Tarefa Extra 6: Incerteza limitada - *Sliding mode*

Resumo

Este roteiro aborda os itens a serem desenvolvidos no tarefa extra da disciplina com valor adicional de $1,0$ *pt* à média final do aluno (caso o desenvolvimento e resultados sejam satisfatórios). Deverá ser utilizado o *software* MATLAB. Todo o desenvolvimento e execução da tarefa deverão ser apresentados para a turma em data a ser definida.

Palavras-chave: *sliding mode*, robustez, incerteza limitada.

1 Objetivo

Considere o sistema:

$$\ddot{x} - f(x) = u, \tag{1}$$

com $f(x) = -a(t)\dot{x}^2 cos(3x)$. O parâmetro a é desconhecido e variante no tempo, com limitantes conhecidos $1 \leq a(t) \leq 2$. Tome a estimativa para $f(x)$ no meio do intervalo:

$$\hat{f}(x) = -1,5\dot{x}^2 cos(3x) \tag{2}$$

Note que a incerteza em $f(x)$ é limitada, ou seja:

$$|\hat{f}(x) - f(x)| \leq F(x), \tag{3}$$

sendo $F(x) = 0,5\dot{x}^2|cos(3x)|$.

Projete um controlador sliding mode para que o sistema siga a referência x_d. Sendo $\tilde{x} = x - x_d$, adote a superfície:

$$s(\tilde{x}) = \dot{\tilde{x}} + \lambda\tilde{x}. \tag{4}$$

Utilize a lei de controle:

$$u = u_{eq} - Ksign(s), \tag{5}$$

com $K = F(x) + \eta$.

(a) Calcule o sinal de controle equivalente u_{eq};

(b) Verifique que $s\dot{s} \leq \eta|s|$ utilizando a superfície dada em (4) e o sinal de controle em (5);

(c) Utilizando $\lambda = 2$, $\eta = 3$ e $a(t) = 1 + |sen(t)|$, simule o sistema controlado. Considere a referência $x_d = cos\left(\frac{\pi}{2}t\right)$ com condições iniciais $x_1(0) = x_2(0) = 0$. Plote a resposta x_1 e a referência x_d em uma figura, e o sinal de controle u completo em outra.

(d) Repita o item anterior substituindo o sinal de controle descontínuo $sign(s)$ pelo sinal $sat(s/\phi)$, utilizando $\phi = 0,1$. Verifique a diferença na precisão do rastreamento pelo sistema e no sinal de controle.

(e) Através da simulação, discuta o que acontece com o rastreamento da referência x_d pelo sistema à medida que o valor de ϕ aumenta. Utilize $\phi = 0,1$, $\phi = 0,5$ e $\phi = 1,0$.