

Índice de contenidos

Índice de contenidos	ii
Índice de figuras	v
Índice de tablas	viii
Resumen	ix
Abstract	x
1. Introducción	1
1.1. Inspección Visual	1
1.1.1. Utilización de vehículos no tripulados	3
1.1.2. Requerimientos	3
1.2. Motivación del Proyecto	4
1.3. Alternativas existentes	5
1.3.1. Hélices	5
1.3.2. Jets de agua + válvulas	6
1.3.3. Variación de flotabilidad	7
1.3.4. Succión + ruedas	7
1.3.5. Jets de agua + servomotores	8
1.4. Evaluación de la bibliografía	9
1.5. Organización del texto	11
2. Diseño Conceptual	13
2.1. Objeto sumergido en un fluido	13
2.1.1. Modelo teórico	13
2.1.2. Comprobación experimental cualitativa	15
2.1.3. Modelo en Simulink®	17
2.2. Lastre de volumen variable	20
2.2.1. Descripción del sistema	20
2.2.2. Centro de masa	21

2.2.3. Análisis cinemático	22
2.2.4. Fuerza que ejerce el tornillo	23
2.2.5. Determinación de variables de diseño	25
2.2.6. Dimensionamiento del tornillo	26
2.2.7. Torques de subida y bajada	26
2.2.8. Selección de motor	28
3. Primer prototipo	33
3.1. Construcción	33
3.1.1. Motor paso a paso	33
3.1.2. Rueda dentada del motor r_1	36
3.1.3. Tuerca + Rueda dentada r_2	36
3.1.4. Bancadas	37
3.1.5. Tornillo	37
3.1.6. Pistón/Camisa	37
3.1.7. Soporte General	38
3.2. Caracterización	38
3.2.1. Desplazamiento axial vs. vueltas	38
3.2.2. Fuerza máxima vs. velocidad angular	39
3.2.3. Otras mediciones	41
3.2.4. Conclusiones	41
4. Segundo prototipo	42
4.1. Construcción	42
4.1.1. Caja estanca	43
4.1.2. Tapa-Camisa	44
4.1.3. Pistón	45
4.1.4. Rueda dentada + Tuercas	45
4.1.5. Bancadas	46
4.1.6. Motor	47
4.1.7. Controlador	47
4.1.8. Contrapesos, flotadores	48
4.1.9. Pasacables	48
4.1.10. Auxiliares	49
4.2. Caracterización	50
4.2.1. Desplazamiento axial vs. angular	50
4.2.2. Fuerza máxima vs. RPM	51
4.2.3. Estanqueidad	54
4.2.4. Estabilidad	57

4.2.5. Flotabilidad	57
4.2.6. Calibración sensor de presión	58
4.3. Análisis estructural simplificado	59
4.3.1. Cálculo computacional	60
4.3.2. Cálculos analíticos	64
4.3.3. Conclusiones	65
4.4. Control	65
4.4.1. Respuesta natural	66
4.4.2. Control directo de la posición del pistón	69
4.4.3. Lazo cerrado	69
4.4.4. Validación del modelo en Simulink®	70
5. Conclusiones	76
A. Modelado en Simulink®	79
B. Código control lazo cerrado	83
C. Primer prototipo: Mediciones adicionales	89
C.1. Desplazamiento vs. Vueltas	89
C.2. Mediciones de corriente	90
C.2.1. Corriente vs. velocidad angular, sin carga añadida	90
C.2.2. Corriente vs. fuerza, a velocidad angular constante	91
C.2.3. Corriente en holding torque	92
D. Conversor bidireccional	93
E. L298	95
F. Actividades realizadas en el PI	96
Bibliografía	98
Agradecimientos	101