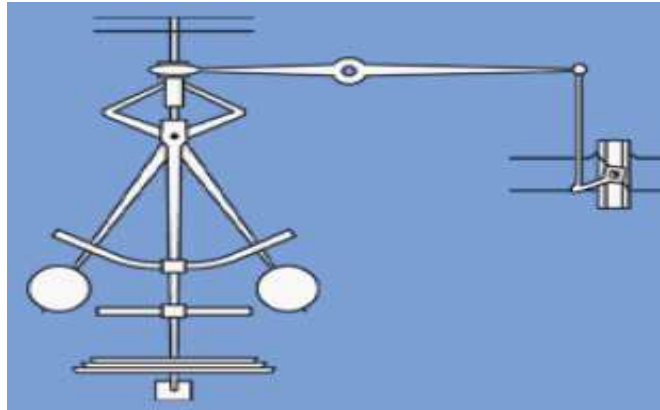
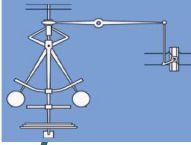


Controle Digital

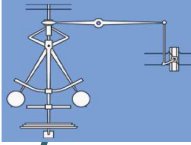


Revisão sobre
sistemas de controle



Apresentação

- Definir um sistema de controle
- Indicar os tipos de controle realimentados
- Discutir sobre realimentação e seus efeitos

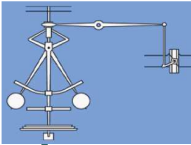


Definição de Sistemas de Controle

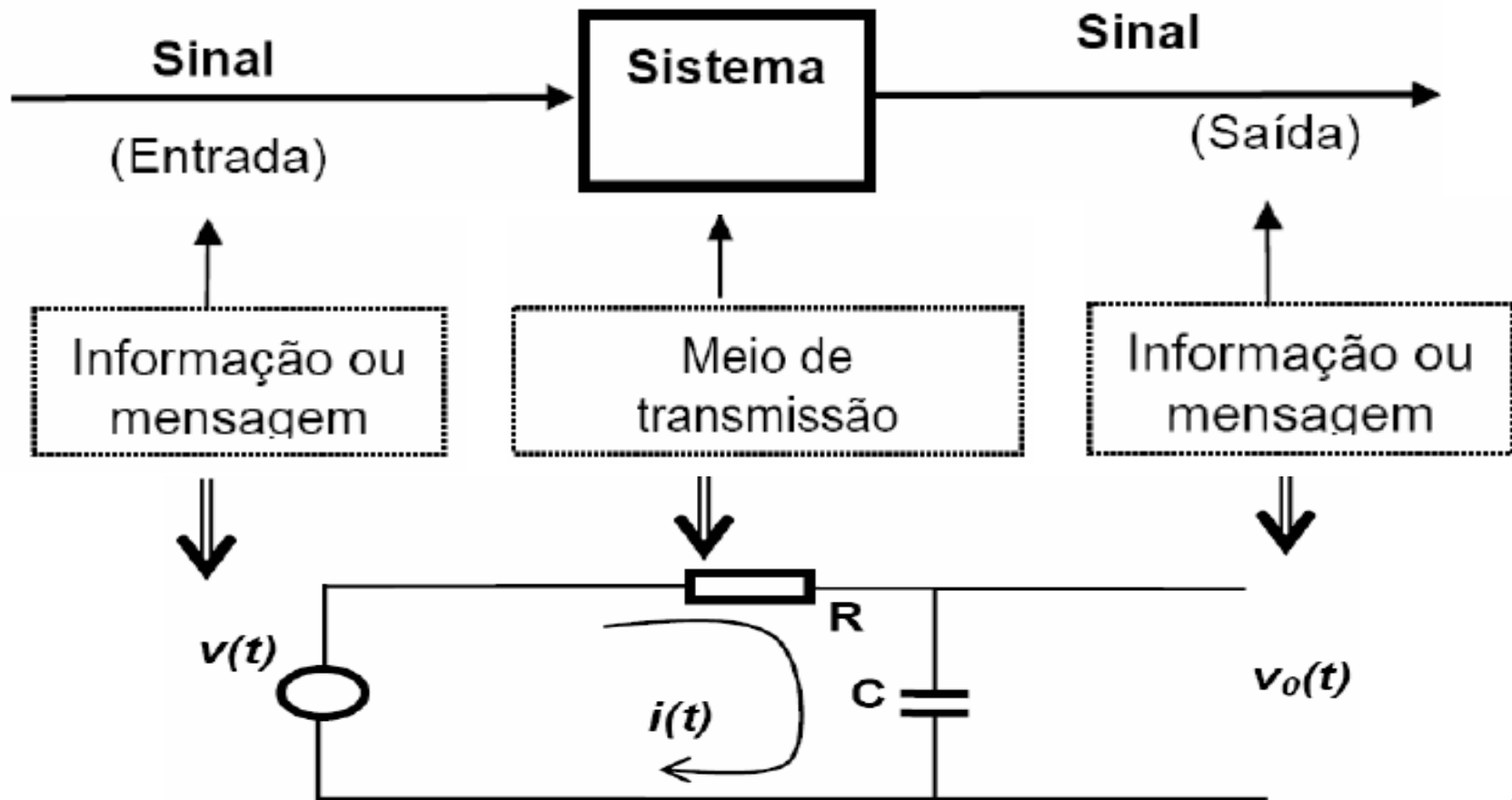
O que é um sistema?

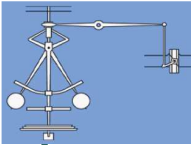
- Uma coleção de componentes acoplados para desempenhar um certo objetivo, processando ou transformando um ou mais sinais para gerar novos sinais.

Exemplos: sistema de comunicação, sistema de controle, etc.



Definição de Sistemas de Controle

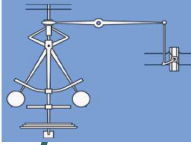




Definição de Sistemas de Controle

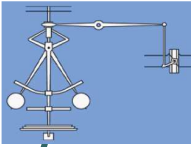
- Exemplos de sistema:





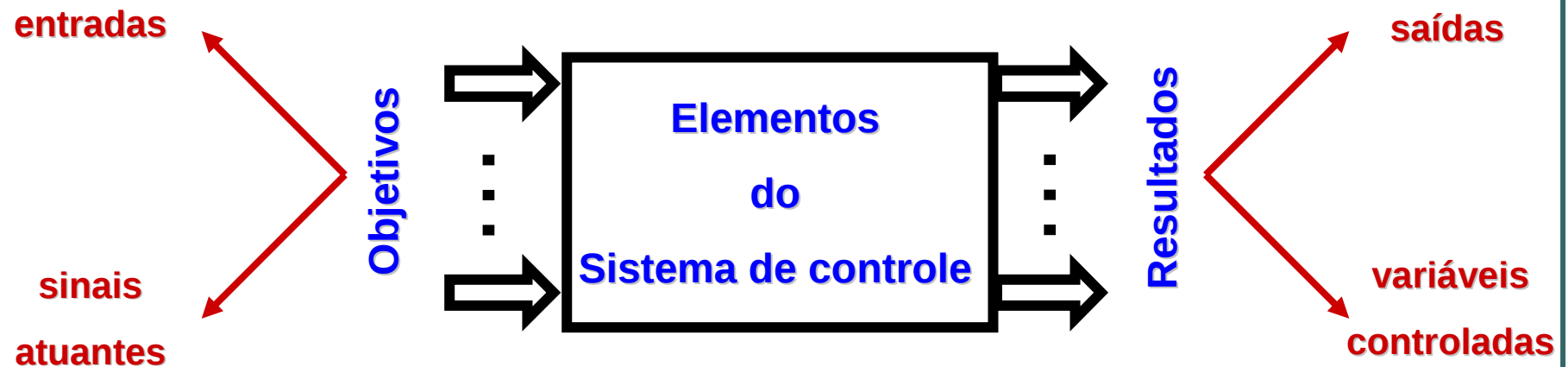
Definição de Sistemas de Controle

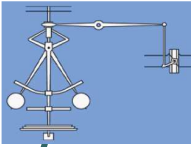
- O que é um sistema de controle?
- Sistema cujo **objetivo** é **controlar** a(s) saída(s) de outro sistema (planta ou processo), em alguma forma pré-estabelecida, mediante a(s) entrada(s) e através dos elementos que o compõe.
- Exemplos: controle de motores, piloto automático, controle de posição de radares, etc.



Definição de Sistemas de Controle

- O que é um sistema de controle?

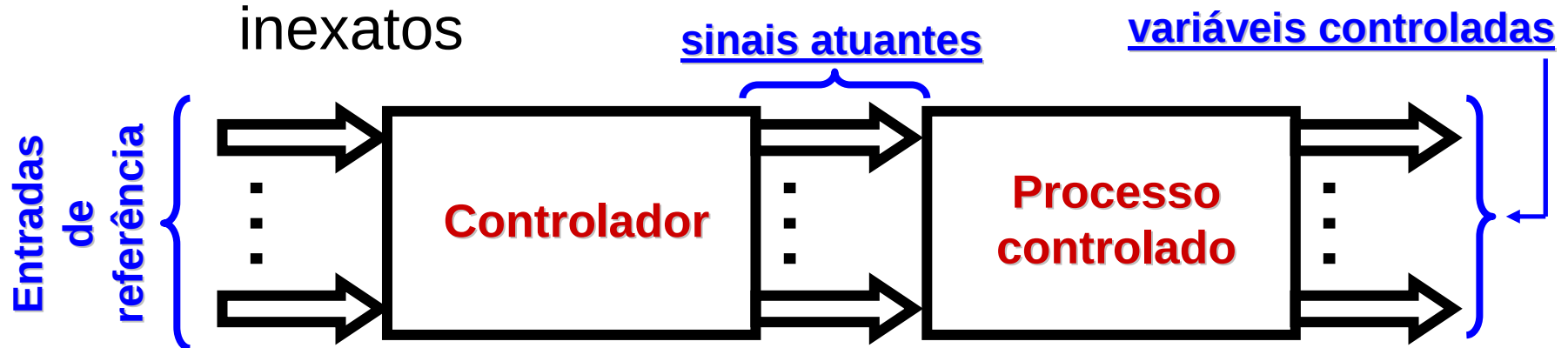


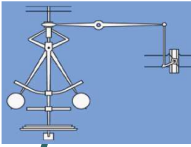


Definição de Sistemas de Controle

- Sistema de controle em malha-aberta:

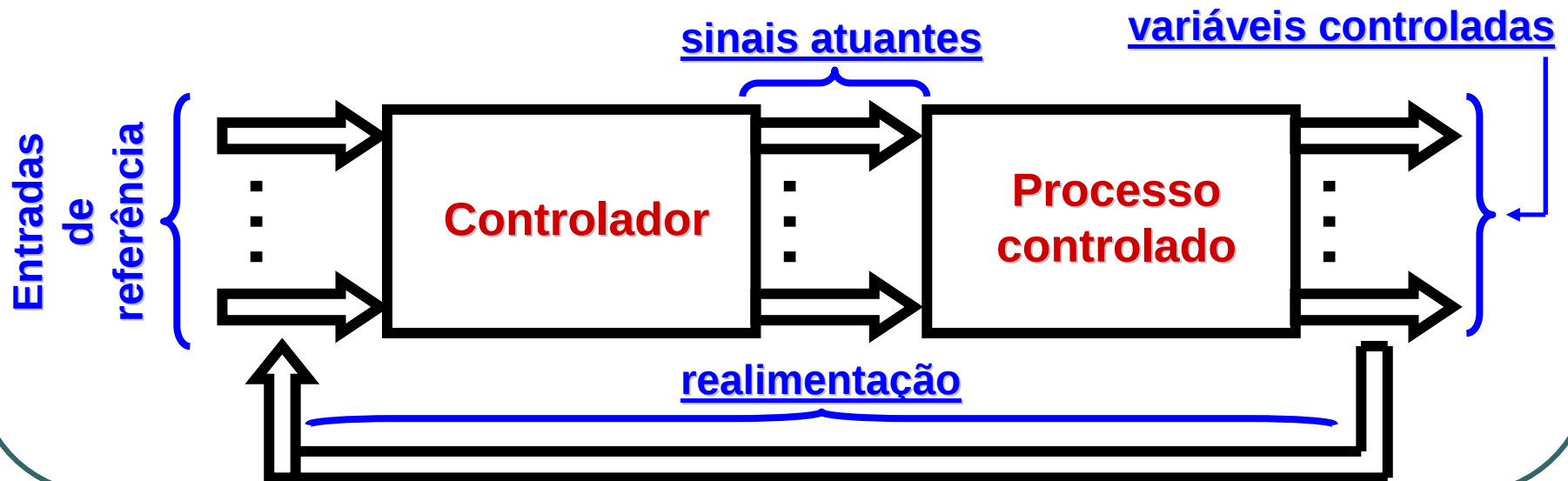
- Não podem satisfazer critérios de desempenho
- São simples e econômicos mas normalmente inexatos

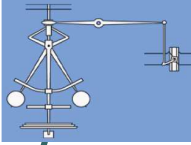




Definição de Sistemas de Controle

- Sistema de controle em malha-fechada:
 - Podem satisfazer critérios de desempenho
 - Possibilidade de controle mais exato

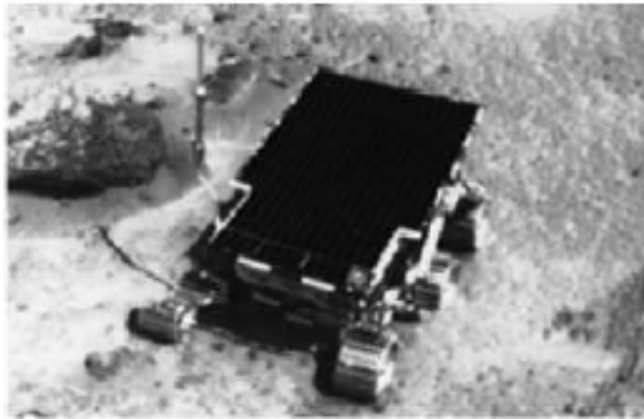


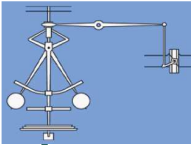


Definição de Sistemas de Controle

- Sistema de controle robótico remoto:

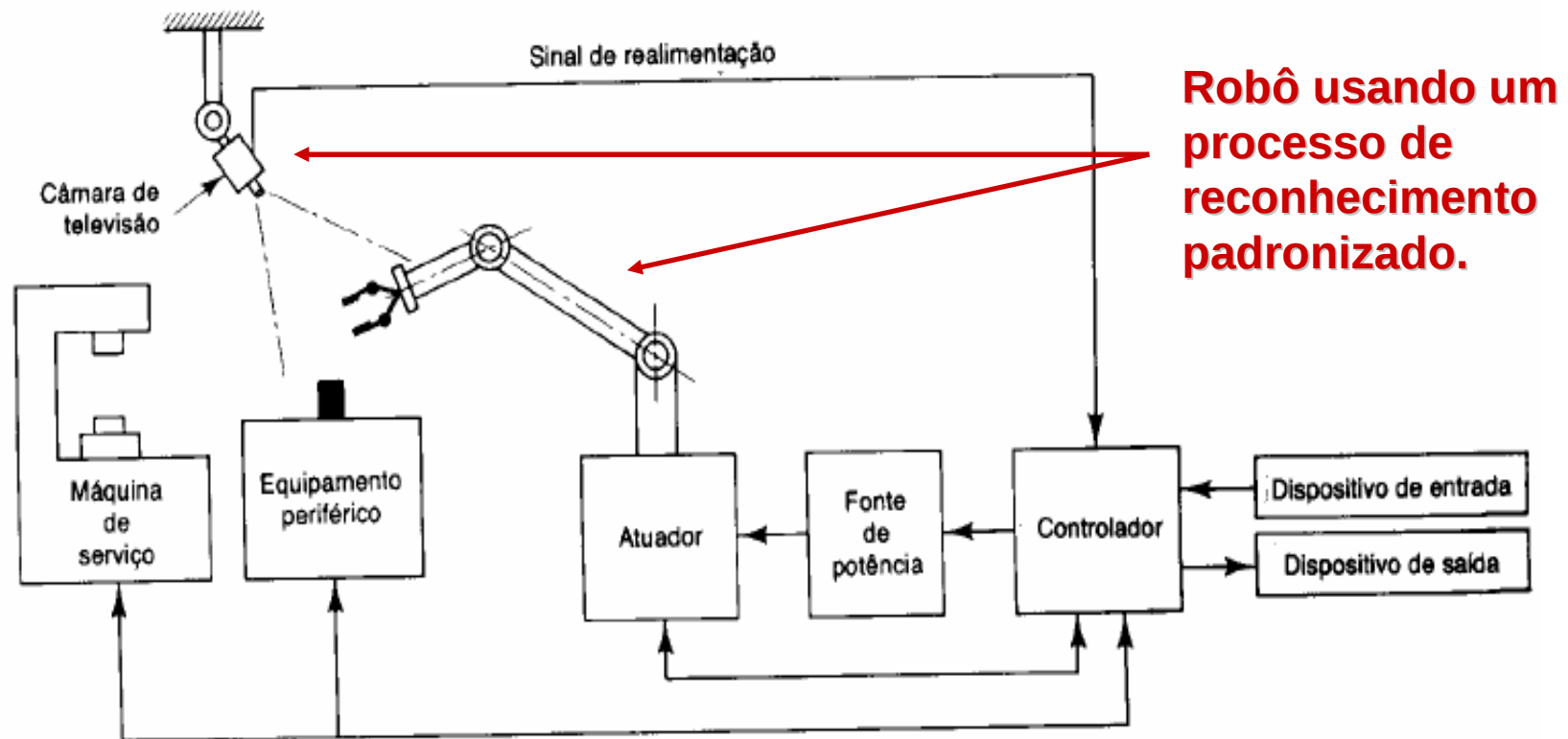
A antena de 70 metros de diâmetro localizada em Cambera, Austrália, e que permite à NASA manter um **canal de comunicação bidirecional** no **controle** de **plataformas robóticas** para **exploração planetária**.

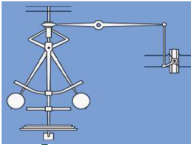




Definição de Sistemas de Controle

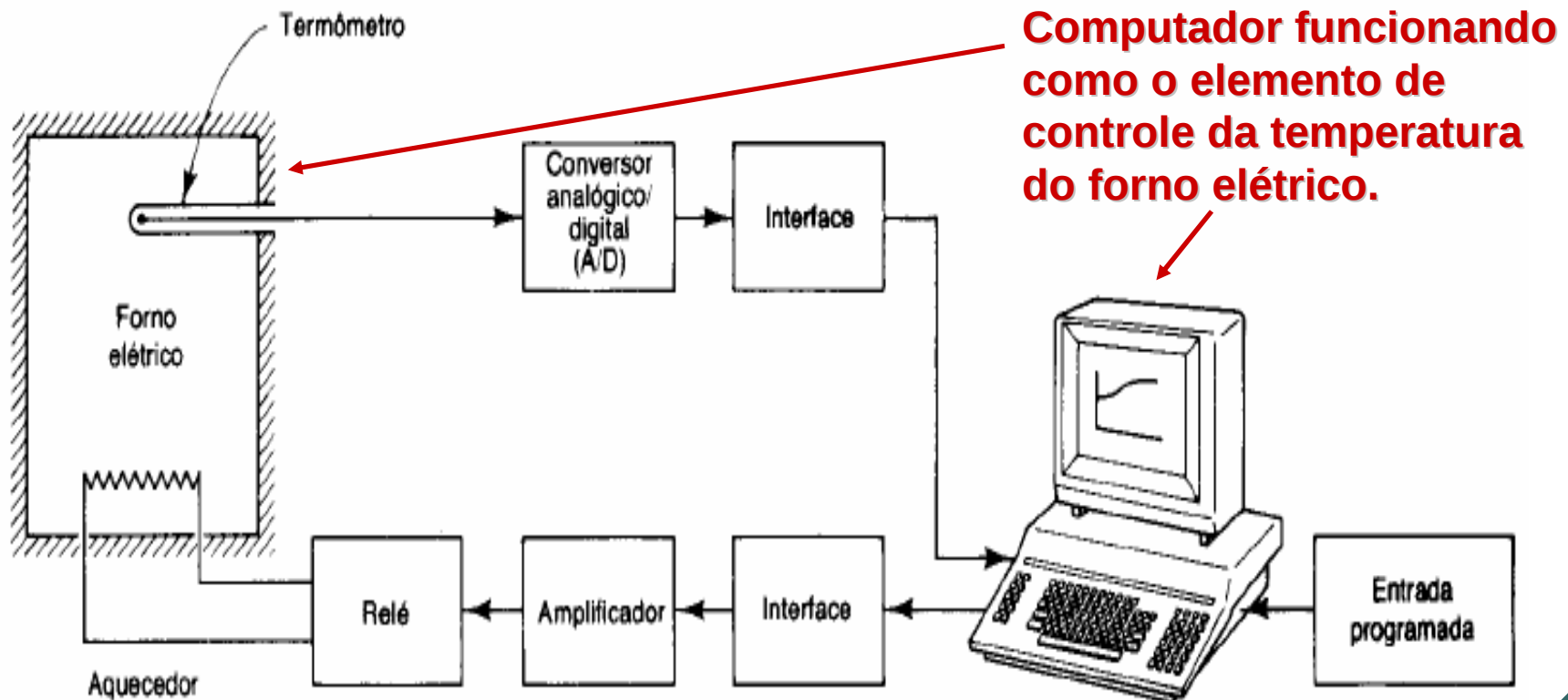
- Sistema de controle com visão artificial:

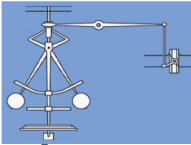




Definição de Sistemas de Controle

- Sistema de controle por computador:

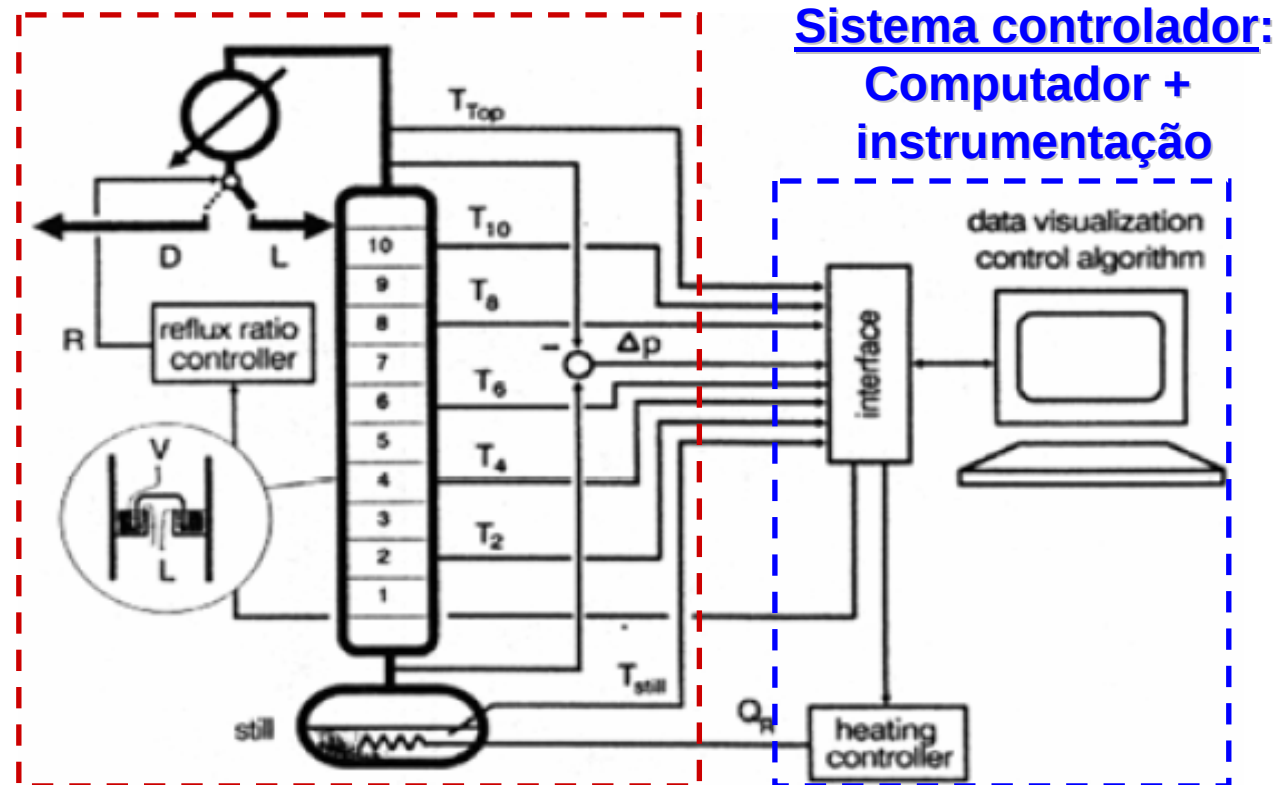


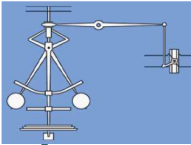


Definição de Sistemas de Controle

- Sistema de controle não-linear:

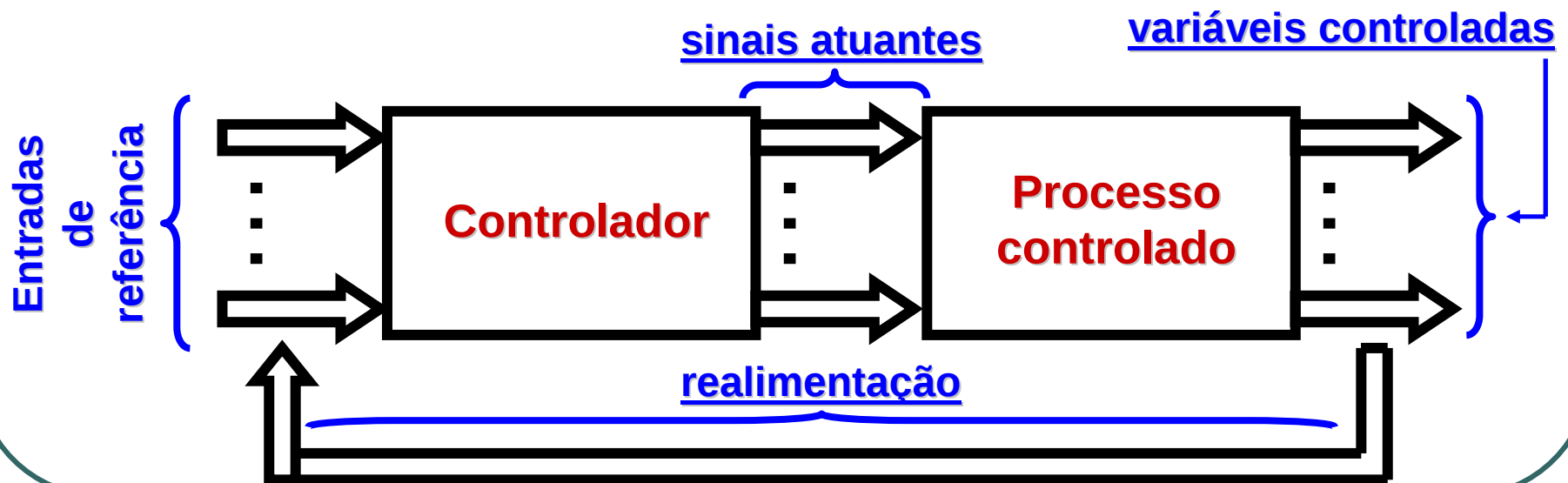
Sistema a controlar:
Coluna de destilação binária.

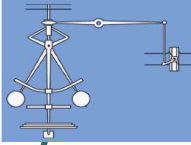




Realimentação e seus efeitos

- **Realimentação**: Qualquer seqüência fechada de relações entre causa e efeito.

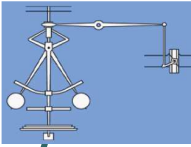




Realimentação e seus efeitos

- **Efeitos da Realimentação:**

- Estabilidade
- Ganho Global
- Perturbações



Realimentação e seus efeitos

- **Efeitos da Realimentação: Estabilidade**



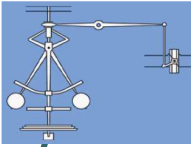
Saída do sistema pode ser manipulada adequadamente.

DEFINIÇÃO(Estabilidade): Seja $\mathbf{x}_e$ um ponto de equilíbrio de um sistema dinâmico

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t)), \mathbf{x}(t) \in \mathbb{R}^n$$

E a norma de $\mathbf{x}(t)$, para t fixo como:

$$\|\mathbf{x}(t)\| = \sqrt{x_1^2(t) + x_2^2(t) + \dots + x_n^2(t)}$$



Realimentação e seus efeitos

- **Efeitos da Realimentação: Estabilidade**



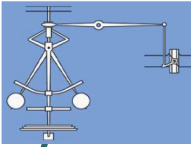
Saída do sistema pode ser manipulada adequadamente.

DEFINIÇÃO(Estabilidade): O ponto de equilíbrio $\mathbf{x}_e$ é **estável** se, para cada $\epsilon > 0$, existe $\delta(\epsilon) > 0$ tal que

$$\|\mathbf{x}(t_0) - \mathbf{x}_e\| < \delta(\epsilon) \rightarrow \|\mathbf{x}(t) - \mathbf{x}_e\| < \epsilon, \forall t \geq t_0$$

DEFINIÇÃO: O ponto de equilíbrio $\mathbf{x}_e$ é **assintoticamente estável** se é estável e

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|\mathbf{x}(t_0) - \mathbf{x}_e\| \rightarrow 0$$



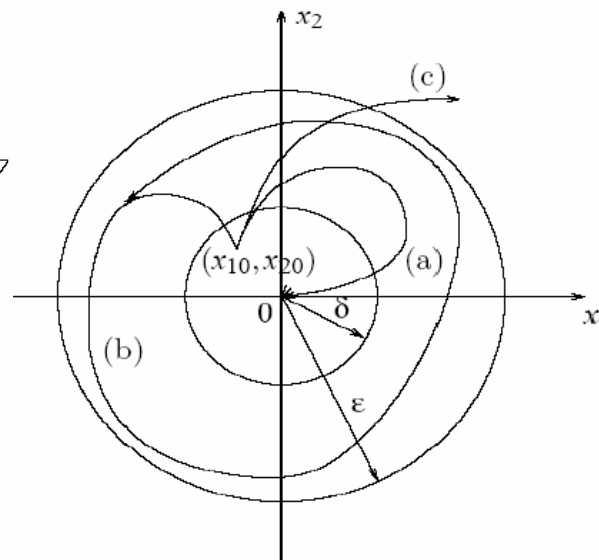
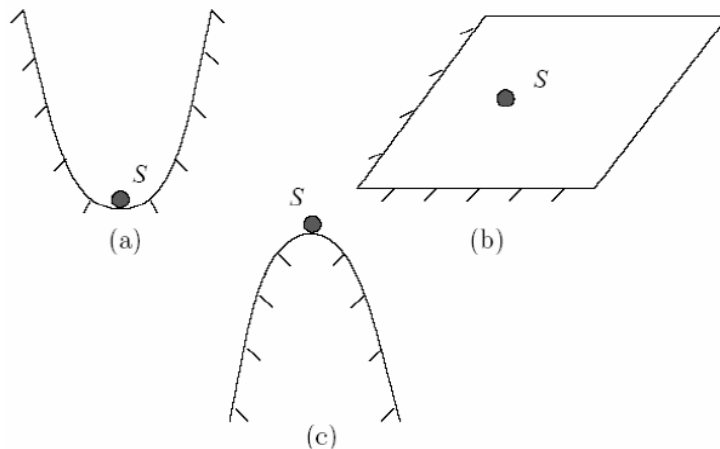
Realimentação e seus efeitos

- **Efeitos da Realimentação: Estabilidade**

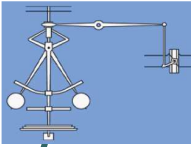


Saída do sistema pode ser manipulada adequadamente.

DEFINIÇÃO(Estabilidade):



- (a) Assintoticamente Estável
- (b) Estável
- (c) Instável



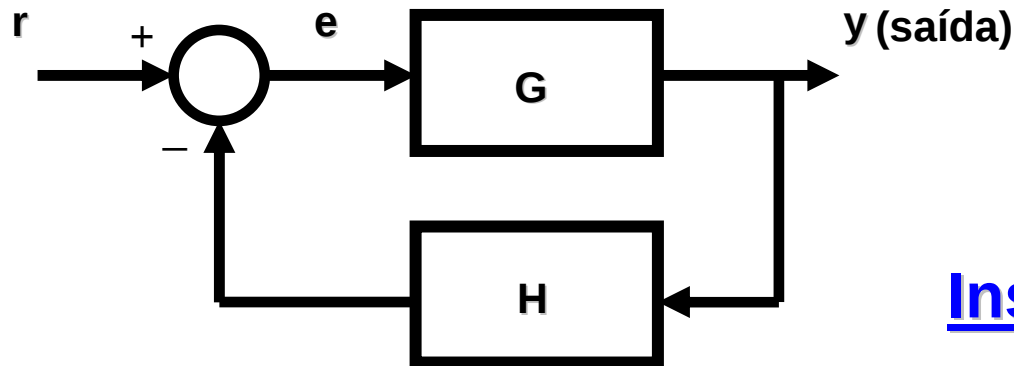
Realimentação e seus efeitos

- Efeitos da Realimentação: Estabilidade



Um sistema **instável** pode se tornar **estável** através da **realimentação**.

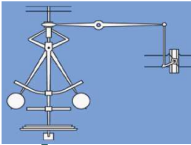
(referência)



$$y = \frac{G}{1+GH} \times r$$

Instabilidade:

$$GH = -1$$

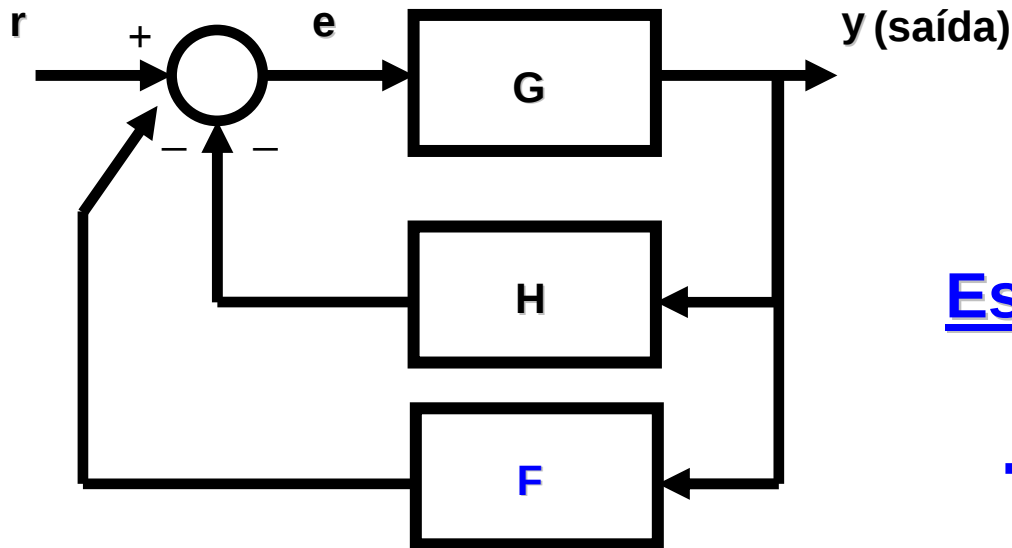


Realimentação e seus efeitos

- Efeitos da Realimentação: Estabilidade

⇒ Um sistema **instável** pode se tornar **estável** através da **realimentação**.

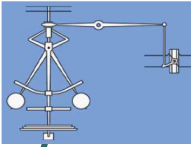
(referência)



$$y = \frac{G}{1 + GH + GF} \times r$$

Estabilidade:

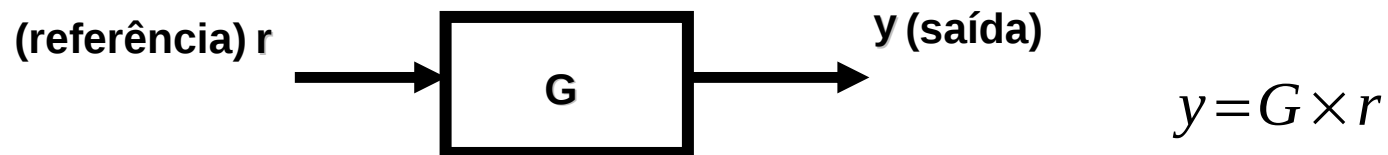
$$\underline{GF} + GH \neq -1$$



Realimentação e seus efeitos

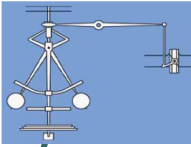
- **Efeitos da Realimentação: Ganho Global**

⇒ A **realimentação** pode modificar o **ganho** do sistema em uma determinada **faixa de frequência**.



Ganho Global:

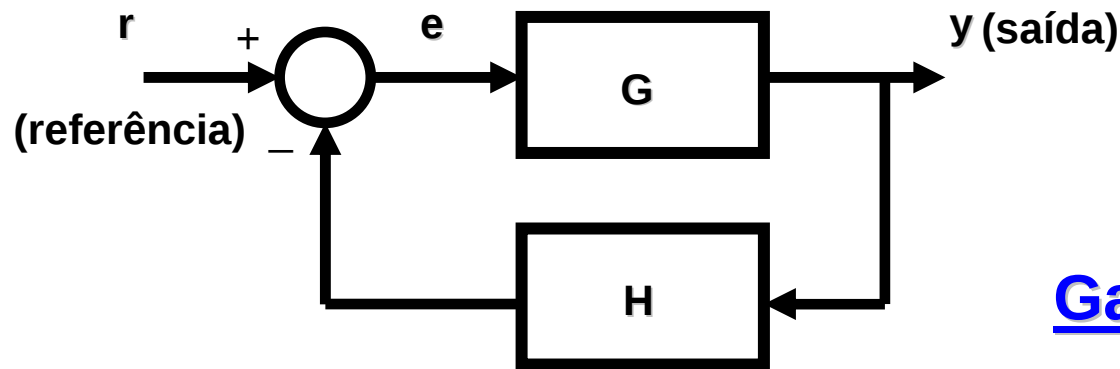
G



Realimentação e seus efeitos

- **Efeitos da Realimentação: Ganho Global**

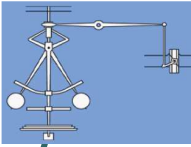
⇒ A **realimentação** pode modificar o **ganho** do sistema em uma determinada **faixa de frequência**.



$$y = \frac{G}{1+GH} \times r$$

Ganho Global:

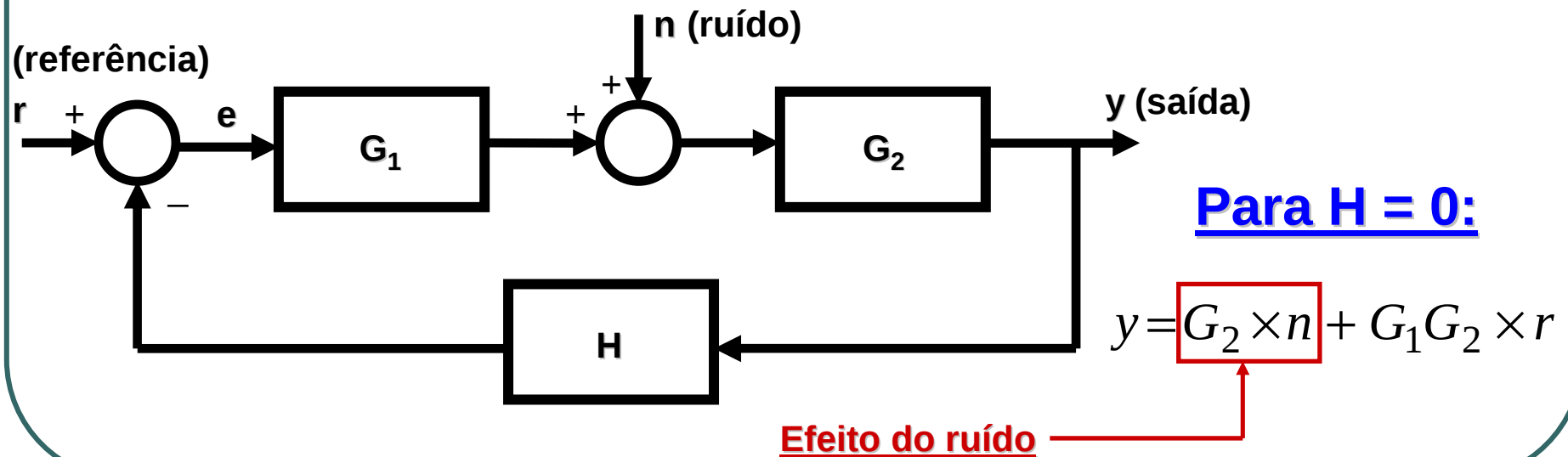
Fator de ajuste → $\frac{G}{1+GH}$

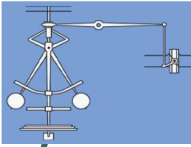


Realimentação e seus efeitos

- Efeitos da Realimentação: Perturbações

➡ A **realimentação** pode reduzir o efeito das perturbações (**ruídos, incertezas, etc.**) no **desempenho** do sistema.

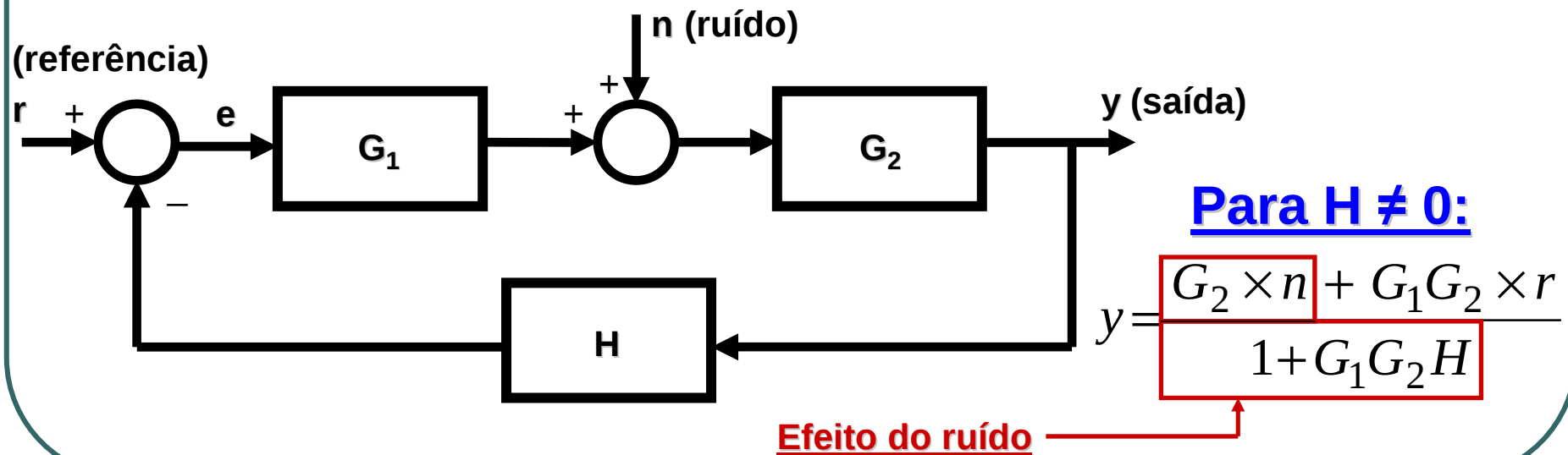


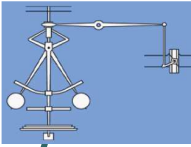


Realimentação e seus efeitos

- Efeitos da Realimentação: Perturbações

⇒ A **realimentação** pode reduzir o efeito das perturbações (**ruídos, incertezas, etc.**) no **desempenho** do sistema.





Tipos de Sistemas de Controle

1. Método de Análise e Projeto

Lineares

Não-Lineares

2. Tipos de Sinais

Tempo Contínuo

Tempo Discreto

Dados Amostrados

Controle Digital

3. Objetivo

Controle de Posição

Controle Adaptativo

Controle Inteligente