



AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE AMORTECEDORES DE LÍQUIDO SINTONIZADO NO COMPORTAMENTO DE EDIFÍCIOS

Maria João Falcão Silva ¹, Alfredo Campos Costa ² e Luís Guerreiro ³

¹ Laboratório Nacional da Engenharia Civil, Av. Brasil 101, mjoafalcao@lneec.pt

² Laboratório Nacional da Engenharia Civil, Av. Brasil 101, alf@lneec.pt

³ Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, luisg@civil.ist.utl.pt

Palavras-chave: Proteção sísmica; Simulações numéricas; Mitigação de vibrações; Amortecedores de líquido sintonizado

Sumário: Ao longo dos anos, os sistemas de controlo e proteção têm vindo a ser desenvolvidos, no sentido de resolver os problemas relacionados com os danos resultantes de ações dinâmicas. Estes sistemas permitem melhorar o comportamento dinâmico estrutural através da modificação das suas características dinâmicas ou influenciando a forma como as ações lhe são transmitidas. A forma como a ação dinâmica é modificada permite distinguir os vários tipos de sistemas de proteção dinâmica e em particular de proteção sísmica. Pretende-se apresentar a evolução através do tempo ao nível dos sistemas de proteção sísmica, bem como contextualizar o estado atual dos conhecimentos com particular incidência nos sistemas de proteção sísmica do tipo passivo e dentro destes dar mais ênfase aos amortecedores de líquido sintonizado (ALS) apresentando a descrição de alguns conceitos básicos associados ao seu funcionamento, vantagens, limitações de utilização, bem como alguns exemplos de aplicação prática a vários tipos de estruturas, nomeadamente edifícios.

Desempenho de Amortecedores de Líquido Sintonizado: A integração de amortecimento adicional por meio da inclusão de amortecedores de líquido sintonizado em edifícios existentes é muito apelativa, uma vez que permite, na maioria das situações, uma instalação simples e sem grandes custos adicionais. Na construção nova a inclusão de tais dispositivos terá os mesmos benefícios que aqueles observados para as estruturas existentes, acrescentando a possibilidade de os projectistas poderem utilizar qualquer sistema de armazenamento de água (que são muitas vezes pensados para edifícios mais altos) e sistemas secundários. Adicionalmente os sistemas incluindo líquidos podem também ser utilizados temporariamente no controle de vibrações observadas durante as fases de construção. Para este efeito é necessário para avaliar o comportamento dos dispositivos amortecedores de líquido sintonizado, bem como o comportamento das estruturas em que irão ser colocados para atenuação da vibração dinâmica. O artigo descreve algumas simulações numéricas, baseadas em modelos matemáticos e em modelos mecânicos, realizadas sobre amortecedores de líquido sintonizado de geometria variável incluídos em edifícios de betão armado existentes. A estrutura simulada e os sistemas secundários seleccionados – amortecedores de líquido sintonizado - correspondem a uma aplicação realística baseada num conjunto de directrizes consideradas tanto para o sistema principal (edifício), bem como para o sistema secundário (amortecedor de líquido sintonizado). A seleção do edifício estudado foi efectuada com base nas suas características geométricas e em ensaios de caracterização dinâmica *in-situ* desenvolvidos anteriormente, o que permitiu a determinação de suas frequências fundamentais de vibração e modos de vibração correspondentes. Os principais resultados das simulações numéricas realizadas serão apresentados e analisados. Os resultados de uma análise de desempenho, baseada em VISION 2000, serão também incluídos bem como a verificação da segurança em diversos elementos estruturais. Algumas conclusões importantes serão igualmente apresentadas, bem como considerações relacionadas com a colocação dos dispositivos amortecedores de líquido sintonizado para a mitigação ações sísmica em estruturas de edifícios existentes.

Dimensionamento e implementação: A interação entre amortecedores de líquido sintonizado e estruturas em que estão incluídos deve ser estudada de modo a evitar o risco de se obterem configurações modais de frequências indesejáveis que podem condicionar seriamente o desempenho e a eficácia dos dispositivos, bem como exacerbar certos comportamentos dinâmicos observados no sistema primário cuja vibração dinâmica se pretende mitigar. Na sequência de estudos anteriores, complementados com o trabalho desenvolvido no âmbito de uma tese de doutoramento desenvolvida em LNEC e apresentada em 2010, foi possível, por meio de simulações físicas e numérica, determinar a eficiência de dispositivos passivos do tipo amortecedores de líquido sintonizado na redução de deslocamento e acelerações em edifícios. São também definidas e apresentadas algumas das principais orientações para a conceção, dimensionamento e implementação de amortecedores de líquido sintonizado em estruturas reais novas ou pré-existentes. Para além das diretrizes estabelecidas em estudos anteriores, as orientações para projeto adequado desses dispositivos deve ser baseada em taxas de eficiência obtidas experimentalmente ou através de simulações numéricas. Essas taxas podem ser definidas com base na redução de deslocamentos de pico ou acelerações de pico, ou valores RMS de deslocamento ou aceleração ou ainda da função de resposta em frequência, FRF.

Considerações finais: Os resultados obtidos e analisados permitiram uma boa compreensão do comportamento dinâmico experimental deste tipo de dispositivos para utilização na proteção sísmica de estruturas. Adicionalmente foi comprovada a excelente aproximação dos resultados numéricos em termos de frequências de vibração dos dispositivos isolados, da elevação da superfície da água e, conseqüentemente, das forças resultantes nas paredes dos dispositivos, para amortecedores de líquido sintonizado quando isolados. Foi igualmente possível obter uma aproximação muito adequada do comportamento dinâmico de amortecedores de líquido sintonizado quando sujeitos a solicitações dinâmicas, bem como ilustrar com um grau de aproximação bastante elevado o comportamento dinâmico dos referidos dispositivos incluídos em estruturas simples SDOF ou 2DOF observado durante os ensaios dinâmicos efetuados nas plataformas sísmicas uniaxial e triaxial do LNEC. Em termos globais, e considerando a implementação hipotética de amortecedores de líquido sintonizado em estruturas reais assiste-se a: i) Redução inquestionável da resposta (deslocamentos, velocidades e acelerações) ao nível do sistema estrutural principal com a introdução dos dispositivos e ii) Aumento da redução da resposta na razão direta do aumento da relação entre massas (do amortecedor de líquido sintonizado e da estrutura principal) considerada. O trabalho desenvolvido permitiu verificar que, para um nível de mitigação de vibrações muito aceitável a implementação de amortecedores de líquido sintonizado se apresenta como financeiramente mais apelativa e viável que outras mais soluções mais frequentemente usadas e difundidas.

Linhas de investigação futuras: Identificam-se: i) Investigação aprofundada de outros sistemas de proteção sísmica, nomeadamente ao nível de sistemas activos, híbridos e semi-activos, e suas aplicações práticas em estruturas reais, ii) Estudo e desenvolvimento de modelos mais rigorosos que permitam uma descrição do escoamento de fluidos no interior de amortecedores de líquido sintonizado, com particular incidência sobre dispositivos com diferentes geometrias, como por exemplo esféricos, de fundo inclinado, anelares, tubulares e de secção variável, iii) Extensão do programa de ensaios experimentais sobre amortecedores de líquido sintonizado sujeitos a solicitações bidireccionais de carácter aleatório e de intensidade variável com diferentes relações h/L e L/B para ALS rectangulares e diferentes relações h/R para ALS circulares, iv) Desenvolvimento de soluções inovadoras de amortecedores de líquido sintonizado semi-activos e respectivas simulações experimentais em plataforma sísmica uniaxial e triaxial e v) Extensão das simulações numéricas de amortecedores de líquido sintonizado acoplados a sistemas estruturais principais a uma maior variedade de estruturas reais existentes dentro das fronteiras portuguesas e também a estruturas localizadas fora do território português.

Referências:

Falcão Silva, M.J.,- Sistemas Passivos de Protecção Sísmica: Uma abordagem baseada no desempenho de amortecedores de líquido sintonizado, Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2010