

Disciplina: Controle e Servomecanismos I



**Aula: Tarefa de Laboratório 2 (continuação):
Experimentos com Controle de Velocidade
de um Servomotor CC**

Professor: José Paulo Vilela Soares da Cunha

Turma 01 – 2026/1

Rio de Janeiro, 12 de agosto de 2026.

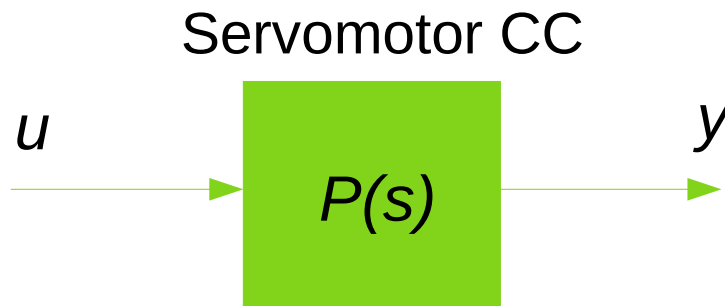


Referências

- 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 2.7, 2.7.2, 3.4, 3.4.2, 3.10 e 3.11 de (Castrucci *et alli*, 2018).



Modelo do Servomotor CC

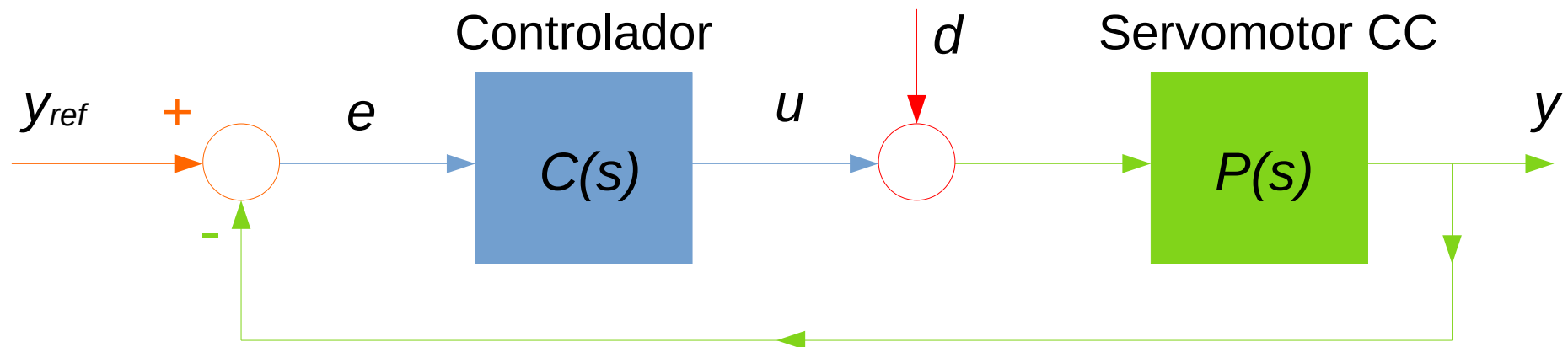


$$P(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{K_m}{T_m s + 1}$$

- No qual:
 - u é o sinal de controle, tensão aplicada à armadura (V);
 - y é o sinal de saída, velocidade de rotação angular do eixo (rad/s);
 - K_m é o ganho do motor em regime permanente CC (rad/sV);
 - T_m é a constante de tempo do motor (s).
- Referência: Seção 2.7, equação (2.132) de (Castrucci *et alli*, 2018).
- Os valores dos parâmetros K_m e T_m foram identificados na aula de 29/07/2026.



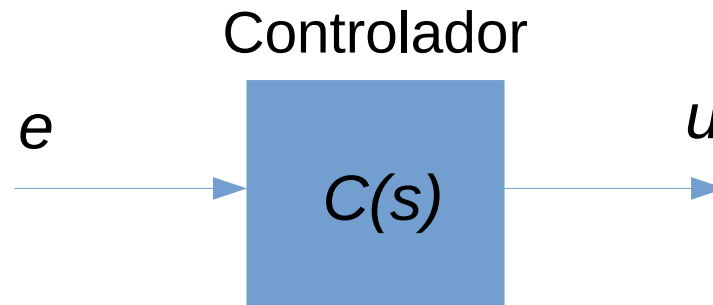
Sistema de Controle de Velocidade do Servomotor CC



- No qual:
 - y_{ref} é o sinal de referência (rad/s)
 - e é o sinal de erro (rad/s);
 - d é a perturbação de entrada (V).
- Referências: Seções 2.7.2 e 3.10 de (Castrucci *et alli*, 2018).



Controladores de Velocidade



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

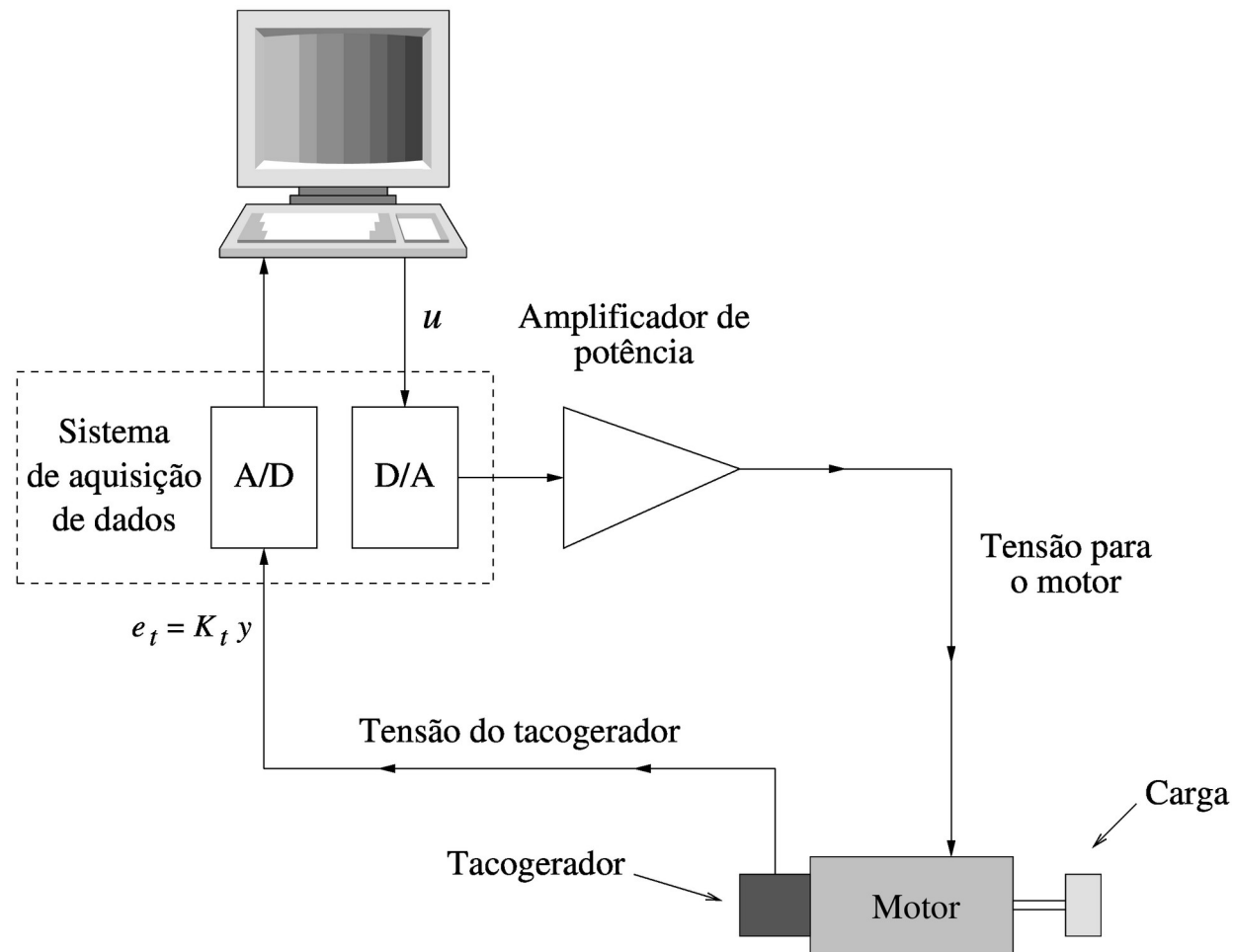
- Controlador proporcional (P): $C(s) = K_p$

- Controlador proporcional e integral (PI): $C(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) = K_p \left(\frac{T_i s + 1}{T_i s} \right)$

- Nos quais:
 - K_p é o ganho proporcional (Vs/rad);
 - T_i é o tempo integral (s).



Controle por Computador



- No qual e_t é a tensão (V) e K_t é o ganho do tacogerador (Vs/rad).



Alguns Itens da Tarefa 3 Original

- I) Calcule o ganho do controlador proporcional (K_p) para que o tempo de subida da resposta a um degrau na referência seja $t_r = 0,025$ s para uma transição de 0% a 97% do valor final.
- II) Escolha o tempo integral (T_i) e calcule o ganho proporcional (K_p) do controlador PI para que o tempo de subida da resposta a um degrau na referência seja $t_r = 0,025$ s para uma transição de 0% a 97% do valor final.
- III) Estes controladores foram simulados com um degrau na referência (y_{ref}) de 200 rad/s aplicado para $t \geq 0$ s e uma perturbação do tipo degrau de -1,5 V aplicado para $t \geq 0,1$ s.



Itens desta Aula de Laboratório

- 11) Testar experimentalmente o controlador proporcional.
- 12) Testar experimentalmente o controlador PI.
- 13) Avaliar todos os resultados obtidos e comparar estes controladores de velocidade.



Recomendações

- O prazo de entrega do Relatório desta Tarefa de Laboratório é 16/08/2026 (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*.