

Noções básicas e engenharia de controlo

Licenciatura em Engenharia de Electrónica Industrial
Disciplina de Controlo Automático 2

PAULO GARRIDO/ESTELA BICHO

E.Bicho

Objectivo:

- ◆ Aprender conceitos e termos básicos do Controlo Automático.
- ◆ Estes conceitos e termos básicos podem ser considerados como o **vocabulário mínimo necessário** para aprender a falar **“Controlês”...**

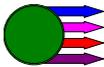
E.Bicho

Sumário

- 1 O problema de controlo
- 2 Termos e estratégias de resolução
- 3 Ainda mais alguns termos

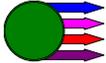
E.Bicho

1. O Problema de Controlo

- ◆ Queremos definir com rigor quando se tem um problema de controlo
- ◆ Para tal necessitamos das noções de:
 - sistema 
 - variáveis de um sistema 
 - evolução de uma variável 

E.Bicho

Um sistema...

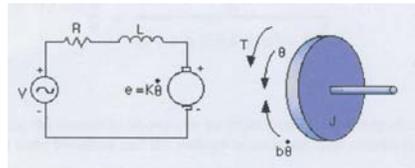
- ◆ Pode definir-se como um conjunto de  objectos que se relacionam entre si de modo a formarem um todo distinguível do resto...
- ◆ Tem qualidades ou propriedades que tomam diferentes valores ao longo do tempo - as **variáveis do sistema**. 

E.Bicho

Um sistema...

- ◆ Não é mais do que uma combinação de  elementos seleccionados para actuarem entre si com a finalidade de atingir um objectivo...

Exemplo: um motor de um carro é um sistema

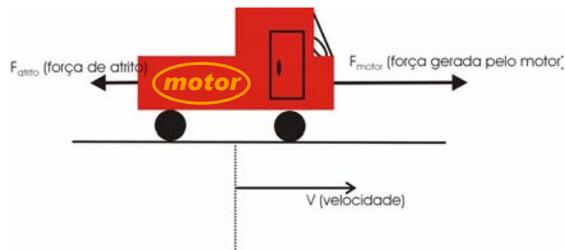


*Carburador
Ignição
Rotor
Estator
etc*

E.Bicho

Um sistema...

- ◆ A um nível superior o próprio carro pode ser visto como um sistema em que o motor é um dos seus elementos 



E.Bicho

Ao longo do tempo...

- ◆ ... uma variável de um sistema muda. Chamaremos à sequência de valores que a variável toma ao longo de um intervalo de tempo, uma **evolução temporal** da variável.
- ◆ Representaremos uma evolução temporal por uma função (do tempo, no intervalo especificado). 

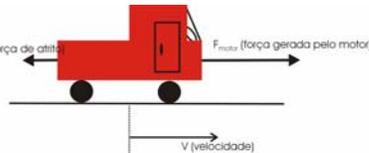
E.Bicho

Um problema de controlo existe...

- ◆ ... quando se pretende que a evolução temporal de uma variável do sistema tenha determinadas propriedades ou satisfaça determinados critérios

→ Especificações para o desempenho:

1. velocidade de cruzeiro de 10 m/s.
2. O veículo deve ser capaz de acelerar desde o estado de repouso até à velocidade de cruzeiro em menos de 5 segundos.
3. O “overshoot” máximo tolerável para a velocidade é 10%.
4. Erro máximo tolerável em regime estacionário para a velocidade é de 2%.

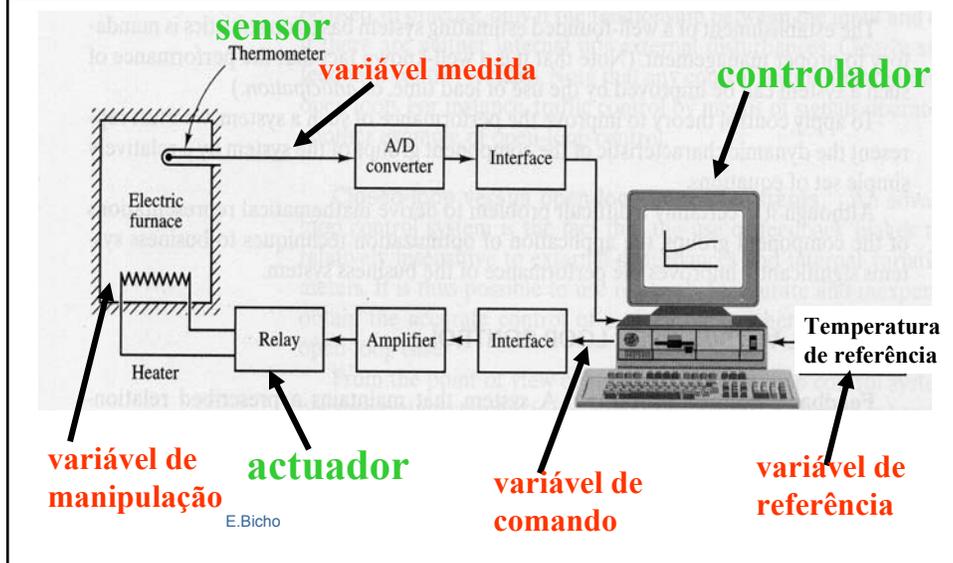


$M = 1000 \text{ Kg.}$
Coeficiente de amortecimento = 50 Ns/m.
 $F_{\text{motor}} = 200 \text{ N}$

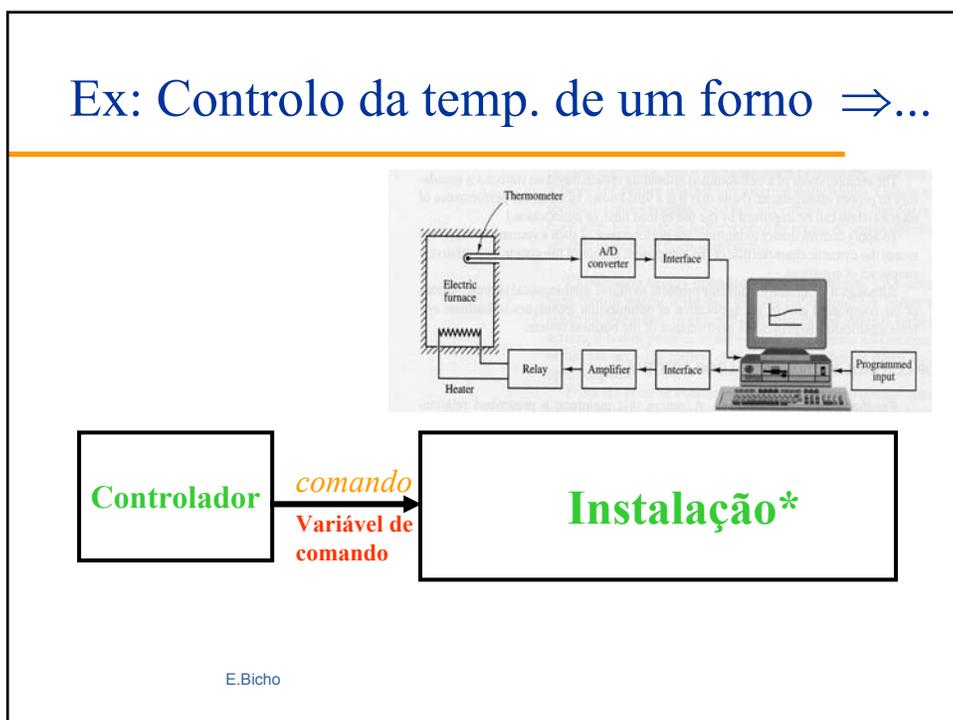
...Controlo de uma instalação ⇒...

- ◆ A ligação a um sistema de controlo:
- ◆ Controlador
 - Variável de comando
 - Variável de referência
 - Variáveis medidas
- ◆ Actuador
- ◆ Sensor

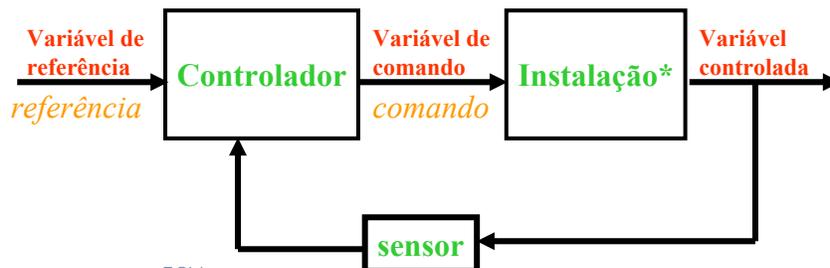
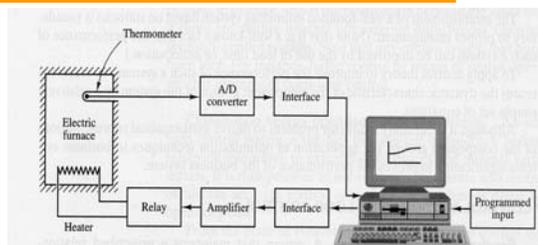
Ex: Controlo da temp. de um forno ⇒...



Ex: Controlo da temp. de um forno ⇒...



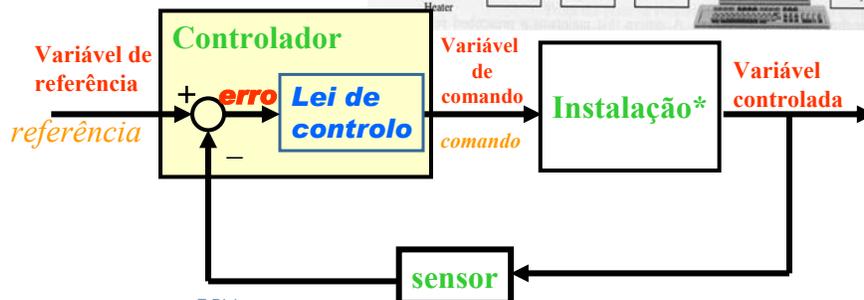
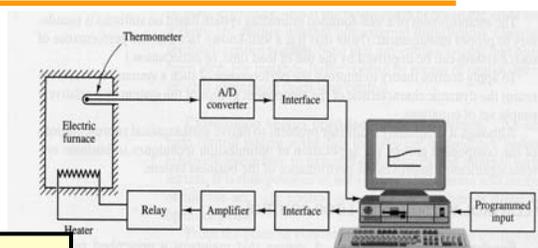
Ex: Controlo da temp. de um forno \Rightarrow ...



E.Bicho

Ex: Controlo da temp. de um forno \Rightarrow ...

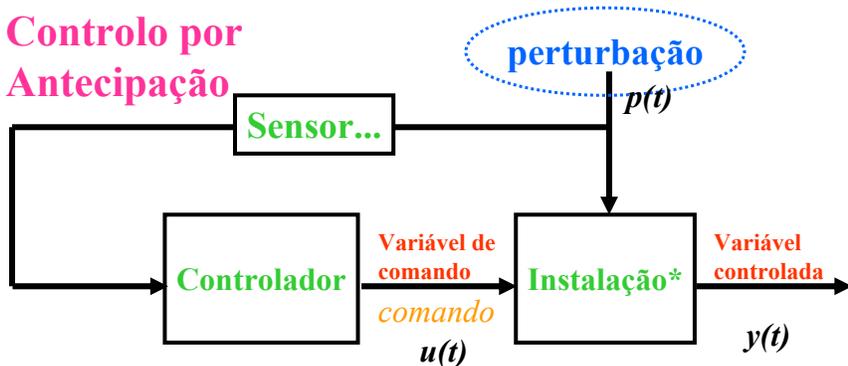
Realimentação negativa



E.Bicho

Ex: Controlo da temp. de um forno \Rightarrow ...

Controlo por Antecipação



E.Bicho

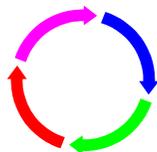
...resumo: estratégias possíveis ...

◆ Antecipação de efeitos ou 'feedforward'

- da perturbação  para o comando
- da referência 

◆ Realimentação negativa ou 'feedback'

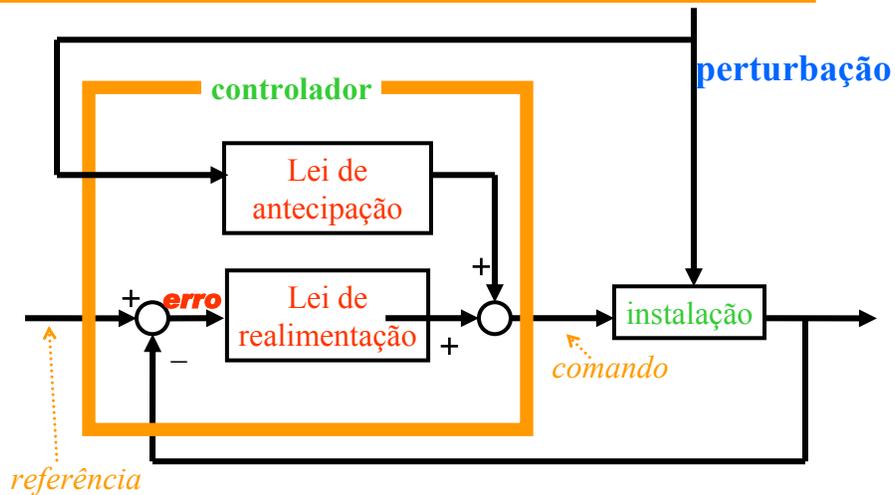
- cálculo do erro



e procedimento tendente a reduzi-lo.

E.Bicho

Realimentação negativa + Antecipação



E.Bicho

...e escolhendo uma *táctica* ou...

- ... *lei de controlo* adequada, para cada uma das estratégias escolhidas.

Lei de controlo: *conjunto de regras*  que fixam como o valor do comando deve ser escolhido em função da referência e das variáveis medidas.

E.Bicho

3. Classificação dos problemas de controlo...

◆ Problema de **servocomando**

– Mexam-se! Façam aquilo que eu digo!

$$y(t) = y_{ref}(t)$$

◆ Problema de **regulação**

– Fiquem quietos! Não façam o que os outros dizem!

$$y_p(t) = 0$$

E.Bicho

...como por exemplo...

◆ Problema de **controlo terminal**

– Só o que acontece no último instante interessa!

$$y(t_f) = y_r$$

E.Bicho

...ou ainda:

◆ Problema de **controlo óptimo**

– O objectivo é minimizar (maximizar) o que (não) se gasta e o que (não) se perde!

Ex.:

Minimizar o critério:

$$M = \int_{t_0}^{t_f} (p_1 u^2(t) + p_2 e^2(t)) dt$$

E.Bicho

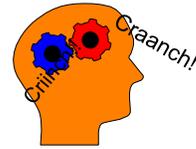
Resumo

- 1.** Conjunto de especificações → desempenho desejado.
- 2.** Conjunto Eq. diferenciais que descrevem o sistema físico.
- 3.** Usando teoria controlo convencional analisa-se o comportamento do sistema.
- 4.** Se o desempenho do sistema \neq desejado.
- 5.** Introduzir controlo (realimentação negativa, antecipação,...)
- 6.** Repetir 3 , 4 e ajustar leis de controlo.

E.Bicho

Conclusões - o que se deverá ter aprendido?

◆ A pensar engenheiralmente...



- em **problemas** de controlo (1),
- nos **ingredientes** do problema de controlo (2):
 - » Instalação e suas variáveis
 - » Sistema para controlo e suas variáveis
 - » Estratégias de controlo
- em **propriedades** dos problemas de controlo (3).

E.Bicho