

## SISTEMA MECÂNICO PARA SIMULAÇÃO FÍSICA DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE ESTRUTURAS

Morais, P.G.<sup>1</sup>; Oliveira, F.V.<sup>1</sup>; Falcão, M. J.<sup>2</sup>; Campos Costa, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Instrumentação Científica, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

<sup>2</sup>Departamento de Estruturas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil



### RESUMO

*A mitigação de danos em edifícios submetidos a ações sísmicas, tem vindo a ser alvo de importantes contribuições provenientes de diferentes áreas do conhecimento visando uma melhoria de eficiência das construções. Uma das vias em desenvolvimento passa pela utilização de sistemas de absorção de vibrações. O presente artigo descreve um sistema de simulação do comportamento dinâmico de edifícios com frequências naturais entre 0,7 e 2,9 Hz destinado à realização de ensaios experimentais de validação de modelos teóricos e de avaliação do desempenho de sistemas de absorção de vibrações. Apresentam-se os resultados de ensaios experimentais realizados aos elementos elásticos do sistema e à totalidade do sistema com vista à sua caracterização e validação experimental.*

### 1- INTRODUÇÃO

O sistema de simulação é constituído por uma massa móvel com 3750 kg e várias molas de ar que constituem o elemento elástico do sistema. Variando a pressão interna das molas consegue-se ajustar frequência natural do sistema entre 0,7 a 2,9 Hz.

O sistema foi concebido para funcionar sobre a plataforma sísmica uniaxial do LNEC (cf. figura 1) com o intuito de simular o comportamento dinâmico de edifícios típicos do parque habitacional português.

### 2- SISTEMA DE SIMULAÇÃO

Nesta secção indicam-se de forma justificada as especificações do sistema de simulação e procede-se à descrição das principais soluções construtivas adoptadas para a sua concretização.

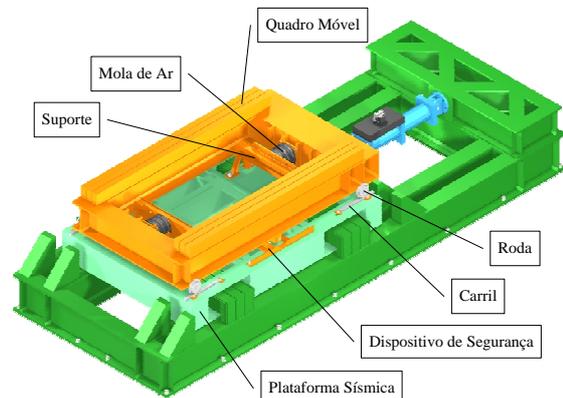


Fig. 1 – Montagem do sistema de simulação na plataforma sísmica uniaxial do LNEC.

### 3- MODELAÇÃO ANALÍTICA

Nesta secção estabelece-se o modelo de comportamento dos elementos elásticos do sistema admitindo-se que os processos termodinâmicos de compressão do ar prevalecem relativamente à elasticidade dos materiais que os constituem.

#### 4- CARACTERIZAÇÃO DAS MOLAS

Nesta secção descreve-se o ensaio quase-estático realizado às molas de ar, apresentam-se os resultados da análise efectuada e o modelo que descreve o seu comportamento. É apresentada também uma estimativa das características do sistema mecânico com base nos modelos obtidos para as molas de ar.

#### 5- CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE SIMULAÇÃO

Procedeu-se à validação experimental do comportamento do sistema de simulação através de um conjunto alargado de ensaios. Numa primeira fase foram efectuados ensaios em vibração livre e posteriormente em regime forçado na plataforma sísmica (cf. figura 2).

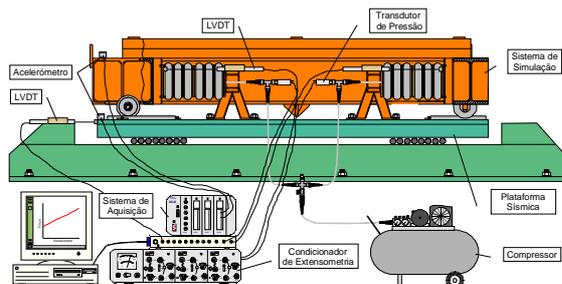


Fig. 2 – Vista esquemática da montagem utilizada na caracterização do Sistema de Simulação.

#### 6- APLICAÇÕES

O sistema de simulação tem vindo a ser utilizado em ensaios para a avaliação do efeito dissipativo de dispositivos passivos para a mitigação de vibrações do tipo TLD, no âmbito de uma tese de doutoramento na área dos sistemas de absorção de vibrações na protecção sísmica de estruturas (cf. figura 3).

#### 7- CONCLUSÕES

Descreve-se um sistema concebido para simular o comportamento dinâmico de estruturas com frequências naturais compreendidas entre 0,7 e 2,9 Hz.

Efectuou-se um conjunto de ensaios experimentais que permitiram validar o modelo analítico desenvolvido para o comportamento mecânico em regime

quase-estático das molas de ar utilizadas como elemento elástico do simulador.



Fig. 3 – Montagem de ensaio para a realização de estudos paramétricos: plataforma sísmica, sistema de simulação e TLDs rectangulares.

Os ensaios dinâmicos realizados sobre o sistema de simulação permitiram verificar a validade do modelo em condições de regime dinâmico dentro da gama de funcionamento inicialmente especificada para o equipamento.

#### 8- REFERÊNCIAS

- Bendat, J.S., Piersol, A.G., Random Data - Analysis and Measurement Procedures, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 2000, USA.
- Falcão, M. J., Oliveira, F., Campos Costa, A. E Morais, P., Ensaios Experimentais de Um Sistema de Redução de Vibrações para Protecção Sísmica de Estruturas, ICM 2007, Novembro de 2007, LNEC, Lisboa.
- Falcão Silva, M. J. e Campos Costa, A., Experimental Studies on the Characteristics of Tuned Liquid Dampers for Reducing Vibration in Structures, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China.
- Firestone, Airstroke Actuators & Airmount Isolators - Metric Engineering Manual and Design Guide, Firestone Industrial Products Company, 1997.
- Lopes, M., Sismos e Edifícios, 1ª edição, Edições Orion, Amadora, 2008.
- Oliveira, F., Morais P., Oscilador com Um Grau de Liberdade com Características Dinâmicas Ajustáveis - Estudo e Projecto - Relatório 403/06 - CIC/NSM, LNEC, 2006.
- Palma, P., Cruz, H., Oliveira, F. e Morais, P., Sistema para Ensaio de Ligações Estruturais em Madeira, ICM 2007, Novembro de 2007, LNEC, Lisboa.
- Soong, T.T., Spencer Jr., B.F., Supplemental energy dissipation: state-of-the-art and state-of-the practice, Engineering Structures 24, pág. 243-259, 2002.