

Secretaría de Ciencia, Técnica y Postgrado
Universidad Nacional de Cuyo

Informe Final del Proyecto de Investigación (Período 1/05/2007 hasta 01/06/2009)

Datos del Proyecto

1. Denominación del proyecto:

Control de Vibración Estructural por medio de Amortiguadores Externos

Código: **06/B128**

2. Director: **Dr. Ing. Oscar Curadelli**

3. Breve Descripción del proyecto

3.1 Introducción

El estado del arte en diseño estructural sugiere que en un futuro cercano, la mayoría de las construcciones en áreas de riesgo sísmico serán provistas de dispositivos de disipación de energía. Los sistemas de disipación de energía se pueden clasificar en activos o pasivos. El último grupo, es decir los sistemas pasivos, los cuales no requieren energía de una fuente externa para funcionar comenzaron a usarse en estructuras hace tres décadas, sin embargo, fue en la última década donde hubo una producción significativa de trabajos de investigación orientados principalmente a la búsqueda de alternativas de bajo costo para mejorar la capacidad de estructuras existentes como también nuevas. Numerosos dispositivos fueron instalados en estructuras, especialmente en USA, Japón, Nueva Zelanda e Italia a fin de mejorar su comportamiento bajo cargas dinámicas. A pesar que nuestro país tiene un 83 % de su superficie en zonas de riesgo sísmico, actualmente esta línea de investigación tiene un desarrollo incipiente y existen solo algunas estructuras con esta tecnología. Considerando el enorme beneficio económico que se logra debido a la mejora en el desempeño y seguridad de las estructuras provistas de estos dispositivos, se considera de gran importancia la tarea de llevar a cabo un proyecto que impulse el desarrollo tecnológico en el área, amplíe las fronteras del conocimiento y difunda el estado del arte en esta materia dentro de nuestro país. El trabajo de investigación propuesto se enmarca dentro en el área de ingeniería estructural, sub-área dinámica de estructuras, y propone desarrollar y/o adecuar tecnologías de protección sísmica basadas en dispositivos disipadores de energía juntamente con el análisis del comportamiento y optimización de estructuras que incorporen este tipo de dispositivos.

3.2 Objetivos

Los objetivos principales del presente proyecto son:

- Proyecto de disipadores de energía para control de vibraciones en estructuras especiales, con énfasis en equipos industriales (contenedores de líquido derivados del petróleo).

- Determinación de los parámetros óptimos de amortiguadores metálicos.
- Estimación de la eficiencia de amortiguadores pasivos en la mitigación de vibraciones producidas por cargas sísmicas.

Los objetivos secundarios del presente proyecto son:

- Desarrollo de nuevas herramientas computacionales para el análisis dinámico de estructuras que incorporan sistemas de disipación de energía.
- Formación de recursos humanos, publicaciones en congresos o revistas indexadas.

4. Equipo de trabajo:

FUNCIÓN	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	DEDICACIÓN
DIRECTOR	Curadelli Oscar	Prof. Asoc.	20hs
CODIRECTOR	Ambrosini Daniel	Prof. titular	5hs
INTEGRANTES	Aníbal Mirasso	Prof. titular	5hs
	Marta Amani	Prof. Adj.	5hs
	Jorge Mario Toro Fernández	Alumno post-graduación	10hs *
	Cosson Anthony	Alumno graduación	10hs*
	Alvarez Gonzalo	Alumno graduación	10hs*
Personal de apoyo perteneciente a otra institución			
INSTITUCIÓN	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	DEDICACIÓN
UFRGS (Brasil)	RIERA, Jorge D.	Prof. titular	5hs

* Becarios ad honorem con actividades que no completaron el período de 2 años.

Jorge Mario Toro Fernández: alumno de la maestría en Ingeniería Estructural de Facultad de Ingeniería, inició su actividad en diciembre de 2007 y finalizó en marzo de 2008.

Anthony Cosson: alumno de la Ecole Nationale d' Ingenieurs de Saint-Etienne (ENISE) de Francia realizó un intercambio en la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo. Se incorporó al grupo de trabajo en marzo de 2008 y su actividad finalizó en julio de 2008.

Gonzalo Alvarez: alumno perteneciente a la carrera de Ingeniería Industrial de Facultad de Ingeniería. Se incorporó al grupo de trabajo en mayo de 2008 y finalizó su actividad en agosto de 2008.

Grado de Cumplimiento de los objetivos propuestos

Durante la primera etapa del proyecto fueron desarrollados, mediante programas de simulación en ingeniería Abaqus y Ansys modelos a partir de los cuales se realizaron análisis estáticos, modales y de vibraciones libres con el fin de adquirir experiencia con el manejo de las herramientas computacionales. Luego, en una segunda etapa se abordaron análisis dinámicos lineales de estructuras en su estado original sin amortiguadores y, análisis no lineales de estructuras que incorporan disipadores de energía. Se contemplaron diferentes modelos no lineales para representar el comportamiento de los amortiguadores (plasticidad) y excitaciones del tipo armónico y transitorio entre los cuales se incluyeron varios registros de aceleraciones con características marcadamente diferentes. A partir de numerosas simulaciones, se definieron parámetros óptimos de la capacidad del sistema de disipación de energía para un conjunto de excitaciones admitidas. La eficiencia de sistema fue evaluada no solo por la reducción de la

respuesta estructural que se logra al incorporar estos dispositivos sino también de una manera más robusta mediante un estudio detallado que cuantifica el aumento de confiabilidad que se puede lograr con esta tecnología. El resultado fue sorprendente al confirmar que es posible lograr una confiabilidad 10 veces mayor que la que tiene una estructura en su estado original.

Como resultado del proyecto además de arribar a conclusiones importantes en el tema específico abordado se desarrollaron un conjunto de herramientas computacionales mediante las cuales es posible simular el comportamiento dinámico de estructuras civiles y mecánicas provistas de sistemas de disipación de energía para uso profesional y académico.

Reflejado en la producción científica obtenida por el grupo de trabajo al final del proyecto, se puede afirmar que los objetivos principales fueron ampliamente alcanzados cumpliendo con todas las expectativas planteadas en el inicio del mismo.

Dificultades Encontradas

Dificultades específicas sobre el conocimiento del tema principal del proyecto no se encontraron. Sí se observa, una necesidad de promover mayor cantidad de alumnos en la investigación científica.

Transferencia Realizada

A partir la investigación llevada a cabo por el grupo de trabajo se publicaron los siguientes trabajos:

Journals con referato indexados:

1. ***Enhance the seismic reliability in spherical containers by energy dissipating devices.***
Curadelli, O. 2009. U.K. *Structural Safety*. Elsevier. (en revisión). ISSN: 0167-4730.
2. ***Resonant frequencies in a spherical elevated container partially filled with water: fem and measurement.***
Curadelli, O., Ambrosini D., Mirasso, A. 2009. *Journal of Fluids and Structures*, (en revisión). Elsevier. ISSN: 0889-9746.
3. ***Damage detection by means of structural damping identification.***
Curadelli, O., Riera, D., Ambrosini D. 2008. U.K. *Engineering Structures* v. 30, pp. 3497-3504. ISSN: 0141-0296.
4. ***Identification of changes in the stiffness and damping matrices of linear structures through ambient vibration.***
Amani, M., Riera, D., Curadelli, O. 2007. U.K. *Journal: Structural Control and Health Monitoring*. v. 14, 8, pp. 1155-1169. ISSN: 1545-2263.
5. ***Design and Testing of a Lead Damper for Seismic Applications.***
Curadelli, O., Riera, D. 2007. U.K. *journal: Proc. IMechE Part C: J. Mechanical Engineering Science*. Vol. 221. pp.159-165. ISSN: 0954-4062.

Congresos con referato:

1. ***Integridad estructural de contenedores esféricos de componentes químicos licuados.***
Curadelli O., Mirasso A., Ambrosini D., Amani M., Bajuck, M.
XVII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones. ENIEF, 10-13/11/2008. San Luis, Argentina.

2. ***Resonant Frequencies in a Spherical Elevated Container Partially Filled with Water: Fem And Measurement***
Curadelli O., Ambrosini D., Mirasso A., Amani M.
XVII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones. ENIEF, 10-13/11/2008. San Luis, Argentina.
3. ***Características dinámicas de contenedores esféricos de componentes químicos licuados.***
Ambrosini D., Mirasso A., Curadelli O., Amani M., Bajuck, M.
Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Chile, 26-30/5/2008.
4. ***Influencia de factores ambientales en las propiedades espectrales de estructuras de hormigón.***
Amani, M., Curadelli, O., Riera, J., Ambrosini, D.
Jornadas Sud-Americanas de Ingeniería Estructural. 26-30/5/2008. Santiago. Chile.
5. ***Evaluación del comportamiento dinámico de contenedores esféricos provistos de sistemas de disipación de energía sometidos a acción sísmica.***
Curadelli, O.
Jornadas de Investigación y Postgrado. 02/10/2008. Universidad Nacional de Cuyo.

Formación de Recursos Humanos (becarios, pasantes, tesistas)

El alumno Anthony Cosson, pasante de la ENISE de Francia, realizó su trabajo final de graduación reconocido como maestría en su país de origen, en el grupo de trabajo que llevó a cabo el presente proyecto de investigación.

El alumno Gonzalo Alvarez perteneciente a la carrera de Ingeniería Industrial de la FI de la UNCuyo, inició su formación en el tema de dinámica de estructuras en este grupo de trabajo.

Todos los alumnos que se encuentran actualmente trabajando o bien los que trabajaron un periodo determinado han crecido en su formación académica adquiriendo numerosos conocimientos teóricos de dinámica estructural como así también experiencia en la simulación del comportamiento de sistemas dinámicos a través de programas de Elementos Finitos comerciales.

Resultados

Los resultados ampliamente satisfactorios del presente proyecto, sobre el uso de sistemas de control de vibraciones en estructuras sometidas a excitaciones dinámicas, se evidencian en las publicaciones obtenidas en revistas y congresos internacionales mencionadas anteriormente.

Por otro lado, no menos importante, es la formación de los alumnos Anthony Cosson, pasante de la ENISE de Francia y Gonzalo Alvarez, perteneciente a la carrera de Ingeniería Industrial de la FI de la UNCuyo, en ámbito de la investigación científica.

Mendoza, 01 de junio de 2009.

Dr. Ing. Oscar Curadelli.