

Limitaciones de prestaciones por polos/ceros semiplano derecho (SISO)

© 2019, Antonio Sala Piqueras, Universitat Politècnica de València. Todos los derechos reservados.

Presentación en vídeo: <http://personales.upv.es/asala/YT/V/limprhpm.html>

*Este código funcionó correctamente con Matlab R2019a

Objetivos: verificar las pérdidas de prestaciones (reducción de ancho de banda efectivo, incremento de picos de funciones de transferencia de bucle cerrado) cuando existen polos y ceros en el semiplano derecho (inestables, fase no mínima) en un ejemplo monovariable.

Tabla de Contenidos

1.- Planteamiento del problema.....	1
2.- Resultados.....	1
Conclusiones.....	6

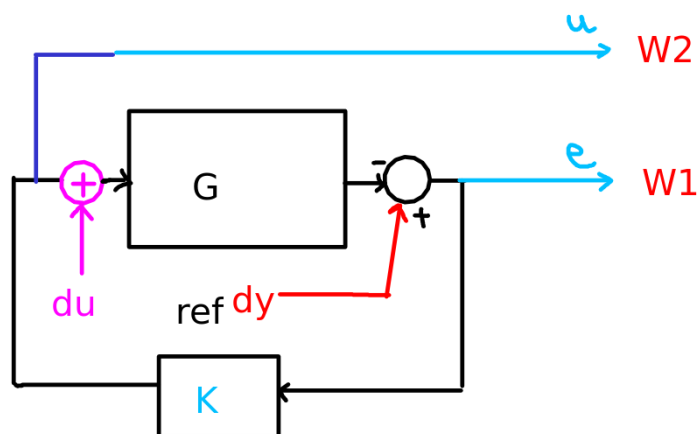
1.- Planteamiento del problema

Señal de referencia (o pert. salida **dy**) y perturbación **du** a la entrada de la planta (5% del tamaño de la entrada). La entrada **u** está limitada a 1 unidad como máximo (saturación).

Se desea error menor a < 0.02 a baja frecuencia.

Se debe maximizar ancho de banda donde $\sigma(\text{error respecto } [du; dy]) < 1$.

Diagrama de bloques:



2.- Resultados

```

s=tf('s');
frqs=logspace(-2,3,100);
G=7*40*(2+s)/(s+1)/(s+4)/(s+20);
fprintf('Ganancia de G en bucle abierto: %g',dcgain(G))

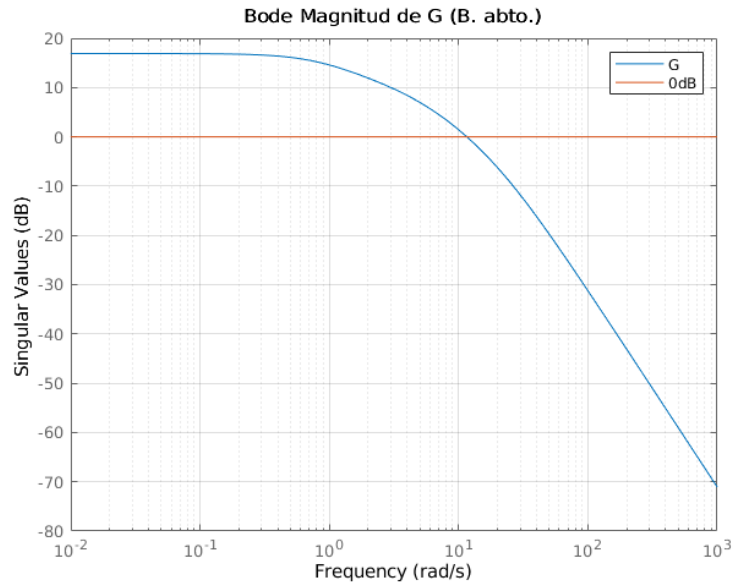
```

Ganancia de G en bucle abierto: 7

```

sigma(G,tf(1)), grid on, title('Bode Magnitud de G (B. abto.)'), legend('G','0dB')

```



```

for prueba=1:5
    picoErr=5; Wu=tf(1); Wdu=.05; Wref=1; %pesos comunes a (casi) todas las pruebas
    switch prueba
        case 1
            G=7*40*(2+s)/(s+1)/(s+4)/(s+20);
            bwS=8.38;
            disp('estable, fasemin')
        case 2
            G=7*40*(2+s)/(-s+1)/(s+4)/(s+20);
            bwS=6.46; %min U sin requisitos de ancho de banda: 0.26
            disp('INestable, fasemin')
        case 3
            G=7*40*(2-s)/(s+1)/(s+4)/(s+20);
            bwS=1.09;
            disp('estable, faseNomin')
        case 4
            G=7*40*(2-s)/(-s+1)/(s+4)/(s+20);
            bwS=.066; %min U sin requisitos de ancho de banda: 0.78
            picoErr=45;
            disp('INestable, faseNomin')
        case 5
            G=7*40*(2-s)/(-s/1.55+1)/(s+4)/(s+20);

```

```

        bwS=.066; %min U sin requisitos de ancho de banda: 1.97
        picoErr=45;
        Wu=1/3.9;%obligado a casi 4 veces más amplitud de u para conseguir prestaci
        disp('INestable, faseNomin casi CANCELA')
    end
    PlantillaE=makeweight(.02,bwS,picoErr);Werr=1/PlantillaE;
    GP=minreal(ss([1 -G -G;0 0 1;1 -G -G]));
    GP.OutputName={'error','u','errm'};GP.InputName={'ref','du','u'};
    GPW=minreal(ss(blkdiag(Werr,Wu,1)*GP*blkdiag(Wref,Wdu,1)));
    [K,CL,GAM,INFO]=hinfsyn(GPW,1,1);
    GAM
    CLnw=minreal(lft(GP,K));
    figure(1)
    step(CLnw(:,1),3), grid on, hold on
    figure(2)
    step(CLnw(:,2),3), grid on, hold on
    figure(3)
    bodemag(CLnw(1,1),frqs), grid on, hold on
    figure(4)
    bodemag(CLnw(2,2),frqs), grid on, hold on
    figure(5)
    bodemag(CLnw(1,2),frqs), grid on, hold on
    figure(6)
    bodemag(CLnw(2,1),frqs), grid on, hold on
end %for

```

```

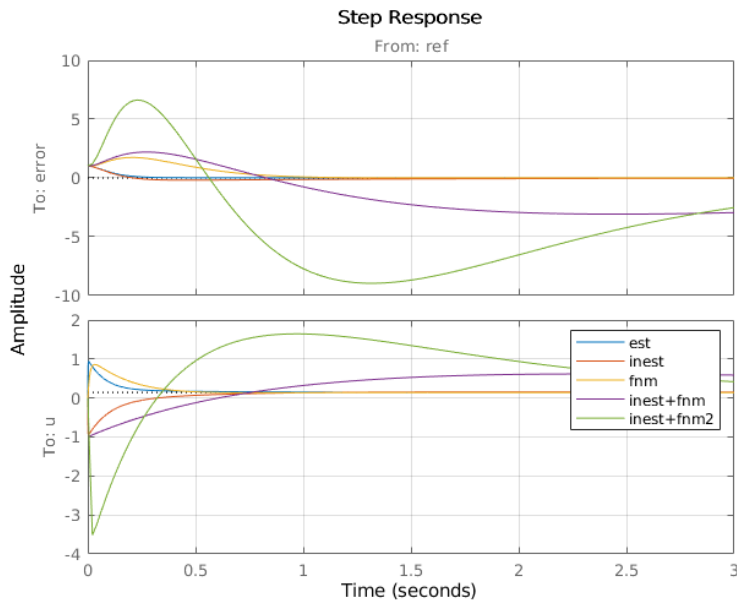
estable, fasemin
3 states removed.
GAM = 0.9995
INestable, fasemin
3 states removed.
GAM = 0.9994
estable, faseNomin
3 states removed.
GAM = 0.9996
INestable, faseNomin
3 states removed.
GAM = 0.9955
INestable, faseNomin casi CANCELA
3 states removed.
GAM = 0.9992

```

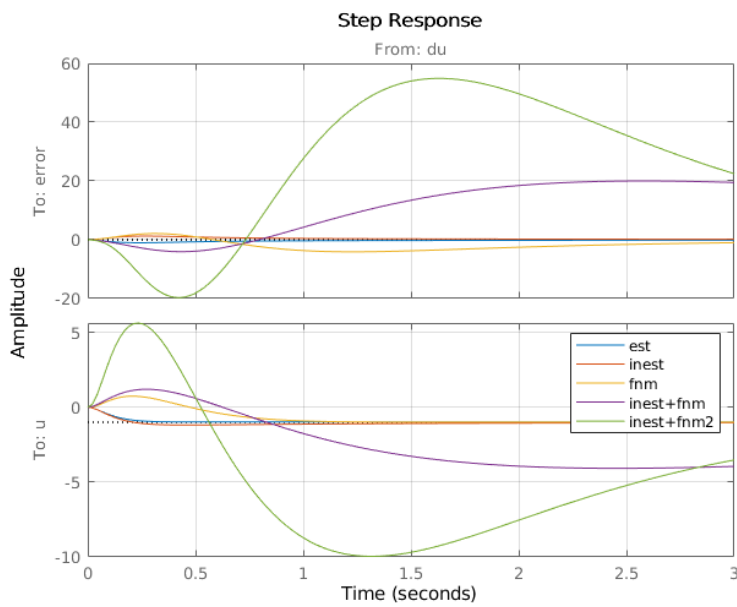
```

figure(1), hold off, legend('est','inest','fnm','inest+fnm','inest+fnm2')

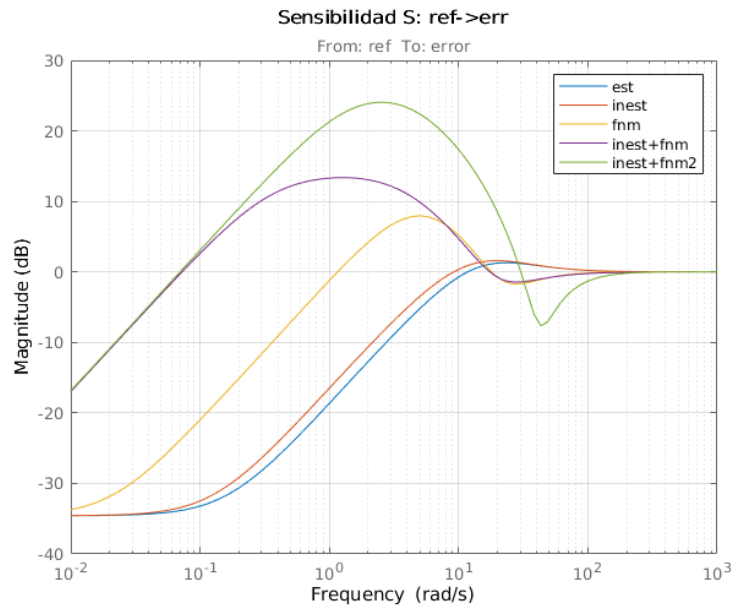
```



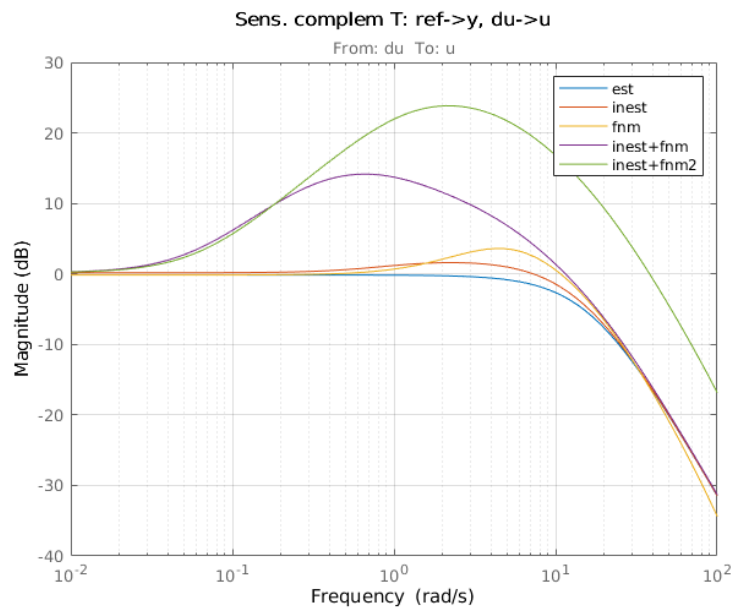
```
figure(2), hold off, legend('est','inest','fnn','inest+fnn','inest+fnn2')
```



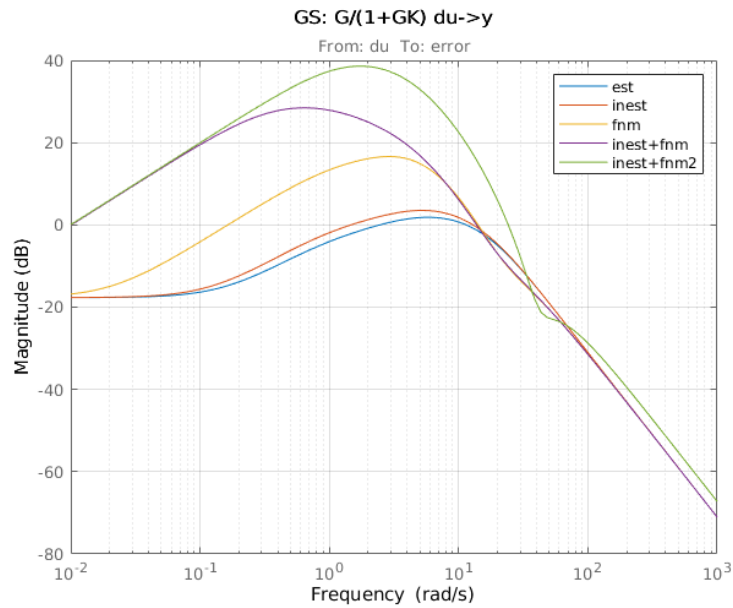
```
figure(3), hold off, legend('est','inest','fnn','inest+fnn','inest+fnn2'),title('Sensib
```



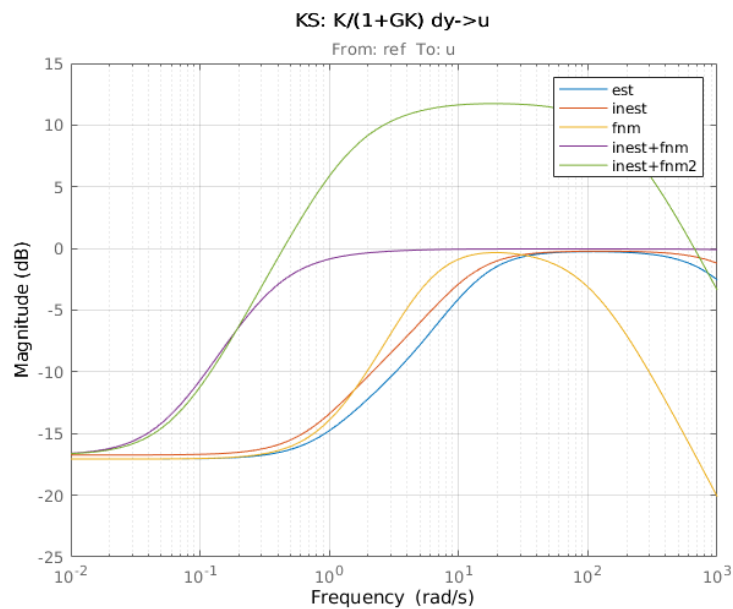
```
figure(4), hold off, legend('est','inest','fnn','inest+fnn','inest+fnn2'), title('Sens. S: ref->err'), axis([0.01 100 -40 30])
```



```
figure(5), hold off, legend('est','inest','fnn','inest+fnn','inest+fnn2'), title('GS: C: ref->y, du->u')
```



```
figure(6), hold off, legend('est','inest','fnn','inest+fnn','inest+fnn2'), title('KS: K/(1+GK) dy->u
```



Conclusiones

- Polos y ceros en semiplano derecho pueden limitar MUCHO el ancho de banda teóricamente conseguible viendo el cruce de $G(j\omega)$ con los 0 dB.
- La presencia de polos inestables reduce "un poco" las prestaciones alcanzables con control 1GL (se necesita una rapidez y ganancia mínima de K para estabilizar, el resto para reducir error). Si el polo estuviera más lejos del origen, su efecto sería más patente. La saturación es peligrosa.

- Los ceros de fase no mínima reducen el ancho de banda conseguible (mover más rápido que el tiempo donde el proceso va "al revés" cuesta "mucho"). Cuanto más cerca del origen está un cero de fase no mínima, más reduce el ancho de banda de S conseguible.
- Si un proceso es, simultáneamente, inestable y de fase no mínima, entonces el ancho de banda de la sensibilidad es muy pequeño y los picos de S, T, KS, GS son grandes: amplificarán perturbaciones y errores de modelado en un rango importante de frecuencias, poca probabilidad de funcionar en la práctica.