

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1 Motivación	2
1.2 Objetivo principal	3
1.3 Objetivos específicos	3
1.4 Alcances	3
2. Metodología	4
2.1 Etapa mecánica	4
2.2 Etapa de control	5
3. Antecedentes	6
3.1 Tipos de exoesqueletos	6
3.1.1 Exoesqueletos para la rehabilitación de la marcha	6
3.1.2 Exoesqueletos para la asistencia de la marcha	7
3.1.3 Exoesqueletos para el aumento de fuerza	8
3.2 Actuadores	9
3.3 Configuración de los exoesqueletos	11
3.4 Estudio de la marcha humana	12
3.4.1 Etapas de la fase de apoyo	13
3.4.2 Etapas de la fase de balanceo	13
3.4.3 Análisis de la marcha humana en el plano sagital	14
3.5 Articulaciones del cuerpo humano	19
4. Desarrollo del proyecto	21
4.1 Seguimiento de la marcha	21
4.2 Estudio cinemático y dinámico	27
4.2.1 Cinemática Directa	27
4.2.2 Cinemática inversa	29
4.2.3 Estudio cinemático de los centros de gravedad	31
4.2.4 Estudio dinámico	33
4.3 Diseño del exoesqueleto	36
4.3.1 Parámetros de diseño	36
4.3.2 Selección de actuadores	37
4.3.3 Definición de los componentes	39
4.3.4 Listado de componentes	55

4.3.5	Construcción del prototipo	57
4.4	Electrónica del exoesqueleto	58
4.4.1	Componentes de la electrónica	58
4.4.2	Montaje de la electrónica	60
4.5	Sistema de Control	65
4.5.1	Diseño del sistema de control	65
4.5.2	Programación del sistema de control	65
	Cinemática Directa	66
	Ciclo de la marcha	68
5.	Pruebas	71
5.1	Ciclo de la marcha	71
5.2	Trayectorias obtenidas	81
5.3	Velocidades obtenidas	84
6.	Discusiones y Conclusiones	88
6.1	Discusiones	88
6.2	Conclusiones	89
7.	Bibliografía	91

Anexos

Anexo A: Códigos Matlab

Anexo B: Códigos Arduino

Anexo C: Planos