



# Disciplina: Controle e Servomecanismos I



**Aula: Tarefa de Laboratório 4 (continuação):  
Experimentos com Controladores com  
Ações Proporcional e Derivativa para um  
Servomecanismo de Posicionamento Linear**

**Professor: José Paulo Vilela Soares da Cunha**

**Turmas 01 e 02 – 2025/1**

**Rio de Janeiro, 04 de junho de 2025.**



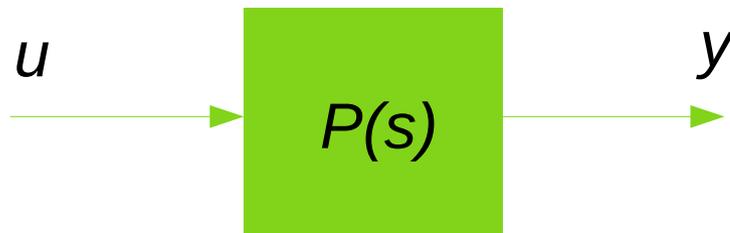
## Referências

- Apkarian, J. (1995). A Comprehensive and Modular Laboratory for Control Systems Design and Implementation, Quanser Consulting.
- Castrucci, P. B. L., Bittar, A. & Sales, R. M. (2018). Controle Automático, 2ª edição, LTC.
- Castrucci, P. B. L., Bittar, A. & Sales, R. M. (2011). Controle Automático, LTC.
- Referências sugeridas: Seções 3.5, 3.5.1, 3.6 a 3.6.5, 3.10, 3.11, 4.1 a 4.3, 4.6 a 4.6.1 de (Castrucci *et alli*, 2018).



# Modelo do Servomecanismo de Posicionamento Linear

Servomecanismo

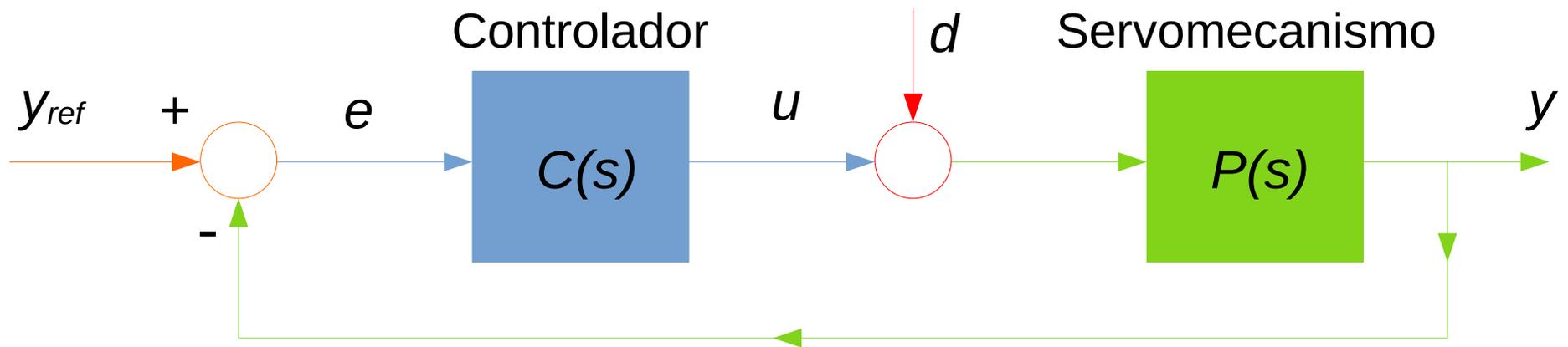


$$P(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{2,9}{s(s+13)}$$

- No qual:
  - $u$  é o sinal de controle, tensão aplicada à armadura do motor CC (V);
  - $y$  é o sinal de saída, posição do servomecanismo (m).
- Referências: (Apkarian, 1995) e Descrição do Servomecanismo de Posicionamento Linear:  
<http://www.lee.uerj.br/~jpaulo/Contri/servomecanismo-linear.html>



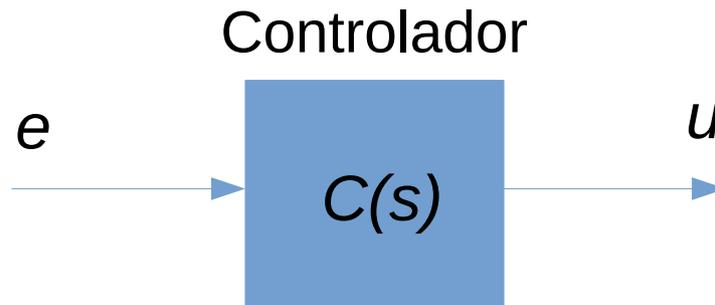
# Sistema de Controle de Posição do Servomecanismo



- No qual:
  - $y_{ref}$  é o sinal de referência (m)
  - $e$  é o sinal de erro (m);
  - $d$  é a perturbação de entrada (V).
  
- Referência: Seção 3.10 de (Castrucci *et alli*, 2018).



# Controladores de Posição



$$C(s) = \frac{u(s)}{e(s)}$$

- Controlador proporcional (P):

$$C(s) = K_p$$

- Controlador proporcional e derivativo (PD):

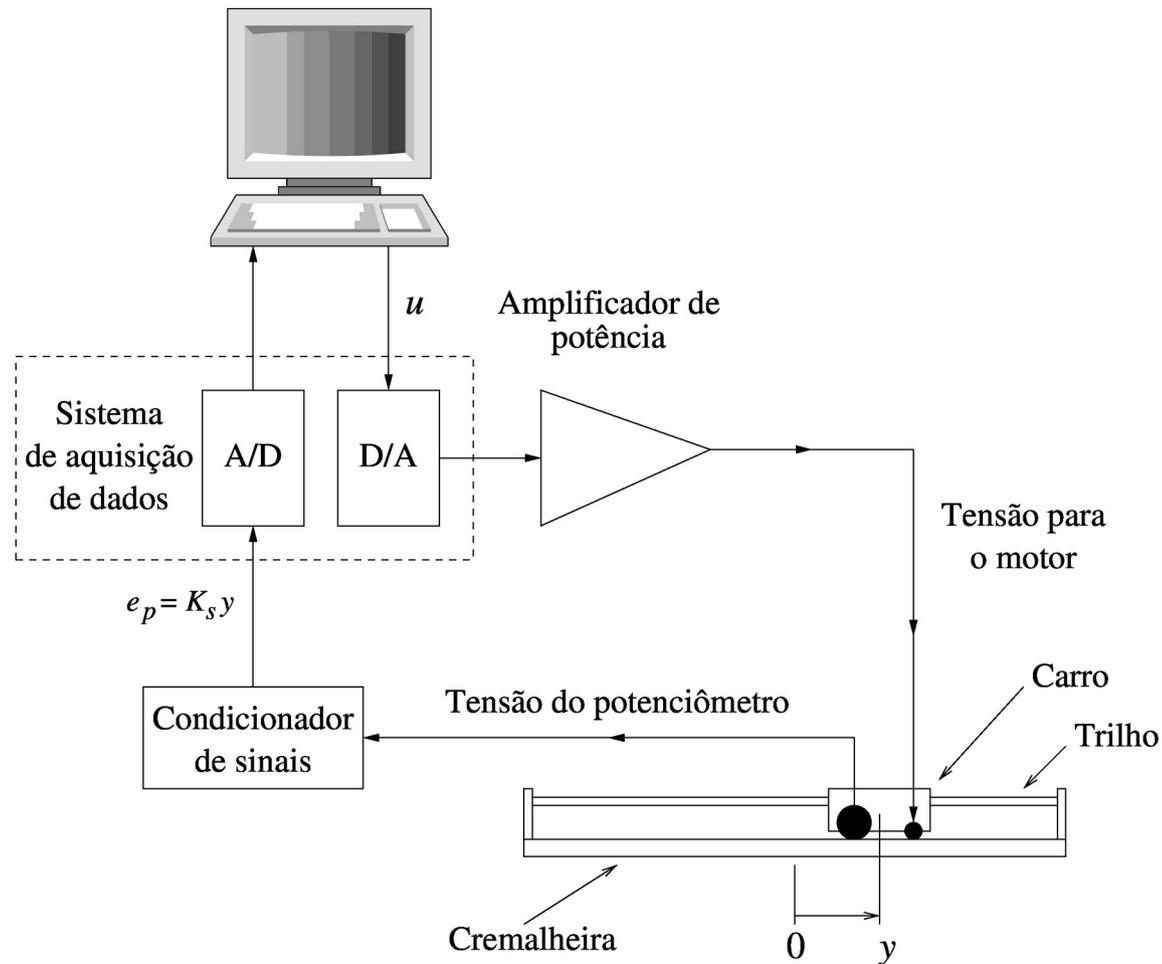
$$C(s) = K_p \left( 1 + \frac{T_d s}{\tau_d s + 1} \right) = K \left( \frac{s + a}{s + b} \right)$$

- Nos quais:

- $K_p$  é o ganho proporcional (V/m);
- $T_d$  é o tempo derivativo (s);
- $\tau_d$  é a constante de tempo do polo adicionado à ação derivativa (s), geralmente  $0 < \tau_d \ll T_d$ ;
- $K$ ,  $-a$  e  $-b$  são o ganho, o zero e o polo do controlador PD, respectivamente.



# Controle por Computador



- No qual  $e_p$  é a tensão gerada pelo potenciômetro sensor de posição (V) e  $K_s = 10,7$  V/m é o ganho do sensor.



## Alguns Itens da Tarefa 4 Original

- I) Determine os valores dos polos dominantes para que o máximo *overshoot* satisfaça  $M_p \leq 15\%$  e o tempo de assentamento da resposta a um degrau na referência satisfaça  $t_s \leq 0,2$  s para uma faixa de tolerância em torno de  $\pm 5\%$  do valor final.
- II) Utilize o diagrama do lugar das raízes para ajustar o ganho do controlador proporcional para que os polos da malha fechada sejam aqueles estabelecidos no item (1).
- III) Utilize diagramas do lugar das raízes para ajustar os parâmetros do controlador PD para que os polos dominantes da malha fechada sejam aqueles estabelecidos no item (1).



## Itens desta Aula de Laboratório

- 13) Testar experimentalmente o controlador proporcional.
- 14) Testar experimentalmente o controlador PD.
- 15) Avaliar os resultados obtidos e comparar estes controladores.



# Recomendações

- O prazo de entrega do Relatório desta Tarefa de Laboratório é 08/06/2025 (domingo).
- O Relatório desta Tarefa de Laboratório deverá ser elaborado individualmente ou em grupo composto por dois alunos.
- Cada Relatório de Laboratório deverá ser entregue via *Google Classroom* seguindo-se as seguintes recomendações:
  - cada relatório deverá ser enviado em um arquivo PDF que contenha todos os itens, gráficos, diagramas de blocos (Xcos), programas (Scilab), etc.;
  - os itens deverão ser ordenados numericamente;
  - no máximo um item em cada página;
  - a primeira página deverá ser identificada com o nome completo do(s) aluno(s), número(s) de matrícula, nome da disciplina, número da turma, local, data, semestre letivo, o número e o título da Tarefa de Laboratório;
  - cada página deverá ser numerada, datada e rubricada pelo(s) aluno(s);
  - caso o Relatório seja elaborado por um grupo de alunos, cada aluno deverá entregá-lo pela sua conta no *Google Classroom*.