

Índice de contenidos

Índice de símbolos	v
Siglas	vii
Acrónimos	vii
Índice de contenidos	ix
Índice de figuras	xiii
Índice de tablas	xv
Resumen	xvii
Abstract	xix
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos y alcance	2
1.3. Organización del documento	3
2. Estado del arte	5
2.1. Modelado	5
2.2. Simulación	6
2.3. Control	7
3. Modelado de cuerpo rígido sumergido	9
3.1. Cinemática de cuerpo rígido	9
3.1.1. Transformaciones entre el SRI y el SRB	10
3.2. Dinámica de cuerpo rígido	13
3.2.1. Ecuaciones de movimiento de un cuerpo rígido en el espacio	13
3.2.2. Efectos hidrodinámicos	15
3.3. Modelo en forma matricial	17

3.3.1. Linealización	18
4. Descripción y modelado del robot	19
4.1. Características del robot	19
4.2. Hardware	19
4.3. Sistema de flotación	21
4.3.1. Hidrostática del sistema de flotación	22
4.3.2. Subsistema cilindro-pistón	23
4.3.3. Subsistema mecanismo tuerca-husillo	24
4.3.4. Subsistema Motor de pasos	25
4.3.5. Caracterización experimental del sistema	25
4.3.6. Simplificación del sistema	27
4.4. Sistema de propulsión	27
4.4.1. Modelado de los impulsores	28
4.5. Sensores	32
4.5.1. Sensor de presión	32
4.5.2. Sensor de distancia	33
4.5.3. Unidad de Medición Inercial	33
4.6. Modelado del sistema de posicionamiento	34
4.6.1. Estudio previo: Utilización de sensores ultrasónicos	34
4.6.2. Sistema de posicionamiento propuesto	34
4.7. Parámetros del modelo físico	35
4.7.1. Estimación de parámetros hidrodinámicos	35
4.8. Resumen del modelo de los sistemas	38
5. Simulación y control	39
5.1. Esquema de control	39
5.2. Sistema lineal	40
5.2.1. Control sistema de propulsión	41
5.2.2. Control sistema de flotación	48
5.3. Sistema no lineal	49
5.3.1. Simulación de trayectoria escalonada	49
5.3.2. Trayectoria circular a profundidad constante	52
5.3.3. Trayectoria circular y descenso a velocidad constante	55
5.3.4. Conclusiones	58
6. Conclusiones y trabajo futuro	61

A. Códigos	63
A.1. Controlador clásico XY	63
A.2. Controlador clásico Z	64
A.3. Controlador clásico rotación en ψ	65
A.4. Controlador clásico rotación en θ, ϕ	66
A.5. Programa principal de simulador no lineal	68
A.6. Inicialización de los parámetros del modelo	69
B. Electrónica	73
Bibliografía	77
Publicaciones asociadas	81
Agradecimientos	83