

# PTC5611 - Controle Digital de Sistemas Dinâmicos

Lista de Exercícios 2 — Entrega em 16/10/2023 - até 8:00 a.m.

Prof. Bruno A. Angélico

**Exercício 1:** Considere o sistema apresentado no arquivo `PID_Control_DC_Motor.zip`, que contém o arquivo `dcIntrocomplete.mdl` (Copyright (c) 2010, The MathWorks, Inc. All rights reserved). Trata-se de um sistema de controle digital de um motor CC. Faça inicialmente simulações do PID digital para entender o modelo (não precisa entregar essa etapa).

Atividades: substitua o controlador original por um a ser programado utilizando o bloco `Matlab Function` com a equação de diferenças do controlador. Readapte o diagrama conforme a Fig. 1, onde o bloco de saturação possui limites  $\pm 50V$ .

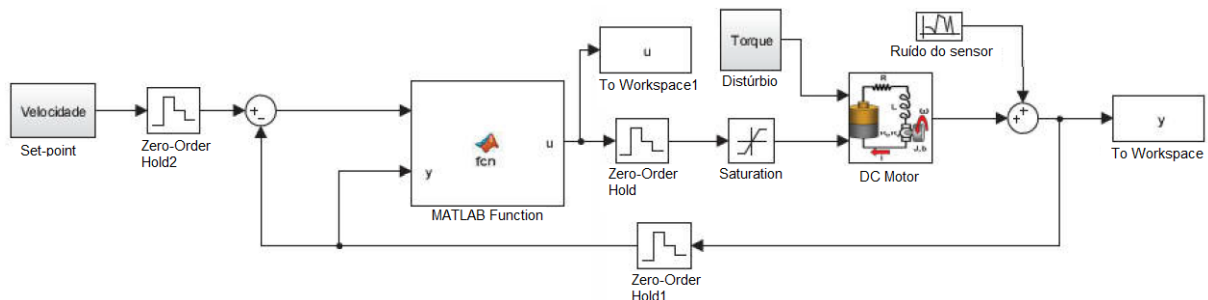


Figura 1: Figura referente ao Exercício 7. Adaptado de `dcIntrocomplete.mdl` (Copyright (c) 2010, The MathWorks, Inc. All rights reserved).

Considere os seguintes casos:

- PID posicional, com discretização retangular para trás nos termos I e D, sem anti-windup em I, com derivada da saída e sem polo adicional em D;
- PID posicional, com discretização retangular para trás nos termos I e D, com anti-windup em I, com derivada da saída e sem polo adicional em D;
- PID posicional, com discretização retangular para trás nos termos I e D, com anti-windup em I, com derivada da saída e com polo adicional em D, tal que  $N = 3$ .
- PID incremental, com discretização retangular para trás nos termos I e D, com anti-windup em I, com derivada da saída e com polo adicional em D, tal que  $N = 3$ .

Em todos os casos, assuma:

- período de amostragem  $T_s = 0,01s$ ;
- duração da simulação igual a 35s;
- sinal de entrada degrau de amplitude 3, com início em  $t = 5s$ ;
- entrada de distúrbio como um pulso retangular de amplitude 0,25, com início em  $t = 10s$  e término em  $t = 25s$ ;
- ruído de medida com variância igual a 0,01;
- parâmetros do controlador:  $K_p = 18$ ,  $T_I = 0,42$ ,  $T_D = 0,05$ .

OBS: Ao todo são quatro simulações. Interprete os resultados. Apresente todos os códigos utilizados.

**Exercício 2:** Leia o apêndice A da apostila antiga postado no E-disciplinas. Para versões mais recentes do MATLAB, os menus da Matlab Function são um pouco diferentes. Considere um sistema (planta) com a seguinte função de transferência:

$$G(s) = \frac{1}{s(s + 0,6)}$$

Projete um controlador  $C(s)$ , tal que o sistema em malha fechada apresente as seguintes características para entrada degrau: tempo de subida igual a 1,0 s; sobressinal igual a 20%.

- a) Discretize o controlador pelo método de Tustin considerando  $f_s = 4\text{Hz}$  e  $f_s = 20\text{Hz}$ . Faça as simulações destes casos programando equações de diferenças para os controladores discretos obtidos, utilizando o bloco `Matlab Function`; Compare as respostas com a resposta do sistema de controle em tempo contínuo;
- b) considere novamente  $f_s = 4\text{Hz}$  e  $f_s = 20\text{Hz}$  e utilize a aproximação de Padé de primeira ordem para o ZOH. Refaça o projeto dos controladores, apresente as simulações e compare os resultados com a resposta do sistema de controle em tempo contínuo.

OBS: Apresente todos os códigos utilizados.