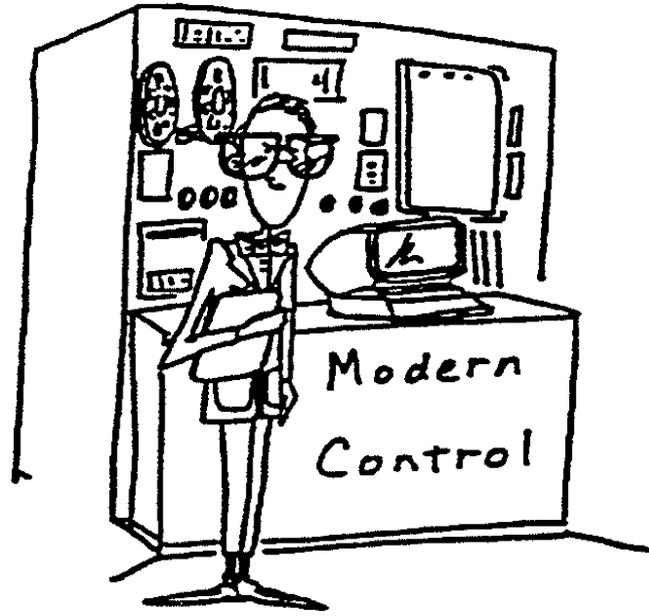
Controles Avançados:

- Controle Adaptativo, Controle Inteligente, Controle Robusto,
- Controle Não-linear: modos deslizantes, feed-back linearization, fuzzy...

40's - 50's →



60's - 70's →



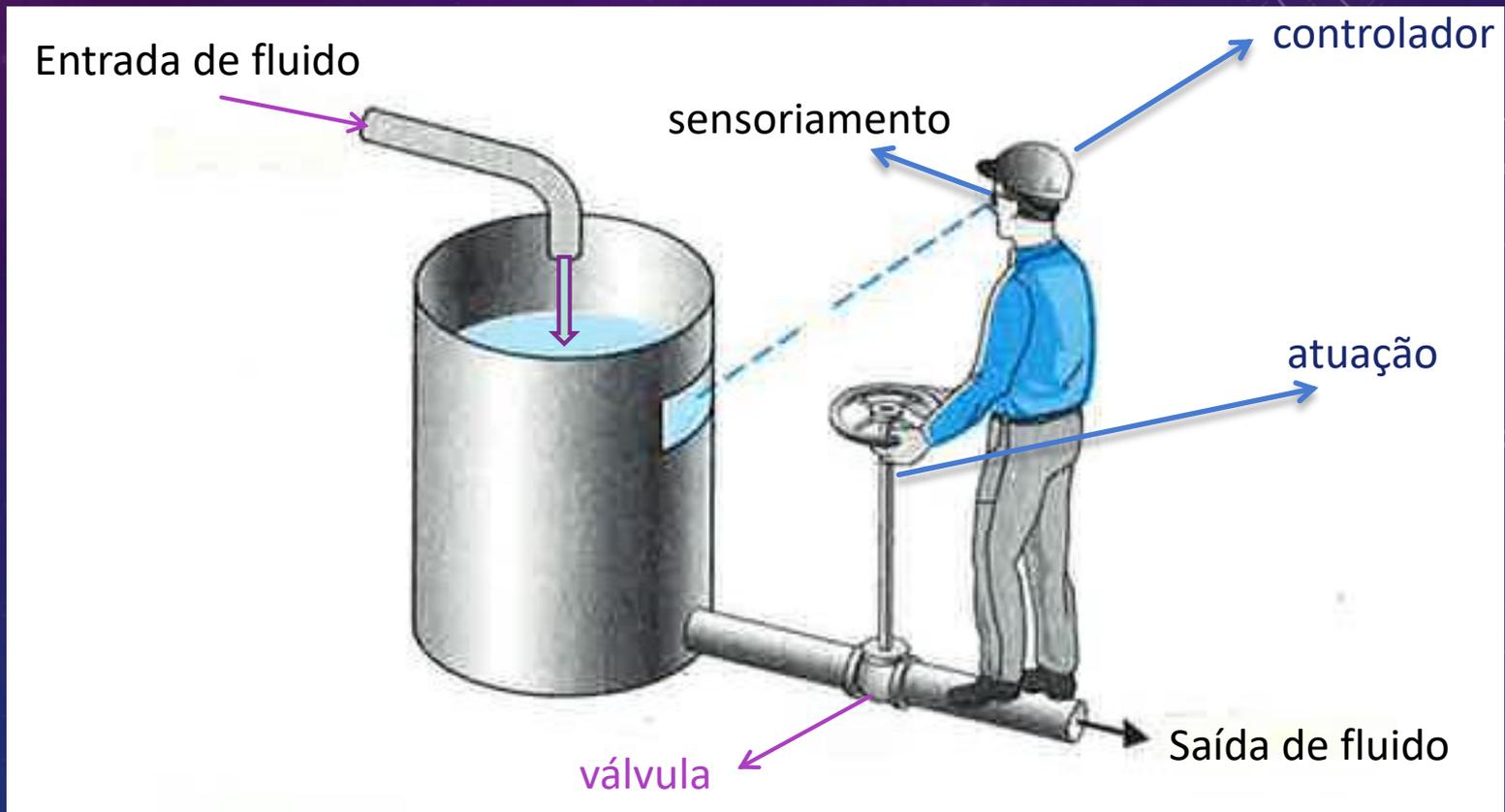
80's - 90's →



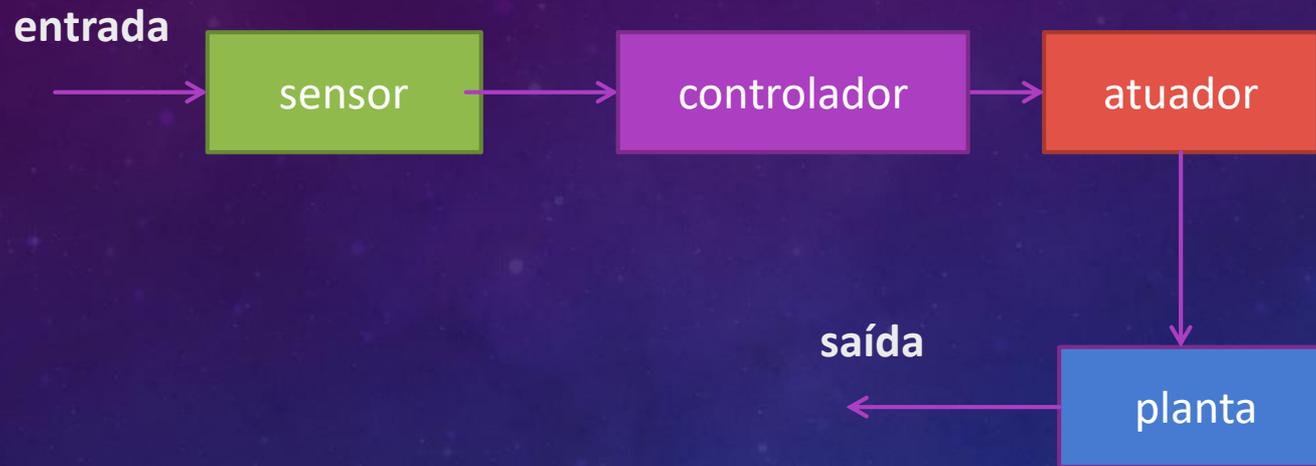
2000 →



MÁXIMA: PARA CONTROLAR É PRECISO MEDIR E ATUAR **ADEQUADAMENTE** SOBRE O SISTEMA.

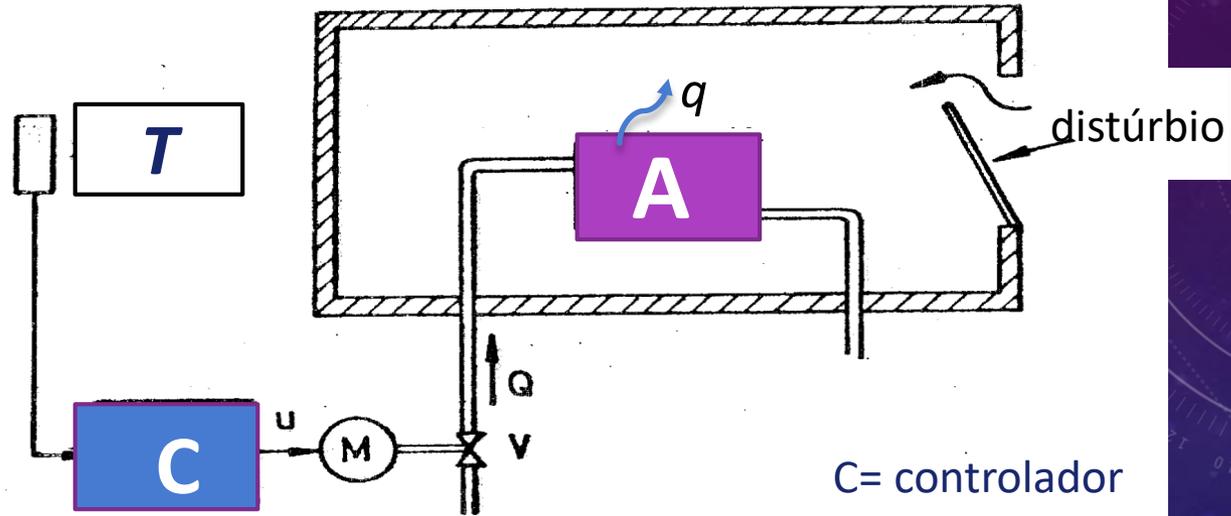


Máxima: para controlar é preciso medir e atuar **adequadamente** sobre o sistema.

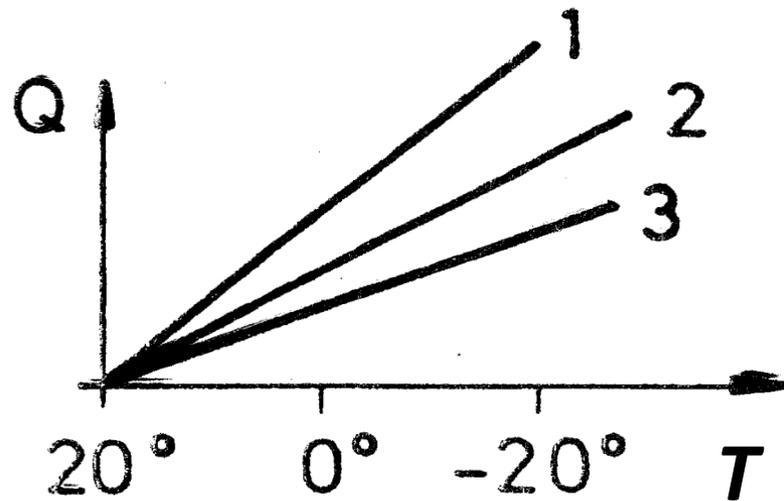


- Planta: sistema a ser controlado
- Sensor: instrumento de medida (mede as variáveis a serem controladas)
- Controlador: determina a ação para alterar o comportamento da planta
- Atuador: equipamento que age na planta

Sistema em malha aberta



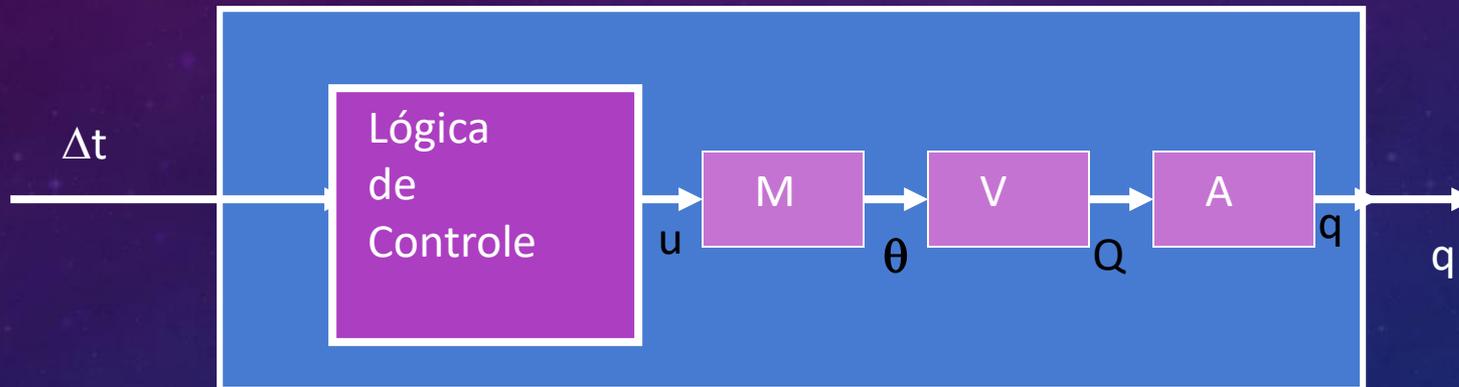
C= controlador
A= radiador
M= motor
v = válvula
T= termômetro
Q = vazão
q = calor



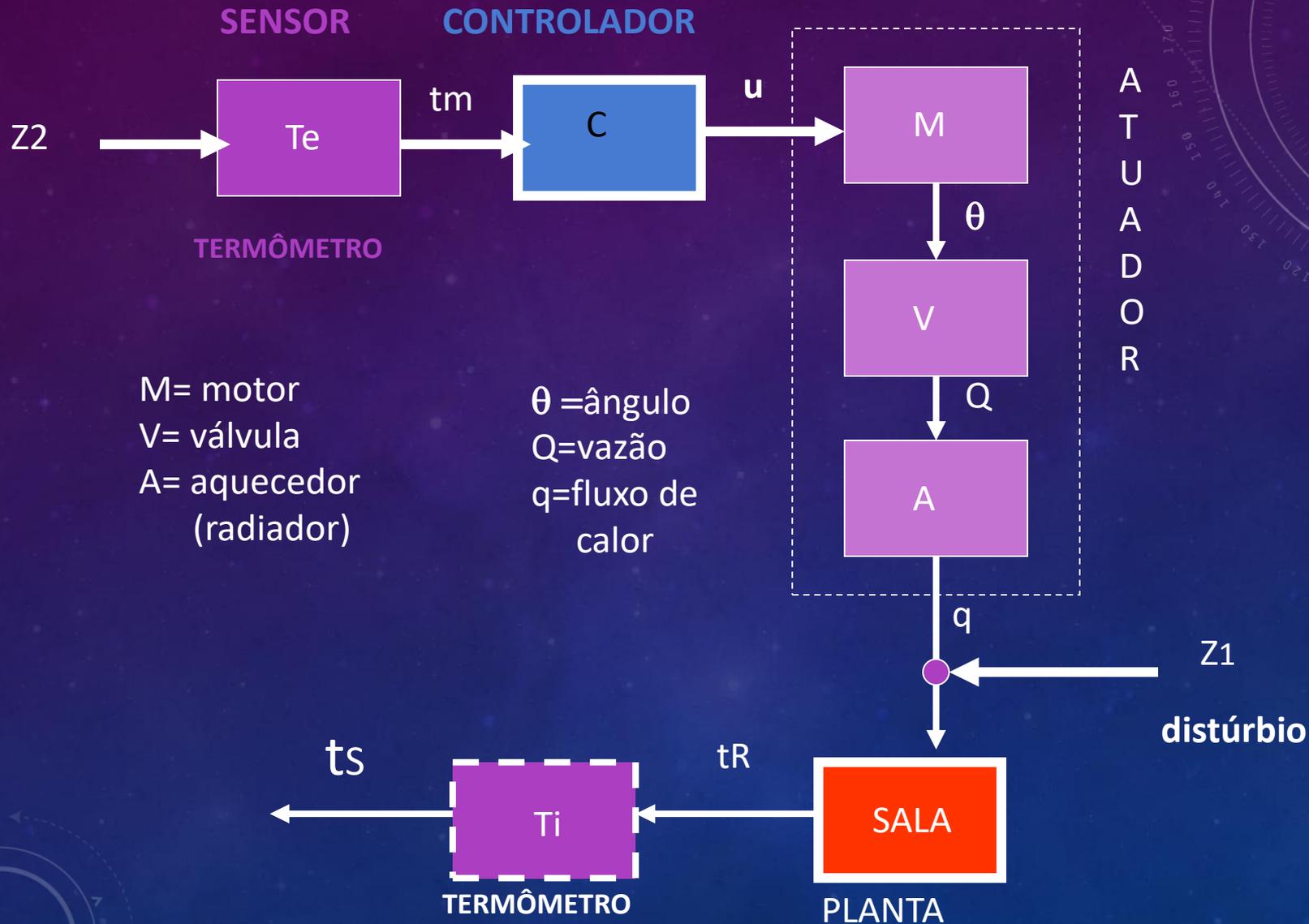
Sistema em malha aberta

Sistema em malha aberta

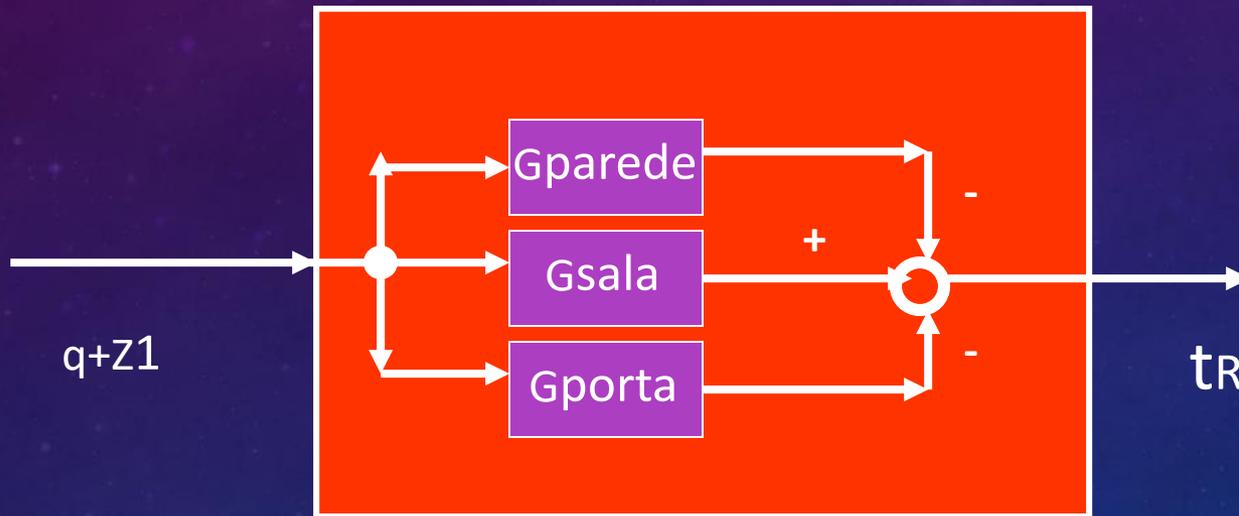
CONTROLADOR+ ATUADOR



Sistema em malha aberta

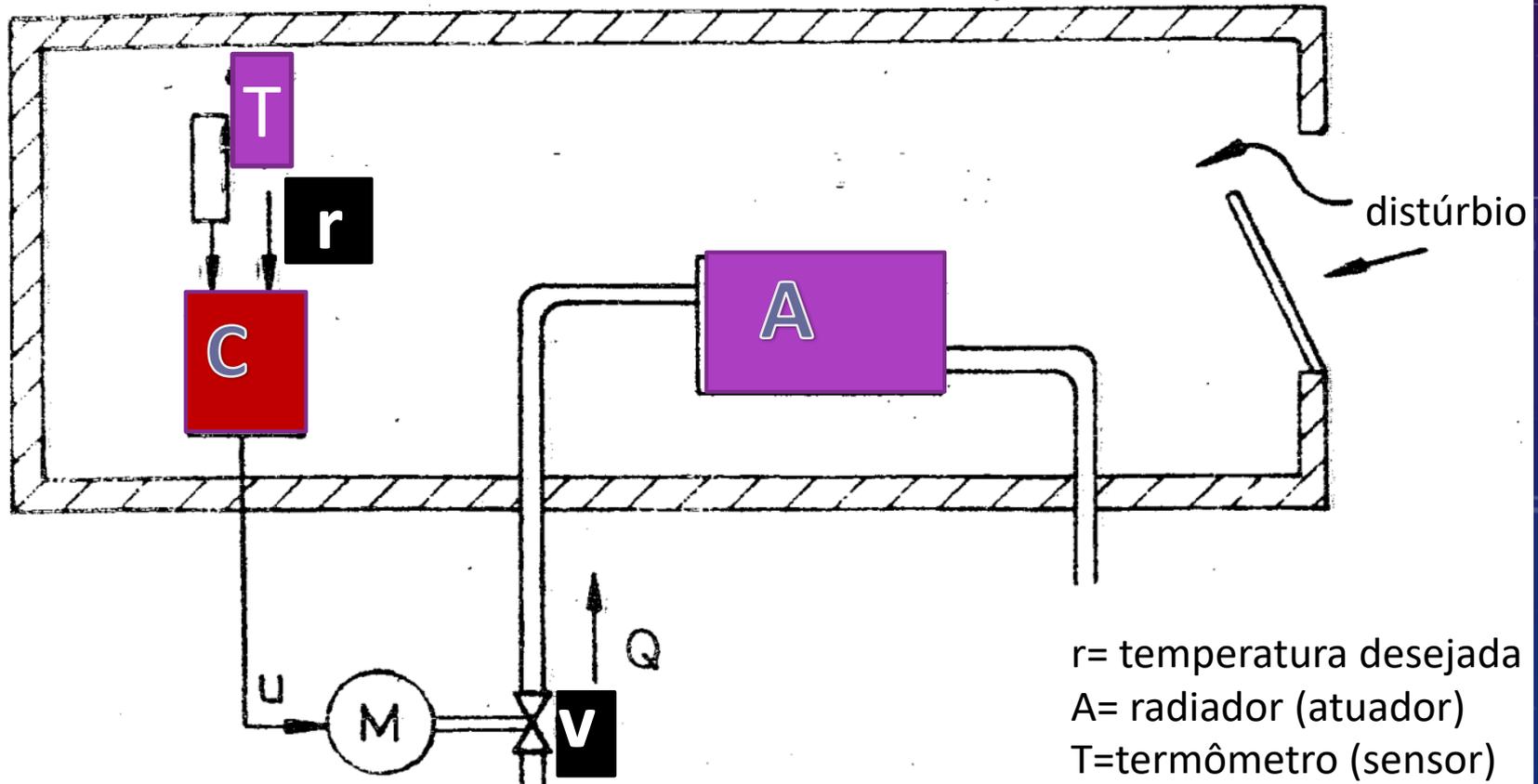


SUBSISTEMAS



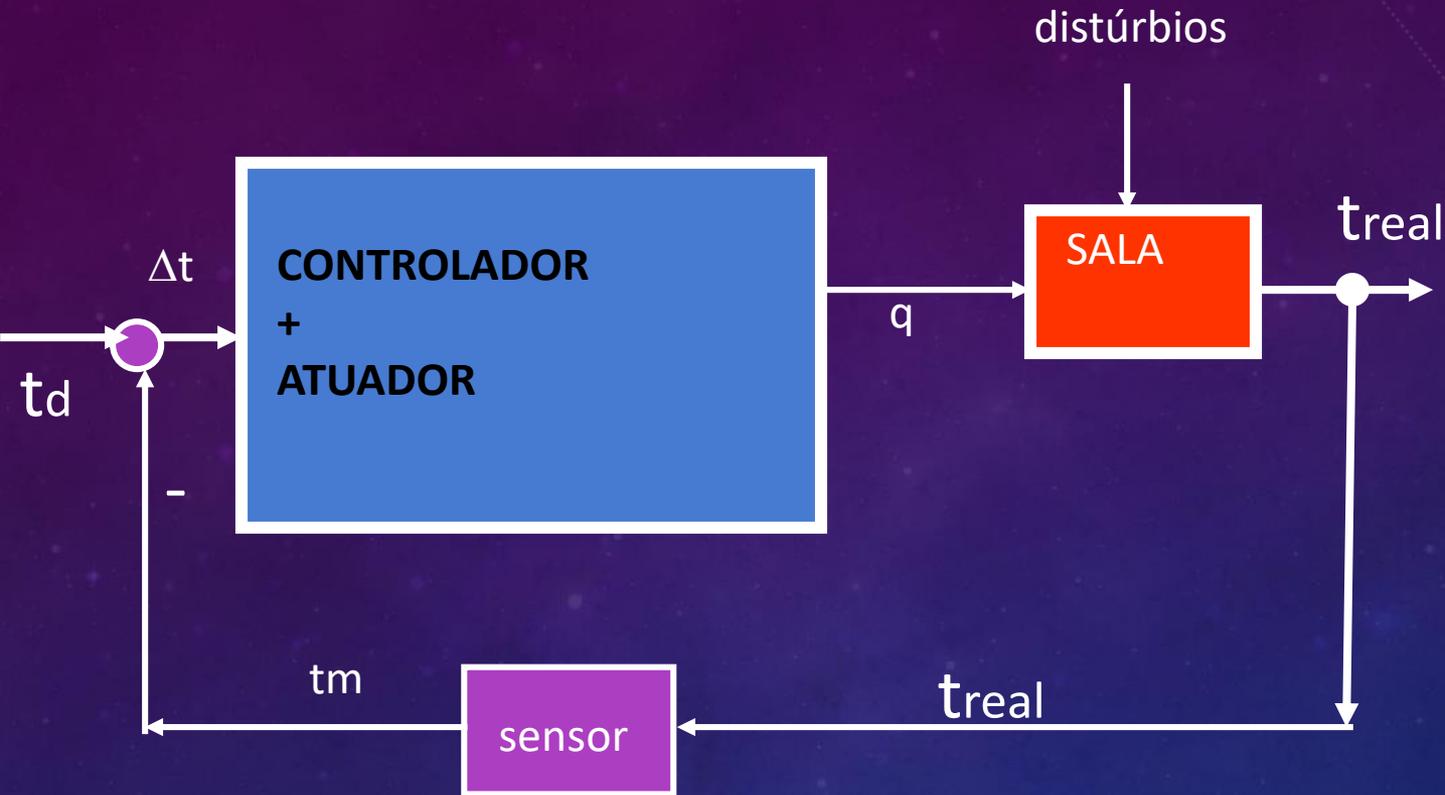
PLANTA

SISTEMA EM MALHA FECHADA



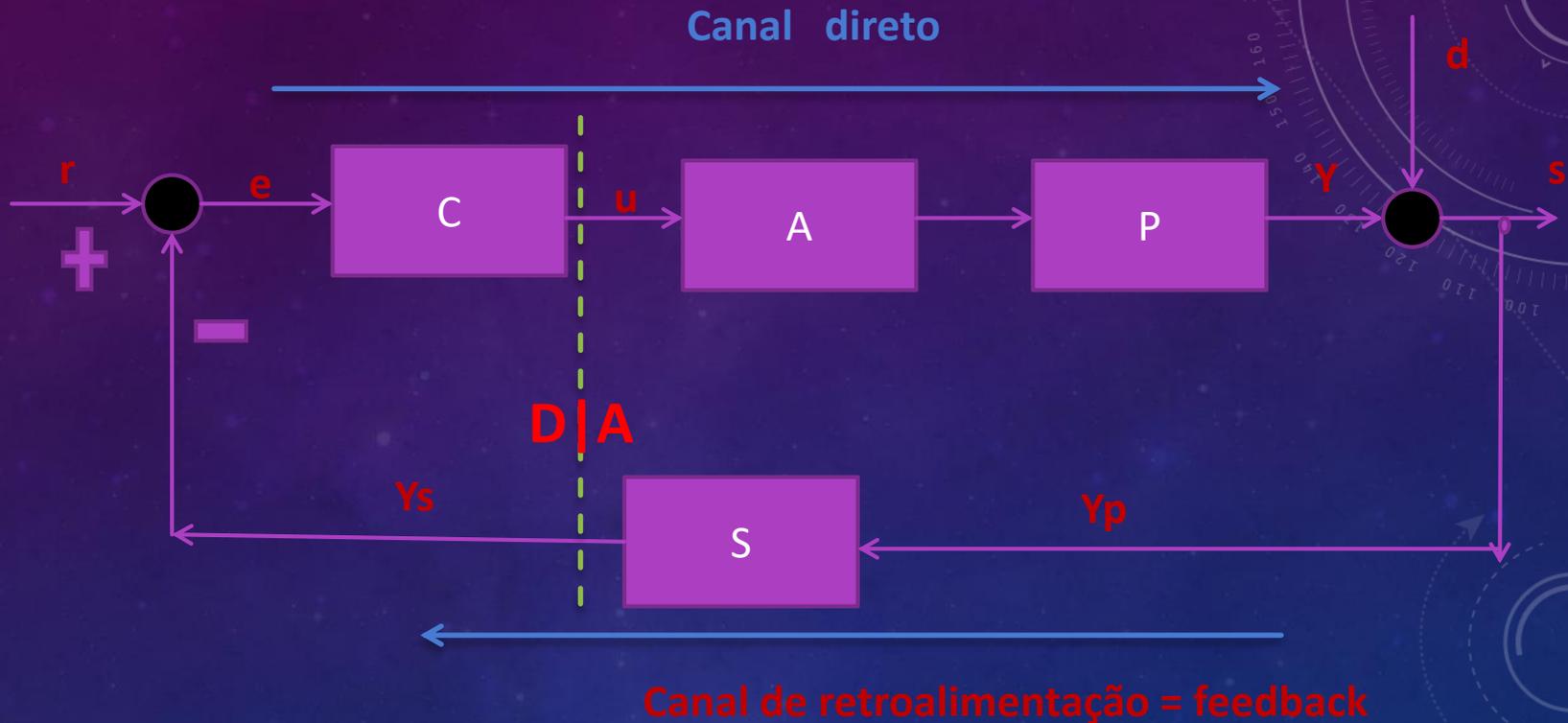
r= temperatura desejada
A= radiador (atuador)
T=termômetro (sensor)
C = controlador
v=válvula (atuador)
M=motor (atuador)

Sistema em malha fechada



Δt = erro da temperatura t_d = temperatura desejada q = calor t_m = temperatura medida

SISTEMA DE CONTROLE EM MALHA FECHADA



C = controlador A = atuador P = planta S = sensor

r = referência e = erro de acompanhamento u = ação de controle d = distúrbio s = saída
Y = saída da planta (real) Ys = saída medida Yp = saída + distúrbio
D|A = interface analógico digital

Malha Fechada

- Vantagens

1. Rejeição distúrbios externos → maior precisão
2. maior robustez → menor sensibilidade à mudança nos componentes
3. aumento da largura de banda (bandwidth) → maior rapidez de resposta

- Desvantagem

1. pode instabilizar um sistema originariamente estável
2. o ganho da função de transferência é reduzido
3. mais sujeito a falhas

Malha Aberta

- Vantagem

1. não instabiliza um sistema originariamente estável
2. mais barato
3. construção mais simples
4. mais conveniente quando há dificuldade para se medir a saída ou quando o sensoriamento é muito caro

- Desvantagem

1. só pode agir contra distúrbios para o qual foi projetado
2. precisa ser muito bem calibrado
3. precisão menor

