

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción.....	1
1.1	Aplicación Barcos/Alta mar.....	8
1.2	Aplicaciones Estructurales.....	13
1.3	La importancia y alcance del trabajo.....	16
1.4	Las hipótesis de trabajo.....	17
1.5	Objetivos.....	18
1.6	Metodología del contenido del texto.....	18
2	Comportamiento Dinámico del DPCLS.....	21
2.1	Cámara de Aire: Primera Ley de la Termodinámica.....	21
2.2	Ecuación de Continuidad.....	25
2.3	Ecuación de Euler.....	26
2.4	Resolución del Sistema de Ecuaciones Diferenciales.....	31
3	Análisis de Parámetros: Columna de Aire.....	33
3.1	Descripción Comportamiento DCLP bajo condiciones iniciales.....	34
3.2	Análisis de Fuerzas del DCLP en un problema de condiciones iniciales.....	36
3.3	Análisis de Fuerzas de DCLP por efectos de ruido blanco.....	39
3.4	Comparación Periodo Lineal Equivalente y Periodo Modelación Numérica.....	42
4	Linealización de ωd y βd	51
4.1	Linealización Estocástica.....	51
4.2	Ajuste de Amortiguamiento para Confinamientos bajos.....	56
4.3	ecuaciones lineales equivalentes DPCLS.....	61
4.3.1	Caso de Análisis.....	68

5	Diseño Disipador Presurizado de Columna Líquida Sintonizada	70
5.1	Descripción de la estructura a controlar	70
5.2	Determinación teórica de los parámetros modales de la estructura	72
5.3	Determinación experimental de los parámetros modales de la estructura	74
5.4	Diseño de disipador presurizado de columna líquida sintonizada	80
6	Análisis Experimental	93
6.1	Resultados Disipador Solo	93
6.2	Resultados Estructura en Registros Sísmicos	114
6.3	Ejemplo a desarrollar	174
7	Conclusiones.....	178
8	Bibliografía	182
A	Determinación De Ecuaciones De Energía Y Cinemáticas Del Disipador	189
A.1.	Primer Principio De La Termodinámica	189
A.1.1.	El Trabajo en un Cambio de Volumen	189
A.1.2.	Energía Interna	190
A.1.3.	Flujo de Calor.....	191
A.1.4.	capacidad calorífica.....	193
A.1.5.	Mecanismos de Transferencia de Calor	194
A.1.6.	Conducción	194
A.1.7.	Convección.....	195
A.1.8.	Radiación	196
A.1.9.	Evaluación del Flujo de Calor.....	196
A.1.10.	Coefficiente de Convección de Transferencia de Calor	198
A.1.11.	Energía Interna del Sistema	199
A.2.	Ecuación De Continuidad	202

A.3. Ecuación De Euler	203
B Aproximación Lineal Cámara de Aire	210
C Métodos de Integración Numérica	212
C.1. Método de Runge-Kutta.....	212
C.2. Método de Newmark para problemas No Lineales.....	213
D Validación Método Numérico	223

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Parámetros problema de disipador presurizado bajo vibración libre.	34
Tabla 5-1. Peso nominal de los niveles, en kg	71
Tabla 5-2. Propiedades Mecánicas.....	72
Tabla 5-3. Constantes y características de los instrumentos utilizados en las mediciones.....	75
Tabla 5-4. Comparación de parámetros modales determinados teóricamente y a partir de las mediciones experimentales.....	78
Tabla 5-5. Comparación entre las rigideces de piso determinadas a partir de los análisis teóricos, K teórico, y aquellas determinadas a partir del análisis numérico.	78
Tabla 5-6. Resumen de valores para diseño de geometría del disipador.....	86
Tabla 6-1. Instrumentos de Medición Experimentos	93
Tabla 6-2. Correlación Acelerómetros y Celda de Carga.	97
Tabla 6-3. Periodos teóricos según disipador.....	108
Tabla 6-4. Registros Sísmicos	114
Tabla 6-5. Máximas Respuestas generadas de la estructura CON y SIN disipador (Registros del 1 al 10).....	143
Tabla 6-6. Máximas Respuestas generadas de la estructura CON y SIN disipador (Registros del 11 al 19).	144
Tabla 6-7. Frecuencias y Amortiguamiento de la estructura CON y SIN disipador.	145
Tabla 6-8. Porcentaje de tiempo de turbulencia para los registros.	150
Tabla 6-9. Parámetros Ejemplo.	176
Tabla 6-10. Valores respuesta estructura para ejemplo.	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Torre Taipei 101, Taiwan, implementación de TMD en la estructura [69].	4
Figura 1-2. Imágenes de experimentos de “sloshing” de altas amplitudes: una parte del agua se mueve como masas concentradas e impacta a la pared del contenedor (Video: Dr. D.A. Reed).	5
Figura 1-3. (a) Frahm tanques anti-roll [9], (b) Nutación con amortiguadores en aplicaciones satelitales.	6
Figura 1-4. TLCD con forma en V [25].	8
Figura 1-5. Tipos de tanques para naves de control pasivo/activo [41].	9
Figura 1-6. (a) Tanque disipativo con superficie libre [43] (b) Control semi-activo para estructura con compuerta superior abierta [43].	12
Figura 1-7. Aqua dampers (Fuente: MCC Aqua dämpers literature)	13
Figura 1-8. (a) Esquema TLD instalado en SYPH [48] (b) Instalación actual en edificio [48].	14
Figura 1-9. (a) Disipador líquido con ajuste de presión [22] (b) Instalado en Hotel Cosima, Tokyo [22]	15
Figura 1-10. Millennium Tower. Pasivo y activo concepto TLCD [49].	15
Figura 1-11. TLDs instalados en chimeneas [51].	16
Figura 2-1. Esquema recipiente contenedor de gas en el disipador.	25
Figura 2-2. Esquema Disipador, para determinar puntos de energía en el fluido.	26
Figura 3-1. Desplazamiento y velocidad interfaz aire-líquido en torno al equilibrio estático.	35
Figura 3-2. Presión y volumen en la columna del aire en torno al equilibrio estático.	35
Figura 3-3. Fuerza elástica de DPCLS.	37
Figura 3-4. Fuerza disipativa de DPCLS.	37
Figura 3-5. Fuerzas involucradas en el disipador, (a) sin la transferencia de calor y (b) con transferencia de calor.	38
Figura 3-6. Fuerzas involucradas en el disipador, (a) sin la transferencia de calor y (b) con transferencia de calor.	39
Figura 3-7. Forzante y PSD.	40
Figura 3-8. Fuerza elástica de DPCLS.	40
Figura 3-9. Fuerza disipativa de DPCLS.	41
Figura 3-10. Fuerzas involucradas en el disipador, (a) sin la transferencia de calor y (b) con transferencia de calor.	41
Figura 3-11. Fuerzas involucradas en el disipador, (a) sin la transferencia de calor y (b) con transferencia de calor.	42
Figura 3-12. Relación entre el periodo del disipador y la presión inicial en las columnas.	43
Figura 3-13. Amortiguamiento del disipador versus la presión inicial en las columnas.	44
Figura 3-14. Periodo del disipador versus la altura de la columna de aire h .	44
Figura 3-15. Amortiguamiento del disipador versus la altura de columna de aire h .	45
Figura 3-16. Periodo del disipador versus longitud horizontal del disipador, Lh , según las fuerzas disipativas.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-17. Amortiguamiento del disipador versus longitud horizontal del disipador, Lh , según las fuerzas disipativas	46
Figura 3-18. Periodo del disipador versus altura de la columna de agua, Lv	46
Figura 3-19. Amortiguamiento del disipador versus altura vertical columna de agua, Lv	47
Figura 3-20. Periodo del disipador versus área transversal conducto horizontal Ah	47
Figura 3-21. Amortiguamiento del disipador versus área transversal conducto horizontal Ah	48
Figura 3-22. Periodo del disipador versus la relación de áreas transversales vertical y horizontal respectivamente, v	48
Figura 3-23. Amortiguamiento del disipador versus la relación de áreas transversales vertical y horizontal respectivamente, v	49
Figura 3-24. Periodo del disipador versus la temperatura inicial en las columnas.	49
Figura 3-25. Amortiguamiento del disipador versus la temperatura inicial en las columnas.	50
Figura 4-1. Amortiguamiento según la presión inicial, temperatura inicial y la altura de la columna de aire.	59
Figura 4-2. Configuración de modelación Estructura Primaria - Disipador	61
Figura 5-1. Estructura y sus dimensiones	71
Figura 5-2. Ubicación de los acelerómetros en la estructura a analizar.....	76
Figura 5-3. Esquema Disipador.	87
Figura 5-4. Disipador Construido sin y con agua.....	87
Figura 5-5. Diagrama de Flujo de Diseño del DPCLS	92
Figura 6-1. Esquema de montaje Disipador solo	94
Figura 6-2. PSD ensayos disipador solo.	96
Figura 6-3. Parámetros Celda de Carga.....	99
Figura 6-4. Proceso de determinación, nivel de desplazamiento	100
Figura 6-5. Nivel de Turbulencia para señal de ruido blanco y una razón de bloqueo para un angostamiento central de un 24%.	102
Figura 6-6. Movimiento superficie libre de líquido (a) traslacional uniforme (b) pivote cercano al centro.	103
Figura 6-7. Amplitud de Desplazamiento	104
Figura 6-8. Desplazamiento y PSD para distintos $\psi tapa$	107
Figura 6-9. Periodo Predominante según $\psi tapa$	109
Figura 6-10. Amortiguamiento según $\psi tapa$	110
Figura 6-11. Histéresis según razón de bloqueo de tapa	112
Figura 6-12. Rigidez disipador versus razón de bloqueo tapa.....	113
Figura 6-13. Vista en perspectiva Estructura Principal. ETABS 2013	115
Figura 6-14. Ubicación acelerómetros.	116
Figura 6-15. Espectros de Potencia de Registros.....	116
Figura 6-16. Respuestas Máximas de la Estructura con Disipador por Nivel	122
Figura 6-17. Energía del Sistema para cada registro sísmico.	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6-18. Aceleración de mesa, estructura con y sin disipador.	142
Figura 6-19. Diagrama de Estabilización de la Frecuencia de la Estructura Principal.	145
Figura 6-20. Diagrama de estabilización de la estructura principal de la frecuencia y amortiguamiento.	146
Figura 6-21. Nivel de Turbulencia de registros sísmicos.	147
Figura 6-22. Relación de máximo desplazamiento de estructura con y sin disipador.	151
Figura 6-23. Relación RMS del desplazamiento de estructura con y sin disipador.	151
Figura 6-24. Relación de máxima velocidad de estructura con y sin disipador.	152
Figura 6-25. Relación RMS de velocidad de estructura con y sin disipador.	152
Figura 6-26. Relación de máxima aceleración de estructura con y sin disipador.	153
Figura 6-27. Relación RMS de aceleración de estructura con y sin disipador.	153
Figura 6-28. Relación de Intensidad de Arias de estructura con y sin disipador.	154
Figura 6-29. Comparación de Respuesta teórica y experimental de la estructura primaria.	155
Figura 6-30. Comparación teórica – experimental de la estructura y el disipador.	165
Figura 6-31. Registro Maule 2010 Estación Lolleo.	175
Figura 6-32. Respuesta de Desplazamiento.	175
Figura C-1. Esquema Método (Chopra).	218
Figura D-2. Tiempo Historia $\omega_e=38.4$ rad/seg.	224
Figura D-3 Tiempo Historia Sistema Lineal y No Lineal.	225
Figura D-4. Tiempo Historia Sistema Lineal y No Lineal.	226
Figura D-5. Tiempo Historia, razón de bloqueo.	226