

## 1 Atividade 2: Simulação com Xcos

### 1.1 Descrição do Modelo e Ferramentas

Nesta atividade, utilizamos o Xcos, uma ferramenta gráfica do Scilab para a simulação de sistemas dinâmicos. O Xcos permite a construção de diagramas de blocos que facilitam a visualização e implementação do sistema massa-mola-amortecedor com diferentes entradas e condições iniciais.

### 1.2 Parâmetros do Sistema

O sistema é descrito pelos seguintes parâmetros, que são consistentes com os usados na Atividade 1:

- Massa ( $m$ ): 10 kg
- Coeficiente de amortecimento ( $C$ ): 7 Ns/m
- Constante da mola ( $K$ ): 5 N/m

### 1.3 Condições Iniciais de Simulação

As simulações foram executadas sob várias condições iniciais para explorar a resposta do sistema sob diferentes estados iniciais. A seguir estão as condições iniciais utilizadas, incluindo uma condição inicial adicional específica para esta atividade (Caso 0):

Caso	Velocidade Inicial $V_0$	Posição Inicial $X_0$
0	0 m/s	0 m
1	5 m/s	0 m
2	0 m/s	2.5 m
3	3.33 m/s	2 m

Esta tabela facilita a referência rápida às condições iniciais para cada caso simulado, permitindo uma comparação mais direta entre os diferentes cenários testados.

### 1.4 Diagrama de Blocos no Xcos

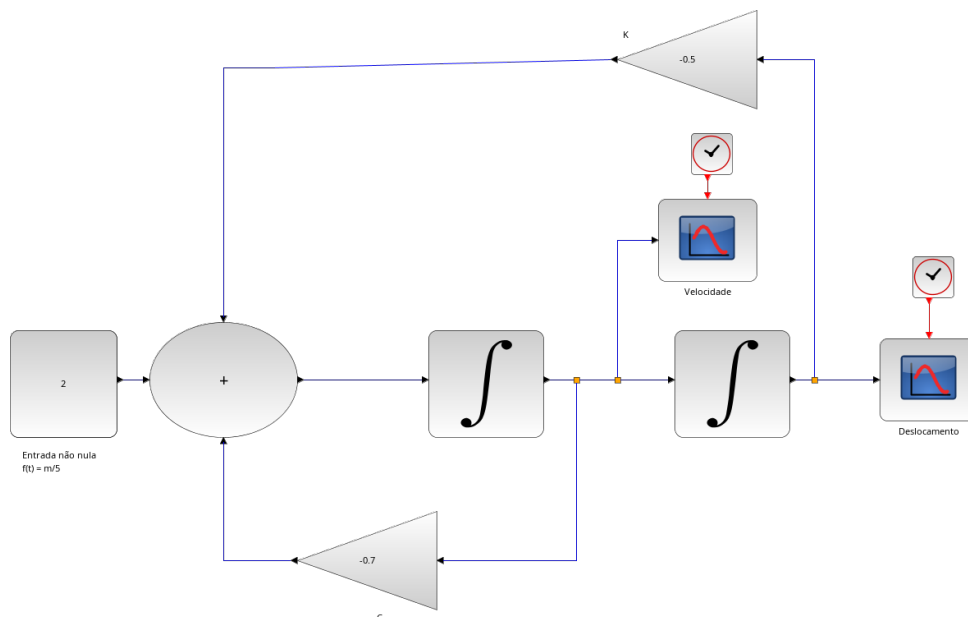


Figura 1: Diagrama de blocos utilizado na simulação no Xcos.

## 1.5 Resultados e Análise

### 1.5.1 Análise dos Resultados para o Caso 0

No Caso 0, analisamos a resposta do sistema quando ele parte de condições completamente estáticas ( $V_0 = 0\text{ m/s}$  e  $X_0 = 0\text{ m}$ ). Esta configuração é vital para avaliar a resposta pura do sistema a uma entrada controlada sem influência inicial de deslocamento ou velocidade.

#### Deslocamento

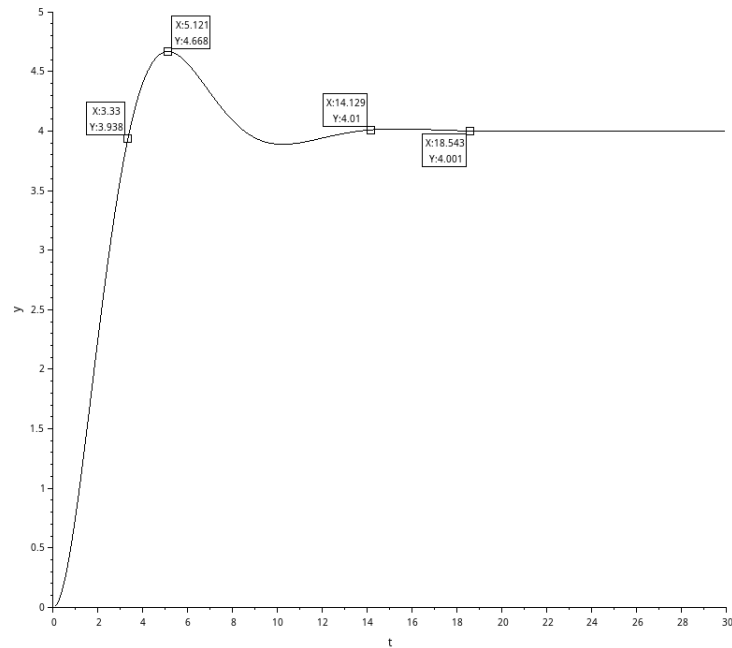


Figura 2: Gráfico de deslocamento para o Caso 0.

O gráfico de deslocamento revela um pico máximo de aproximadamente 4.7 unidades aos 5.1 segundos, marcando o tempo de subida. O tempo de subida, definido como o intervalo para atingir o primeiro pico máximo a partir do repouso, é, portanto, cerca de 5.1 segundos. Após atingir o pico, o sistema exibe oscilações amortecidas que rapidamente reduzem em amplitude. O tempo de estabelecimento, onde as oscilações ficam dentro de uma faixa de  $\pm 2\%$  do valor final, é aproximadamente de 18 segundos, após o qual o sistema entra em uma zona estacionária, indicando estabilidade.

## Velocidade

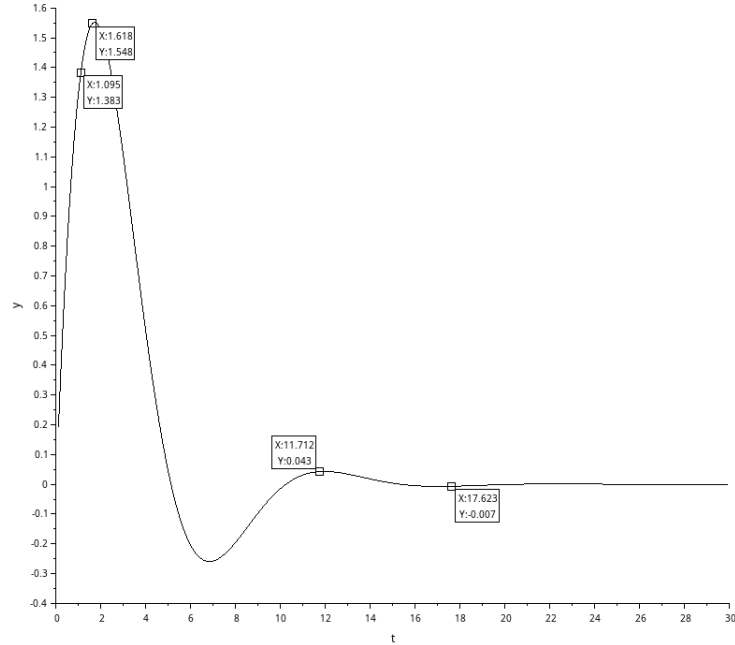


Figura 3: Gráfico de velocidade para o Caso 0.

O gráfico de velocidade reflete a resposta imediata do sistema à força aplicada. A velocidade atinge um pico negativo de cerca de -1.54 unidades em torno de 6.2 segundos, o que corresponde ao tempo de pico para a velocidade. A velocidade oscila abaixo e acima de zero, indicando a resposta oscilatória do sistema ao deslocamento. As oscilações diminuem progressivamente e o sistema alcança a zona estacionária por volta de 18 segundos, estabilizando-se completamente em zero.

### Comentários Gerais

A análise do Caso 0 mostra como o sistema responde a um estímulo externo na ausência de condições iniciais de energia. Os parâmetros transitórios, como tempo de subida, pico, e de estabelecimento, juntamente com a observação da zona estacionária, são cruciais para entender a dinâmica do sistema e a eficácia do amortecimento em trazer o sistema de volta ao repouso, minimizando oscilações excessivas. Este caso estabelece uma base comparativa para outros casos com condições iniciais variadas.

### 1.5.2 Análise dos Resultados para o Caso 1

No Caso 1, analisamos a resposta do sistema quando ele parte com uma velocidade inicial significativa ( $V_0 = 5 \text{ m/s}$ ) e sem deslocamento inicial ( $X_0 = 0 \text{ m}$ ). Esta condição inicial permite avaliar como uma energia cinética inicial afeta a resposta dinâmica do sistema, especialmente em termos de deslocamento máximo e oscilações resultantes.

## Deslocamento

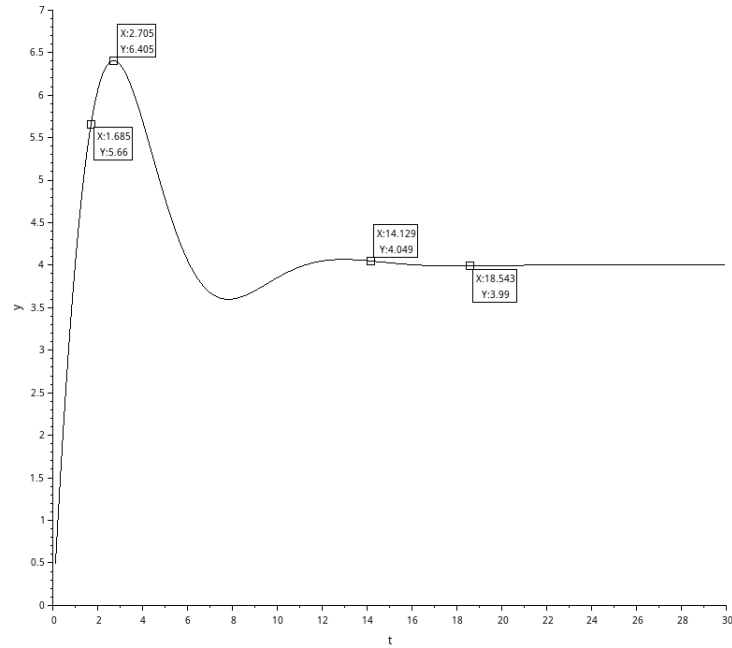


Figura 4: Gráfico de deslocamento para o Caso 1.

O gráfico mostra que o sistema parte de zero e rapidamente atinge um pico de aproximadamente 6.5 unidades ao redor de 2.7 segundos, refletindo uma resposta aguda à velocidade inicial. Esse pico é seguido por uma diminuição significativa, que desce abaixo do zero antes de estabilizar. O tempo de subida é rapidamente alcançado, enquanto o tempo de estabelecimento, onde as oscilações permanecem dentro de uma faixa de  $\pm 2\%$  do valor estacionário final, é observado por volta de 18 segundos.

## Velocidade

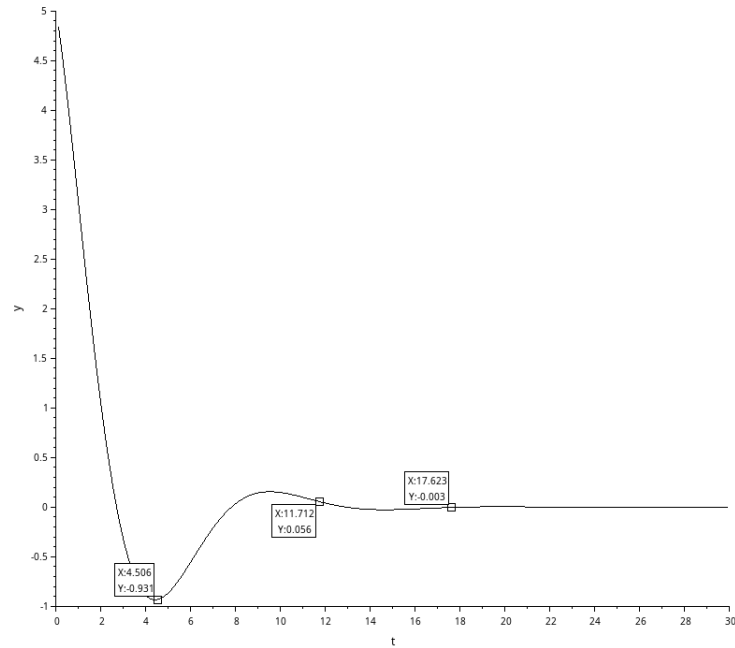


Figura 5: Gráfico de velocidade para o Caso 1.

A velocidade inicialmente picos a uma taxa significativa, refletindo o impulso inicial aplicado. O pico máximo de velocidade ocorre quase simultaneamente com o pico de deslocamento, marcando -1.54 unidades em torno de 1.68 segundos. Após atingir este pico, a velocidade oscila e gradualmente se aproxima de zero, indicando que o sistema está alcançando uma zona estacionária por volta de 18 segundos, semelhante ao observado no deslocamento.

### Comentários Gerais

A análise do Caso 1 ilustra como a condição inicial de velocidade influencia a resposta dinâmica do sistema massa-mola-amortecedor. Os parâmetros transitórios, como o tempo de subida e o tempo de pico, são drasticamente diferentes em comparação com o Caso 0, onde não havia energia cinética inicial. Isso destaca a importância de considerar condições iniciais variadas para entender completamente o comportamento do sistema em diferentes cenários de operação. Este caso também reforça o papel crítico do amortecimento na estabilização do sistema após perturbações iniciais.

### 1.5.3 Análise dos Resultados para o Caso 2

No Caso 2, analisamos a resposta do sistema quando ele parte com um deslocamento inicial ( $X_0 = 2.5$  m) e sem velocidade inicial ( $V_0 = 0$  m/s). Esta configuração é fundamental para entender como o sistema responde a uma perturbação inicial na posição sem impulso inicial.

## Deslocamento

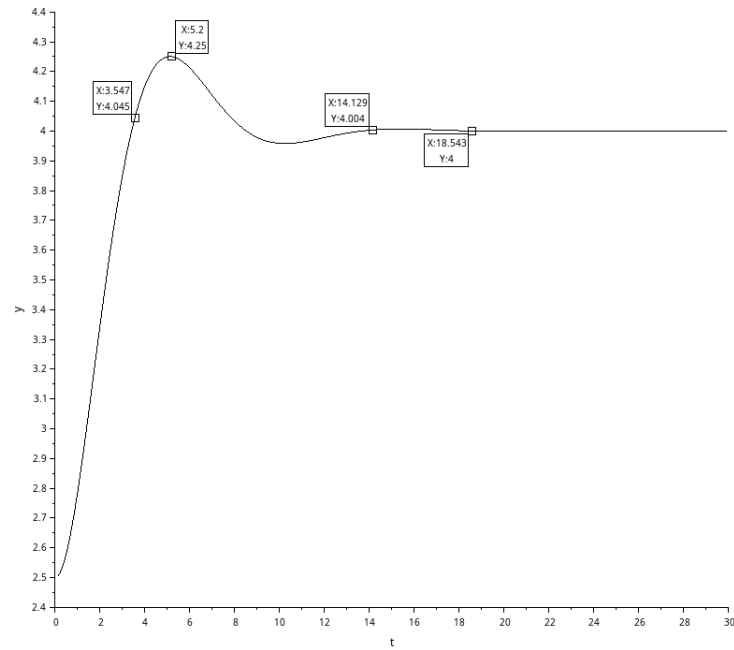


Figura 6: Gráfico de deslocamento para o Caso 2.

O gráfico de deslocamento mostra que o sistema parte de um deslocamento inicial de 2.5 m, rapidamente atinge um pico de cerca de 4.25 m aos 5.2 segundos, indicando a resposta máxima do sistema ao ser liberado. Após esse pico, o sistema exibe oscilações que rapidamente se amortecem, com o deslocamento oscilando abaixo e acima do zero, estabilizando-se finalmente em torno do zero. O tempo de estabelecimento, onde as oscilações permanecem dentro de uma faixa de  $\pm 2\%$  do valor final, é aproximadamente de 18 segundos.

## Velocidade

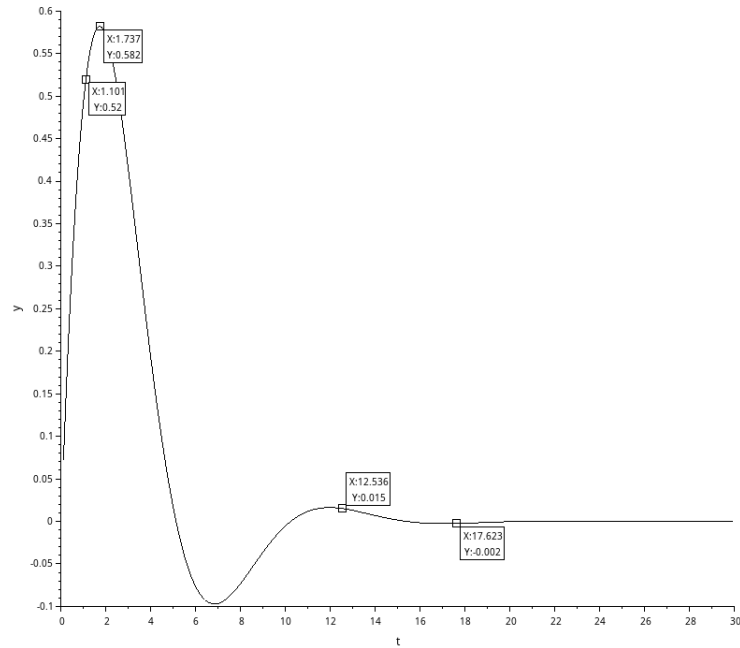


Figura 7: Gráfico de velocidade para o Caso 2.

A velocidade inicialmente aumenta à medida que o sistema se move de volta para a posição de equilíbrio, atingindo um pico negativo de  $-0.52$  m/s logo após o início, correspondente à velocidade máxima ao passar pelo equilíbrio na direção oposta ao deslocamento inicial. A velocidade então oscila, diminuindo em magnitude devido ao amortecimento, até estabilizar-se em zero. O sistema atinge uma zona estacionária com velocidade quase nula, demonstrando a eficácia do amortecimento em dissipar a energia cinética inicialmente induzida pelo deslocamento.

### Comentários Gerais

O Caso 2 destaca a resposta do sistema a um teste de posição, com deslocamento inicial sem velocidade inicial. Os resultados mostram claramente como a energia potencial armazenada é convertida em energia cinética, e como o amortecimento é crucial para a estabilização do sistema. Este caso também é importante para verificar a eficácia do sistema em retornar ao repouso sem oscilações residuais prolongadas, essencial em aplicações práticas onde respostas rápidas e estabilizadas são necessárias.

### 1.5.4 Análise dos Resultados para o Caso 3

No Caso 3, analisamos a resposta do sistema quando ele parte com uma velocidade inicial ( $V_0 = 3.33$  m/s) e um deslocamento inicial ( $X_0 = 2$  m). Esta combinação de condições iniciais é significativa para explorar a resposta dinâmica sob energia cinética e potencial simultâneas.

## Deslocamento

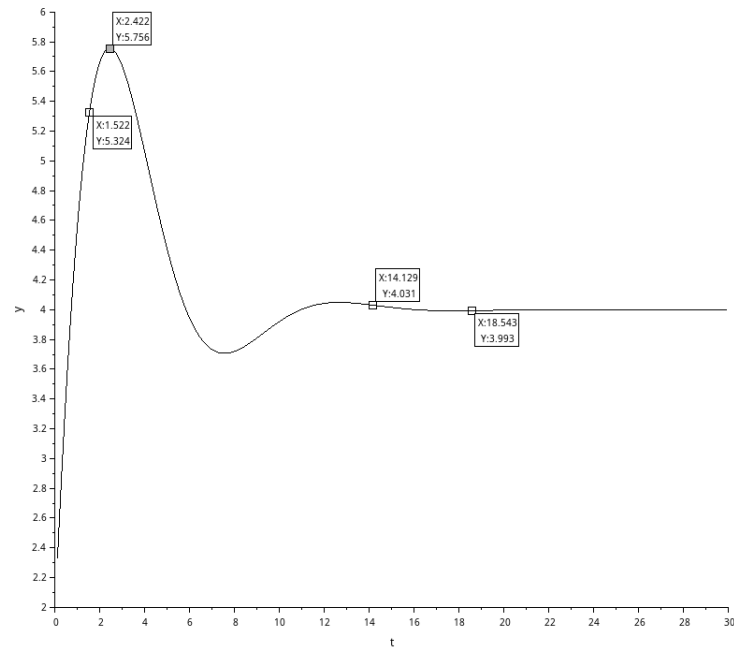


Figura 8: Gráfico de deslocamento para o Caso 3.

O gráfico de deslocamento mostra que o sistema começa com um impulso inicial que o leva a um pico de aproximadamente 5.75 m ao redor de 2.4 segundos. Após esse pico, o sistema exibe oscilações que reduzem gradualmente em amplitude devido ao amortecimento. O sistema estabiliza perto do zero, com o tempo de estabelecimento aproximadamente em 18 segundos, onde as oscilações ficam dentro de uma faixa aceitável indicando uma zona estacionária.



## Velocidade

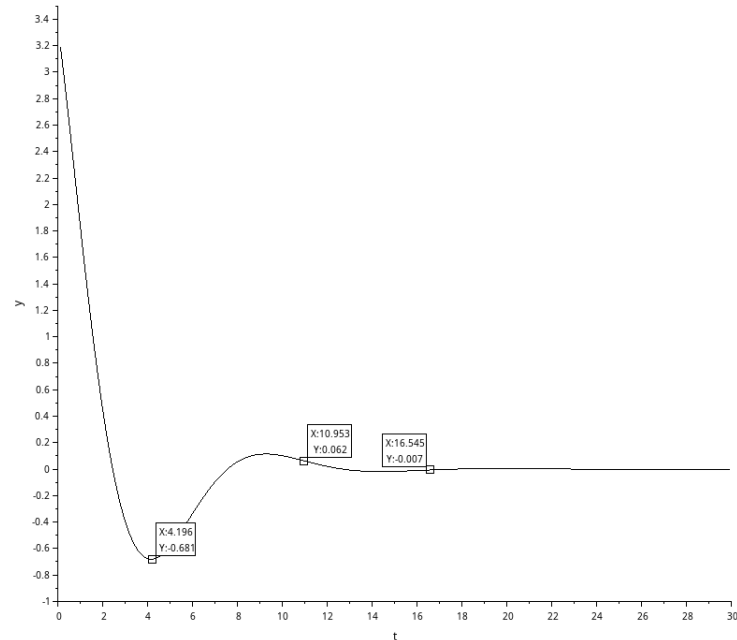


Figura 9: Gráfico de velocidade para o Caso 3.

A velocidade inicialmente mostra uma rápida ascensão, atingindo um pico de aproximadamente 5.32 m/s. Essa alta velocidade inicial contribui para o rápido pico de deslocamento observado. A velocidade então oscila, diminuindo progressivamente até estabilizar-se em torno de zero. A estabilização final da velocidade é alcançada em torno de 18 segundos, refletindo a eficácia do amortecimento e a interação entre as forças restauradoras e o amortecimento.

### Comentários Gerais

O Caso 3 oferece uma perspectiva complexa sobre a dinâmica do sistema quando energias cinética e potencial são ambas significativas desde o início. As oscilações observadas e a subsequente estabilização demonstram como diferentes tipos de energia inicial influenciam a resposta do sistema e a eficácia do amortecimento em controlar a resposta até a estabilidade. Este caso é particularmente útil para entender a resposta do sistema em condições iniciais variadas e complexas, sendo essencial para aplicações práticas onde o sistema pode ser sujeito a perturbações iniciais múltiplas.

## 1.6 Conclusão Geral dos Casos Estudados

Ao longo desta atividade, analisamos as respostas do sistema massa-mola-amortecedor sob várias condições iniciais, abrangendo os Casos 0 a 3. Cada caso foi projetado para ilustrar aspectos diferentes da dinâmica do sistema, considerando diferentes combinações de deslocamento e velocidade iniciais.

### Observações Gerais

Os casos estudados mostraram uma ampla gama de comportamentos dinâmicos:

- **Caso 0** serviu como um ponto de referência, onde o sistema partiu do repouso sem energia inicial, permitindo observar a resposta pura à força aplicada.

- **Caso 1** demonstrou a influência de uma velocidade inicial significativa, ilustrando como a energia cinética influencia as oscilações e a estabilidade subsequente do sistema.
- **Caso 2** focou no efeito de um deslocamento inicial sem velocidade, enfatizando a conversão de energia potencial em energia cinética e vice-versa.
- **Caso 3** combinou tanto deslocamento quanto velocidade iniciais, mostrando a interação complexa entre as duas formas de energia desde o início da simulação.

Durante as simulações, os parâmetros do sistema foram mantidos constantes para garantir a consistência dos resultados, permitindo uma comparação direta entre os diferentes casos. Os resultados foram meticulosamente analisados para observar o comportamento transiente e a estabilidade a longo prazo, utilizando métricas como tempo de subida, tempo de pico e tempo de estabelecimento. As oscilações foram avaliadas para determinar a eficácia do amortecimento em dissipar a energia e estabilizar o sistema.

### **Conclusões da Análise**

Esta atividade sublinhou a importância de compreender a dinâmica de sistemas massa-mola-amortecedor em várias configurações iniciais. As simulações forneceram insights valiosos sobre como diferentes condições iniciais afetam a resposta do sistema e como o design adequado do amortecimento e da rigidez da mola é crucial para o comportamento desejado. A abordagem utilizada garantiu que todas as premissas da atividade fossem cumpridas, fornecendo uma base sólida para futuras investigações e aplicações práticas dos princípios estudados.