

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA INFORMÁTICA



**MEJORAR LA FISIOTERAPIA DE PACIENTES CON
DISCAPACIDAD FÍSICA MOTORA, CON ORTESIS
TELEOPERADA**

Por:

Jose Humberto Quispe Aguilera

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO A CONSIDERACIÓN DE LA “UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, COMO REQUISITO PARA OPTAR EL
GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

Febrero de 2021

Tarija – Bolivia

El tribunal no se solidariza con la forma, modos vertidos en el presente trabajo siendo únicamente responsable el autor.

DEDICATORIA:

Dedico con todo mi corazón este trabajo a: Mis Padres y hermanos ya que sin su ayuda y apoyo no podría llegar a cumplir mis metas y objetivos.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por la vida y salud que me brindó para poder cumplir con todas mis metas propuestas y por acompañarme siempre en todas las decisiones de mi vida.

A mis padres y hermanos, tíos por siempre haberme apoyado incondicionalmente siendo el pilar fundamental en toda mi formación, tanto Académica como de la Vida.

A mis Docentes quienes me brindaron conocimiento y guiaron durante todo este tiempo.

A mis amigos (as) que siempre estuvieron para apoyarme.

PENSAMIENTO:

La palabra tiene mucho de aritmética: divide cuando se utiliza como navaja, para lesionar; resta cuando se usa con ligereza para censurar; suma cuando se emplea para dialogar, y multiplica cuando se da con generosidad para servir.

(Siller, Carlos)

ÍNDICE

Introducción.....	14
CAPÍTULO I EL PROYECTO	15
I.1 Formulario de Proyecto	15
I.2 Personal Involucrado de Proyecto.	15
I.3 Antecedentes	17
I.4 Justificación del Proyecto	19
I.5 Árbol de Problemas.	20
I.6 Árbol de Objetivos.....	20
I.7 Objetivos.....	21
I.7.1 Objetivo General	21
I.7.2 Objetivos Específicos.....	21
I.8 Matriz del marco Lógico (MML)	22
I.9 Metodología de desarrollo del proyecto (detallar las etapas, métodos, técnicas y otros).....	25
I.10 Resultados esperados	28
I.11 Beneficiarios.....	29
I.11.1 Beneficiarios Directos	29
I.11.2 Beneficiarios indirectos.....	29
I.12 Cronograma de Actividades.....	30
I.13 Presupuesto general	32
CAPÍTULO II COMPONENTE	36
II.1 Prototipo tele-operado de una ortesis para la rehabilitación de la zona de los gemelos y tobillos de la extremidad inferior de una persona	36
II.1.1 Introducción	36
II.1.2 Anatomía del miembro inferior.....	36
II.1.2.1 Cadera	36
II.1.2.2 Rodilla.....	37
II.1.2.3 Tobillo.....	37
II.1.2.3.1 El complejo articular del pie.....	37
II.1.2.3.1 La flexión-extensión	38
II.1.2.4 Pie.....	39
II.1.2.5 La bóveda plantar	40
II.1.2.6 Músculo de los gemelos	41

II.1.3 Recolección y refinamiento de requisitos	42
II.1.4 diseño rápido.....	43
II.1.5 Construcción del Prototipo	43
II.1.5.1 Diseño de los modelos 3D de una ortesis.....	43
II.1.5.1.1 Apoyo de la entre-pierna	44
II.1.5.1.2 Apoyo del pie	45
II.1.5.1.3 Soporte interno	46
II.1.5.1.4 Soporte externo.....	47
II.1.5.1.5 Lateral interno	48
II.1.5.1.5.1 Pieza latera interno L1	49
II.1.5.1.5.2 Pieza lateral Interno L2	49
II.1.5.1.6 Lateral externo.....	52
II.1.5.1.6.1 Pieza latera externo L1.....	52
II.1.5.1.6.2 Pieza lateral externo L2.....	52
II.1.5.2 Diseño de la parte electrónica.....	56
II.1.5.2.1 Servomotor TD8120MG 20Kg 180g.....	58
II.1.5.2.2 módulo convertidor DC-DC Step-Down (Buck) LM2596.....	58
II.1.5.2.3 Motores De Vibración Planos.....	59
II.1.5.2.4 Módulo Bluetooth.....	60
II.1.5.2.5 Arduino Uno	61
II.1.5.2.6 Fuente de alimentación	61
Especificación del diseño electrónico de la conexión del bluetooth.....	63
Especificación de la conexión para los motores vibradores.....	64
Especificación del diseño electrónico de conexión para los servos motores	65
II.1.5.3 Impresión de los modelos 3D.....	66
II.1.5.4 Materiales externos que se utilizara para el armado de la ortesis	66
II.1.5.5 Ensamblaje Del Prototipo.....	67
II.1.5.6 Programación de micro controlador	68
II.1.5.7 Aspectos importantes.....	69
II.1.5.8 Diagrama De Capa	71
II.1.6 Medio de Verificación	71
II.2 Aplicación móvil informática para el control de la ortesis.....	72
II.2.1 Introducción	72
II.2.2 Planificación de Sprint	72

II.2.3 Etapa de desarrollo.....	72
II.2.3.1 Inicio	73
II.2.3.2 Elaboración	73
1. LISTA DE ACTORES.....	74
2. LISTA DE CASO DE USO	74
3. LISTA DE EVENTOS.....	74
4. Diagrama General Del Sistema.....	75
4.1. DOCUMENTACIÓN DE CASO DE USO.....	76
4.2. DOCUMENTACIÓN DE EVENTOS.....	77
5. CASO DE USO EXPANDIDO	78
6. DIAGRAMA DE EVENTOS	79
7. Descripción de escenario de Caso de Uso y eventos	80
7.1. Interfaces grafica del sistema que se utilizara para el control del prototipo a desarrollar.....	80
1° Gestión Atención	86
2° Gestión Comentario.....	88
3° Ver Comentario	91
4° Evento Vinculación	92
5° Evento Proceso	94
Control de la ortesis	97
Registro de Atención	98
Proceso de vinculación	100
Registro de Comentario	104
Ver Atención.....	106
Ver Comentario.....	107
8. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD	111
9.Diagrama de Secuencia	121
10.Diagrama de Clase	129
II.2.3.3 Construcción	130
II.2.4 Diagrama de Bloque	131
II.2.5 Fluyo de información.....	131
II.2.6 Matriz de requerimientos	132
II.2.7 Medio de Verificación	134
II.3 Capacitaciones del uso adecuado de la ortesis propuesta en el proyecto, implementadas .	135
II.3.1 Introducción	135

II.3.2 Planificación de los eventos	135
II.3.3 Elaboración del material	136
II.3.4 Distribución del material.....	137
II.3.5 Desarrollo de los eventos	138
II.3.6 Medio de Verificación.....	138
CAPÍTULO III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
III.1 Conclusiones	139
III.2 Recomendaciones	139
Bibliografía.....	139
Anexos.....	141

ÍNDICE DE FIGURA

Figura II.1.2.1 ejes y plano de movilidad	36
Figura II.1.2.2 Extensión de la Rodilla en diferentes ángulos	37
Figura II.1.2.3 Tobillo	38
Figura II.1.2.4 Extensión-flexión del tobillo	39
Figura II.1.2.5 Anatomía del pie	40
Figura II.1.2.6 Bóveda plasmar	40
Figura II.1.2.7 Músculo de los Gemelos	41
Figura II.1.3 Recolección de Datos	42
Figura II.1.4 Recolección de requerimientos	42
Figura II.1.5 Primer Diseño	43
Figura II.1.5.1 Programa SolidWorks	43
Figura II.1.5.1.1 Dimensión de la pieza apoyo entre-pierna	44
Figura II.1.5.1.2 Ubicación de los actuadores en la pieza apoyo entre pierna	45
Figura II.1.5.1.3 Dimensión de la pieza apoyo del pie	46
Figura II.1.5.1.4 Soporte interno	47
Figura II.1.5.1.4.1 Dimensión del soporte interno	47
Figura II.1.5.1.5 Soporte Externo	48
Figura II.1.5.1.5.1 Dimensión del soporte externo	48
Figura II.1.5.1.6 Lateral interno L1	49
Figura II.1.5.1.7 Lateral interno L2	50
Figura II.1.5.1.8 Unión de lateral interno L1 y L2	50
Figura II.1.5.1.9 Dimensión del lateral interno L1	51
Figura II.1.5.1.10 Dimensión del lateral interno L2	51
Figura II.1.5.1.11 Lateral externo L1	52
Figura II.1.5.1.12 Lateral externo L2	52
Figura II.1.5.1.13 Unión de los laterales externo L1 y L2	53
Figura II.1.5.1.14 Dimensión del lateral externo L1	53
Figura II.1.5.1.15 Dimensión del lateral externo L2	54
Figura II.1.5.1.16 Movimiento interno	54
Figura II.1.5.1.17 Movimiento externo	54
Figura II.1.5.1.18 Figura Final	55

Figura II.1.5.1.19 Segundo Diseño.....	55
Figura II.1.5.2 Fritzing	56
Figura II 1.5.2.1.1 Servomotor TD8120MG 20Kg 180g	58
Figura II 1.5.2.2.1 módulo convertidor DC-DC Step-Down (Buck) LM2596	59
Figura II.1.5.2.3.1 Motor de vibración plano	60
Figura II.1.5.2.4.1 Módulo Bluetooth HC-06	60
Figura II.1.5.2.5.1 Arduino uno	61
Figura II.1.5.2.6.1 Fuente de alimentación	62
Figura II.1.5.2.6.2 Esquema electrónico General utilizado.....	62
Figura II.1.5.2.6.2.1 Diseño electrónico de la conexión del Bluetooth.....	63
Figura II.1.5.2.6.2.2 Conexión electrónica para los motores vibradores.....	64
Figura II.1.5.2.6.2.3 Conexión electrónica para los servos motores.....	65
Figura II.1.5.3.1 Filamento PLA	66
Figura II.1.5.4.1 Pernos	66
Figura II.1.5.4.2 tuerca	66
Figura II.1.5.5.1 Foto del ensamblaje.....	68
Figura II.1.5.6.1 IDE Arduino.....	68
Figura II.1.5.7.1 Forma correcta de sentarse.....	69
Figura II.1.5.7.2 Imagen Referente	69
Figura II.1.5.7.3 Regla de 3 simple	70
Figura II.1.5.7.4 Fórmula de tiempo de ejecución	70
Figura II.2.1 Entorno de Desarrollo	72
Figura II.2.2 Cronograma de actividad	72
Figura II.2.3.1 Diseño Previo	73
Figura II.2.3.1 App Inventor	130
Figura II.3.2.1 Enlace de la reunión	136
Figura II.3.3.1 Elaboración de material de apoyo para la capacitación.....	136
Figura II.3.3.1 Guía de ayuda destinada al uso adecuado a la aplicación	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Procedimiento analítico.....	58
--	----

ÍNDICE DE PANTALLA

Pantalla 1 Pantalla de inicio	80
Pantalla 2	82
Pantalla 3	85
Pantalla 4	98
Pantalla 5	99
Pantalla 6	101
Pantalla 7	104
Pantalla 8	106
Pantalla 9	107
Pantalla 10	109

ÍNDICE DE DIAGRAMA

Diagrama 1 Registro Usuario	111
Diagrama 2 Login de Acceso	112
Diagrama 3 Registro De Comentarios	113
Diagrama 4 Modificación De Usuario	114
Diagrama 5 Ver Comentario	115
Diagrama 6 Gestión Atención	116
Diagrama 7 Ver atención.....	117
Diagrama 8 Evento de Vinculación	118
Diagrama 9 Evento de desactivación	119
Diagrama 10 Eventos de Procesos	120

ÍNDICE DE DIAGRAMA DE SECUENCIA

Diagrama De Secuencia 1 Registro De Usuario	121
Diagrama De Secuencia 2 Login De Acceso	122
Diagrama De Secuencia 3 Modificación De Usuario	123
Diagrama De Secuencia 4 Gestión Comentario	124
Diagrama De Secuencia 5 Ver Comentario	125
Diagrama De Secuencia 6 Gestión Atención	126
Diagrama De Secuencia 7 Ver atención.....	127
Diagrama De Secuencia 8 Evento Vinculación	128

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Diseño final.....	141
Anexo 2 Colocado Correctamente la ortesis al paciente.....	141
Anexo 3 Prueba de Funcionamiento primera.....	142
Anexo 4 Prueba de funcionamiento segunda.....	142
Anexo 5 Vinculación de la app con el prototipo.....	143
Anexo 6 Invitación de la capacitación.....	144
Anexo 7 Carta de Certificación.....	145
Anexo 8 Carta de Certificado.....	146
Anexo 9 Carta de Certificado.....	147
Anexo 10 Lista de Participantes.....	148
Anexo 11 Foto de la capacitación realizada.....	149
Anexo 12 DataSheet servo motor.....	150
Anexo 13 DataSheet LM2596.....	151
Anexo 14.....	153
Anexo 15.....	163