

# Análise não linear de Powertrains Utilizando Método dos Elementos Finitos

Autor: Allan Francisco Oliveira

Co- autores: Vinícius Gabriel Segala Simionatto, Hugo Heidy Miyasato

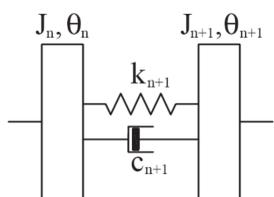
Orientador: Prof. Dr. Milton Dias Jr.

Estão expostas a seguir as principais atividades realizadas durante o período de agosto de 2007 a julho de 2008, referentes ao projeto de iniciação científica desenvolvido junto ao Laboratório de Dinâmica de Estruturas e Máquinas do Departamento de Projeto Mecânico da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Este projeto de iniciação científica trata do desenvolvimento de ferramentas computacionais para a análise não-linear de trens de potência operando em regimes diversos.

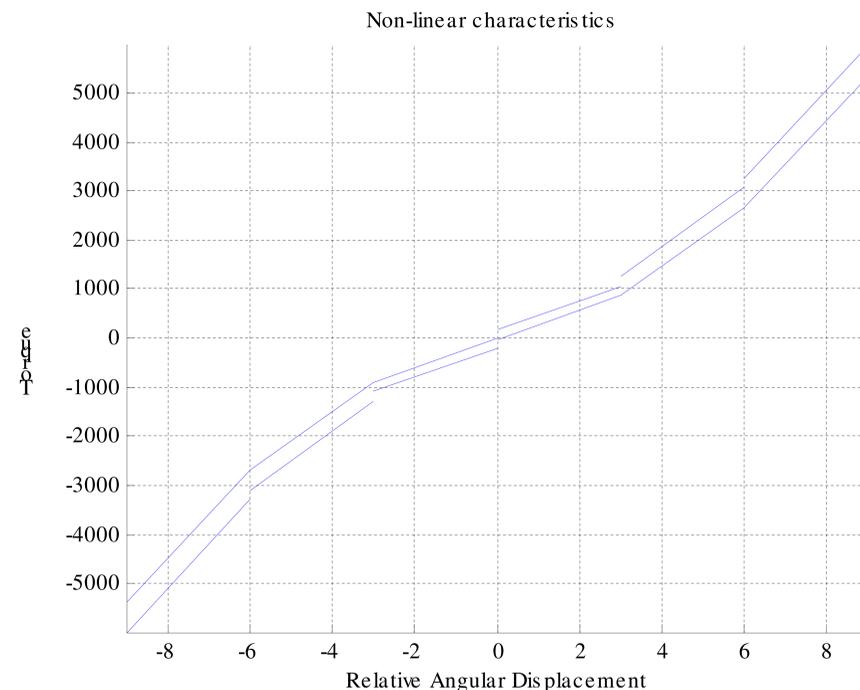
## Introdução

A demanda crescente por veículos mais silenciosos e confortáveis tem resultado numa necessidade cada vez maior de entender profundamente o comportamento dinâmico do trem de potência de veículos automotivos objetivando a redução das vibrações torcionais para níveis aceitáveis. Esse tipo de vibração é tipicamente excitado pelas flutuações de torque do motor (irregularidade de ignição). Se excessivo, este tipo de vibração pode causar problemas de desgaste e falhas por fadigas prematuras nos componentes do trem de potência, além de ruídos indesejáveis. A modelagem e simulação computacional possibilitam uma determinação aproximada das frequências naturais e da magnitude da vibração torcional para um dado powertrain. Este estudo auxilia na minimização dos níveis globais de vibrações através de um projeto adequado do trem de potência cujas frequências naturais estejam distantes das componentes harmônicas de excitação inerentes ao sistema.

## Elemento da Modelagem



$$[I_{e(n+1)}] = \begin{bmatrix} J_n & 0 \\ 0 & J_{n+1} \end{bmatrix}, \quad [K_{e(n+1)}] = \begin{bmatrix} k_{n+1} & -k_{n+1} \\ -k_{n+1} & k_{n+1} \end{bmatrix}, \quad [C_{e(n+1)}] = \begin{bmatrix} c_{n+1} & -c_{n+1} \\ -c_{n+1} & c_{n+1} \end{bmatrix}, \quad \{\theta_{e(n+1)}\} = \begin{Bmatrix} \theta_n \\ \theta_{n+1} \end{Bmatrix}$$



A modelagem do trem de potência é realizada utilizando o método dos elementos finitos. Este método de modelagem de sistemas é uma ferramenta muito poderosa e é aplicável em diversas áreas da engenharia. Estes elementos finitos possibilitam reduzido tempo de construção da equação de movimento do sistema. A partir de um pequeno número de elementos finitos consegue-se uma grande variedade de modelos finais mais elaborados.

## Super-Elemento

Foi denominado super-elemento ao conjunto de elementos finitos básicos ligados em uma determinada configuração, definida pelo usuário, que já representa um dispositivo mais complexo como, por exemplo, uma transmissão e que fica a disposição do usuário em uma biblioteca sem necessitar que o mesmo precise montar toda a sua estrutura a cada vez que for integrá-lo a um projeto de *powertrain*. Como não é possível prever como será a modelagem da transmissão pelo usuário, o super-elemento permite que o usuário monte o seu modelo de transmissão uma vez e o salve em uma biblioteca, como se fosse um elemento finito. Isso facilita para que o usuário possa testar uma transmissão em vários *powertrains* diferentes sem ter que, para cada trem de potência, fazer a ligação dos elementos que juntos modelam a transmissão. Isso traz uma modularização da simulação e diminui o número de elementos aparecendo na tela, o que torna o programa ainda mais atrativo e limpo.