

1

Introdução

Com o advento de novas técnicas construtivas e novos materiais tem sido possível projetar e construir estruturas cada vez mais esbeltas que conseguem vencer vãos cada vez maiores, tornando, portanto, as estruturas atuais mais flexíveis. As placas tais como: lajes de edifícios, tabuleiros de pontes e bases de máquinas, são altamente suscetíveis a problemas de vibração excessiva devidos essencialmente a carregamentos dinâmicos, como tráfego de pedestres e veículos, máquinas rotativas, impactos e ações naturais, como vento, terremotos e ondas.

As estruturas em vibração dissipam energia através de tensões internas, fricção, fissuras, deformações plásticas, etc.; quanto maior a capacidade de dissipar a energia menor a amplitude da vibração. Algumas estruturas têm amortecimento muito baixo, da ordem de 1% do amortecimento crítico e conseqüentemente apresentam amplitudes maiores de vibração mesmo para excitações moderadas. Métodos para aumentar a capacidade de dissipar energia têm grande eficiência em reduzir as amplitudes de vibração. Muitos mecanismos têm sido utilizados ou propostos para aumentar o amortecimento em estruturas (Housner et al, 1997).

Com o intuito de amenizar a amplitude dos deslocamentos produzidos pelas ações dinâmicas sobre este tipo de estrutura, muitos pesquisadores e engenheiros têm procurado soluções tecnicamente viáveis para este problema, através do controle estrutural, que pode ser classificado como controle passivo e controle ativo (Mat Darus & Thoki, 2005; Keir et al, 2005; Curadelli et al, 2004; Alessandroni et al, 2005; Liu et al 2006) .

Os sistemas de controle passivo abrangem uma escala de materiais e mecanismos que atuam na alteração das propriedades de amortecimento, rigidez e resistência da estrutura. Os sistemas ativos, que incluem controle ativo, controle híbrido e controle semi-ativo, empregam mecanismos atuadores integrados com sensores, controladores e processamento de informação em tempo real (Soong & Spencer Jr, 2002). Mecanismos de controle passivo não são controláveis e não requerem energia para operar. Os mecanismos de controle ativo são controláveis; porém, demandam energia significativa para

operação. Sistemas semi-ativos combinam os atributos positivos do controle passivo e ativo, portanto são controláveis, mas demandam baixa energia para operar (Spencer Jr & Sain, 1997).

Neste trabalho busca-se estudar de forma teórica métodos adequados de controle passivo e semi-ativo em placas retangulares, com ênfase no uso de mecanismos de controle não-lineares. O controle das vibrações se dará através da aplicação de forças de compressão no plano médio da placa em estudo. Espera-se que a aplicação de tensões no plano da placa diminua os deslocamentos e as acelerações causadas pelo carregamento dinâmico. Serão propostos modelos dinâmicos não-lineares, baseados na equação diferencial de equilíbrio de placas de von Kármán, buscando uma solução em séries de Fourier. Serão deduzidas as equações de equilíbrio estático e dinâmico considerando vibração livre e forçada.

Está sendo proposto ainda o método de Galerkin Iterativo para resolução de placas com diversas condições de contorno. Este método permite encontrar, de forma numérica, a solução analítica do problema. Este fato é comprovado através da ortogonalidade das autofunções. Esta propriedade permite a obtenção de equações desacopladas tornando a solução mais simples de ser obtida e permitindo a resolução de problemas por métodos de superposição de modos.

O método de Ritz combinado com séries compostas de funções de vigas foi utilizado por diversos autores para determinar as cargas críticas e as frequências naturais de placas submetidas a carregamentos axiais arbitrários e com variadas condições de contorno (Bassily & Dickinson, 1972; Dickinson, 1971; Young, 1950).

O método de Galerkin tem sido também utilizado por muitos pesquisadores para obter as soluções da equação de equilíbrio de von Kármán a fim de obter as frequências naturais e as cargas críticas de flambagem para diversas condições de contorno (Stanisic, 1956; Ilanko, 2002; Munakata, 1952; Bedair & Sherbourne, 1994)

Kaldas & Dickinson (1980) utilizaram séries compostas de funções de vigas e integração numérica para determinar as cargas críticas e as frequências naturais de placas submetidas a carregamentos axiais arbitrários e com variadas condições de contorno.

O método de Rayleigh foi utilizado, juntamente com séries de funções similares as das vigas, para determinação das expressões de frequências para diversas condições de contorno de placas (Warburton, 1953; Dickinson, 1978)

A dissertação de mestrado a ser desenvolvida faz parte da linha de pesquisa sobre Instabilidade e Dinâmica das Estruturas do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio. Pretende-se fornecer uma contribuição na área de proteção de estruturas civis contra excitações dinâmicas indesejáveis. Para tanto é realizado um estudo minucioso do comportamento de placas sob a ação de carregamentos dinâmicos, considerando as diversas condições de contorno aplicáveis e as propriedades dos materiais constituintes.

Este trabalho visa apresentar ainda o método de Galerkin Iterativo para solução da equação de equilíbrio de placas. Este método é aplicado para obtenção tanto da solução estática, quanto da solução dinâmica. Neste trabalho os cálculos são realizados através do programa de álgebra simbólica Maple®. Ao final é proposto um método de controle passivo de vibrações de placas através da aplicação de uma força de compressão. Analisa-se a influência desta força nas frequências naturais das placas e na amplitude do movimento dinâmico, considerando a força aplicada no plano médio da placa e com excentricidade.