



Informações

Prática: Modelagem de sistemas por diagrama de blocos , Introdução ao Simulink e Análise dos Ganhos de um Controlador PID, Ident Matlab, Controle PID por funções de otimização

FUNÇÃO OBJETIVO E ÍNDICES DE DESEMPENHO

Para otimizar o desempenho de um sistema de controle PID, os ganhos do controlador são ajustados para minimizar um determinado índice de desempenho. O índice de desempenho é calculado durante um intervalo de tempo, t , normalmente na região de $0 \leq t \leq t_s$, onde t_s é o tempo de estabelecimento do sistema. Os índices de desempenho (ID) mais utilizados são o IAE, ITAE e MSE, a seguir descritos.

- **Integral do Erro Absoluto (IAE)**

Este índice é equivalente à soma das áreas acima e abaixo do valor de referência. O critério IAE considera o módulo do erro, sendo muito utilizado em simulações de controle de processos. Matematicamente o IAE é definido como:

$$I_{IAE} = \int_0^{\infty} |e(t)| dt$$

O algoritmo de avaliação é implementado, conforme apresentado em seguida.

- **Integral do Erro Absoluto Ponderado pelo Tempo (ITAE)**

Basicamente este índice é a extensão do índice de desempenho anterior, onde se acrescentou o vector dos tempos. O índice ITAE penaliza erros que se mantêm ao longo do tempo.

Matematicamente o ITAE é definido por:

$$I_{ITAE} = \int_0^{\infty} t|e(t)|dt$$

O algoritmo de avaliação do índice de desempenho para o ITAE é implementado, conforme apresentado a seguir.

- **Média do Erro Quadrático (MSE)**

O critério MSE reflecte todas as variações e desvios em relação à referência. Este critério tem apresentado as melhores respostas quando utilizado como função de avaliação pura ou híbrida para meta-heurística, tais como Algoritmos Genéticos e Colônia de Formigas [GRIFFIN, 2003].

Matematicamente o MSE é definido como:

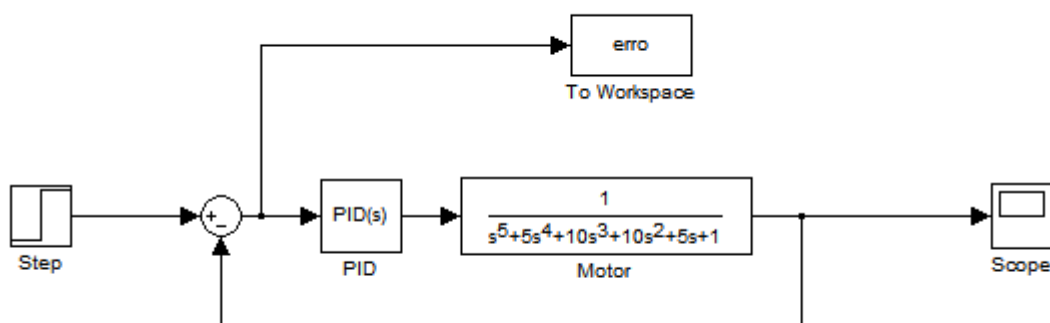
$$I_{MSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e^2(i)$$

em que N se refere ao número de amostras a ser utilizado pelo PID.

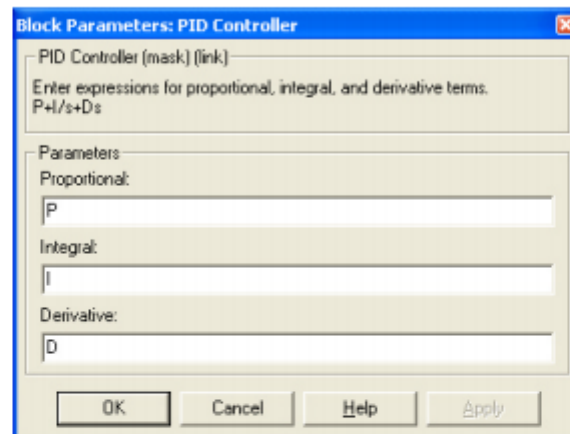
O algoritmo de avaliação é implementado conforme apresentado a seguir.

- **Configurações dos blocos do Simulink**

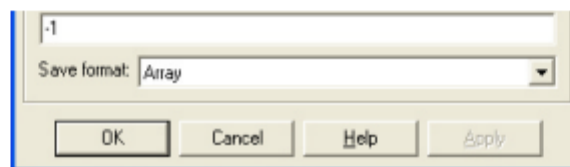
Seja a malha de controle abaixo



É necessário configurar o bloco PID como mostra a figura abaixo:



E o bloco “To Workspace” deve criar a variável “erro” como array:



- O programa principal “fminsearch”:

```
clear all
close all
warning off
global Kp Ki Kd erro tempo
options = optimset('Display','iter','TolFun',1e-8,'TolX',1e-8);

x0 = [18 12.81 6.3216];

%[x, fval, exitflag, output]= fminsearch(@objective_function_IAE,x0,options)
%[x, fval, exitflag, output]= fminsearch(@objective_function_ITAE,x0,options)
%[x, fval, exitflag, output]= fminsearch(@objective_function_MSE,x0,options)
```

Enquanto a função “@objective_function_indice” a ser minimizada, comunica-se com o Simulink via comando “sim”.

```
%Integral Absoluta do Erro (IAE)

function IAE = objective_function_IAE(x)

global Kp Ki Kd

Kp=x(1);
Ki=x(2);
Kd=x(3);

time=0:0.1:50;

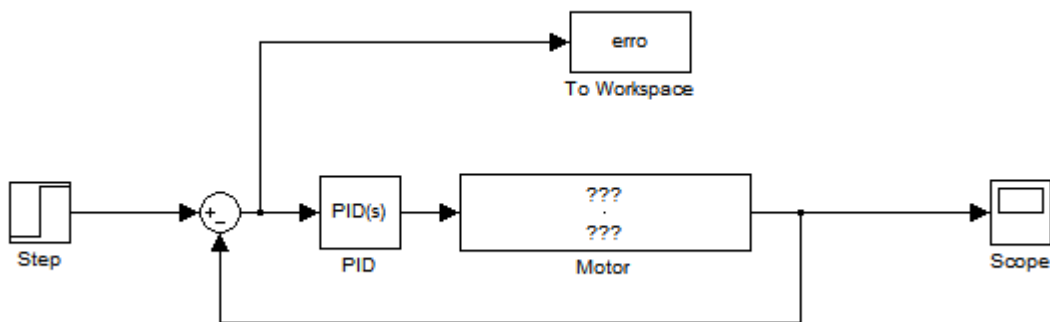
[T]=sim('dp_pid',time);

IAE =(sum(abs(erro)) );
```

Atividade 1

A partir de uma malha de controle elaborada no Simulink, usar rotinas de minimização do MATLAB para ajustar P, I e D de modo a obter erro mínimo.

Apresente os valores de desempenho dinâmico da malha em questão e utilize como semente os valores obtidos pelo método de otimização de Ziegler-Nichols.



Trabalho avaliativo

Valor: 5,0 pts (Essa nota será subtraída da nota da segunda avaliação)

Pode ser realizado em dupla

Data de entrega: Mesma data da segunda avaliação

- O conjunto de atividades práticas apresentadas logo abaixo deve ser entregue em forma de relatório digital (via campus virtual).
- No relatório deve constar os resultados obtidos, tabelas de desempenho dinâmico, imagens geradas pelo osciloscópio (scope bloco simulink) dentre outras informações que julguem necessárias para uma boa correção.
- A principal avaliação se dará em como os problemas foram resolvidos, quais as técnicas que foram utilizadas e principalmente a justificativa para o uso das mesmas.
- Existem vários caminhos que chegam ao mesmo resultado, então faça uso dos conhecimentos adquiridos e pratique engenharia

Caso seja observado plágio ou cópia integral de partes, ou de todo o relatório, considere o trabalho anulado.

Prática 1 - 1,5 pts

SISTEMA DE 2ª ORDEM COM TEMPO DE ATRASO

Implemente em Simulink um sistema de segunda ordem com tempo de atraso dado pela seguinte função de transferência

$$G(s) = \frac{1,2e^{-10s}}{(5s + 1)(2,5s + 1)}$$

Introduzida uma perturbação em degrau de amplitude $p(t - t_0) = 0,5$ no instante $t_0 = 100$ s

Utilizando as rotinas implementadas para cada ID faça uma análise para a melhor sintonia do referido sistema levando em consideração o desempenho dinâmico obtido.

Defina alguma metodologia para determinar os ganhos iniciais do controlador e justifique

Prática 2 - 1,5 pts

Faça uma resenha dos principais pontos que são tratados no artigo “**PROJETO DE CONSTRUÇÃO E CONTROLE PID DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO PARA AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**” e contraponha os resultados obtidos pelos autores, utilizando as rotinas de otimização presentes nesse material para as FT dos motores A e B.

Prática 3 - 2,0 pts

Usar a toolbox IDENT do Matlab

Utilize os dados do arquivo excell “Ident” e determine a função de transferência com base nos dados de entrada e saída presentes nesse arquivo.

De posse dessa função, elabore uma metodologia de controle que venha a apresentar valores aceitáveis de desempenho dinâmico, considerando que o sistema em questão se trata de um controle de temperatura de um ferro de solda utilizado como end-effector de um manipulador PUMA.