Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th- September 3rd, 2004 Paper CRE04 – PM10

Determinação de Forças de Excitação em Sistemas Mecânicos Utilizando Funções Ortogonais de Fourier.

Tobias S. Morais[1] e Gilberto P. Melo[2]
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, FEIS, Universidade Estadual Paulista, UNESP
CP 31, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil
[1]tobias@dem.feis.unesp.br, [2]gilberto@dem.feis.unesp.br

Nas técnicas de identificação de forças que agem excitando um sistema mecânico, procura-se determinar os valores desconhecidos pela manipulação dos sinais de saída. O tratamento e análise de sinais são relativamente recentes na engenharia, sendo que seu desenvolvimento deu-se juntamente com o dos sensores e condicionadores de sinais e mais recentemente, com os sistemas automáticos de aquisição de dados. Nos últimos anos, vários métodos têm sido propostos para resolver problemas de identificação de forças excitadoras [1], embora nenhum deles possa ser considerado como sendo universalmente adequado a todas as situações. Conhecendo-se os parâmetros dos sistemas, pode-se acompanhar através de monitoramento e técnicas de identificação, a evolução de possíveis falhas devido à variação desses parâmetros e conhecendo-se as forças que agem pode-se avaliar as alterações dos esforços devido à falta de lubrificação, desgastes e variações dimensionais e ou geométricas dos componentes mecânicos do sistema. Para o desenvolvimento dessas metodologias, há a necessidade de construção de modelos matemáticos capazes de representar o comportamento mecânico dos mais variados tipos de sistemas. Desta forma, escrevem-se as chamadas equações do movimento eq. (1), com base nas leis que regem os fenômenos envolvidos, sendo que a análise dinâmica, feita em seguida, depende da integração de tais equações, o que pode ser feito tanto por métodos analíticos como numéricos. Assim, passa-se a conhecer a resposta do sistema a diferentes tipos de excitação, sendo possível, daquilo que se aprendeu da análise, elaborar recomendações de projeto, penetrando-se dentro da engenharia propriamente dita. É dentro deste contexto que se recorre a técnicas de determinação de forças atuantes em sistemas dinâmicos utilizando funções ortogonais [2]. Os processos de identificação, a partir destes tipos de funções, começam com a construção de uma matriz operacional para a integração de vetores de bases ortogonais, o que permite a conversão de um conjunto de equações diferenciais em um conjunto de equações algébricas e conseqüentemente a obtenção das forças desconhecidas. Neste trabalho, apresentam-se as técnicas de Identificação de forças utilizando as funções ortogonais de Fourier e o método de identificação proposto pode utilizar qualquer tipo de resposta no tempo, seja em relação ao deslocamento, velocidade ou aceleração.

Seja a equação de movimento para um sistema linear, invariante no tempo:

$$[M]\{\ddot{x}(t)\}+[C]\{\dot{x}(t)\}+[K]\{x(t)\}=\{f(t)\} \tag{1}$$

na qual: [M], [C] e [K] $\in \Re^{n,n}$ são respectivamente, a matriz de massa, de amortecimento e de rigidez, $\{x(t)\} \in \Re^{n,1}$ é o vetor deslocamento e $\{f(t)\} \in \Re^{n,1}$ é o vetor das forças de excitação.

A determinação das forças de excitação utilizando as funções ortogonais de Fourier fora feita em um sistema de mesas vibratórias de três graus de liberdade como mostrado na fig.(1a), assim aplicou-se na mesa inferior uma força, através de um excitador, medida por meio de um transdutor de forças. O fato de medir a força excitadora do sistema, foi com o objetivo de comparação e verificação da eficácia do método. A partir dos sinais de resposta, em deslocamento, medidos com acelerômetros fig. (2a), identificou-se às forças que agem na estrutura, sendo os sinais das forças obtidas pelo método proposto juntamente com a força real (medida), mostrados na fig. (2b).

A estrutura da fig. (1b) pode ser analisada como um modelo de parâmetros concentrados com três graus de liberdade e apresenta as seguintes características: M1=6.64 Kg, M2=4.62 Kg, M3=1.89 Kg, C1=100.04 Ns/m, C2=59.98 Ns/m, C3=68.88 Ns/m, K1=274857.40 N/m, K2=114416.45 N/m, K3=104870.72N/m, f1(t)=6.8 sin (51t) N, f2(t)=0 N e f3(t)=0 N.

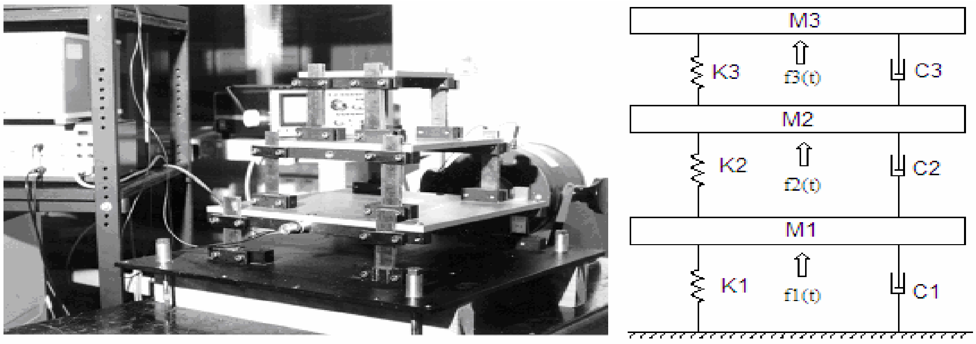
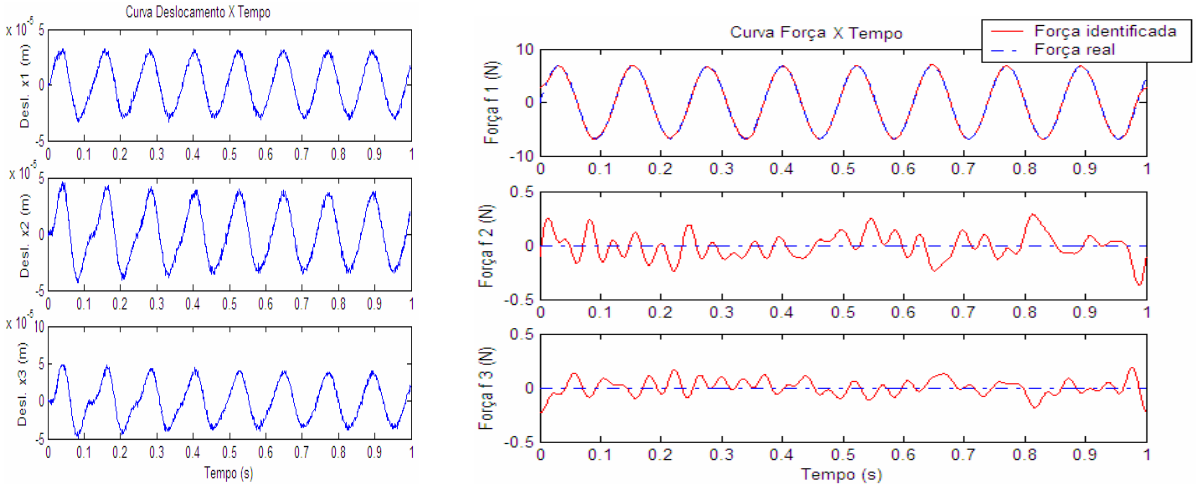


Figura 1: (a) Modelo físico; (b) Representação matemática.



(a) (b)

Figura 2: (a) Sinal de deslocamento utilizado para a identificar as forças; (b) Forças identificadas

Os resultados obtidos através do método de identificação aqui proposto são apresentados na fig.(2b) e verifica-se uma baixa diferença entre a força real que excita a estrutura e as forças identificadas através do método, sendo que, grande parte dessa diferença se dá devido a presença de ruídos existentes no sinal. Verifica-se neste trabalho, a partir dos resultados apresentados acima, a eficácia do método das funções ortogonais de Fourier para a identificação das forças que excitam sistemas mecânicos vibratórios.

REFERÊNCIAS

[1]. **Melo, G. P., Steffen, V. Jr., Mechanical Systems Identification Though Fourier-Series Time-Domain Technique, RBCM (1993).**

[2]. **Pacheco, R. P., Steffen, V. Jr., On The Identification of non-linear mechanical systems using orthogonal functions, International Journal Of Non-Linear Mechanics, Elsevier (2004).**