

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Identificación y Formulación del Problema . . . . .	1
1.2. Objetivos del Trabajo de Título . . . . .	2
1.2.1. Objetivo General . . . . .	2
1.2.2. Objetivos Específicos . . . . .	2
1.2.3. Alcances . . . . .	3
<b>2. Marco Teórico y Estado del Arte</b>	<b>4</b>
2.1. Tendencia a la Electrificación de los Barcos . . . . .	4
2.2. Vibraciones Mecánicas en el Sistema de Propulsión . . . . .	9
2.3. Modelo de la SCIM . . . . .	11
2.3.1. Principios de funcionamiento . . . . .	12
2.3.2. Modelo en Estado Estacionario . . . . .	13
2.3.3. Modelo Dinámico . . . . .	14
2.3.4. Transformación del Sistema de Coordenadas . . . . .	16
2.4. Sistemas de Control de la SCIM . . . . .	18
2.4.1. Métodos de Partida . . . . .	18
2.4.2. Modos de Operación . . . . .	18
2.4.3. Control V/f . . . . .	19
2.4.4. Control Vectorial Directo . . . . .	19
2.4.5. Control Vectorial Indirecto . . . . .	21
2.4.6. Estimación de Parámetros . . . . .	22
2.4.7. Control de Vibraciones . . . . .	23
2.4.8. Otras Variaciones de Control . . . . .	24
2.4.9. Sistema de Control a Implementar . . . . .	25
2.5. Formulación del Control Vectorial Indirecto . . . . .	25
2.6. Inversor Fuente de Voltaje y Modulación PWM . . . . .	27
<b>3. Diseño del Sistema de Control</b>	<b>30</b>
3.1. Metodología de Trabajo . . . . .	30
3.2. Diagrama de Conexiones para Control y Medición . . . . .	31
3.3. Pruebas SCIM . . . . .	38
3.3.1. Prueba en Vacío . . . . .	38
3.3.2. Prueba de Rotor Bloqueado . . . . .	40
3.4. Sensores Externos . . . . .	42

3.4.1.	Transductor de Torque . . . . .	43
3.4.2.	Transductores de Voltaje . . . . .	44
3.5.	Simulación . . . . .	46
<b>4.</b>	<b>Implementación</b>	<b>54</b>
4.1.	<i>Hardware in the Loop</i> (Programación RTBOX) . . . . .	54
4.2.	Montaje Experimental . . . . .	64
4.2.1.	Conexiones Eléctricas . . . . .	64
4.2.2.	Sistema Mecánico . . . . .	72
4.2.3.	Medición de los Sensores de Voltaje . . . . .	73
4.2.4.	Señales del Sensor de Torque . . . . .	76
4.2.5.	Control y Medición del Inversor . . . . .	80
<b>5.</b>	<b>Revisión de Resultados</b>	<b>90</b>
5.1.	Prueba Montaje Mecánico . . . . .	90
5.2.	Prueba Conversor . . . . .	94
5.3.	Análisis y Discusión . . . . .	99
	<b>Conclusión</b>	<b>100</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>102</b>
	<b>Anexo A</b>	<b>106</b>
	<b>Anexo B</b>	<b>108</b>
	<b>Anexo C</b>	<b>110</b>