Instituto federal de educação ciência e tecnologia de santa Catarina – Florianópolis

Avaliação 2 – Sistemas de controle 1

Marcelo Brancalhão Gaspar data 27/07/2022

Para a seguinte planta iremos averiguar quais são os pontos de podem ou não serem melhorados. Como é de ciencia para quem trabalha com engenharia sempre que melhoramos um parametro tendemos a piorar outros, sempre existe uma relação de compromisso. Veremos o que pode ser melhorado na etapa conclusão do sistema original. Segue o sistema proposto;

Interface gráfica do usuário, Texto, Aplicativo

Descrição gerada automaticamente

Primeiramente, analisemos o sistema original (não controlado) - Encontrado a FTMF; Texto, Carta, Quadro de comunicações

Descrição gerada automaticamente

Para encontrar as raízes utilizei o seguinte algoritmo;

clc;

s = %s;

num = (s+10);

den = s^2+3\*s+12;

G = syslin('c', num, den);

clf();

evans(G,100);

xgrid(36);

l = gca();

l.y\_location = "origin";

l.y\_label.text = "jw";

[Ki, s1] = kpure(G)

plot([real(s1) real(s1)], [imag(s1) -imag(s1)], 'sr')

Obtendo o seguinte resultado;

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

As primeiras conclusões são que os polos complexos NÃO são dominantes e assim, usaremos as margens de fase e ganho do Diagrama de Bode para encontrar os valores de sigma e ωn de um sistema de 2ª ordem que seja equivalente ao sistema não compensado.

Para o diagrama de bode utilizei o seguinte algoritmo.

s=%s;

num = (s+10);

den = s^2+2\*s+2;

FTMA= syslin('c', num, den);

[mf ,fg]=p\_margin(FTMA)

[mg,ff]=g\_margin(FTMA)

show\_margins(FTMA);

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Como pode ser visto foi encontrado wg e mteta após descobrir qual é o mteta posso verificar qual o sigma usando a tabela abaixo.

Gráfico, Gráfico de linhas

Descrição gerada automaticamente

Como o valor de sigma posso encontrar o valor de wn com a tabela e o calculo abaixo.

Gráfico, Gráfico de linhas

Descrição gerada automaticamenteTabela

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Portando com esse dados podemos verificar as cacarcteristicas do sistema original como o tempo de acomodação:

Uma imagem contendo Gráfico

Descrição gerada automaticamente Gráfico

Descrição gerada automaticamente

O erro em regime permanente à rampa unitária:

Texto

Descrição gerada automaticamente com confiança médiaUma imagem contendo no interior, parede de papel, quarto, olhando

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem contendo objeto, relógio

Descrição gerada automaticamente Vista de perto

Descrição gerada automaticamente com confiança baixa

Conclusão do sistema original.

1. Originalmente, o sistema era relativamente lento (tS(5%)= 0,95s);
2. Quase não apresentava sobressinal (ζ = 0,55);
3. O erro de regime era relativamente alto (eSS= 20%).

Agora, como sabemos os parâmetros que podem ser melhorados iremos ao projeto do compensador.

Usando Lugar das Raízes que proporcione as seguintes especificações: ess(DEGRAU)= 5%; mteta= 65°; e ts(5%)= 500ms. Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Utilizei o seguinte código para realizar os cálculos.

clc();

s= %s;

pi= %pi;

Kv= 20;

numG= (s+10);

denG= (s^2+2\*s+2);

G= syslin('c',numG,denG); H= 1;

FTMF= G/.H;

Kc= horner((Kp/(G\*H)), 0);

*//Kc= horner((Kv/(s\*G\*H)), 0);*

*//Kv=s\*[Kc.GH(0)];*

disp(Kc, 'Kc= ');

omega= 5.7;

zeta= 0.707;

s1= -(zeta\*omega)+((omega\*(1-zeta^2)^0.5)\*%i);

disp('alfaT [s]= ',s1);

[mS,tetaS]= polar(s1);

tetaS= real(tetaS);

Gs1= horner((G\*H), s1); [mG,tetaG]=polar(Gs1);

tetaG= real(tetaG);

disp((180\*tetaS/pi), 'tetaS= ',mS, 'mS= '); disp((180\*tetaG/pi), 'tetaG= ',mG, 'mG= ');

Tz= real((sin(tetaS)-(Kc\*mG\*sin(tetaG-tetaS)))/(Kc\*mG\*mS\*sin(tetaG))); Tp= real(-((Kc\*mG\*sin(tetaS))+(sin(tetaG+tetaS)))/(mS\*sin(tetaG))); disp(Tp,'Tp [s]= ',Tz,'Tz [s]= ');

numC= Kc\*(Tz\*s+1);

denC= (Tp\*s+1);

Gc= syslin('c',numC,denC); FTMFc= (Gc\*G)/.H;

figure(1);

clf(1);

t= 0:0.002:2; step=csim('step',t,FTMF); step2=csim('step',t,FTMFc); plot(t,step,'b-',t,step2,'m-'); xgrid(33);

figure(2); clf(2); evans(G\*H,100); xgrid(33);

figure(3); clf(3); evans(Gc\*G\*H,100); xgrid(33);

Saída no console.

"Kc=3.8 "

"alfaT [s]= -3.8885 + 3.8896745i"

"tetaS= 134.99135"

"mS=5.5 + 0.i "

"tetaG= 136.91461"

"mG= 0.3122055 + 0.i"

"Tp [s]= 0.0426997"

"Tz [s]= 0.1497343"

Portanto o compensador será;

Tabela, Excel

Descrição gerada automaticamente

Resultados gráficos

Lugar das raízes original

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Lugar das raízes compensado.

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Conclusão do sistema controlado.

Analisando a resposta do sistema + compensador projetado:

Como podemos ver o compensador deixou o sistema muito mais rápido. No sistema original tinhas um (tS(5%)= 0,95s); muito lento em comparação ao sistema controlado que é de ts(5%)= 500ms. Também a mudança no erro de regime de 20% foi para 5% essa diferença é bem notória no grafico.

Entretanto o ζ original era de 0,55 e agora é de ζ = 0,707 o que representa pouca variação no sobre sinal o que é uma característica interessante. Segue resultado grafico. O azul é o sistema original.

Gráfico, Gráfico de linhas

Descrição gerada automaticamente

Para a planta do sistema compensada da imagem abaixo podemos calcular o circuito real a ser implementado.

Diagrama

Descrição gerada automaticamente com confiança média

O circuito que será utilizado será;

Diagrama, Esquemático

Descrição gerada automaticamente

A função de transferência para o circuito compensador é;

Texto, Carta

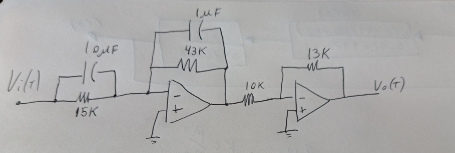
Descrição gerada automaticamente

Cálculos dos componentes.

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Trazendo os componentes para números comerciais fica, r1=15kohm, r2=43kohm e r4=13kohm. Como pode ser visto na imagem abaixo.



Portanto o compensador real que pode ser implementado nesse caso é;

