Project Work - Sistema Mecânico

Nome completo:

NUMERO DE MATRICULA:

Tarefa 1: Modelagem

Questão 1.1

Solução

Variáveis de estado:

$$\mathbf{x(t)} = [x_1(t), x_2(t), x_3(t)] = [x_1(t), x_2(t), \theta(t)]$$

Vetor de entradas:

$$\mathbf{u(t)} = [u_1(t), u_2(t)] = [v(t), \delta(t)]$$

Vetor de saídas:

$$y(t) = [x_1(t), x_2(t)]$$

Espaço de estados do sistema não linear:

$$\dot{\mathbf{x}} = f(\mathbf{x(t)}, \mathbf{u(t)}) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, x_2, x_3, u_1, u_2) \\ f_2(x_1, x_2, x_3, u_1, u_2) \\ f_3(x_1, x_2, x_3, u_1, u_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{x_1} \\ \dot{x_2} \\ \dot{x_3} \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{y} = g(\mathbf{x(t)}, \mathbf{u(t)}) = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

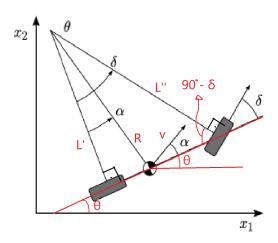


Figure 1: Veículo simplificado.

Para x_1 e x_2 que são as posições no eixo horizontal e vertical, respectivamente, suas derivadas são as componentes da velocidade do centro de massa do veículo. Para θ que é a orientação do veículo, temos que sua derivada é a velocidade angular de rotação ω .

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \dot{x_1} \\ \dot{x_2} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{x1} \\ v_{x2} \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \cdot \cos(\alpha + \theta) \\ v \cdot \sin(\alpha + \theta) \\ \frac{v}{B} \end{bmatrix}$$

 \circ v: magnitude da velocidade do veículo

o v_{x1} : componente horizontal da velocidade

 $\circ v_{x2}$: componente vertical da velocidade

 $\circ~\omega$: velocidade angular de rotação

∘ R: raio da rotação

 \circ α : ângulo de deslizamento

 $\circ \alpha + \theta$: ângulo de direção da velocidade

Faremos algumas manipulações trigonométricas nas expressões atuais de $\dot{\mathbf{x}}$ com o objetivo de deixá-las em função dos parâmetros das variáveis de estado e de entrada do sistema. Observano a Figura 1, temos que:

$$\tan(\delta) = \frac{b}{L'}$$

$$L' = \frac{b}{\tan(\delta)}$$

Onde b é o comprimen
ro do veículo. Além disso, observamos:

$$\tan(\alpha) = \frac{a}{L'}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{a}{\frac{b}{\tan(\delta)}} = \frac{a \cdot \tan(\delta)}{b}$$

$$\alpha = \arctan(\frac{a \cdot \tan(\delta)}{b})$$

Onde a é o comprimento do centro de massa até a roda inferior. Agora vamos analisar o raio da rotação:

$$\sin(\alpha) = \frac{a}{R}$$

$$R = \frac{a}{\sin(\alpha)}$$

$$R = \frac{a}{\sin(\arctan(\frac{a \cdot \tan(\delta)}{b}))}$$

Agora, conhecemos todas as expressões do espaço de estados encontrado mais acima com os parâmetros que desejamos. Dessa forma, temos:

$$\dot{x_1} = v \cdot \cos\left(\alpha + \theta\right)$$

$$\dot{x_1} = v \cdot \sin\left(\alpha + \theta\right)$$

$$\dot{\theta} = \frac{v}{R}$$

Substituindo α e R:

$$\dot{x_1} = v \cdot \cos\left(\arctan\left(\frac{a \cdot \tan(\delta)}{b}\right) + \theta\right)$$

$$\dot{x_2} = v \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{a \cdot \tan(\delta)}{b}\right) + \theta\right)$$

$$\dot{\theta} = \frac{v \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{a \cdot \tan(\delta)}{b}\right)\right)}{a}$$

Reescrevendo as equações utilizando o vetor de estado e o vetor de entrada:

$$\dot{x_1} = u_1 \cdot \cos\left(\arctan\left(\frac{a \cdot \tan(u_2)}{b}\right) + x_3\right)$$

$$\dot{x_2} = u_1 \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{a \cdot \tan(u_2)}{b}\right) + x_3\right)$$

$$\dot{x_3} = \frac{u_1 \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{a \cdot \tan(u_2)}{b}\right)\right)}{a}$$

Listado 1: Código da Questão 1.1

Codigo aqui!

Questão 1.2

Solução

Listado 2: Código da Questão 1.2

Codigo aqui!

Questão 1.3

Solução

Listado 3: Código da Questão 1.3

Codigo aqui!

Questão 1.4

Solução

Listado 4: Código da Questão 1.4

Codigo aqui!

Questão 2.1	
Solução	
	Listado 5: Código da Questão 2.1
Codigo aqui!	
Questão 2.2	
Solução	
	Listado 6: Código da Questão 2.2
Codigo aqui!	
Questão 2.3	
Solução	
	Listado 7: Código da Questão 2.3
Codigo aqui!	
Questão 2.4	
Solução	
	Listado 8: Código da Questão 2.4
Codigo aqui!	

Tarefa 2: Análise Dinâmica

Questão 3.1Solução Listado 9: Código da Questão 3.1 Codigo aqui! Questão 3.2 Solução Listado 10: Código da Questão 3.2 Codigo aqui! Questão 3.3 Solução Listado 11: Código da Questão 3.3 Codigo aqui! Questão 3.4Solução Listado 12: Código da Questão $3.4\,$ Codigo aqui!

Tarefa 3: Controle do Sistema Dinâmico