

Tabla de Contenido

RESUMEN	II
TABLA DE CONTENIDO	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
NOMENCLATURA	X
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
ESTADO DEL ARTE	3
1. <i>Robótica</i>	3
2. <i>Partes del robot</i>	8
3. <i>Grados de libertad</i>	10
4. <i>Manipuladores</i>	12
5. <i>Manipuladores paralelos</i>	13
6. <i>Ejemplos de aplicación de manipuladores paralelos:</i>	14
HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	16
OBJETIVOS	16
1. <i>Objetivo general</i>	16
2. <i>Objetivos específicos</i>	16
ALCANCES Y LIMITACIONES	17
TEMARIO.....	17
CAPÍTULO 2: LA PLATAFORMA DE STEWART	18
INTRODUCCIÓN	18
DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA	18
DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD.....	20
1. <i>Cinemática de la plataforma</i>	20
2. <i>Ecuaciones de posición</i>	22
3. <i>Mecanismo de movimiento</i>	27
4. <i>Secuencia de control</i>	32
CAPÍTULO 3: DISEÑO MECÁNICO DE LA PLATAFORMA E INTERFAZ GRÁFICA DE CONTROL	33
INTRODUCCIÓN	33
DISEÑO MECÁNICO.....	33
1. <i>Base y plataforma superior</i>	33
2. <i>Mecanismo de movimiento</i>	37
3. <i>Ensamblaje de la plataforma</i>	40
INTERFAZ GRÁFICA.....	45
1. <i>Tkinter</i>	45
2. <i>Label</i>	46
3. <i>Scale</i>	46
4. <i>Button</i>	47
CAPÍTULO 4: RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	50
INTRODUCCIÓN	50

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES60
 TRABAJOS FUTUROS.....60
REFERENCIAS.....61
ANEXO I – CÓDIGO DE LA INTERFAZ63
ANEXO II – PLANOS MECÁNICOS 71



Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los robots según T.M.KnaseI [8] 7
Tabla 2. Clasificación de los robots según la AFRI [9]. 8
Tabla 3. Comparación de manipuladores [12] 13
Tabla 4. Resultados prueba simulación 1 56
Tabla 5, Resultados prueba simulación 2 56
Tabla 6. Resultados prueba simulación 3 56



Lista de Figuras

Fig. 1. Plataforma de Stewart.....	1
Fig. 2. Robot.....	3
Fig. 3. Gallo de Estrasburgo.....	4
Fig. 4. El pato, Jaces Vaucanson.....	4
Fig. 5. Muñeco de Pierre Jaquet.....	5
Fig. 6. Unimate de Devol y Engelberger.....	5
Fig. 7. Handy – Man de Mosher.....	6
Fig. 8. Robot SCARA.....	6
Fig. 9. Eslabón (A) – Articulación (B).....	9
Fig. 10. Tipos de articulaciones.....	11
Fig. 11. Manipulador paralelo (a) – Manipulador serial (b).....	12
Fig. 12. Closed – Kinematic Chain Mechanism (CKCM).....	14
Fig. 13. Telescopio UKIRT.....	15
Fig. 14. Endoscopio con 3 GDL.....	15
Fig. 15. Manipulador paralelo Delta.....	16
Fig. 16. Plataforma de Stewart.....	18
Fig. 17. Descripciones de distintas plataformas de Stewart.....	19
Fig. 18. Descripción de la plataforma de Stewart.....	19
Fig. 19. Vista superior de la placa base.....	22
Fig. 20. Vista superior de la plataforma superior.....	24
Fig. 21. Plataforma de Stewart convencional.....	26
Fig. 22. Plataforma de Stewart.....	27
Fig. 23. Mecanismo biela – manivela.....	27
Fig. 24. Plataforma de Stewart, sistema biela – manivela.....	28
Fig. 25. Mecanismo biela – manivela en 3 dimensiones.....	29
Fig. 26. Reflexión de manivelas pares (even) e impares (odd).....	30
Fig. 27. Plataforma base (vista isométrica).....	34
Fig. 28. Plataforma base (vista superior).....	35
Fig. 29. Plataforma superior (vista isométrica).....	36
Fig. 30. Plataforma superior (vista superior).....	36
Fig. 31. Modelo base para servomotor.....	37
Fig. 32. Modelo servomotor [20].....	37
Fig. 33. Modelo de la biela.....	38
Fig. 34. Modelo de la manivela.....	38
Fig. 35. Datos de construcción de la rótula.....	39
Fig. 36. Modelo de la rótula.....	39
Fig. 37. Ensamblaje base actuador – actuador – manivela.....	40
Fig. 38. Ensamblaje rótula – biela – rótula.....	41
Fig. 39. Ensamblaje base – actuador – biela – manivela.....	41
Fig. 40. Ensamblaje plataforma de Stewart.....	42
Fig. 41. Plataforma completa (nueva medida b).....	43
Fig. 42. Plataforma completa (nueva medida d).....	43
Fig. 43. Medición de ángulos β	44
Fig. 44. Ejmplo de Scale.....	46
Fig. 45. Interfaz gráfica.....	47

Fig. 46. Micro Maestro 6-channel.....	49
Fig. 47. Acceso al entorno de simulación dinámica.....	50
Fig. 48. Simulación dinámica.....	50
Fig. 49. Uniones estándar.....	51
Fig. 50. Opciones de revolución.....	51
Fig. 51. Posición impuesta.	52
Fig. 52. Menú del simulador.	53
Fig. 53. Plataforma superior M1.	53
Fig. 54. Plataforma de Stewart (modelo 1).	53
Fig. 55. Plataforma superior M2.	54
Fig. 56. Plataforma de Stewart (modelo 2).	54
Fig. 57. Plataforma superior M3.	55
Fig. 58. Plataforma de Stewart (modelo 3).	55
Fig. 59. Plataforma de Stewart.....	57
Fig. 60. Eje coordenado Autodesk Inventor.....	57
Fig. 61. Medidas prueba 3, superior M3.....	58
Fig. 62. Desplazamiento prueba 3, superior M3.....	58



Nomenclatura

B_i	:	Puntos de conexión de la pierna i con la base
T_i	:	Puntos de conexión de la pierna i con la plataforma superior
S_i	:	Largo de la pierna i que conecta la plataforma superior con la base
M_i	:	Conexión biela i con manivela i
m_i	:	Largo de la manivela i
b_i	:	Largo de la biela i
${}^P R_B$:	Matriz de transformación homogénea
α	:	Ángulo de la manivela con respecto a la horizontal
β	:	Ángulo del plano de la manivela relativo al eje x
W_i	:	Ancho de pulso para el servo actuador i
W_i^0	:	Ancho de pulso inicial para el servo actuador i
m	:	Número de grados de libertad del sistema
λ	:	Grados de libertad del entorno donde se encuentra el mecanismo
n	:	Número de eslabones fijos del mecanismo, incluyendo base y superior
j	:	Número de juntas del mecanismo
f_i	:	Grados del movimiento relativos por junta
I_f	:	Número de grados de libertad pasivos del mecanismo