

Controle Baseado em Modelo (T2)

Uma vez que possuímos um modelo do sistema que queremos controlar, podemos projetar uma estratégia de controle mais elaborada utilizando métodos como lugar geométrico das raízes, alocação de polos, controle por modelo de referência, espaço de estados, etc. Neste trabalho vamos exercitar o uso da função `rltool` do toolbox SISO Design do software MATLAB, visando projetar sistemas de controle que atendam a uma série de requisitos de projeto. Um relatório deve ser elaborado contendo a descrição dos procedimentos realizados e os resultados obtidos.

Etapa 1 - Projeto dos Controladores

Para cada sistema identificado no trabalho passado (T1), projete um controlador $C(s)$ pelo `rltool` de forma que seja garantida a estabilidade da malha-fechada e o zeramento do erro em regime permanente para sinais de referência e distúrbio do tipo degrau. Além disso, é necessário garantir os seguintes critérios de desempenho transitório para cada planta:

- Sistema de 1ª ordem: tempo de acomodação menor que 0.5 s, sobre-sinal menor que 1% e frequência natural menor que 12 rad/s;
- Sistema de 2ª ordem: tempo de acomodação menor que 0.8 s e sobre-sinal menor que 2% e frequência natural menor que 25 rad/s;
- Sistema de 3ª ordem: tempo de acomodação menor que 1 s e sobre-sinal menor que 3% e frequência natural menor que 60 rad/s.

A ordem do compensador dinâmico projetado em cada caso deve ser no máximo igual à ordem da planta. Para suavizar o sinal de controle e auxiliar no atendimento dos requisitos, você poderá adicionar um filtro $F(s)$ no sinal de referência, desde que a ordem deste filtro não seja superior à ordem do controlador.

A validação de cada projeto de controle pode ser feita no ambiente do Simulink ou diretamente no toolbox SISO Design (selecionando o comando **Analysis > Response to Step Command**). As repostas temporais simuladas devem estar dentro dos critérios de projeto estabelecidos.

Etapa 2 - Implementação dos Controladores

De posse das funções de transferência $C(s)$ e $F(s)$ dos sistemas de controle projetados anteriormente, você deverá programar a implementação discreta destes controladores (por linhas de código) utilizando os scripts fornecidos no Moodle juntamente com este enunciado. Esta atividade serve para simular a implementação prática real de sistemas de controle em microcontroladores digitais. Para cada sistema de 1ª, 2ª e 3ª ordem, siga os seguintes passos:

- Obtenha as funções de controle discretizadas $C(z)$ e $F(z)$ pelo comando `d2c`. Lembre de configurar corretamente o período de amostragem.
- Organize a implementação do sistema de controle na forma de equações de diferença e programe-as dentro da função `control.m`. Utilize o comando `persistent` para declarar variáveis persistentes de memória. Caso necessite de ajuda nesta etapa, assista os seguintes trechos das aulas de Sistemas de Controle Digital:
 - <https://youtu.be/EfjTM0mUmMM?t=4060>;
 - <https://youtu.be/0rmc1NySwRQ?t=1728>.
- Na função `setpoint.m`, programe um sinal de referência do tipo degrau para alimentar ao sistema de controle. Utilize uma amplitude de 10 unidades e um atraso de 1 segundo para início do salto.
- Rode o script `main.m` para efetuar a simulação do sistema com a lógica de controle programada. O resultado obtido deve estar de acordo com o previsto na etapa de projeto anterior.
- Através da configuração da flag `noise`, avalie o efeito do ruído do sensor no sistema de controle. Avalie também diferentes cenários de distúrbio externo na planta pela configuração da flag `dist`.
- Seria possível desenvolver um sistema de controle robusto de modo que o distúrbio harmônico (introduzido ao setar `dist=2`) seja completamente cancelado em regime permanente? Procure pensar em uma solução para este problema. *Observação: Este item representa um desafio complementar, não sendo sua solução necessária para obtenção do grau máximo neste trabalho.*