**3. INTRODUÇÃO À REPRESENTAÇÃO DE ESPAÇO DE ESTADOS**

A representação de Espaço de Estados modela a dinâmica do sistema de suspensão a partir do conjunto de equações diferenciais de primeira ordem estabelecidos nas equações 2.1 e 2.2. É útil para:

* Representar sistemas com múltiplas entradas e múltiplas saídas;
* Descreve o comportamento do sistema no domínio tempo em uma forma matricial compacta.

A forma geral é dada pelas equações 3.1 e 3.2:

(3.1)

(3.2)

Onde:

* *x*: Vetor de estado (variáveis do sistema que capturam o comportamento dinâmico do sistema);
* *u*: Vetor de entrada (forças externas);
* *y*: Vetor de saída (quantidades de interesse);
* **A**, **B**, **C**, **D**: Matrizes que definem as dinâmicas do sistema.

Após derivação**(1)** das equações de movimento (2.1 e 2.2), reformulando em equações de primeira ordem e combinando na forma vetorial**(1)**, temos as matrizes do Espaço de Estados da seguinte forma:

, , , 

**3.1 Código no MATLAB**

Abaixo está o código, comentado, sobre como é feito a simulação via MATLAB.

% Parâmetros

m\_s = 250; % Massa suspensa (kg) - 250 a 500 kg

m\_u = 50; % Massa não suspensa (kg) - 25 a 75 kg

k\_s = 15000; % Rigidez da suspensão (N/m) - 10 000 a 50 000 N/m

k\_t = 200000; % Rigidez do pneu (N/m) - 150 000 a 250 000 N/m

c\_s = 1000; % Amortecimento da suspensão (Ns/m) - 1 000 a 5 000 Ns/m

% Matrizes do Espaço de Estados

A = [0, 1, 0, 0;

-k\_s/m\_s, -c\_s/m\_s, k\_s/m\_s, c\_s/m\_s;

0, 0, 0, 1;

k\_s/m\_u, c\_s/m\_u, -(k\_s+k\_t)/m\_u, -c\_s/m\_u];

B = [0; 0; 0; k\_t/m\_u];

C = [1, 0, 0, 0; 0, 0, 1, 0];

D = [0; 0];

% Função do MATLAB (sys) para definir o Sistema das matrizes do Espaço de Estados

sys = ss(A, B, C, D);

% Parâmetros para Simulação

A = 0.1; % Amplitude do solavanco, valor arbitrário

t = 0:0.01:5; % Período/Tempo de 0 a 5 segundo com degrau (step) de 0.01 s

% Simulação

u = A \* sin(2 \* pi \* t); % Excitação da rua de 0.1 m (altura do solavanco)

[y, t, x] = lsim(sys, u, t); % lsim é uma função linear do MATLAB para simular sistemas no domínio tempo

% Resultados - basicamente aqui são funções e operações do MATLAB, deve ter semelhante no JAVA

figure;

subplot(2,1,1);

plot(t, y(:,1), 'LineWidth', 1.5);

title('Deslocamento da Massa Suspensa (x\_s)');

xlabel('Tempo (s)');

ylabel('Deslocamento (m)');

grid on;

subplot(2,1,2);

plot(t, y(:,2), 'LineWidth', 1.5);

title('Deslocamento da Massa Não Suspensa (x\_u)');

xlabel('Tempo (s)');

ylabel('Deslocamento (m)');

grid on;

Os resultados extraídos são:

