

PROJETO 3 – SISTEMAS MECÂNICOS

1 VISÃO GERAL

Neste projeto, nosso foco será na modelagem de sistemas mecânicos – “mecânicos” no sentido comumente utilizado na física, e não como em “oficina mecânica”. Assim como nos outros dois projetos, os modelos serão compostos de sistemas de equações diferenciais, que, em princípio, também poderiam ser modelados usando as técnicas de diagramas de estoques e fluxos. Porém, os modelos de sistemas mecânicos tendem a ser mais complexos, de um ponto de vista matemático. Em geral eles usam quantidades vetoriais, ao invés de quantidades escalares, e as equações diferenciais são de segunda ordem, ao contrário das equações de primeira ordem encontradas nos sistemas térmicos e farmacocinéticos. Outro ponto importante, é que para facilitar a abstração dos modelos mecânicos serão apresentadas duas ferramentas fundamentais: os diagramas de corpo livre e os sistemas de coordenadas.

Assim como no projeto 2, você terá liberdade na escolha do tema que deseja abordar. Serão sugeridas algumas possibilidades, mas seria muito interessante se você quiser sugerir algum tema novo. A única ressalva é que você discuta o tema com o instrutor para ter clareza sobre onde você está se metendo.

Um ponto muito relevante na escolha do tema do projeto é o nível de conhecimento de física que ele exige. Com o objetivo de ajudar nesse sentido, foram definidos 4 tipos de temas, descritos a seguir. Indicamos também possíveis temas de projetos para cada um deles.

1.1 TIPO 1: PONTOS MATERIAIS EM MOVIMENTO LIVRE

Muitos sistemas podem ser simulados como um conjunto de pontos materiais que não restringem o movimento um do outro. Por exemplo, se você quiser modelar o nosso sistema solar, seria razoável considerar o sol e cada um dos planetas como pontos materiais. A interação entre eles pode ser determinada pela Lei da Gravitação Universal. Apesar do sistema poder apresentar comportamento bastante complexo, o conhecimento em física necessário seria limitado.

1.2 TIPO 2: ROTAÇÃO PURA

Existem sistemas, para os quais a hipótese de ponto material não é adequada, porém é razoável considerar um ou mais corpos como Corpos Rígidos em rotação pura. Um exemplo é o movimento de uma porta em torno de sua dobradiça. Nesse caso, seria necessário apenas a utilização das equações relacionadas ao momento angular.

1.3 TIPO 3: CORPOS RÍGIDOS EM MOVIMENTO LIVRE

Para muitos sistemas é necessário considerar, ao mesmo tempo, os movimentos de translação e rotação. Por exemplo, se você quiser modelar o movimento de um Boomerang, seria necessário considerar o movimento de seu centro de massa, além de sua rotação em torno do centro de massa. No caso específico do Boomerang, o movimento não estaria confinado a um único plano e isso implicaria a necessidade de modelagem em três dimensões. O problema ficaria bastante complicado!

1.4 TIPO 4: CORPOS RÍGIDOS EM MOVIMENTO RESTRINGIDO

Os casos mais complexos para a modelagem em sistemas mecânicos, envolvem corpos rígidos cujos movimentos estão atrelados uns aos outros. Exemplos incluem pêndulos duplos ou pêndulos presos a trilhos. Em geral, as equações de Newton não são a abordagem mais simples para chegar às equações que descrevem o comportamento do sistema. Caso esteja interessado nesse tipo de sistema, tenha em mente que você, provavelmente, terá que aprender novos conteúdos em mecânica: as equações de Euler-Lagrange.

2 ENTREGAS

Independentemente do sistema com o qual você escolha trabalhar, nós recomendamos que crie as entregas descritas a seguir. Neste projeto, não são definidas datas de entrega, você deverá criar seu próprio cronograma. É interessante que você discuta o cronograma com o instrutor, e será **seu papel** cuidar para que ele seja cumprido.

2.1 CARTAZ DESCRITIVO DO PROJETO

No dia **29 de Maio** será realizada uma atividade para o desenvolvimento de ideais para o projeto. Depois desta atividade você terá identificado um parceiro com quem irá trabalhar e um tema. Você também receberá um modelo de Cartaz que deverá ser completado e entregue em nosso encontro do dia **02 de Junho**.

Para completar o modelo, você deverá trabalhar com seu parceiro, para tentar definir coisas como: como você espera que o modelo será? Que tipo de perguntas você poderá responder com ele? Que tipos de resultados será possível obter? Você não estará se comprometendo com nenhuma das respostas – aliás será uma grande surpresa se seu modelo final efetivamente ficar parecido com o que você colocar no cartaz. O objetivo é que você use algum tempo pensando, não apenas na área da mecânica em que você vai trabalhar, mas também no tipo de trabalho que você deseja realizar. Fotografe o cartaz e envie para o Blackboard. No encontro do dia **02 de Junho** você fará uma breve apresentação oral sobre seu cartaz.

2.2 VERIFICAÇÕES INTERMEDIÁRIAS

Faremos dois check-ins com cada equipe para garantir que nos mantemos no caminho certo. O primeiro check-in ocorrerá no dia **9 de junho** e o segundo no dia **16 de junho**. Para cada check-in, você e seu parceiro devem trazer uma breve apresentação do andamento do trabalho, não mais do que 4 slides. Esperamos que você use os check-ins como uma oportunidade para mostrar onde você se encontra e tomar decisões sobre os próximos passos a tomar.

Neste terceiro projeto, esperamos que tenha percebido a necessidade de organizar a realização do trabalho. Essa organização não será cobrada explicitamente de vocês, mas a criação de um cronograma de execução, com as entregas intermediárias e finais é fundamental. Defina o que você espera ter pronto em função do tempo total para a realização do projeto. Você pode usar aplicativos online para esse tipo de atividade (um aplicativo bastante usado é o www.trello.com, mas fique à vontade para procurar alternativas).

2.3 RASCUNHO DO CARTAZ, NARRATIVA E SIMULAÇÃO DA APRESENTAÇÃO PARA ALUNOS DE OUTRAS SALAS

Exatamente no mesmo formato que fizemos no projeto 2, realizaremos uma seção de apresentação de rascunhos do cartaz final para alunos de outras salas. Essas apresentações ocorrerão no dia **19 de Junho**. Como sugestão para melhorar ainda mais o nível das apresentações, sugerimos que você **escreva** a narrativa da apresentação indicando quem fala o que e quando.

2.4 APRESENTAÇÕES FINAIS

Novamente, faremos as apresentações finais dos cartazes do projeto 3 nos mesmos moldes das apresentações do projeto 2. Elas ocorrerão no dia **24 de Junho**. Esteja preparado para impressionar sua audiência, afinal você não é mais nenhum novato nessa atividade!

3 POSSÍVEIS TEMAS

A seguir apresentamos apenas algumas sugestões de possíveis temas para o seu trabalho.

3.1 ESTRELAS BINÁRIAS

A questão sobre se um planeta de massa relativamente baixa pode existir em um sistema com uma estrela binária tem bastante interesse científico. Um artigo publicado por Holman e Wiegert (The Astronomical Journal, Volume 117, Pages 621–628, Year 1999) detalha resultados numéricos a esse respeito. No artigo eles consideram a situação de um planeta de baixa massa que está em órbita em torno de uma estrela binária com relação de massa μ , que estão em órbitas elípticas de excentricidade e .

Se você quiser trabalhar nesse assunto, certamente vale a pena usar uma parte de seu tempo lendo o artigo, de forma que você possa verificar as possibilidades de trabalho futuro propostas pelos autores. Certamente esse projeto seria sobre um sistema do tipo 1.

3.2 VIBRAÇÕES MOLECULARES

Se você considera que estrelas são muito grandes, você pode se interessar pelo problema de vibrações moleculares. Moléculas diferentes – CO_2 ou H_2O por exemplo – apresentam várias frequências de vibração, resultantes das interações entre os átomos que compõem as moléculas. Você pode construir modelos baseados na mecânica de Newton (deixemos a física quântica para uma outra oportunidades) que sejam capazes de prever essas frequências de vibração. Muito possivelmente seu projeto seria sobre um sistema do tipo 1.

3.3 FÍSICA DO ESPORTE

As oportunidades são inúmeras: analise a cobrança de uma falta com curva, uma rebatida de baseball, o movimento de um surfista... Como as possibilidades de sistemas são muitas, os modelos podem ser de qualquer tipo nesse caso.

3.4 PÊNDULOS INVERTIDOS

Existem muitos problemas de Controle – Controle se referindo a uma área específica da engenharia que você conhecerá em detalhes no quarto semestre do curso – relacionados com a dinâmica de um pêndulo. Como exemplo, considere um pêndulo, formado por uma barra e uma massa na ponta, com um motor na articulação. Sabendo que o motor não tem torque suficiente para inverter o pêndulo, qual seria uma estratégia de acionamento do motor de forma a possibilitar a inversão? Como acionar o motor para que o pêndulo se mantenha de ponta cabeça? Esse seria um projeto do tipo 2.

Uma outra possibilidade, mais complexa do ponto de vista da mecânica, e menos do ponto de vista do controle, é a análise de pêndulo invertidos que são mantidos na vertical através do movimento de sua base. Nesse caso temos um problema do tipo 4. Veja, por exemplo, esse [vídeo](#).

3.5 MÁQUINAS DE GUERRA MEDIEVAIS

Máquinas de cerco utilizadas na idade média, como os trebuchets, apresentam comportamento dinâmico bastante interessante. A modelagem dessas máquinas pode ser bastante complexa do ponto de vista da física – estamos falando certamente de modelos do tipo 4. Porém, explorar o funcionamento dessas máquinas, é uma das oportunidades que temos nesse projeto.

