

CONTROLE E SERVOMECANISMOS

Engenharia da Computação

Aula 11 - “Ações Básicas de Controle I”

Prof. Dr. Victor Leonardo Yoshimura

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Computação

22 de maio de 2017



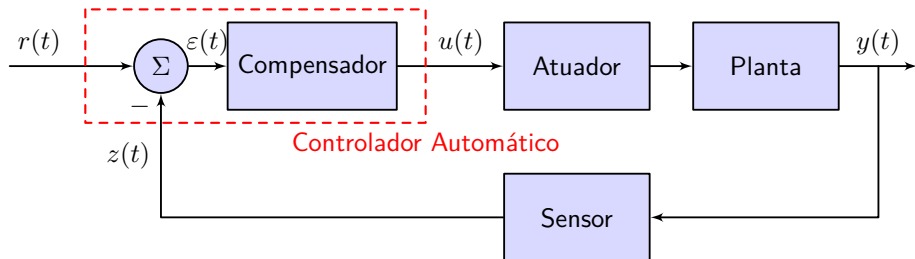
1 Estrutura Básica de Controle por Realimentação

2 Comportamento dos Compensadores

3 Comentários sobre Sensores

- 1 Estrutura Básica de Controle por Realimentação
- 2 Comportamento dos Compensadores
- 3 Comentários sobre Sensores

Estrutura Básica de Controle por Realimentação



Observação

O **objetivo** do controle é levar o erro, ε , a zero, sob algumas restrições. Para tanto, a ação do **controlador** (detector de erro e compensador) se dá de diversas formas.

Controladores Básicos

As principais estruturas compensadoras são:

- Controlador On/Off;
- Compensador Proporcional (P);
- Compensador Integral (I);
- Compensador Proporcional mais Integral (PI);
- Compensador Proporcional mais Derivativo (PD);
- Compensador Proporcional mais Integral mais Derivativo (PID).

- 1 Estrutura Básica de Controle por Realimentação
- 2 Comportamento dos Compensadores
- 3 Comentários sobre Sensores

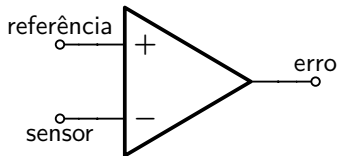
Compensador On/Off I

- Apenas duas posições: ligado e desligado;
- O controle deve, a cada instante, decidir sua posição;

Se ε é o erro e as duas posições do controle são U_{on} e U_{off} :

$$u(t) = \begin{cases} U_{\text{on}} & \text{se } \varepsilon(t) > 0 \\ U_{\text{off}} & \text{se } \varepsilon(t) < 0 \end{cases} \quad (11.1)$$

Implementação eletrônica:

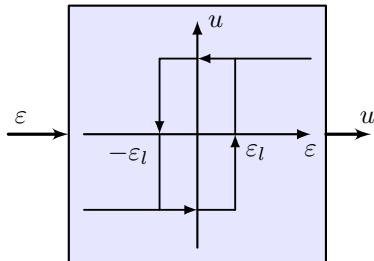


Compensador On/Off II

Pode haver a inserção, acidental ou não, de um **laço de histerese** em (11.1):

$$u(t) = \begin{cases} U_{\text{on}} & \text{se } \varepsilon(t) > \varepsilon_l \\ U_{\text{off}} & \text{se } \varepsilon(t) < -\varepsilon_l \\ u(t_-) & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (11.2)$$

O bloco amplificador fica ($\varepsilon_l > 0$):



Compensador Proporcional

- O compensador On/Off é **não-linear**!
- Os demais compensadores aqui estudados serão lineares.
- O compensador P é o mais simples e, ainda, veremos que é de estudo importante.
- Sua compensação é proporcional ao erro lido:

$$u(t) = k_p \varepsilon(t) \quad (11.3)$$

Compensador Integral

Neste compensador, a variação da compensação é proporcional ao erro:

$$\dot{u}(t) = k_i \varepsilon(t) \quad (11.4)$$

Ou, no domínio s :

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{k_i}{s} \quad (11.5)$$

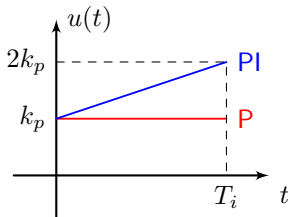
Compensador Proporcional mais Integral

É a combinação dos dois anteriores:

$$u(t) = k_p \varepsilon(t) + \frac{k_p}{T_i} \int_0^t \varepsilon(t) dt \quad (11.6)$$

Observe que $k_i = \frac{k_p}{T_i}$. Aplicando a TL:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{k_p T_i s + k_p}{T_i s} \quad (11.7)$$



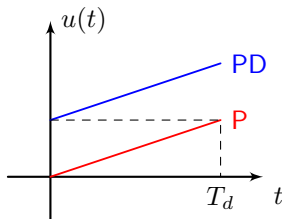
Compensador Proporcional mais Derivativo

É uma tentativa de inserir um efeito antecipativo no controle:

$$u(t) = k_p \varepsilon(t) + k_p T_d \dot{\varepsilon}(t) \quad (11.8)$$

Aplicando a TL:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = k_p + k_p T_d s \quad (11.9)$$



Compensador Proporcional mais Integral mais Derivativo

É a tentativa de combinar as propriedades dos compensadores anteriores.

$$u(t) = k_p \varepsilon(t) + \frac{k_p}{T_i} \int_0^t \varepsilon(t) \, dt + k_p T_d \dot{\varepsilon}(t) \quad (11.10)$$

Aplicando a TL:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{k_p T_d T_i s^2 + k_p T_i s + k_p}{T_i s} \quad (11.11)$$

- 1 Estrutura Básica de Controle por Realimentação
- 2 Comportamento dos Compensadores
- 3 Comentários sobre Sensores**

Efeito do Sensor na Dinâmica do Sistema

- Muitos sensores têm dinâmica muito rápida e podem ser tratados como ganhos;
- Para plantas com dinâmicas também rápidas, é necessário analisar a dinâmica do sensor;
- Como exemplo, cita-se sensores térmicos, que respondem como sistemas de 2ª ordem sobreamortecidos.

Observação

Analise o comportamento dinâmico do LM35, conforme seu datasheet.