

## Tabla de contenidos

Resumen .....	I
1 Introducción .....	1
1.1 Objetivo General:.....	3
1.2 Objetivos específicos: .....	3
2 Marco teórico .....	4
2.1 Sismo .....	5
2.1.1 Causas.....	5
2.1.2 Tipos de sismos .....	6
2.1.3 Propagación de ondas sísmicas.....	<a href="#">7</a>
2.1.4 Escala sismológica de Richter .....	9
2.2 Simuladores sísmicos.....	10
2.2.1 Mesa sísmica de la universidad politécnica de Madrid: .....	10
2.2.2 Simulador de terremotos de la Universidad de Santiago: .....	11
2.2.3 Simulador sísmico de la ONEMI: .....	12
2.3 Normativa chilena.....	<a href="#">14</a>
2.3.1 Criterios de diseño:.....	<a href="#">15</a>
2.4 Componentes que conforman la plataforma sísmica .....	<a href="#">19</a>
2.4.1 Actuadores .....	<a href="#">19</a>
2.4.2 Tornillos de potencia .....	<a href="#">26</a>
2.4.3 Fuente de poder .....	<a href="#">27</a>
2.4.4 Placa Hardware Arduino® .....	<a href="#">28</a>
2.4.5 Controlador de motor .....	<a href="#">29</a>
2.4.6 Final de carrera .....	<a href="#">30</a>
2.4.7 Tubería EMT .....	<a href="#">30</a>

2.4.8	Piezas impresas en 3D .....	<a href="#">31</a>
2.4.9	Otros componentes .....	<a href="#">32</a>
3	Metodología .....	32
3.1	Requerimientos .....	32
3.2	Diseño .....	32
3.2.1	Búsqueda de tecnología similar .....	33
3.2.2	Boceto .....	33
3.2.3	Selección de componentes .....	33
3.3	Ensamblaje .....	35
3.3.1	Resumen de componentes utilizados .....	41
3.4	Programación .....	42
3.4.1	Filosofía de diseño .....	<a href="#">43</a>
3.4.2	Funciones de plataforma de simulación sísmica .....	<a href="#">44</a>
3.4.3	Secuencia de funcionamiento de la plataforma de simulación sísmica .....	<a href="#">45</a>
3.5	Pruebas de funcionamiento .....	<a href="#">46</a>
3.5.1	Velocidad máxima .....	<a href="#">46</a>
3.5.2	Carga máxima .....	<a href="#">47</a>
3.5.3	Validación de funciones .....	<a href="#">47</a>
4	Resultados y Análisis de Resultados .....	47
4.1	Resultados .....	47
4.1.1	Características operacionales .....	47
4.1.2	Características técnicas .....	48
4.1.3	Componentes principales .....	48
4.1.4	Resumen económico .....	49
4.1.5	Resultados de ensayo de velocidad máxima .....	49

	IV
4.1.6 Resultados ensayo velocidad máxima .....	50
4.2 Análisis .....	52
5 Conclusiones y recomendaciones.....	54

## Índice de Anexos

I.	Bibliografía.....	A
II.	ANEXOS .....	C
A.	Manual de instrucciones .....	C
B.	Diagramas de circuitos electrónicos .....	D
C.	Planos de ensamblaje: .....	F
D.	Código de programación:.....	H
E.	Características técnicas motor paso a paso NEMA 23:.....	P
F.	Características técnicas controlador DM542 .....	P
G.	Características técnicas de Fuente de Poder 24V – 5A – 120W.....	Q

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Acelerograma terremoto 27 de febrero de 2010. Fuente: Boroschek et al. 2010. .....	1
Ilustración 2: Terremoto de Lisboa de 1755. Fuente: aventurasnahistoria.uol.com.br .....	4
Ilustración 3: Interacción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Fuente: Madariaga, 1998. ....	6
Ilustración 4: Zona de subducción y tipos de sismos que ocurren en ella. Fuente: sismología.cl. .....	7
Ilustración 5: Ondas sísmicas generadas durante un terremoto. Fuente: Earthquake Report, 2005. ....	9
Ilustración 6: Gráficos con los que Richter usó para establecer la escala de Richter. Fuente: Canas Torres et al., 1994. ....	9
Ilustración 7: Modelo a escala sobre mesa sísmica. Fuente: Universidad Politécnica de Madrid. ....	10
Ilustración 8: Mesa sísmica de la USACH. Fuente: USACH.....	11
Ilustración 9: Simulador sísmico (fuente: ONEMI). ....	12
Ilustración 10: Zonificación del territorio chileno entre la quinta y décima región. Fuente: NCh-433. ....	<a href="#">16</a>
Ilustración 11: Cilindro de simple efecto. Fuente: Sensores y actuadores (2014). ....	<a href="#">20</a>
Ilustración 12: Cilindro de doble efecto. Fuente: Sensores y actuadores (2014). ....	<a href="#">20</a>
Ilustración 13: Motor neumático. Fuente: Sensores y actuadores (2014). ....	<a href="#">21</a>
Ilustración 14: Motor hidráulico de rotación de engranaje. Fuente: Sensores y actuadores (2014). ....	<a href="#">22</a>
Ilustración 15: Motor de pistones axiales. Fuente: Sensores y actuadores (2014). ....	<a href="#">22</a>
Ilustración 16: Partes de un motor paso a paso. Fuente: elaboración propia.....	<a href="#">25</a>
Ilustración 17: Funcionamiento de motor paso a paso. Fuente: Elaboración propia.....	<a href="#">25</a>
Ilustración 18: Motor paso a paso híbrido. Fuente: Sensores y actuadores (2014). ....	<a href="#">26</a>
Ilustración 19: Tornillo de potencia Fuente: Acuña et al., 2014. ....	<a href="#">27</a>
Ilustración 20: Fuente de poder Fuente: Elaboración propia.....	<a href="#">27</a>
Ilustración 21: Placa Arduino® UNO. Fuente: Elaboración propia. ....	<a href="#">29</a>
Ilustración 22: Controlador. Fuente: Elaboración propia. ....	<a href="#">29</a>

Ilustración 23: final de carrera (elaboración propia). .....	<a href="#">30</a>
Ilustración 24: tubería EMT. Fuente: Metalco. ....	<a href="#">31</a>
Ilustración 25: Esquema de funcionamiento de impresora 3D. Fuente: Acuña et al., 2014. <a href="#">31</a>	
Ilustración 26: Piezas necesarias para el ensamble de un carro. Fuente: elaboración propia. .....	35
Ilustración 27: Carro ensamblado. Fuente: elaboración propia. ....	36
Ilustración 28: Piezas utilizadas para el ensamblaje de los rieles. Fuente: elaboración propia. .....	36
Ilustración 29: Riel ensamblado. Fuente: Elaboración propia.....	37
Ilustración 30: Piezas necesarias para el ensamble del motor. Fuente: elaboración propia. 37	
Ilustración 31: Motor ensamblado. Fuente: Elaboración propia. ....	38
Ilustración 32: piezas necesarias para el ensamble del tornillo de potencia (fuente: elaboración propia).....	39
Ilustración 33: Ensamble del tornillo de potencia a la plataforma de simulación. Fuente: Elaboración propia.....	39
Ilustración 34: ensamble de la varilla roscada con el motor por medio de un acople (fuente: elaboración propia).....	40
Ilustración 35: Ensamble de varilla roscada a soporte horizontal. Fuente: elaboración propia. .....	40
Ilustración 36: Esquema de funcionamiento de plataforma de simulación sísmica. Fuente: elaboración propia. ....	<a href="#">46</a>
Ilustración 37: Manual de instrucciones. Fuente: Elaboración propia. ....	C
<i>Ilustración 38: Diagrama de conexiones de componentes principales. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	D
<i>Ilustración 39: Diagrama de conexiones de componentes secundarios. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	E
<i>Ilustración 40: Dimensiones y ensamblaje de base. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	F
<i>Ilustración 41: Dimensiones y ensamblaje de rieles. Fuente: elaboración propia. ....</i>	G

### Índice de Tablas

Tabla 3.3.1: Componentes utilizados .....	41
Tabla 4.1.1: Características operacionales .....	47
Tabla 4.1.2: Características técnicas.....	48
Tabla 4.1.3: Componentes principales .....	48
Tabla 4.1.4: Resumen económico.....	49

### Índice de Gráficos

Gráfico 1: Ensayo velocidad máxima. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Gráfico 2: Ensayo de carga máxima a 1,5 cm/s. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Gráfico 3: Ensayo de carga máxima a 2,5 cm/s. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Gráfico 4: Ensayo de carga máxima a 3,5 cm/s. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Gráfico 5: Disminución de velocidad v/s velocidad nominal. Fuente: Elaboración propia. ....	53
Gráfico 6: Diferencia porcentual v/s velocidad nominal. Fuente: elaboración propia. ....	53