

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Alcances	4
2. Metodología	5
2.1. Definición de requerimientos de diseño	6
2.2. Diseño iterativo	6
2.3. Selección de componentes y materiales	6
2.4. Adquisición y fabricación de componentes	7
2.5. Construcción	7
2.6. Pruebas	8
3. Antecedentes	9
3.1. Robótica industrial	10
3.1.1. Clasificación	10
3.1.2. Pataformas con documentación abierta	11
3.2. SCARA	12
3.2.1. Ejemplos industriales	13
3.2.2. Ejemplos académicos	14
3.2.3. Justificación de la selección de un manipulador tipo SCARA	14
3.2.4. Cinemática	14
3.2.5. Dinámica	17
3.3. Conceptos de diseño mecánico	18
3.3.1. Tolerancias dimensionales	18
3.3.2. Repetibilidad, precisión y resolución	21
4. Ingeniería Conceptual	24
4.1. Parámetros de diseño	25
4.2. Configuración SCARA	27
4.2.1. Materiales eslabones	27
4.2.2. Motores	28
4.2.3. Transmisiones hombro y codo	30
4.2.4. Transmisiones Z y A	33

4.2.5.	Rodamientos hombro	34
4.2.6.	Rodamiento codo	35
4.2.7.	Acople entre ejes de transmisión y eslabones	35
5.	Metodología de cálculo	36
5.1.	Torque requerido en articulaciones rotatorias	37
5.2.	Torque requerido en actuador de articulación prismática	38
5.3.	Tornillo de bolas	39
5.3.1.	Vida	39
5.3.2.	Carga máxima permisible	39
5.3.3.	Velocidad máxima permisible	40
5.4.	Rodamientos	40
5.4.1.	Hombro	40
5.4.2.	Codo	41
5.5.	Estimación de repetibilidad	42
6.	Resultados de diseño	43
6.1.	Diseño preliminar	44
6.2.	Diseño final	46
6.2.1.	Simulación dinámica	48
6.2.2.	Componentes seleccionados	51
6.3.	Análisis de elemento finito	57
6.3.1.	Conjuntos motrices	58
6.3.2.	Eslabón húmero	60
6.3.3.	Eslabón Z	62
6.4.	Generación de URDF	65
7.	Construcción	67
7.1.	Piezas externalizadas	68
7.2.	Base	69
7.3.	Eslabón húmero	71
7.4.	Eslabón radio-cúbito	73
7.5.	Conjuntos motrices	75
7.6.	Estado actual	76
7.7.	Costo	78
7.8.	Rediseños sugeridos	78
8.	Conclusiones	81
8.1.	Según objetivos	81
8.1.1.	Requerimientos de diseño	81
8.1.2.	Diseño para la manufactura y confiabilidad	81
8.1.3.	Selección de componentes y personalización	82
8.1.4.	Construcción y pruebas	83
8.2.	Generales	83
	Bibliografía	87
	Anexos	90

A. Planos	92
B. Extractos de catálogos	106