



Instituto Politécnico, Nova Friburgo  
August 30<sup>th</sup> - September 3<sup>rd</sup>, 2004

Paper CRE04 – PM08

## Determinação Simultânea das Propriedades Dinâmicas de Elastômeros

Geraldo Valério Neto<sup>1</sup>, Eduardo M. O. Lopes<sup>2</sup>, João M. S. Neto<sup>3</sup> e José J. de Espíndola<sup>4</sup>

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC  
CP 476, 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil

<sup>1</sup>geraldovalerio@uol.com.br, <sup>2</sup>lopes@pisa.ufsc.br, <sup>3</sup>joaoneto@emc.ufsc.br, <sup>4</sup>espindol@mbox1.ufsc.br

Sob certas condições, os sistemas mecânicos podem ficar sujeitos a níveis muito elevados de vibrações, que irão prejudicar seu bom funcionamento. Para reduzir essas vibrações, pode-se alterar as frequências naturais do sistema em questão, modificando sua massa e/ou sua rigidez ou, se possível, pode-se atuar sobre a excitação que age sobre o sistema. Pode-se, ainda, lançar mão de uma outra alternativa: os neutralizadores dinâmicos de vibrações (NDV). Na natureza, esse tipo de dispositivo pode ser encontrado nos pica-paus, atenuando as batidas que eles dão nas árvores, em busca de alimento, batidas essas que, dessa forma, não são transmitidas para o cérebro do pássaro.

O princípio de funcionamento de um NDV consiste no fato de que, ao se adicionar a um sistema primário que está vibrando em sua frequência natural um dispositivo (sistema secundário) com uma certa massa inercial e uma certa rigidez, este exercerá uma força dinâmica de mesma amplitude que a da excitação, mas de sentido contrário. Esta força fará com que a vibração seja neutralizada naquela frequência de maior resposta.

Contudo, em conjunto com a redução da vibração numa frequência específica, ocorre, devido à inserção do sistema secundário, o surgimento de duas novas frequências naturais no sistema composto (“sistema principal+secundário”): uma menor e outra maior que a frequência natural do sistema original [1]. Isso se dá quando o sistema secundário apresenta pouco amortecimento, ou amortecimento desprezável, restringindo muito a faixa de frequência em que a neutralização será eficaz. Esta faixa de frequência encontra-se na região da frequência natural do sistema original e, obviamente, entre as duas novas frequências do sistema composto.

Para que a superação dessa limitação, é inserido, no sistema primário, um sistema secundário que, além de massa e rigidez, possua amortecimento (dissipação de energia) significativo. Assim, ao invés da vibração ser reduzida satisfatoriamente em apenas uma faixa de frequência estreita, tem-se atenuação em uma ampla faixa de frequência, o que também implica na redução dos picos das duas novas frequências naturais do sistema composto.

Existe uma gama variada de materiais elastoméricos, que podem conferir a um neutralizador tanto amortecimento quanto rigidez. Portanto, eles podem ser usados, juntamente com um elemento de massa, para neutralizar vibrações de maneira mais eficaz do que com um sistema secundário do tipo massa-mola. Para isso, no entanto, torna-se necessário conhecer previamente as características (propriedades) dinâmicas do material a ser empregado. Ou seja, deve-se conhecer seu módulo de elasticidade (que descreve o comportamento elástico) e seu fator de perda (que descreve o comportamento dissipativo), para que a escolha seja a melhor em cada caso.

Para a determinação das propriedades dinâmicas dos elastômeros, que variam com a frequência de excitação e a temperatura, são realizados, primeiramente, testes experimentais em câmara de temperatura controlada. Estes testes consistem em excitar, ao longo de uma ampla faixa de frequência e em determinadas temperaturas, um corpo de prova composto por duas massas separadas por dois elementos de elastômero. A excitação se dá em apenas na massa externa e a razão das respostas capturadas por acelerômetros fixados em cada uma das massas fornece a função transmissibilidade, que é a matéria prima para realizar a parte numérica.

Na etapa numérica, com os dados obtidos nos ensaios, ou seja, funções transmissibilidade em determinadas temperaturas, é realizada a caracterização dinâmica do material, segundo o princípio de superposição frequência-temperatura [2,3]. Esse princípio estabelece que as curvas de propriedades dinâmicas calculadas via transmissibilidade podem ser superpostas, em uma temperatura de referência, por meio de deslocamentos em frequência apropriados, formando, assim, duas curvas mestre únicas, uma para cada propriedade. O gráfico contendo essas duas curvas é chamado nomograma, ou diagrama, de frequência reduzida e dele pode-se obter valores essenciais na hora em que o dispositivo de controle de vibrações for projetado.

A novidade do procedimento aqui exposto é que os dados são processados simultaneamente [4], ou seja, não é mais necessário o cálculo em separado de cada um dos deslocamentos em frequência para cada temperatura, para depois se proceder a superposição. Neste novo método, os dados tomados nas diferentes temperaturas são processados juntos, através da utilização de uma única expressão matemática. Essa expressão combina a expressão que calcula o deslocamento em frequência com a expressão que descreve as propriedades dinâmicas. Em consequência, tem-se maior facilidade e rapidez na obtenção dos nomogramas.

O trabalho aqui sumarizado está sendo desenvolvido, atualmente, dentro do projeto intitulado “Desenvolvimento Final de Neutralizador Dinâmico Viscoelástico para Cabos de Linhas Aéreas”, parcialmente financiado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), no âmbito do Fundo Setorial de Energia.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Inman, D. J., **Engineering Vibration, Prentice-Hall Book Company (1996).**
- [2] Ferry, J. D., **Viscoelastic Properties of Polymers, John Wiley & Sons (1980).**
- [3] Nashif, A. D., Jones, D. I. G. and Henderson, J. P., **Vibration Damping, John Wiley & Sons (1985).**
- [4] Lopes, E. M. O., Bavastri, C. A., Silva Neto, J. M., Espíndola, J. J., **Caracterização Dinâmica Integrada de Elastômeros por Derivada Generalizada (a ser publicado nos anais do III CONEM, Belém, Brasil, Agosto 2004).**