

Modelo de Incerteza

SEL 382 - Controle Robusto
Jordão Natal de Oliveira Júnior
Nº USP: 8552032

Problema 1

Modelos com parâmetros incertos no Matlab para simulação. A partir do exemplo de um motor selecionar os principais recursos do Matlab para construir modelos incertos e apresentar na aula.

- ▶ Por exemplo, para uma planta com dois parâmetros incertos gamma e tau, pode-se definir os parâmetros incertos da forma:
- ▶ `gamma = ureal('gamma',4,'range',[3 5]);`
- ▶ `tau = ureal('tau',.5,'Percentage',30);`
- ▶ `P = tf(gamma,[tau 1])`

Problema 2

Simular um motor CC com os seguintes parâmetros do motor:

$R = 2 \text{ +/- } 40\%$; Resistência de valor nominal 2 variando 40%

$L = 0.5 \text{ +/- } 40\%$; Indutância de valor nominal 0.5 variando 40%

$K_f = 0.2 \text{ +/- } 50\%$; Aproximação da constante de atrito de valor nominal 0.2 variando 50%

$K_b = 0.015 [0.012 \text{ } 0.019]$; Constante de emf de valor nominal 0.015 variando de 0.012-0.019

$K_m = 0.015 [0.012 \text{ } 0.019]$; Constante de armadura de valor nominal 0.015 variando de 0.012-0.019

Para declarar as variáveis no MATLAB utilizamos a função “`ureal`”

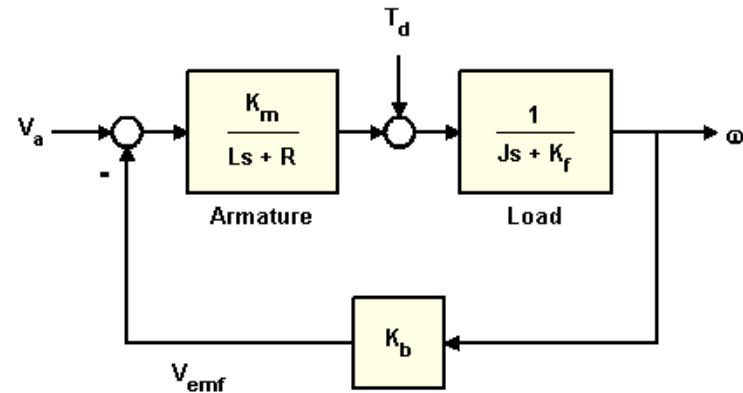
Ex: $R = \text{ureal}('R', 2, \text{'Percentage'}, 40)$

Motor CC

Ver demo toolbox robust: dc_motor demo.html

Robust Control Toolbox Examples

Robustness of Servo Controller for DC Motor



$$\begin{bmatrix} i \\ w \\ \text{torque} \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} V_a \\ w \end{bmatrix}$$

TorqueRotor/(Js)=w

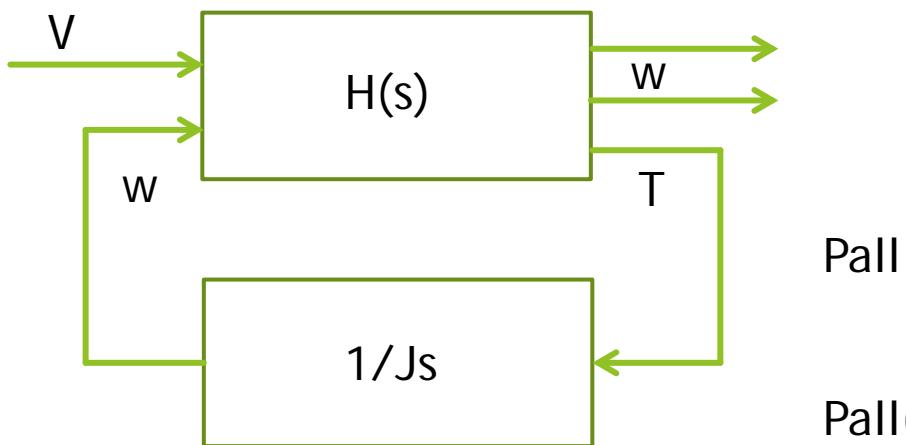
$$H = [1; 0; Km] * tf(1, [L R]) * [1 -Kb] + [0 0; 0 1; 0 -Kf]$$

$$H(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{Ls + R} & \frac{-K_b}{Ls + R} \\ 0 & 1 \\ \frac{K_m}{Ls + R} & \frac{-K_b K_m}{Ls + R} - K_f \end{bmatrix}$$

Problema LFT

Entendendo a notação de modelos do Matlab:

```
H.InputName = {'AppliedVoltage';'AngularSpeed'};  
H.OutputName = {'Current';'AngularSpeed';'RotorTorque'}
```



$$H(s) = \begin{bmatrix} 1 & -K_b \\ \frac{Ls + R}{Ls + R} & \frac{1}{Ls + R} \\ 0 & 1 \\ \frac{K_m}{Ls + R} & \frac{-K_b K_m}{Ls + R} - K_f \end{bmatrix}$$

Pall = lft(H, tf(1,[1 0])/J);

Pall(2,:)

"Tensão.Aplicada" to output "Vel.Angular"

Pall(1,:)

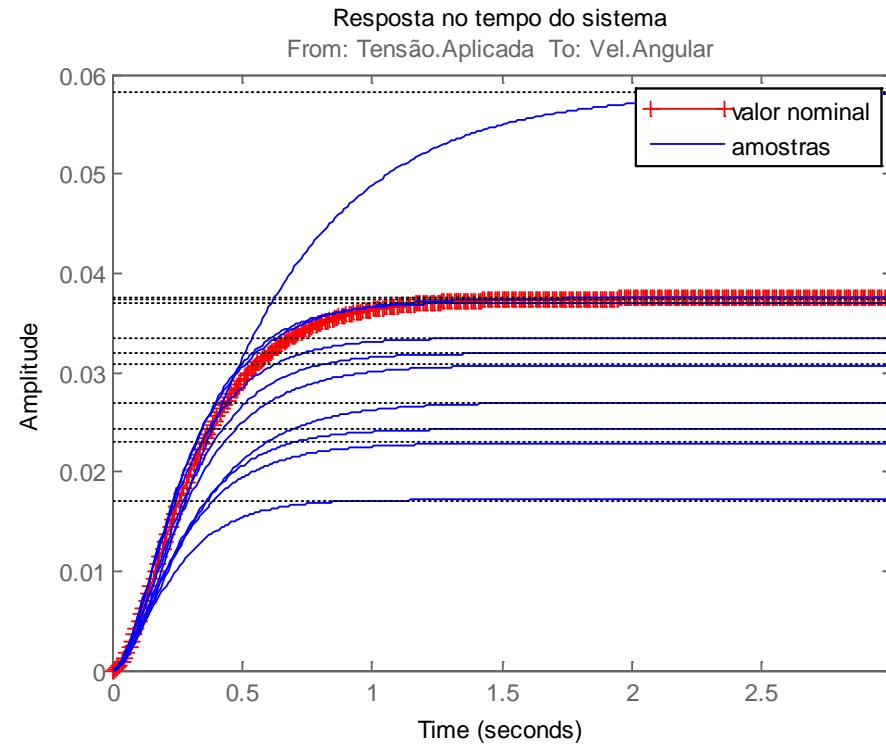
"Tensão.Aplicada" to output "Corrente"

Respostas ao degrau

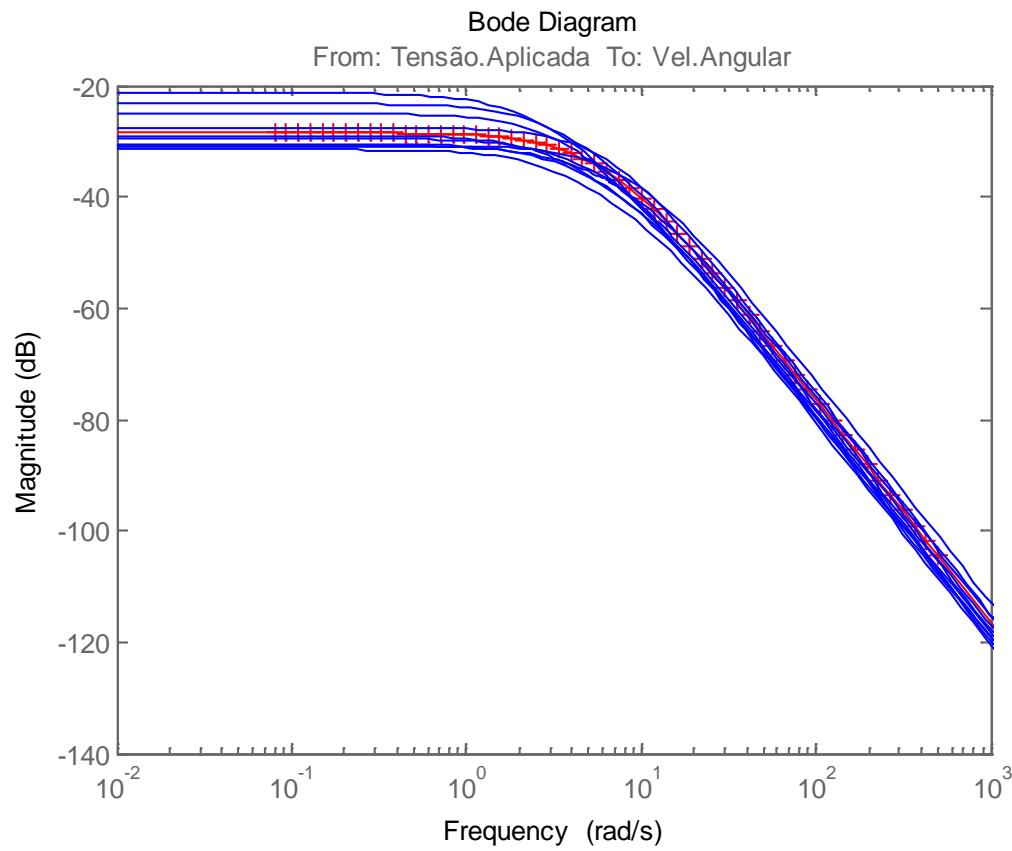
```
step(P.NominalValue,'r-+',usample(P,20),'b',3)
```

```
legend('Nominal','Samples')
```

```
usample - Generate random samples of uncertain variables
```

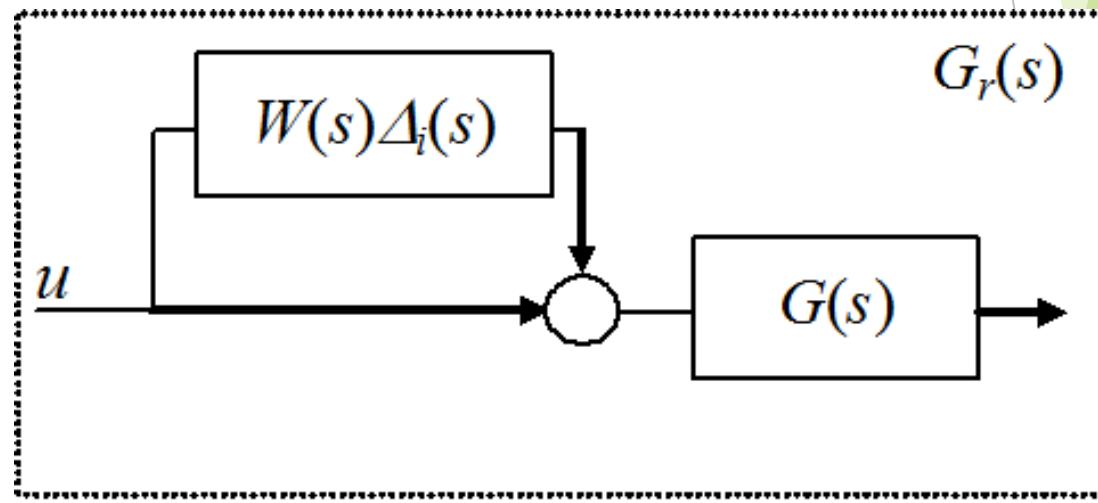


bodemag(P.NominalValue, 'r-+', usample(P, 10), 'b')



Problema 2

- ▶ Utilizando o sistema calculado na última apresentação podemos modelar respostas gráficas do sistema
- ▶ Dados:
- ▶ $P(s) = \frac{1}{s^2+as+b}$, $1 \leq a \leq 3$; $2 \leq b \leq 6$
- ▶ $W_{im}(s) = \frac{0,2791s+4,89}{s+2,358}$
- ▶ $\text{err} = \left| \frac{P(j\omega)-G(j\omega)}{G(j\omega)} \right|$

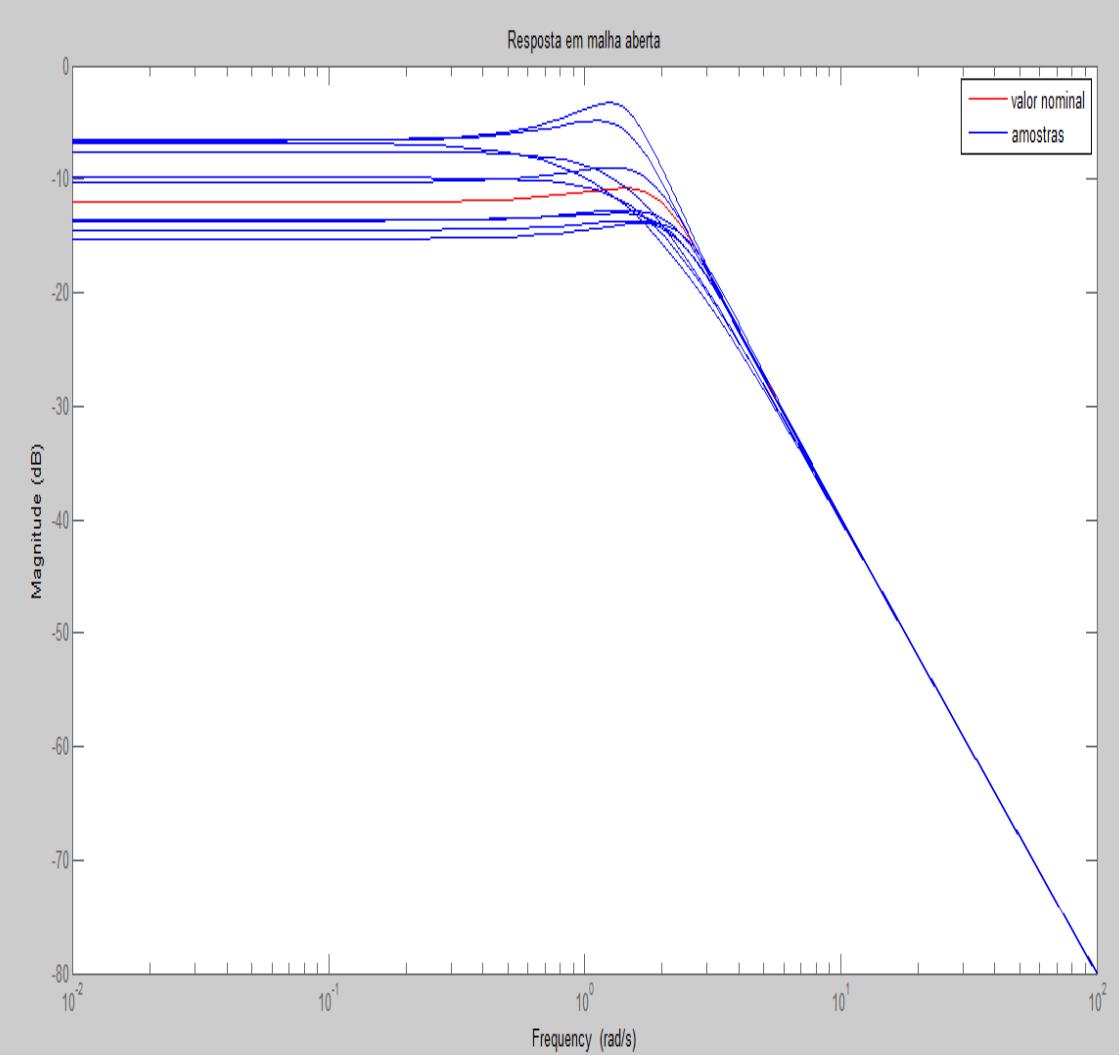
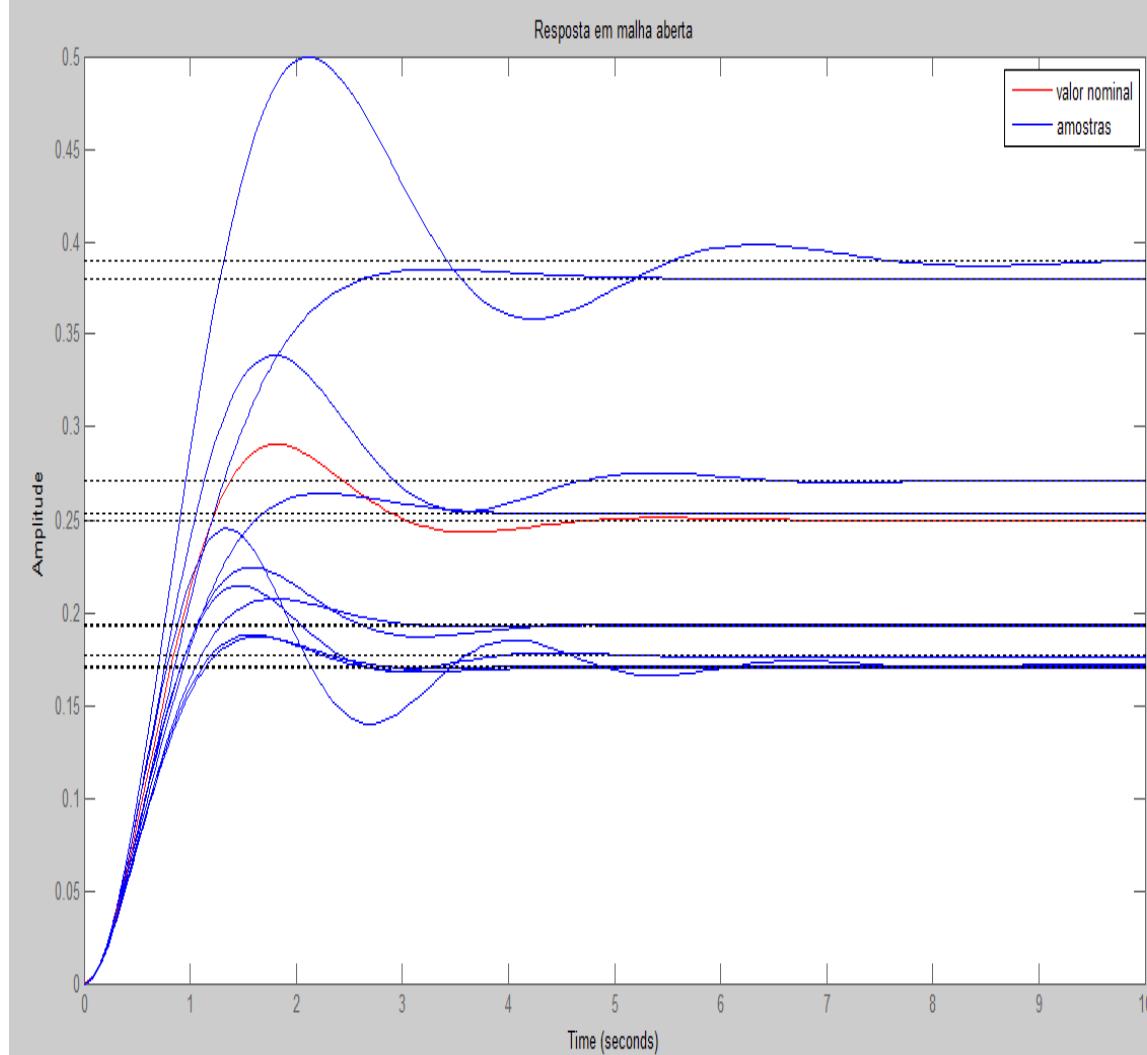


Solução

- ▶ Utilizando os mesmos métodos do problema anterior vemos as respostas: do sistema sem Wim, do Wim, do sistema com o Wim e do erro multiplicado em frequência

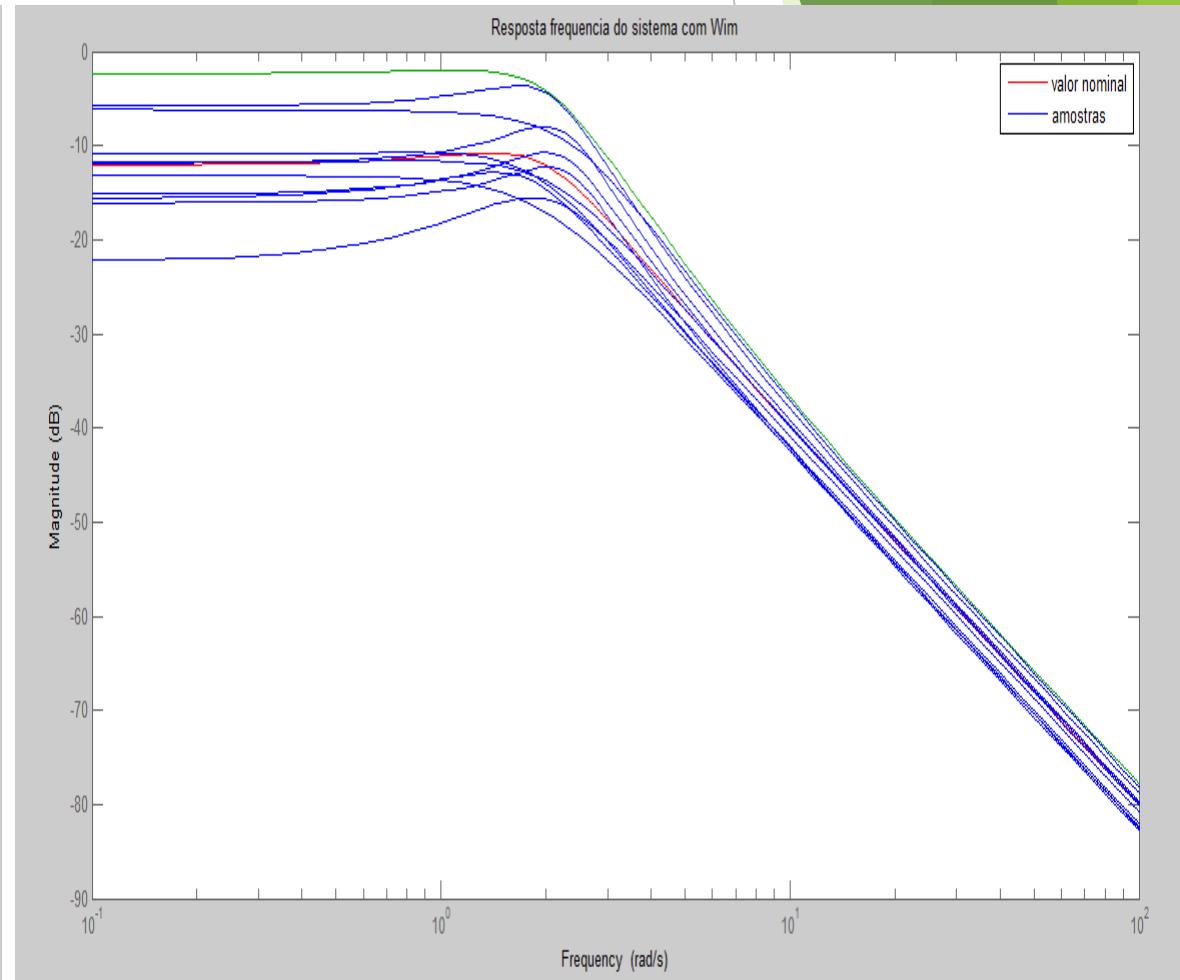
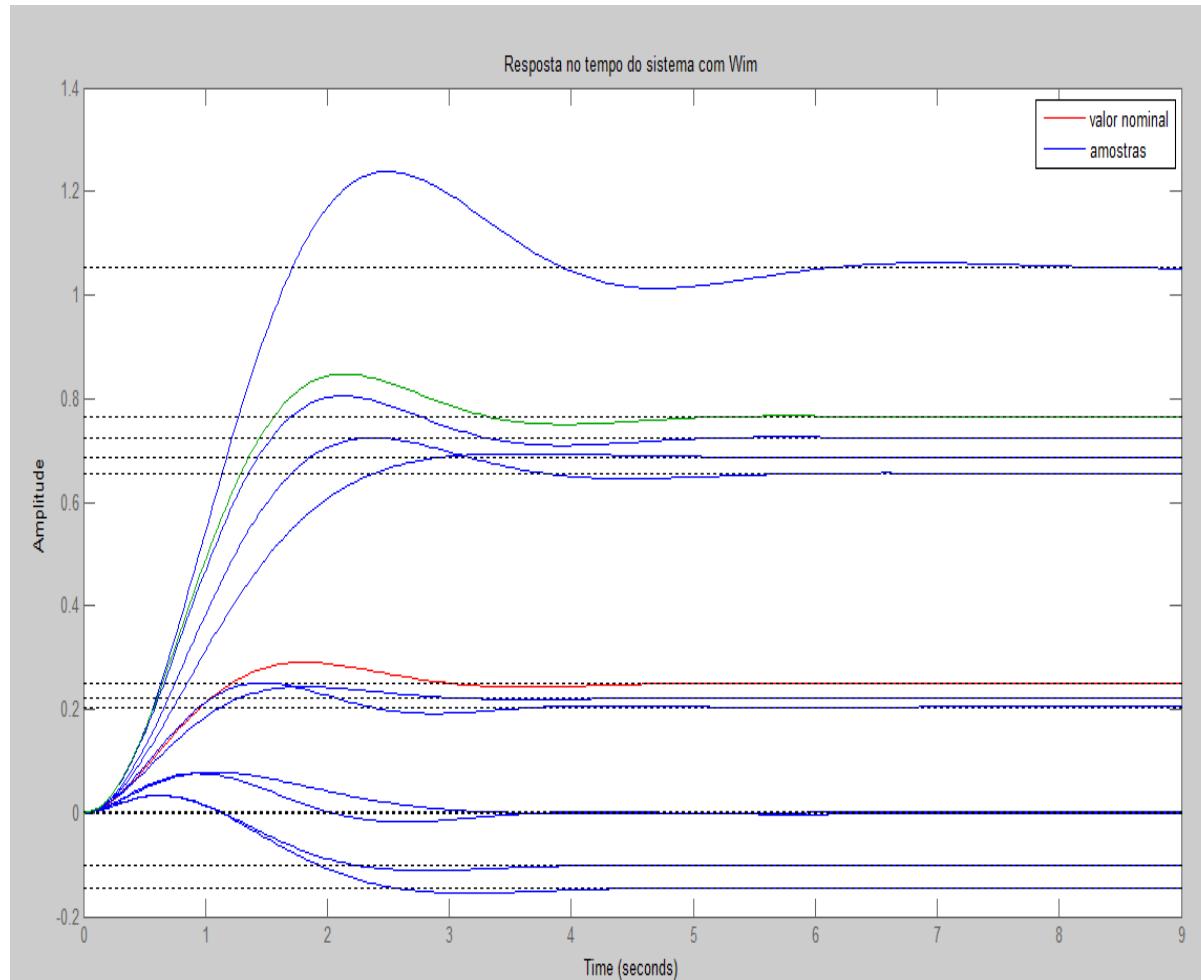
Gráficos

► Resposta da Planta sem Wim



Gráficos

► Resposta do sistema com Wim (Gr(s))



Exercício

- ▶ Erro multiplicativo no tempo e em frequência
- ▶ COMANDOS MATLAB:
- ▶ figure (5)
- ▶ bodemag(erro.NominalValue, 'r', usample(erro, 10), 'b')
- ▶ title('Erro multiplicativo em frequencia')